Prix de l'ouvrage complet en 3 volumes:

200 lires italiennes

ACTES
DE LA
IVème CONFÉRENCE
INTERNATIONALE
DE
PÉDOLOGIE
Rome, 12-19 Mai 1924

VOL. III.

SECTION II.
IIIe et VIe COMMISSIONS
Étude bactériologique et biochimique du sol.
La Physiologie végétale en rapport avec la Pédologie.

SECTION III.
IVe et Ve COMMISSIONS
Nomenclature, classification et cartographie du sol.
Appendice.

UNIVERSITÀ DI ROMA
Biblioteca Generale "E. Barone"
53
38
3
Inv. 10575
Facoltà di Economia Sapienza Università di Roma

INSTITUT INTERNATIONAL D'AGRICULTURE
BUREAU DES RENSEIGNEMENTS AGRICOLES

ACTES
DE LA
IVème CONFÉRENCE INTERNATIONALE DE PÉDOLOGIE

ROME, 12-19 MAI 1924

VOL. III.

IIIème, IVème, Vème ET VIème COMMISSIONS

ÉTUDE BACTÉRIOLOGIQUE ET BIOCHIMIQUE DU SOL
NOMENCLATURE, CLASSIFICATION ET CARTOGRAPHIE DU SOL
LA PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE EN RAPPORT AVEC LA PÉDOLOGIE
APPENDICE

(MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS)

ROME
IMPRIMERIE DE L'INSTITUT INTERNATIONAL D'AGRICULTURE
1926

Biblioteca Generale "E. Barone"
53
38
3
Inv. 10575
Facoltà di Economia
Sapienza Università di Roma
FACOLTA' DI ECONOMIA

53 38 3

Biblioteca Generale "E. Barone"
Facoltà di Economia
Sapienza Università di Roma
53
38
3
Inv. 20 10575

10. 575
53. 116

1) Pedologia - 1ª Conferenza internazionale
Roma, 12-19 maggio
1924

MÉMOIRES ET COMPTES RENDUS

PUBLIÉS PAR

M. le Prof. R. PEROTTI

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL DE LA CONFÉRENCE

SOUS LES AUSPICES DU

COMITÉ ORGANISATEUR ITALIEN

2) Suolo - Batteriologia del
3) Suolo - Nomenclatura del
4) Suolo - Classificazione del
5) Suolo - Cartografia del
6) Fisiologia vegetale e Pedologia

INSTITUT INTERNATIONAL D'AGRICULTURE
BUREAU DES RENSEIGNEMENTS AGRICOLES

ACTES

DE LA

IVème CONFÉRENCE INTERNATIONALE DE PÉDOLOGIE

ROME, 12-19 MAI 1924

VOL. III.

IIIème, IVème, Vème ET VIème COMMISSIONS

ÉTUDE BACTÉRIOLOGIQUE ET BIOCHIMIQUE DU SOL
NOMENCLATURE, CLASSIFICATION ET CARTOGRAPHIE DU SOL
LA PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE EN RAPPORT AVEC LA PÉDOLOGIE
APPENDICE

(MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

ROME
IMPRIMERIE DE L'INSTITUT INTERNATIONAL D'AGRICULTURE
—
1926

S. GEA 32276

INSTITUT INTERNATIONAL D'AGRICULTURE
BUREAU DES RENSEIGNEMENTS AGRICOLES

ACTES DE LA IVème CONFÉRENCE INTERNATIONALE DE PÉDOLOGIE

SECTION II.

IIIème ET VIème COMMISSIONS

ÉTUDE BACTÉRIOLOGIQUE ET BIOCHIMIQUE DU SOL
LA PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE EN RAPPORT AVEC LA PÉDOLOGIE

SECTION III.

IVème ET Vème COMMISSIONS

NOMENCLATURE, CLASSIFICATION ET CARTOGRAPHIE DU SOL

APPENDICE

ROME
IMPRIMERIE DE L'INSTITUT INTERNATIONAL D'AGRICULTURE
—
1926

53.216

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI ROMA
BIBLIOTECA
Facoltà di Agraria

TOUS DROITS RÉSERVÉS

TABLE DES MATIÈRES

IIIème COMMISSION.

		Page
1.	J. STOKLASA, Microbes et fertilité du sol	15
2.	FISCHER, H. Das "Edaphon", ein Sammelbegriff für Biocönosen von Mikroskopischer Wasser- und Moosflora, sowie der Aerophilen	17
3.	DUFRENOY, J. La consolidation des sols	20
4.	PEROTTI, R. La teoria microrganica della concimazione	25
5.	GAINEY, P. L. The Significance of Soil Reaction in controlling Nitrogen Fixation in Soils	31
6.	BONAZZI, A. The Mineralization of Atmospheric Nitrogen by Biological Means	74
7.	ROSSI, G. e RICCARDO, S. I terreni della regione del Vesuvio e la fissazione dell'azoto	115
8.	ASO, K. und YAMAGATA, U. Ueber die Verbreitung von Azotobakter in japanischen Böden	192
9.	ASO, K. und MURAI, U. Ueber die Differenz zwischen den Reaktionen der Nährböden nach den Kulturen von Bakterien der Leguminosenknöllchen	195
10.	ASO, K. uud OKHAWARA, S. Ueber die Klassifikation der Bakterien der Leguminosenknöllchen mit Hilfe von Serumreaktionen	196
11.	CHRISTENSEN, H. R. Das Impfungsprinzip in der mikrobiologischen Bodenuntersuchung	198
12.	PEROTTI, R. Sopra la misura del potere di nitrificazione del terreno agrario	207
13.	ZOLCINSKI, G. Nitrifikations- und Denitrifikations-prozesse im Lichte der neuen physikochemischen Erfahrungen	212
14.	GERRETSEN, F. C. Some Observations on the Influence of the pH Ions on nitrifying Bacteria	212
15.	PEROTTI, R. Sul potere ammonizzante del terreno agrario	212
16.	WAKSMAN, A. and HEUKELEKIAN, H. Cellulose Decomposition by various Groups of Soil Micro-organisms	216
17.	GORINI, C. La cultura ascendente nelle ricerche di microbiologia pedologica	228
18.	PANTANELLI, E. Determinazione biochimica del fosfato assimilabile del terreno	232
19.	LUMIA. Nuovo metodo di valutazione della assimilabilità di materiali diversi concimanti	236
20.	LIPMAN, J. G. and WAKSMAN, S. A. Bacteria concerned in the Oxydation of Sulphur in the Soil	240
21.	PETRI, L. Influenza della lavorazione del terreno sopra i microrganismi del suolo	246
22.	ZIEMIECKA, J. L'influence de l'alcool éthilique sur certains processus microbiologiques du sol	250
23.	PÉNKAVA, J. Die Radioaktivität des Bodens und der Luft, und der Einfluss auf die biochemischen Vorgänge im Boden	252

Page

24. GREAVES, J. E. and CARTER, E. G. The Influence of Arsenites on the Microflora of the Soil . . . 253
25. WAKSMAN, S. A. and STARKEY, R. L. Influence of partial Sterilization of Soil upon the Numbers and Activities of various Groups of Micro-organisms . . 254
26. NEMEC, A. Étude biochimique des sols forestiers . . . 260
27. ITANO, A. Biological Investigation of Peat . . . 266
28. ZOLCINSKI, J. Neue physiko-chemische Grundsätze der Humus -, Torf - und Steinkohlenbildung; die Stätte und die Rolle der mikrobiologischen Faktoren in diesen Prozessen . . . 266
29. WHITTLES, C. J. The Determination of the Number of Bacteria in Soil . 266
30. DUFRENOY, J. Infection fusarienne des sols . . . 267
31. BARGAGLI-PETRUCCI, T. Necessità di coordinare e organizzare gli studii di microbiologia del suolo . . . 267
32. WAKSMAN, S. A. A tentative Outline of Study of the Microbiology of Soils and Manures with Special Reference to the Methods in Soil Microbiology . . 281
33. ROSSI, G. Proposta per una intesa fra tutti i batteriologi agrari del mondo per lo studio sistematico dei terreni agrari locali . . . 285
34. DÖRELL, E. G. Die biologische Bodenforschung in ihrer Bedeutung und Verwertung für die Gütertaxation . . . 297

IV^ème COMMISSION.

1. DE ANGELIS D'OSSAT, G. La fase litologica del terreno, fondamento di classificazione . . . 307
2. AARNIO, B. Sur la formation et la classification du sol . . . 310
3. TODARO, F. Sulla classificazione dei terreni . . . 315
4. TILL, A. Zur Frage der Bodenkartierung und Klassifikation . . . 322
5. STREMME, H. Ueber einige Systeme der natürlichen Bodeneinteilung nebst dem Vorschlage einer für Feldpedologen verwendbaren Klassifikation . . . 326
6. MURGOCI, G. Considerations concerning the Classification and Nomenclature of Soils . . . 343
7. ENCOULESCO, P. Le climat comme facteur de variations des types zonaux de sol . . . 344
8. MIKLASZEWSKI, S. Les sols comme individus . . . 345
9. AARNIO, B. und STREMME, H. Zur Frage der Bodenbildung und Bodenklassifikation . . . 345
10. GLINKA, C. D. Différents types d'après lesquels se forment les sols et classification de ces derniers . . . 347
11. NEUSTRUEV, S. S. Sur la classification des processus pédologiques . . . 348
12. FLOROV. Zur Frage über die Klimaschwankungen in der Postpliocaen . 348
13. HEMMERLING. Metamorphose des Bodens . . . 348
14. MC. COOL, M. M. Studies on Soil profiles . . . 348
15. TRNKA, R. La nomenclature et la classification des sols par rapport à l'analyse mécanique et à la chimie colloïdale . . . 350
16. HARRASSOWITZ, H. Die Stellung der Kaolin- und Lateritböden . . . 358
17. MARBUT, C. I. The classification of arid-soils . . . 362
18. HOHENSTEIN, Victor. Die deutsche Schwarzerde . . . 375
19. WOLF, W. Bemerkungen über die Klassifikation und Nomenklatur der Böden bei den Arbeiten der Preuss. Geol. Landesanstalt . . . 379

Page

20. STREMME, H. Die Verbreitung der Bodentypen in Deutschland . . . 380
21. RAMSAUER, B. Die Bodenuntersuchung des Gutes der Landes-Landwirtschaftliche Schule in "Winkelhof" in Oberalm und angrenzenden Parzellen . . . 380
22. FOLGER, F. Zeitliche und räumliche Gliederung des chinesishen Loesses . 381
23. ANDERSEN, J. Nomenclature et classification du sol de Danemark . . . 381
24. CHRISTENSEN, H. R. Landwirtschaftliche Klassifizierung und Beschreibung der dänischen Böden . . . 381
25. MOSSÉRI, M. V. M. Notes agrologiques sur le sol Egyptien . . . 382
26. HUME, W. F. Character of the Soil of Egypt . . . 400
27. JOSEPH, G. F. Examination of the Soils of the Sudan . . . 401
28. BRENNER, W. Ueber die Reaktion finnländischer Böden . . . 407
29. FROSTERUS, BENJ. Die Klassifikation der Böden und Bodenarten Finnlands 408
30. LARUE, P. Sur la classification des terres en France . . . 400
31. ROBINSON, G. W. Soil types of North Wales . . . 409
32. HALLISY, T. Soil-research and the question of Nomenclature and Classification of Soils in Ireland . . . 419
33. BALLENEGER, R. Sur la composition chimique des sols de la Hongrie . . . 419
34. TREITZ, P. Die Bodenregionen im geschichtlichen Ungarn und die Stellung der Hauptbodentypen zu der allgemeinen Bodenklassification . . . 434
35. SIGMOND, A. A. J. de Les sols alcalins de la Hongrie, leurs propriétés physiques et chimiques et leur amélioration . . . 439
36. PRATOLONGO, U. Alcune ricerche preliminari sulle argille alcaline italiane 449
37. VECCHI, A. I sedimenti del Trasimeno e la pedologia . . . 452
38. WITYN, J. Most momentous Phases of Soils Development in Latvia . . . 465
39. BJÖRLYKKE, K. O. Typische Bodenprofile in Norwegen . . . 467
40. BJÖRLYKKE, K. O. Die Nomenklatur und Klassifikatiou der Bodentypen in Norwegen . . . 473
41. HISSINK, D. J. Versuch einer Nomenclatur und Klassifikation der Niederländischen Böden, nebst Bemerkungen der Methodik . . . 474
42. TESCH, P. Versuch einer Nomenklatur und Klassifikation der Niederländischen Bodenarten (Sous-sols) nach rein petrographischen Gesichtspunkten und mit Benutzung der in den Niederlanden üblichen Bezeichnungen . . 480
43. MIKLASZEWSKI, S. Nomenclature et classification des sols . . . 481
44. FILATOW, M. Profil pédologique par toutes les zones de la Russie européenne, depuis la péninsule de Kolski jusqu'à la frontière de la Perse . . . 481
45. KROKOS, W. Sur la question de la classification du tchernoziom (terre noire) du midi de l'Ukraine. . . . 481
46. KRASSUK, A. A. Les types de sols des régions du Nord . . . 482
47. KASTUKIEWITCH-TIESENHAUSEN. De l'influence du microrelief sur le sol, selon les observations faites dans le Gouvernement de Smolensk . . . 482
48. MAHOFF. Questions de l'évolution du sol en Ukraine . . . 482
49. KROKOS, V. I. Le loess et les sols fossiles du sud-ouest de l'Ukraine . . . 490
50. PRASSOLOW, L. Les provinces agrogéologiques de la Russie européenne . . 490
51. ODÉN, S. The Structure and Properties of some Swedish Soils . . . 493
52. JOHANSSON, S. Classification and Terminology of Swedish Soils; especially Mineral Soils, used by the Geological Survey of Sweden . . . 495
53. POST, L. v. Das genetische System der organogenen Bindungen Schwedens 495
54. NOVÁK, V. Die bei der Bodenforschung in der Tchechosclowakei benutzte Nomenklatur und Klassifikation . . . 496

Vème COMMISSION.

Page

1. De Angelis, G. La variabilità dei criteri per le carte agronomiche 501
2. Afanacieff, J. Esquisse générale du tableau pédologique du globe . . . 504
3. Mieczynski, T. Zur Methodik der Bodenuntersuchungen im Freien . . . 504
4. Chevalier, A. Indications fournies par la végétation spontanée pour l'établissement de la carte des sols 505
5. Terlikowski, M. Caisse aux monolites 505
6. Krische, P. Die Verteilung der landwirtschaftlichen Hauptbodenarten im deutschen Reiche 505
7. Wolff, Wilh. Die Agrogeologie im Rahmen der geologischen Arbeiten der preussischen geologischen Landesanstalt. 505
8. Schottler, W. Die bodenkundlichen Arbeiten in Hessen-Darmstadt . . . 505
9. Stremme, H. Die bodenkundliche kartierung in Deutschland 506
10. Leinigen-Westerburg, V. Die Bodencartographie in Oesterreich . . . 506
11. Till, A. Die Bodenkartierung in Oesterreich 506
12. Ramsauer B. Die Bodenuntersuchung und Kartierung im Lande Salzburg.
13. Münichsdorfer. Die agrogeologischen Karten-Bayerns 1 : 25,000 506
14. Reiss, Allgemeines und die Gebirgsblätter 1 : 25000 506
15. Halet, Fr. L'état actuel des études sur le terrain et de la cartographie agrogéologiques 507
16. Grégoire Ach. et Halet, F. Etude agrologique du Domaine Raideux . . 507
17. De Oliviera E. D. The Cartography of the Soils and superficial Deposits of Brazil. 507
18. Andersen, I. Sur l'état actuel des études sur le terrain et de la cartographie agro-géologique en Danemark 507
19. Andersen, J. Etat des études sur le terrain et de la cartographie agro-géologique 507
20. Hume, A. Character of the Soils of Egypt 507
21. Faura, I. Sans. La carte agronomique de la Catalogne au 100.000ème. . 508
22. Marbut, C. I. The United States Soil Survey 508
23. Smiths, R. S. The Cartography of Soils of Illinois 508
24. Miller, M. F. Methods of Identification and Mapping Soils in use in the State of Missouri 508
25. Brown, P. E. Soil Survey in Iowa 508
26. Aarnio, B. Finland 509
27. Cayeux, M. L. Etat actuel de la question des cartes agronomiques en France 509
28. Gentil, L. Les sols du Maroc 509
29. Dalloni, M. Etat actuel de nos connaissance sur les sols 509
30. Robinson, G. M. Memoir on Soil Surveys i Great Britain 509
31. Cole et Grenville, A. J. The Cartography of Soils and superficial Deposits in Ireland 509
32. Huidekoper, Jan. A preliminary Note of the Soils of Indore Central India 510
33. Sanders, Etude sur le sol arable de l'Inde 510
34. Mauff, H. B. Report on the present State of Soil Investigation in Southern Rhodesia 510
35. Malcolm. Soils and human Settlement in West Africa 510
36. Georgalas G. C. L'organisation des études pédologiques de la cartographie des sols. 510

Page

37. Seki T. The Progress of the Soil-mapping in Japan 510
38. László, G. (de) et Treiz, P. Etat des travaux agro-géologiques et pédologiques en Hongrie 510
39. Treitz, P. Verbreitung der Alkaliböden im grossen Ungarischen Tiefland. . . 513
40. Feruglio, E. La carta geoagrologica dell'Anfiteatro morenico del Tagliamento 517
41. Feruglio E. Rilevamento geoagrologico della zona delle risorgive fra il Tagliamento e la Torre (Friuli) 522
42. Trabucco, G. Carta geologica, geognostica, agrologica del territorio di Carmignano e dintorni (Firenze) con memoria descrittiva. 525
43. Marinelli, O. Per una tavola sinottica dei suoli italiani 526
44. Gortani, Michele. La cartografia agrogeologica in Italia 526
45. Stefanini e Ferrara, A. Stato attuale degli studi sui terreni e della cartografia geoagrologica nell'Eritrea e Somalia 526
46. Björlykke, K. O. On Soil Survey Investigation and Mapping in Norway . 526
47. Baren, J. van. La cartographie agrogéologique aux Pays-Bas 526
48. Mieczynsky. Hauptsächliche pedologische Karten und Bücher 526
49. Miklaszewski, S. Carte pédologique de la Pologne (Démonstrations) . . 527
50. Murgoci, G. La cartographie des sols en Roumanie 527
51. Murgoci G. Recherches pédologiques détaillées au nord de Moghilew s. le Dniester. 527
52. Murgoci, G. Pedologische Detailstudien in Podolien 527
53. Murgoci, G. et Porucic, T. Les Lacs Salés et les sols le long de la côte N.-W. de la Mer Noire 527
54. Florov, N. Sur les recherches pédologiques et le musée pédologique de Bessarabie 527
55. Murgoci, G. Les sols le long du chemin de fer de Bagdad 527
56. Murgoci, G. Carte pédologique du Baragan 528
57. Nabokich, A. L. Cartography of Soils in « Three phases » 528
58. Mahoff, G. Carte des sols de l'Ukraine; échelle : 10 Verstes en Pouces Anglais . 528
59. Florov, N. Die bodenkartographischen Arbeiten in der Ukraina 528
60. Florov, N. Sur la méthode nabokich (à trois phases) de travaux sur le terrain 528
61. Hesselman, H. Kartographie der schwedischen Böden. 528
62. Cavelin A. Die Karten von S. G. U. (Sveriges Geologiska Undersöknig). 529
63. Post L. von. Torfuntersuchungen bei S. G. U. 529
64. Todorovics D. B. Les recherches pédologiques dans la Serbie 529
65. Burger, Hans. Pedologische Studien in der Schweiz 529
66. Kopecký, I. u. Spirhanzl, I. Pedologische Kartierung in der Checoslovakischen Republik 529
67. Novak V. Bodenuntersuchung im Terrain und Kartographie in Mahren. 529
68. Protopopescu-Pake, Em. Carte pédologique de la dépression de Fidija. . 529

VIème COMMISSION.

1. Zijlstra K. La physiologie végétale par rapport à la pédologie 533
2. Hoagland, D. R. The Investigation of the Soil from the Point of View of the Physiology of the Plant 535
3. Zolcinsky, J. Das Sonnenlicht, atmosphärische Luft und Boden; die Bedeutung und Wirkung des Sonnenlichtes auf die Bodenbildung und Bodenfruchtbarkeit 545

Page

4. LUNDEGARDH, H. The Carbon dioxide Production of Soil and its Influence on Plant Growth 545
5. MUNERATI, O. La tecnica sperimentale di fronte alle variazioni del substrato 545
6. VILLAR, E. Nomenclature des sols au point de vue de la pression osmotique des sucs 545
7. ARRHENIUS, O. Soil Reaction and Plant Growth 546
8. PRATOLONGO, M. La reazione del terreno quale fattore ecologico . . . 554
9. CHODAT, M. F. Reaction du sol et formations végétales 558
10. NIKLAS, H. Wasserstoffionenkonzentration und Pflanzenleben 560
11. PANTANELLI, E. Stanchezza del terreno dovuto ad escrezioni delle radici . 560
12. RIVERA, V. Influenza di alcune condizioni di terreno sopra lo sviluppo radicale di comuni piante erbacee 564
13. UHLELA, V. The Influence of Soil on the Development of Water Plants . . 578
14. ALLISON R. V. The Influence of Plant Growth upon the State of Aggregation of Soil particles 578
15. DEL PELO PARDI, G. Lo stato fisico, chimico e microbiologico del terreno agrario in dipendenza dei lavori e dell'humus in relazione alle piante coltivate e particolarmente al frumento 597
16. KREVBIG, L. von. Ergebnisse von im grossen durchgeführten Versuchen bezüglich des Pflanzenbaues 612
17. ZAHARIA, A. Relations entre les charactères physiques, la composition chimique des céréales et spécialement du blé, et les différents types de sols en Roumanie 616
18. GREAVES et CARTER, E. G. L'influence de l'eau d'irrigation sur la composition des cendres des graines et sur la fertilité du sol 617
19. MAIWALD. Chlorosis grüner Pflanzen als Folge des Nährstoffverhältnisses im Böden 618
20. DUFRENOV, J. Influence de la composition géologique des sols dans la répartition géographique des maladies 620
21. LOPRIORE, G. Laterizzazione rapida ed inconsueta di un medicaio . . . 621
22. PICADO. Action sur les légumineuses et sur leurs nodosités du mélange « chlorure de sodium-chaux », considéré comme complexe « toxique-antitoxique » 622
23. MCHARGUE, J. S. The Occurrence of Copper, Manganese, Zinc, Nickel and Cobalt in Soils, Plants and Animals and their possible Function as the vital Factors 622
24. KIDA, YOSHISABURO. Recherches sur le rôle fertilisant du nitrate de soude sur le riz en rizière 629
25. WALSTER, H. L. The Influence of continuous Cropping on Crop Production on the Prairie Soils of the Northern Great Plains of North America 644
26. GARNER, W. W. & LUNN, W. M. Effect of Crop Plants on succeeding Crops in the Rotation, with special Reference to Tobacco 644
27. KVAPIL, K. Ueber den Einfluss reiner Fichten und Buchenbestände, sowie durch beide Holzarten gebildeter Mischbestände auf einige chemische und biochemische Eigenschaften der Waldböden 646
28. MARTELLI A. Il terreno e l'incremento legnoso nell'abetina di Vallombrosa . 646

APPENDICE.

1. SAIDEL, TH. Sur les buts et les voies de la science du sol 653
2. PARKER, V. M. International Availability of the Results of scientific Research in Agriculture and Soil Science 660

Page.

3. HASKELL, S. B. The Fertiliser Industry of the United States from the Viewpoint of the Soil Scientist 663
4. SOCIETÀ ITALIANA POTASSA. La leucite nell'agricoltura italiana 671
5. PASSERINI, N. Anchilostoma duodenale nel terreno delle pianure di Firenze 678
6. ASTON, B. C. Progressive Anaemia in Ruminants pastured on Pumice Soils of New Zealand 679
7. DOERELL, E. G. Referat über die Biologie, Vorkommen, Verbreitung und Schaden der Bisamratte (*Ondatra zibethicus*) in Europe 681
8. STSCHUSSIEV, S. V. Böden des Altertums und der Gegenwart 688

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI ROMA
BIBLIOTECA
Facoltà di Economia e Commercio

IIIème COMMISSION

ÉTUDE BACTÉRIOLOGIQUE ET BIOCHIMIQUE DU SOL

Prof. Dr. J. Stoklasa,

Prof. de l'Ecole Technique Supérieure Tchèque.
Directeur de la Station Expérimentale Agricole de l'Etat, Prague.

MICROBES ET FERTILITÉ DU SOL.

Après des expériences de plus de 30 ans sur l'importance des bactéries dans le sol, je pus voir que les fonctions principales des bactéries sont les processus de respiration qui dégagent un grand nombre d'acide carbonique et d'acides organiques. Le sol est non seulement chauffé par ces processus de respiration, mais encore allégé et en outre les parties minérales du sol sont changées, pour le système radical des plantes, en état capable d'absorption.

Le sol qui se trouve dans la ryzosphère des plantes de culture a ses sortes spécifiques de bactéries. Le nombre des bactéries varie aussi énormément et ainsi nous trouvons aux céréales 40-56 millions de bactéries dans 1 g de sol, qui possèdent une puissance de 60-70 mg. de dioxyde carbonique pour 1 kg. de sol ; pour la betterave à sucre le nombre monte à 70-80 millions de bactéries pour 1 g de sol, avec une intensité de respiration de 70-78 mg pour 1 kg. de sol et pour les légumes le nombre des bactéries monte à 100-120 millions de bactéries pour 1 g de sol et l'intensité de respiration à 90-110 mg pour 1 kg de sol.

Cette respiration microorganique auto-et hétérotrophe était observée dans 1 kg. de sol contenant 20% d'eau, en 24 heures à 20°C. à l'aérobiose. Tous les chiffres que nous avons trouvés étaient dressés après une longue observation.

Il est intéressant que le système radical des plantes de culture ne dégage que de l'acide carbonique pur et que le contenu en pH dans nos plantes de culture est compris entre 6.2 à 7.

L'absorption des matières nutritives se fait par le concours des bactéries. On élève la production en inoculant au sol des bactéries ryzosphères. Une telle inoculation ne peut toutefois avoir du succès que si les bactéries sont en pleine virulence et si l'inoculation se fait en masse. Il s'agit donc de préparer un fertilisateur biologique et pour cela nous procédons de la façon suivante : on cultive les bactéries ryzosphères en milieu artificiel et l'on mélange ces cultures à de la tourbe préparée d'une façon spéciale. Cette tourbe est stérilisée (elle contient beaucoup de substances colloïdales, environ 30 à 40 % d'eau), et mêlée avec 20 % de phosphate naturel pulverisé.

Nous avons employé ces nouveaux fertilisants à raison de 800 à 1000 kilos à l'hectare.

Les résultats obtenus ont toujours été bons et l'augmentation de la récolte en comparaison avec les surfaces n'ayant pas été inoculées, a atteint 35 % et même 90 %.

Prof. Dr. J. Stoklasa, *Prague (Tchécoslovaquie)*. — **Microbes et Fertilité du sol.**

Resumé.

Nos résultats, obtenus avec le plus grand soin, démontrent qu'en l'absence de la flore microbienne dans le sol, la plante souffre dans son développement. Nous avons remarqué que les végétaux les plus divers renferment dans leur ryzosphère, des parties de la racine qui émettent des poils absorbants des microbes spécifiques, indispensables à la végétation, et que ces bactéries vivent en synergie avec le système radical. Cette observation nous fut confirmée par des expériences longues et perséverantes. L'activité des bactéries dans la ryzosphère est très importante. Le système radical des plantes dégage seulement de l'acide carbonique et point d'acides organiques en présence de l'air. La capacité de dégager de l'acide carbonique est très variable ; diverses plantes p. ex. l'orge, le seigle, le froment contiement de petites quantités d'acide carbonique, et d'autres, p. ex. le trèfle, la luzerne et la betterave en dégagent beaucoup. La résorption des matières minérales de la terre arable se fait avec de l'acide carbonique, qui se dégage des racines des plantes et des microbes. L'acide organique qui se produit par suite des transformations des matières et des forces des cellules des bactéries, est nécessaire pour la neutralisation du carbonate de calcium qui se produit pendant la décomposition du phosphate et du silicate. Le jus des racines des plantes ne joue, d'après nos recherches, jamais un rôle dans la résorption des matières minérales, parce que la concentration des ïons hydrogène du jus de racine se montre toujours p H = 6.5-7.

Dr. Julius Stoklasa, *Prague (Tcheko-Slovakia)*. — **Microbes and Soil Fertility.**

Abstract.

Results obtained by the author, show that in the absence of micro-organisms in the soil, plants suffer in growth. It has been observed that very many plants in their ryzosphere, with the hair-producing part of their roots absorb micro-organisms which are indispensable to their vegetative growth, and which live symbiotically with the root system.

This observation was confirmed by the author by long and persevering experiments.

The activity of the bacteria in the ryzosphere is very important. The root system of the plant produces only carbon-dioxide and no organic acids in the presence of air. The ability of producing carbon-dioxide varies very much ; several plants, for example barley, rye and wheat contain very small quantities of carbon-dioxide, and others, for example clover, lucerne, and beetroots produce a large amount. The absorption of mineral matter from the arable soil is done with the aid of carbon-dioxide, which is given off by the roots of the plant and by the micro-organisms.

The organic acid, which is produced during the exchange of matter and energy of the bacterial cells, is necessary for the neutralisation of calcium carbonate, produced during the process of decomposition of phosphate and silicate.

The sap of the plant roots does not enter into the process of absorption of mineral matter, because the concentration of the hydrogen-ions of the sap shows always pH 6.5-7.

Dr. H. Fischer,

Technische Hochschule, München, Bayern.

DAS EDAPHON, EIN SAMMELBEGRIFF FÜR BIOCÖNOSEN VON MIKROSKOPISCHER WASSER- UND MOOSFLORA, SOWIE DER ÄROPHILEN.

In Heft 5-6, Bd. XIII, der *Internationalen Mitteilungen für Bodenkunde* hat der Autor den Beweis zu erbringen versucht, dass das Edaphon im Sinne Raoul, H. Francés (Das Edaphon, 2. Aufl., Stuttgart, 1921) nicht mehr aufrecht zu halten ist. Eine nur dem Boden eigene Lebensgemeinschaft von Mikroorganismen gibt es nicht. Das « Edaphon » setzt sich vielmehr zusammen : 1) aus der Biocönose der Aerophilen d. h. der verschiedenen Substrate, wie nacktes Gestein, Baumrinden, Dächer, Mauern, Zäune bewohnende Microbionten, 2) aus der Biocönose der Moosflora u. -fauna, die besonders reich ist an Rhizopoden, Cyanophyceen und Chlorophyceen und 3) aus mikroskopisch kleinen Wassertieren und Wasserpflanzen. Die Bedingungen, welche das Gedeihen dieser Microorganismen im Boden befördern, sind vorwiegend physikalische. Ihnen gegenüber treten chemische Bedingungen, wie die Alkalinität oder Basizität des Bodens, sein Humus, Kalk, Kieselsäuregehalt, der Reichtum an organischen Substanzen oder anorganischen Pflanzennährstoffen etc. zurück.

Die Bedeutung des Bodenklimas für das Edaphon wird durch eine neuere Arbeit von M. Nowikoff (Die Bodenprotozoen und ihre Bedeutung für die Bodenkultur — Heidelberg, *Akten der von Portheim - Stiftung* 1923) bestätigt. Auch Nowikoff ist der Ansicht, dass das Edaphon keine geschlossene Lebensgemeinschaft bildet. Er ist allerdings der Meinung, dass die von ihm im Boden gefundenen einzelligen Tiere nur zur Süsswasserfauna gehören, während ich in meiner zitierten Arbeit den Nachweis erbringen konnte, dass viele (von Nowikoff nicht angeführte !) Rhizopoden der Moosfauna und viele mikroskopische Pflanzen den Aerophilen zugezählt werden können. Aber darin hat Nowikoff völlig Recht, dass die Feuchtigkeit für das Erscheinen aktiver, also nicht encystierter Formen die grösste Rolle spielt, denn nur diese können Veränderungen im Boden hervorbringen. Uebrigens ist, auch nach Nowikoff, die Menge der aktiven, fast in jeder feuchten Bodenprobe vorkommenden Protozoenformen nicht gross. Auf diesen von verschiedenen Forschern festgestellten Tatsachen baue ich nun folgende Schlussfolgerungen auf ;

1) Wenn auch amerikanische und englische Forscher den Bodenprotozoen eine *schädliche* Wirkung im Boden zuschreiben, weil sie die nützlichen Bodenbakterien fressen, so kann dieser Schaden nicht gross sein, wegen der geringen Masse dieser Organismen und den nur bei grosser Feuchtigkeit im Boden gegebenen Bedingungen für ihre Wirksamkeit.

2) Die Mikroorganismen tierischer Natur im Boden können aber auch nicht wie FRANCÉ meint, eine besonders *nützliche* Wirkung im Boden ausüben, weil ihre Zahl gegenüber den ähnlich wirkenden, nämlich am Stoffumsatz beteiligten Bakterien nur gering ist und die Wirkung nur unter bestimmten Verhältnissen, z. B. Wasserreichtum im Boden zur Erscheinung kommt.

3) In weiterer Schlussfolgerung können die Bodenprotozoen mit FRANCÉ auch nicht als *Indikatoren* der Bodenfruchtbarkeit angesehen werden. Ihre Vermehrung ist auf bestimmte Arten bei künstlicher oder natürlicher Düngung beschränkt. Diese könnten vielleicht, ebenso wie die bei guter Düngung stark wachsenden Diatomeen, einen guten Düngungszustand des Bodens, nicht aber seine natürliche Fruchtbarkeit angeben.

4) Die weitaus meisten Bodenmikrobionten, ausgenommen Pilze und Bakterien, gehören zu den seltenen Bodenbewohnern. Sie sind ihrer Bedeutung nach mit jenen seltenen Landpflanzen zu vergleichen, die wohl Indikatoren für gewisse Bodencharaktere sein können, die Bodenfruchtbarkeit für landwirtschaftliche Zwecke jedoch weiter nicht beeinflussen.

5) Eine ungleich grössere Rolle wie die Bodenprotozoen spielen die Pilze und Bakterien im Boden. Unter diesen können die stickstoffsammelnden Formen im eigentlichen Sinne als Indikatoren der natürlichen Bodenfruchtbarkeit angesehen werden. Für Teichböden konnte ich durch Stickstoffbindungsversuche nach dem Verfahren von REMY (verbessert durch LÖHNIS) Stickstoffgewinne feststellen, welche zu der bekannten Bonität der Teiche in Proportion standen. Es ist wohl anzunehmen, dass das, was für Teichböden sich nachweisen liess, auch für Feldböden gilt. Allerdings kann der Bonitätsunterschied der von Natur aus sauren Böden auf diesem Wege nicht nachgewiesen werden. Ich nehme an, dass hier die Bodenpilze eine Rolle spielen und dass diese für eine Klärung des Problems zur Untersuchung herangezogen werden müssen.

Dr. H. FISCHER (*Munich, Bavière*). — **"L'édaphon", conception générale des biocœnoses de la flore microscopique aquatile et des muscinées microscopiques, ainsi que des plantes aérophiles.**

RÉSUMÉ

1. Bien que les chercheurs américains et anglais croient que les protozoaires terricoles exercent une action dangereuse sur le sol, toutefois le danger ne peut être notable, étant donné soit le petit nombre de ces microrganismes, soit que leur pleine activité dépend d'un degré élevé d'humidité.

2) La faune microscopique du sol ne peut pas (contrairement à ce que croit FRANCÉ) exercer un effet bienfaisant sur le terrain, pour ce que le nombre de ces microorganismes est petit relativement à celui des bactéries chargées d'accomplir

analoguement le même travail de décomposition des substances du sol, et, en outre, leur action dépend de certaines conditions, p. ex. une teneur élevée d'eau dans le terrain.

3) On ne peut, avec FRANCÉ, regarder les protozoaires du sol comme des *indicateurs* de la fertilité. Leur multiplication reste limitée par les fumures, artificielles ou non, seulement à certaines espèces qui, peut-être, peuvent (ainsi que la multiplication abondante des diatomées lors d'une riche fumure) indiquer que le sol est bien fumé, mais elles ne peuvent indiquer sa fertilité naturelle.

4) La plus grande partie des microbiontes du sol, si l'on excepte les champignons et les bactéries, sont bien rares et par leur importance on peut les comparer à ces plantes pareillement rare, qui peuvent être des indicateurs pour certains caractères pédologiques, mais n'ont aucune influence sur la fertilité du sol au point de vue agronomique.

5) Dans le sol, les champignons et les bactéries exercent un rôle plus important que les protozoaires. On peut regarder les bactéries de la nitrification comme les indicateurs de la fertilité naturelle du terrain. Dans le cas de sols marécageux l'A. a pu déterminer (d'après la méthode de REMY, perfectionnée par LOHNIS, le gain du sol en azote, qui se montre correlatif à la richesse de l'étang. Il faut remarquer que ce qui vaut pour les sols marécageux vaut aussi pour les terrains agricoles, mais les différences de fertilité des sols acides en soi ne peuvent être évaluées par cette voie. L'A. croit que dans ces cas les champignons jouent un rôle déterminé et pour la solution du problème on doit étudier leur action dans les sols.

Dr. H. FISCHER, *Munich* (*Baviera*). — **The "Edaphon", a general Account of the Biocönoses of microscopic aquatic Flora and Muscinae, as well as of aerial Plants.**

ABSTRACT.

1) Although American and English investigators believe soil-protozoa to have an *injurious* action upon the soil, the harm done cannot be great owing to the small number of these organisms and to the fact that their activity depends upon a high degree of soil moisture.

2) The microscopic fauna of the soil cannot, as FRANCÉ believes, have a particularly beneficial effect upon the soil, since, their number is small compared with that of the bacteria engaged in the similar work of breaking up the various substances, and further, their action as dependent upon certain conditions, such as the high water content of the soil.

3) Further, we cannot like FRANCÉ regard the soil protozoa as *indicators* of soil fertility. Their multiplication is limited by artificial, or natural, manures to certain species, and while the presence of a large number of soil protozoa, like the existence of many diatoms, may point to good manuring, it is no criterion of the natural fertility of the soil.

4) For the greater number of soil microbionts, with the exception of fungi and bacteria belong to the rarer denizens of the soil. Their significance may be compared to that of those rare plants which indicate the nature of the soil, but have no effect upon its agricultural fertility.

5) The fungi and bacteria in the soil like the soil protozoa play an un-

equal rôle. The nitrogen assimilating bacteria can be regarded as actual indicators of the natural fertility of the soil.

In the case of pond-soil, the Author was able to estimate the nitrogen gain (which is in proportion to the known value of the soil) by adopting REMY's method of determining the nitrogen combinations (improved by LOHNIS). It should be understood that what can be demonstrated for pond-soil can be determined also for agricultural soil, but the difference in the value of naturally acid soils cannot be estimated by this means. The author is of opinion that soil-fungi are concerned in the matter, and that only way of solving the problem is to study the part they play in the changes taking place in the soil.

Ing. Agr. Dr. J. DUFRENOY,

Directeur de la Station de Pathologie végétale, Brive, France.

LA CONSOLIDATION DES SOLS.

Les couches superficielles des roches sont constamment fragmentées par les actions météoriques, biologiques ou culturales ; mais ces sols, ainsi ameublis, peuvent être secondairement consolidés par des actions biologiques[1], chimiques et physiques, qui provoquent la formation, à de faibles profondeurs, d'assises peu épaisses, compactes, plus ou moins perméables[2], parfois utilisables comme matériaux de construction, mais en général préjudiciables à la végétation et qu'on nomme grès, alios, *pan, hardpan (plow sole...)* irrigation sole[3].

LA CONSOLIDATION PHYSIQUE DES SOLS.

Des minéraux agissant comme ciment peuvent se former par solidification de vapeurs ou de liquides (dépôts volcaniques de S natif) ou par la cristallisation des sels dans leur solution refroidie, évaporée ou décomprimée ; ainsi se forment les dépôts lagunaires et lacustres, les dépôts d'eaux thermales ; le trap ou tap pyrénéen, certaines geysérites.

Mais c'est surtout aux colloïdes qu'est dévolu le rôle de cimenter les roches fragmentées : tout colloïde est plus ou moins une colle, et l'agriculteur qui épand du fumier sur son champ, la municipalité qui épand du goudron ou de l'asphalte sur les routes, utilisent également les colloïdes comme adhésifs.

C'est parce qu'ils manquent de constituants colloidaux que les sables des dunes sont mobiles ; c'est à ses colloïdes que la terre franche doit son « immobilité ». L'argile[4], l'hydrate de fer colloïdal, les substances bitumineuses sont, avec l'humus, les ciments des particules sableuses.

[1] SOLLAS L: The formation of flints (*The Cambridge Nat. History*, t. I, p. 242).
[2] Discussion et bibliographie relative à la non-imperméabilité de l'alios in : F. LALESQUE. Arcachon ville de santé, page 135-152. Masson, Paris, 1919.
[3] H. A. GRAFT : *Scient. American*, Nov. 1919, p. 546.
[4] ANDRÉ : Notice nécrologique de Schloesing, *R. gen. Sc.*

Mais, dans la terre arable, les colloïdes sont précipités par les électrolytes.

Les colloïdes en *suspension* sont nuisibles : JENSEN[1] trouve un plus haut pourcentage de suspension colloïdale inorganique dans les sols qui forment un banc compact en profondeur, le maximum de suspension colloïdale existant au niveau même de ce banc.

RUSSEL explique la formation des bancs compacts des sous-sols (pans) par la formation successive de *sols* et de *gels* : les sols se changent en *gels* en présence de petites quantités d'électrolytes, les *gels* en *sols* quand les électrolytes disparaissent (entrainés par les eaux de drainage[2]).

Les bancs gréseux des sous-sols se formeront donc surtout dans les sables pauvres en sels minéraux solubles, et aux niveaux où les eaux saturées de composés ferriques, filtrant dans le sable, rencontrent un obstacle sur lequel elles abandonnent les sels de fer. Ainsi, les dépots se forment au niveau des lits de sable grossier et sec, au dessus des nodules[3] et des bancs argileux (Dunes du Pilat, Archachon) dans les anciens sols forestiers ensevelis, et surtout au voisinage des racines qui précipitent l'oxyde de fer ou amorçent l'agglomeration du sable par leurs exsudations résineuses (racines de pins).

Ces modifications dans l'état colloïdal sont souvent préparées par des actions chimiques, voire même biologiques ; on connaît par exemple une bactérie anaérobie capable de coaguler des colloïdes en quelques heures en présence de sels de fer[4].

LA CONSOLIDATION CHIMIQUE DES SOLS.

Les deux processus chimiques importants de la consolidation des sols sont la carbonatation et l'oxydation.

1. Carbonatation :

Le carbonate de chaux est par excellence l'élément consolidateur, soit qu'il forme les calcaires, qu'il s'ajoute aux argiles, ou qu'il cimente les sables en grès. Dans le cas extrême des grès cristallisés de Fontainebleau, la calcite forme 50 % de la roche. Une proportion bien moindre, apportée par les eaux de pluie filtrant à travers les sables coquilliers superficiels, cimente les assises inférieures des sables dunaires de Newquay, de Cornouailles. Ailleurs ce sont les sables coquilliers eux-mêmes qui se consolident en calcaires (Corstophine des dunes de la colonie du Cap.[5]

Les grès formés peuvent servir à la construction, surtout si, comme ceux de Cornouailles, ils durcissent encore à l'air. Par contre des grès calcaires supportent

[1] CH. A. JENSEN : Relat. of Inorg. Soil Coll. to Plowsole, *J. agr. Res.*, v. XV, nº 9, pp. 505-17, 2 décembre 1918.
[2] MORISON et SOTHERS : The solut. and precip. of Fe in the formation of iron pan, *J. Agric. Res., sec.* V à VI, p. 84, 1914.
RUSSELL : Colloids in Agric. Phenom. *Rept. Brit. Ass. Adv. Sc.* p. 74, 1919.
HARDER : Iron depositing bacteria and their geologic relations. *U. S. Geolog. Survey professional paper*, 113, Washington, 1919.
[3] R. A. SCHROEDER : The resources of Tennessee, v. IX, nº 2, avril 1919, *The St. Geol. Survey, Nashville*, p. 95, Tenn.
[4] FOWLER et MUMFORD, cité par E. ARDERN : Sewage purif. with refer. to coll. chem. *Rep. Br. A. Adv. Sc.* p. 89, 1919.
[5] C. O. CASE : Coast sand dunes, St Bride's Press, London, 1914, p. 16.

la « black alkali » des sous-sols de l'ouest des Etats-Unis et contribuent à l'insuccès de l'irrigation dans ces régions.[1]

Après le carbonate de chaux, le fer est le principal ciment des roches, sous forme de sulfure ou d'oxyde.

En effet, une lutte pour le fer se poursuit constamment entre O et S.

2. Oxydation :

Où dominent les actions d'oxydation, les dépôts sont rouges : les schistes et les grès rouges, les « red-beds » les « Rothliegende » se sont déposés sous des climats arides, où des alternatives d'inondation et de sècheresse permettent l'hydratation et l'oxydation du fer ; les sulfates et le soufre libre sont en général associés aux dépôts rouges (Permien du Kansas, Trias du front est des Montagnes Rocheuses).[2] Les dépôts qui libèrent actuellement du soufre produisent[3] en même temps du sesquioxyde de fer, O remplaçant immédiatement dans les sels S mis en liberté. Les eaux thermales riches en fer et en calcium et qui d'ailleurs se sont chargées des produits sulfurés empruntés aux schistes ou aux dolomies pyriteuses (eau de Janos) déposent du soufre en compagnie de $Fe^2 O^3$ et $Co^3 Ca$, dès qu'à l'air elles perdent H^2S et Co^2.

Où dominent les réactions réductrices, les sédiments sont verts ou bleus : Blue muds (MURRAY et IRVINE), vases à Zostères des baies fermées[4], fonds de la mer Noire (ANDROUSSOF). vases asphyxiantes des réservoirs à poissons.[5]

CONSOLIDATION BIOLOGIQUE DES SOLS.

Ces deux processus antagonistes et concomitants, d'oxydation et de réduction dépendent de l'activité de microorganismes, les uns réducteurs, les autres oxydants et appartenant aux deux séries parallèles des sulfuraires et des ferro-bactériacées.

La réduction des sulfates avec production d'H^2S est particulièrement intense dans les aires immergées riches en matières organiques ; dans les canaux sous l'influence des *Spirillum desulfuricans* Beij. ; dans les eaux marines sous l'influence des bactériacées libres (*Microspora aestuari* DEIBEN) ou habitant le tube digestif de la faune du fond (BUCHANAM) ; enfin, dans les eaux thermales sulfurées.

De l'hydrogène sulfuré ainsi formé, une partie s'échappe dans l'atmosphère, une autre est saisie par les sels de fer (silicates) réimmobilisée sous forme de marcassite. Une partie enfin devient la proie des sulfuraires.

Ainsi l'oxydation des polysulfures de Ca ou Sr (Dieulafait) ou des monosulfures alcalins (eaux de Barèges) dépose du soufre.

Les cultures cellulaires de Barégines permettent d'assister à la formation et à a croissance de cristaux de soufre, extra-cellulaires, sous diverses formes spé-

[1] J. F. BREAZEALE, Formation of « Black alkali » ($Co^3 Na^2$) in calcareous soils. *J. Agri. Res.*, vol. X, n° 11, 10 septembre 1917, p. 541-590.
[2] F. E. CLEMENTS : Plant succession, *Carnegie inst.* Wash., 1916, p. 314.
[3] CLARKE : The data of Geochemistry *U. S. Geol. Survey Bull.* 616, *Wash.*, 1916, pp. 202, 208, 215, 22, 247, 250, 548, 576-578, 623, 732.
[4] *Rep. Danish biol. St.* Copenhague, 1911-14.
[5] HORNELL : *Madras Fish. Bur. Bull.* 6, 1911.

cifiquement associées à des colonies de Leuconostocs et de Bactériacées,[1] ou à la formation de globules de soufre intra-cellulaires, par des sulfuraires sphériques (*Leuconostocs*) ou filamenteuses : *Thiothrix* et *Beggiatoa* qui accumulent le sgrains de soufre au voisinage ou au sein de leurs corpuscules métachromatiques.[2]

C'est vraisemblablement par suite de réduction biologique secondaire que S accompagne la Celestine de Sicile, du Michigan et de Monroe County, le Gypse du Permien de Stassfurt et du Kansas, du Miocène de Sicile, et le sulfate de fer des schistes pyriteux efflorescents. Les schistes coblentziens de Sers (Barèges) montrent, dans la profondeur du soufre et du sulfate de fer qui les couvre, de nombreux coccus, que nous cultivons dans l'agar au sulfate de fer, et qui pourraient être les agents de la réduction du sulfate de fer en soufre[3].

Les actions chimiques les plus importantes des sols étant les deux processus concomitants et antagonistes de l'oxydation et de la réduction, nous envisagerons les conséquences de ces phénomènes dans les milieux où ils se manifestent avec le maximum d'intensité ; ces milieux sont ceux où les conditions de température et d'humidité permettent aux microorganismes d'intervenir le plus activement dans cette lutte que se livrent pour l'oxygène d'une part, l'hydrogène d'autre part, l'azote, le soufre et divers métaux.

On peut considérer tout milieu biologique voisin de l'atmosphère comme une région où les processus d'oxydation diminuent d'intensité à partir d'un certain maximum réalisé au contact de l'atmosphère, jusqu'à un certain minimum réalisé dans la profondeur où la déficience d'oxygène libre permet, en milieu réducteur la dissociation des produits d'oxydation ; ce phénomène est dû au classement, de la surface vers la profondeur, des espèces microbiennes d'activité différente; les espèces « oxydantes » vivant en surface étant celles qui utilisent l'oxygène libre à créer l'énergie nécessaire à leur métabolisme, en achevant de brûler les composés non saturés d'oxygène. Les espèces « réductrices » au contraire, étant celles qui sont capables d'utiliser l'oxygène combiné.

La répartition des zones à oxydation et des zones à réduction s'observe particulièrement bien dans les eaux ; dans les réservoirs des eaux thermales sulfurées sodiques des Pyrénées, il suffit d'explorer les quelques décimètres séparant la surface du liquide du fond pour pouvoir étudier successivement les organismes oxydants et les organismes réducteurs. Plus grande est l'activité des organismes oxydants et plus les organismes réducteurs pourront s'approcher de la surface : à la surface de quelques réservoirs des Eaux de Luchon flotte un réseau de « Barégine », dont la face émergée, siège de l'activité intense dessul fobactériacées oxydantes, protège contre l'oxygène les microorganismes réducteurs qui prospèrent quelques millimètres plus bas, tapissant la face immergée.

[1] J. DUFRENOY : Les S des eaux de Barèges. *C. R. Soc. biol.* p. 1238, 14 décembre 1918.
[2] Id. et MOLINERY ET. c. Phys. Ch. Biol. s. les eaux thermales, *Bull. Ac. Méd.*, 2 déc. 1919.
[3] Le soufre d'origine physique ou chimique serait plutôt : 1° celui des solfatares qui, dans les régions de roches persiliciques, rhyolithes, andésites, amènent au jour le S dérivé des Sulfosilicates ; 2° celui des volcans : S libre que dégagent les laves du Kilauea, par exemple, en présence de SO^2, CO, H_2O, N, peut provenir de la réduction de SO^2 : (1) $4\,CO + 2\,SO^2 \rightleftarrows 4\,CO^2 + 2\,S$; (2) $4\,H^2 + 2\,SO^2 \rightleftarrows 4\,H^2O + 2\,S$. Ailleurs, S provient de la dissociation d'H^2S ou de son oxydation incomplète par O^2 ou SO^2 (*Carnegie Inst. Year Book*, 1916, p. 141).

Semblable répartition peut s'observer encore dans les roches fissurées ou fracturées, et en particulier dans les masses poreuses que forment les crassiers de diverses usines ; de l'hydrogène sulfuré se dégage des crassiers de la Vieille Montagne à Viviez, tandis qu'à la surface le sulfure de zinc passe à l'état de sulfate de zinc[1].

Tous ces milieux spéciaux nous permettent d'étudier et d emettre en évidence, pour le soufre en particulier, un cycle de transformation dans lequel la sulfofication correspond à ce qu'est. dans le cycle de l'azote, la nitrification.

Nous sommes amenés à envisager pour les métalloïdes et pour les métaux les plus communs des cycles de transformation parallèles, poursuivis successivement par des oxydations et par des réductions dans la réalisation desquelles interviennent semblablement des phénomènes microbiens. Il semble que la qualité d'un bon sol dedemeurer meuble soit une condition et un résultat de ces actions microbiennes harmonisées et que la consolidation du sol ou du sous-sol résulte soit de la destruction de cette activité biologique, soit de l'exagération de l'une de ses formes devenue prépondérante.

Ing. Agr. J. DUFRENOY, *Brive (France)*. — **La consolidation des sols.**

RÉSUMÉ.

L'A. traite l'argument aux points de vue physique, chimique et biologique. Au point de vue physique il fait surtout ressortir le rôle des colloïdes dans les processus de consolidation des roches fragmentées. Il traite de la carbonatation et de l'oxydation comme étant les deux processus chimiques les plus importants qui amènent à la même consolidation et particulièrement il mentionne le carbonate de chaux qui à cet égard joue le rôle principal, soit qu'il forme les calcaires, qu'il s'ajoute aux argiles, ou qu'il cimente les sables en grès. L'A. fait ressortir, en outre, comme dans les circonstances où dominent les actions oxydantes, les dépôts qui se forment sont rouges, tandis que lorsque dominent les actions réductrices, les sediments sont verts ou bleus.

Enfin, les deux processus antagonistes et concomitants, d'oxydation et de réduction, dépendent de l'activité de microorganismes, les uns réducteurs, les autres oxydants et appartenant aux deux séries parallèles: des sulfuraires et des ferro-bacteriacées.

J. DUFRENOY, *Brive (France)*. — **The consolidation of soil.**

ABSTRACT.

The Author treats the argument from the physical, chemical and biological points of view. From the physical point of view he underlines above all the action of the colloids in the consolidation process of fragmentary rocks. He considers the oxydation and carbonation as the two most important chemical proces-

[1] Cf. RUDOLFS et HELFRONNER : Oxydation of zinc sulfide by micro-organisms *New. Jersey Agric. Expt. Stat.*

ses of the consolidation, and mentions especially the carbonate of lime which plays the principal role in this regard, either forming calcareous material or combing with the clay, or cementing the sand.

The Author furthermore points out that in the case of predominating oxydising action the deposits formed are red, whilst in the case of predominating reductive action the sediments are green or blue.

Finally, the two contrary and accompanying processes, oxidation and reduction, depend upon the activity of reducing and oxydising micro-organisms, belonging to two parallel series, the sulphobacteria and the ferro-bacteria.

Prof. R. PEROTTI,

R. Laboratorio di Batteriologia Agraria e R. Università di Roma.

LA TEORIA MICRORGANICA DELLA CONCIMAZIONE

L'Autore comincia dall'esporre in modo succinto la storia della nutrizione delle piante secondo le vedute degli umisti e quelle dei mineralisti. Tale esposizione è fatta in rapporto ai mezzi di fertilizzazione impiegati nei passati tempi per la coltivazione dei campi.

Egli nota che nello sviluppo delle conoscenze sulla nutrizione dei vegetali, dopo un periodo d'indeterminatezza che dall'antichità procede fino ai tempi in cui con MALPIGHI la fisiologia vegetale muove i primi passi, possono distinguersi quattro successivi stadî :

1) quello della *teoria organica* ;

2) quello aberrante della *teoria vitalistica o dell'umo* ;

3) quello della *teoria minerale* che ebbe il suo massimo esponente in J. VON LIEBIG ;

4) quello moderno, infine, della teoria che l'Autore formula e chiama *microrganica*.

La prima parte della trattazione è dedicata alla teoria organica ed a quella vitalistica o dell'umo ; e, tenendo conto delle prime notizie, quali risultano dai libri Mosaici ed in OMERO, si giunge al principio del sec. XIX, quando la teoria organica stessa si può dire formulata da TH. DE SAUSSURE e sostenuta da tenaci assertori, fra cui MULDER, oltre la metà dello stesso secolo.

Secondo essa l'umo, prodotto di decomposizione dei vegetali morti, verrebbe direttamente assorbito dalle radici delle piante o allo stato di acidi umici liberi o combinati ad alcali, ed impiegato nella formazione del nuovo corpo vegetale.

I partigiani di essa non si fermavano a questo punto e andavano oltre affermando che gli acidi umici non solo potevano essere assorbiti dalla pianta ma che erano anche strettamente indispensabili come materiale principale per la produzione della sostanza organica e, quindi, principale sorgente di carbonio.

Gli agricoltori e fra gli altri THAER e GOTTLOB SCHULZE, fecero omaggio a que-

sta teoria per la eloquente rispondenza dei fatti e ritennero che la fertilità di un terreno potesse misurarsi a mezzo dell'effettivo suo contenuto in umo.

Nella seconda parte si tratta della teoria minerale, prendendo le mosse dai due capisaldi fissati da MALPIGHI e da HALES sulla nutrizione della pianta verde: che, cioè le foglie, fossero organi nutritivi e che una parte notevole della sostanza vegetale derivasse dall'atmosfera.

Mancava la prova diretta del fatto che spettò di dare a PRIESTLEY, INGENHOUSS, SENÉBIER e DE SAUSSURE fra gli anni 1774-1804. Essa fu una conseguenza dell'abbattimento della teoria del flogisto per opera di LAVOISIER, fondatore della chimica moderna.

Così si compivano grandi progressi; ed al 1840, fortemente scossa la ipotesi della forza vitale, si era al punto di concepire che, sia all'esterno, come all'interno degli organismi agivano le stesse leggi fisiche e chimiche. Si preparava per tal modo l'opera di LIEBIG che riuscì all'abbattimento della teoria organica.

Ma la vivace e storica polemica che ne seguì si esaurì ad un certo punto, lasciando indefinite le due tesi:

1) quella di LIEBIG che, adducendo il grande esempio dell'esaurimento delle terre vergini americane messe a coltura, constatava:

a) che i terreni non potevano più oltre condursi senza concimazione;

b) che il maggese era necessario per permettere, con il processo di degradazione, la dissoluzione di nuove quantità di sostanze minerali;

c) che l'aggiunta dei composti inorganici aumentava notevolmente il raccolto;

d) che le piante coltivate deperivano cadendo preda di svariate malattie;

e) che i raccolti stessi presentavano una generale diminuzione;

2) e quella degli umisti, cui si univano gli economisti, che rispondevano opponendo:

a, b, c) che i fenomeni dell'esaurimento si manifestavano là dove la riserva dei composti minerali in condizioni di assimilabilità, e cioè di solubilità era naturalmente scarseggiante;

d) che le malattie che colpivano tanto le piante coltivate quanto, quelle spontanee ed alcune delle quali si erano manifestate in forma epidemica, avevano, a giudizio dei competenti, altra origine e, qualora essa risiedesse nel terreno, dipendevano dall'eccesso di umidità e di determinate sostanze come umo ed ammoniaca;

e) che debbono ammettersi le notevoli difficoltà per giudicare del raccolto medio dei terreni e che l'introduzione della coltura della patata, dell'impiego del gesso e del guano, in misura del resto relativamente limitata, non vogliono significare minor rendimento della coltivazione di granella, il cui aumento di prezzo, a giudizio incontrastato di tutti gli economisti, aveva la sua base nello svalutamento della moneta.

Però i lavori di BOUSSINGAULT, noti nel 1860, furono di una portata decisiva perchè rimanesse assodato che le piante a clorofilla traggono il loro carbonio dall'aria, la quale è anche la sorgente prima del carbonio delle piante non verdi e degli animali; che l'azoto è assimilato dai vegetali sotto forma di ammoniaca o di nitrati e che fosfati e solfati delle basi alcaline e alcalino-terrose sono indispensabili per la nutrizione della pianta.

Segue la terza parte, di cui è oggetto la nuova teoria microrganica e che si suddivide nei quattro capi:

1) *Premesse storiche*;

2) *Note critiche*;

3) *La scala delle relazioni simbiotiche*;

4) *I principî della teoria microrganica.*

Si traccia perciò la storia della scoperta dei microrganismi e dello sviluppo delle nostre conoscenze sulle funzioni di essi in rapporto alla alimentazione vegetale. Segue la critica rigorosa, non soltanto della teoria organica, ma anche e, forse, più di quella minerale, da cui la pratica odierna della concimazione del terreno deriva non pochi insegnamenti errati.

Infatti, l'asserzione degli umisti che la sostanza dell'umo — a parte l'indispensabilità! — fosse atta a nutrire la pianta era basata sull'esame generico dei fatti e non sull'analisi accurata, sperimentale di essi quale avrebbe potuto avere un grande valore per la mente sperimentalmente critica di LIEBIG, che era in possesso della prova del contrario, cioè dell'influenza degli alimenti minerali.

Ma lo stesso LIEBIG, arrestandosi al raggiungimento di questa prova, non si curò di ottenere e dare la dimostrazione della erroneità dell'asserto umista o del *limite* fino al quale esso avrebbe potuto essere ammissibile.

Secondo ed ancora più grave torto di LIEBIG fu quello di assegnare, come unico valore della sostanza organica, i prodotti minerali, in cui essa spontaneamente si risolve nel suolo.

Si può essere perfettamente d'accordo con lui nel fatto che dopo una coltivazione od una serie successiva di coltivazioni la terra rimane depauperata e non può tornare «a punto fisso» senza la restituzione di quanto con i raccolti ne fu asportato e che il principio delle restituzioni e dei compensi costituisce una legge ineluttabile: ma dall'ammettere ciò al concludere che tutto debba risolversi *infallibilmente* nel riportare sui campi donde furono sottratti gli elementi delle ceneri ci corre tale distanza che non si può risparmire un severo giudizio contro la concezione che fu, e potrà ancora essere motivo di gravi conseguenze, più che di ordine scientifico, di natura essenzialmente pratica.

È da contestarsi quindi ai mineralisti il diritto, in nome della scienza, di sopprimere con LIEBIG il *fondamentale* ufficio economico-agrario della sostanza organica del mezzo in cui si sviluppano le piante, poichè essa deve ritenersi *indispensabile* in un razionale regime dell'azienda agraria e, bene inteso, in un senso molto diverso da quello riflettente la materia di TREVIRANUS e degli altri umisti.

Le idee mineraliste rappresentano lo sviluppo della pianta coltivata sotto due punti di vista fondamentalmente errati.

1) che *l'ambiente in cui essa trova le condizioni per il suo accrescimento è qualche cosa di fisso, immobile, immutabile*;

2) che *il mondo vegetale dipende direttamente dal mondo minerale.*

Ora, è tutt'altro che rispondente a vero che il terreno agrario sia un'entità immobile e che fra mondo minerale e mondo vegetale non s'interponga una serie oltremodo complessa di fenomeni e di fattori dipendenti dal mondo dei microrganismi.

La sostanza organica, considerata come il motore della vita che ferve nel suolo

vegetabile e della perpetua mutabilità di questo non è evidentemente l'elemento *accessorio* e *superfluo* che intendeva LIEBIG !

L'Autore pertanto lascia emergere quella che è la base della sua teoria microrganica, come fondamento di una razionale, giusta concezione della nutrizione della pianta e di ogni proficua direttiva nella concimazione del terreno agrario. Egli afferma la *insopprimibilità del mondo microrganico nel circolo della vita sul globo*, ammette *la incessante mobilità degli elementi nutritivi delle piante nel suolo ; attribuisce alla sostanza organica di esso un ufficio preponderante ed assorbente per la esplicazione delle attività microrganiche e per l'ordinato e proficuo dinamismo del loro substrato materiale*, dinamismo indirizzato a favorire gli scambi di materia e di energia nella pianta superiore, sfruttando sapientemente le riserve alimentari del terreno, risparmiando i cosi detti « concimi » ed utilizzando altre materie, aventi la stessa funzione o gli stessi effetti, o meno costose e più accessibili all'agricoltore.

L'Autore adunque nel suo studio vuole riunire le varie forme di vita in un unica generale concezione di correlatività che corrisponda alla effettiva *correlazione funzionale* (simbiosi), quale esiste e sempre meglio va dimostrandosi ogni giorno più che esiste in natura.

Tale concezione costituisce *la scala delle relazioni simbiotiche* i cui termini sono :

1) l'*edafosfera*
2) la *rizosfera*
3) l'*istosfera*.
   A) regione simbiontica,
   B) regione ultrasimbiontica.
4) il *cloroplasto*.

La *edafosfera*, è la sfera generale di elaborazione degli alimenti per la pianta ; essa comprende immediatamente la rizosfera, sfera particolare di elaborazione degli alimenti stessi, nella quale i processi divengono più attivi e, in relazione alle specifiche secrezioni radicali, selezionanti.

Si passa quindi nell'ambiente interno alla pianta cioè nella istosfera che è distinta nella regione simbiontica ed in quella ultrasimbiontica, alla prima delle quali si circoscrive l'attacco del simbionte, che ivi riesce a trovare le sue condizioni di « equilibrio ». In essa si realizzano tre diversi gradi di simbiosi congiunta :

1) la *batterioriza* (PEROTTI)
2) la *micorriza* (FRANK)
3) l'*organoriza* (tubercoli, micodomazi, batteriodomazi).

Nella zona ultrasimbiontica — centro di gravitazione l'attività dell'organo assimilatorio, il *cloroplasto* — i tessuti della pianta sono immuni dall'attacco di qualsiasi forma microrganica, ed in essi si elaborano i prodotti delle singole attività, come delle attività *congiunte* dei simbionti.

Dalle vedute teoriche esposte dall'Autore discendono i cinque principî cui dovrebbe razionalmente informarsi la pratica della concimazione del terreno.

I. *Il criterio per fissare la formula di concimazione di un determinato terreno deve basarsi sulla giusta conoscenza del suo contenuto in sostanza organica oltre e prima che su quella del suo contenuto in azoto od in elementi delle ceneri ; all'analisi chimica quindi, mediante cui s'intende di procedere alla determinazione del qualitativo e del quantitativo di sostanze concimanti da impiegarsi, deve richiedersi il dato riferentesi al contenuto del terreno in sostaza organica non meno di quelli riguardanti il contenuto dell'azoto, dell'acido fosforico e della potassa.*

II. *Determinato il contenuto del suolo in sostanza organica, si deve stabilire un tale regime di somministrazioni* (ammendamenti e concimazioni) e *di colture* (rotazioni) *da assicurare la normale — cioè sufficiente ai termini del primo principio — provvista di umo nel terreno stesso, sia aumentandone il contenuto, sia favorendone la decomposizione.*

III. *Realizzatasi nel suolo la necessaria provvista di sostanze organiche ed assicurata la loro evoluzione biochimica nella direzione e nel senso utile alla normale umificazione, deve essere esaltata l'attività dei microrganismi terricoli, eseguendo nei rapporti dello sviluppo di questi una vera e propria « concimazione ».*

IV. *Attivate ed esaltate le funzioni microbiochimiche nel suolo, il dinamismo degli elementi minerali che ne risulta, nella specie e nel tempo, consente di ridurre le formule concimanti in rapporto alla utilizzazione delle riserve alimentari del suolo e d'impiegare sostanze concimanti non direttamente assimilabili dalle piante o la sostituzione con esse di prodotti attualmente e con spesa rilevante forniti dall'industria.*

V. *Il dinamismo microrganico del suolo può e talvolta « deve » essere integrato dal razionale impiego di concimazioni minerali o a pronto e diretto effetto, o ad azione indiretta da cui le funzioni biochimiche del terreno traggano particolare vantaggio, od anche ad influenza catalitica.*

La Memoria completa di questa comunicazione, forma un volume di 200 pagine, con incisioni, che non era possibile di inserire in questi atti.

Esso può essere richiesto alla *Società editrice* « Sapientia » in Roma (4), Via del Tritone, 125.

Prof. R. PEROTTI, *Rome* — **La théorie microrganique de la fumure.**

RÉSUMÉ :

L'auteur expose un aperçu historique de la nutrition de la plante, suivant les opinions des « humistes » et des « minéralistes ». Il donne ensuite un résumé de l'histoire de nos connaissances sur les microrganismes, et de leurs fonctions par rapport à l'alimentation végétale, pour passer ensuite à une critique rigoureuse, non pas seulement de la théorie organique, mais plutôt de la théorie minérale, dont la pratique de la fumure du terrain agricole tire ses enseignements.

L'auteur base les principes de sa « théorie microrganique » sur le fait que le terrain agricole n'est pas une entité immobile, comme l'entendent les chimistes-statiques, et sur le fait qu'entre le monde minéral et végétal s' interposent obligatoirement une série complexe de phénomènes et de facteurs dus aux microrganismes (*échelle des relations symbiotiques*) ; ainsi, la matière organique, à laquelle l'auteur attribue une action fondamentale dans la pratique de la fumure, ne peut être considérée ici, ni comme la matière de TREVIRANUS, ni comme l'élément accessoire et superflu de LIEBIG.

1) Le critère, pour fixer la formule de fumure d'un certain terrain, doit être basé sur la connaissance exacte de sa teneur en matières organiques, bien plus que sur celle de sa teneur en azote ou en éléments minéraux.

2) Une fois déterminée la teneur du sol en matière organique, il faut établir un régime de traitements (amendements et fumures) et de culture (assolements) de façon à assurer l'approvisionnement normal en humus, soit en augmentant la teneur en matière humus organique, soit en en favorisant la décomposition.

3) Après avoir introduit dans le sol, la quantité nécessaire de matière organique, et après avoir assuré l'évolution biochimique dans la direction et le sens utiles à l'humification normale, il s'agit d'exalter l'activité des microrganismes du terrain, en effectuant pour le développement de ces organismes une fumure proprement dite.

4) Une fois que les fonctions microbiochimiques du sol ont été activées et exaltées, le mouvement des éléments minéraux qui en résulte, dans l'espèce et dans le temps, permet de réduire la formule de fumure, par rapport à l'utilisation des réserves alimentaires du sol et d'employer des matières non directement assimilables par les plantes et de les substituer à des produits, actuellement fournis à prix élévés par l'industrie.

5) On peut — et quelquefois « doit » — tenir compte du dynamisme microrganique du sol, dans l'emploi rationnel des engrais minéraux soit à effet rapide et direct, soit à action indirecte, dont les fonctions microbiochimiques du terrain tirent un avantage particulier, soit encore à influence catalytique.

Prof. R. PEROTTI, *Rome* — **The Microorganical Theory of Fertilising.**

ABSTRACT.

The author gives a historical review of plant nutrition, according to the opinions of " humists " and " mineralists ". He then gives an abstract of the history of our knowledge on microorganisms, and their function in connection with plant nutrition. This is followed by a severe criticism, not only on the organic theory, but more especially of the mineral theory, used in the practise of fertilising.

The author's " microrganic theory " states that the agricultural field is not an immobible entity, as is understood by statistical chemists, and that between themineral and vegetable world, necessarily, a complex series of phenomena, due to microorganisms, is interposed (scale of symbiotic relations); thus, organic matter, which is very important in the author's opinion, cannot be considered here as the matter of TREVIRANUS, neither as the accessory and superfluous element of LIEBIG.

(1) The criterium for the fixing of a fertilising formula, for a certain soil, must be based on the exact knowledge of the organic matter content, much more than on its nitrogen content or mineral elements.

(2) Once the organic matter content of the soil has been determined, a treatment (improvement and fertilising) and cultivation (rotation) must be established, in order to secure the normal formation of humus either in increasing the organic matter content, or in favouring its decomposition.

(3) After having introduced into the soil the necessary amount of organic matter, and after having secured the biochemical evolution in the direction of normal humification, we must stimulate the activity of the soil microorganisms; this can be done by favouring the development of these organisms by means of special fertilisers.

(4) Once the microbiological functions of the soil have been stimulated, the resulting movement of mineral elements allows a reduction of the fertiliser formula in connection with the utilisation of nutritive reserves in the soil, and the use of indirectly available matter, and the substitution of expensive industrial fertilisers.

(5) We can, and sometimes, must, take into account the microrganic dynamism of the soil, in the rational use of mineral fertilisers, either with an immediate and direct effect, or with indirect effect on the microbiochemical function of the soil, and finally of those fertilisers with a catalytical action.

P. L. GAINEY,

Soil Bacteriologist, Kansas Agricultural Experiment Station, Manhattan, Kansas, U. S. A.

THE SIGNIFICANCE OF SOIL REACTION IN CONTROLLING NITROGEN FIXATION IN SOILS [1]

INTRODUCTION.

A number of investigators in soil bacteriology have reported an apparent association of the Azotobacter group of organisms with a basic soil reaction or with the presence of calcium carbonate in the soil. However, too many instances are on record of members of the group having been detected in soils of a distinct, though usually slight, acid reaction to lead one to believe a basic reaction essential. Still there seems little doubt but that an alkaline soil reaction is more favorable than an acid one. It seemed desirable, therefore, to ascertain, if possible, just how acid a condition could be tolerated by this very important group of soil organisms. Such information, it was hoped, might lead to a satisfactory explanation of the wide spread absence of this group of organisms in American soils.

To accomplish the object set forth in the preceding paragraph, several lines of investigation suggested themselves among which those described in the following paragraphs have yielded some very interesting results.

PART I.

THE INFLUENCE OF THE ABSOLUTE REACTION UPON CULTURES OF AZOTOBACTER.

It was deemed essential, in the first place, to ascertain just what influence varying the absolute reaction or hydrogen-ion concentration would have upon pure cultures of Azotobacter, both with regard to growth and fixation of nitrogen.

METHODS EMPLOYED.

Crude cultures of Azotobacter were prepared from a number of soils by inoculating a mannite or dextrose cultural solution and incubating until a characteristic Azotobacter film developed. Portions of these films were then streaked upon man-

[1] Contribution No. 74 from the Department of Bacteriology, *Kansas Agricultural Experiment Station.*

nite or dextrose agar and the streaking process repeated from isolated colonies until all colonies developing were similar and yielded, when stained, only typical Azotobacter cells. No effort was made to identify the various cultures.

The medium employed had the following composition: Monobasic potassium phosphate, 0.2 or 5.0 gm.; magnesium sulphate, 0.2 gm.; sodium chloride, 0.5 gm.; ferric chloride, 2 drops of a 10 per cent solution; dextrose or mannite, 20.0 gm.; distilled water 1,000 cc. Flasks of this medium, slightly alkaline to brom-thymol-blue, were inoculated from an agar streak culture and aerated vigorously at 28° C. until heavily clouded (two to four days). The cultures were again stained and examined, and all flasks showing morphological forms other than typical Azotobacter were discarded. One to five per cent of such a culture was used as an inoculum.

The quantity of sterile media necessary to set up an experiment was prepared and inoculated. Fifty cubic centimeter quantities were measured aseptically into carefully washed sterile 300 cc. Erlenmeyer flasks. The quantity of NaOH or HCl necessary to adjust the 50 cc. of media to approximately the desired reaction was determined and this quantity, previously sterilized, was carefully added to four flasks. The hydrogen-ion concentration of the contents of one of these flasks was immediately determined and recorded as the initial reaction. Hydrogen-ion determinations were made colorimetrically, as outlined by CLARK and LUBS (2).

The standard buffer solutions were carefully checked on a potentiometer. A small quantity of formaldehyde was added to a second flask to act as a control with which to compare growth and nitrogen fixation. The remaining two cultures were incubated at 28° C. for two weeks. The quantity of acid or alkali required to produce a given change in reaction varied only slightly from time to time.

In the earlier experiments, where only 0.02 per cent KH_2PO_4 was used, the buffer index was very low and necessitated the use of very dilute (N/80) NaOH in adjusting the reaction. Where 0.5 per cent KH_2PO_4 was used (experiments 16 to 20 inclusive) the buffer index was much higher, requiring approximately ten times as much acid or alkali to produce a given change in reaction, and N/10 NaOH was used to correct the reaction.

During incubation the cultures were examined at frequent intervals and the presence or absence of growth recorded. The formaldehyde produced a slight change in the physical appearence of the medium in the control flasks and rendered it somewhat difficult to detect very slight changes in the appearance of cultures. Where it was impossible to determine definitely whether growth had taken place it has been indicated in Table I with a question mark.

After two weeks' incubation a final examination for growth was made, the hydrogen-ion concentration of the cultures recorded, and the total nitrogen present determined by the KJELDAHL method. The quantity of nitrogen in the control flasks and in the cultures where no growth was visible was very small and, as will be observed, the experimental error for the controls was large. In examining the data relative to the quantity of nitrogen fixed this experimental error must be taken into consideration, otherwise erroneous conclusions are likely to be drawn. In the data recorded in Table I the quantity of nitrogen present in controls has been deducted from that present in the inoculated flasks and only the net gain recorded. Nitrogen determinations were made on at least four control flasks to determine the probable error where only small quantities of nitrogen were present.

Influence of reaction upon growth.

In Table I data are recorded relative to the influence of the hydrogen-ion concentration of the culture medium upon the growth and activity of several strains of Azotobacter. A study of these data will show that the maximum acidity permitting appreciable growth to take place is very close to pH 5.9. All cultures showed some growth at pH 5.9, to pH 6.0. The amount of growth that took place at pH 5.9 was in most instances very slight, and growth increased as the acidity decreased until pH 6.1 to 6.3 was reached. At this reaction growth appeared in most instances to be as vigorous as at lower hydrogen-ion concentrations.

Influence of reaction upon nitrogen fixation.

Data relative to the influence of the hydrogen-ion concentration of the culture medium upon the fixation of nitrogen by cultures of Azotobacter are recorded in Table I. In examining these data the rather large experimental error for the controls of the individual experiments should be noted. In no instance is there recorded a definite fixation of nitrogen in a hydrogen-ion concentration greater than pH 5.9. The data for pH 5.9, 6.0, and 6.1 are inconclusive, the quantities of nitrogen fixed, if any, being small. At pH 6.2 and above definite fixation occurred, the maximum in most experiments being recorded at pH 6.3 to 6.5. Vigorous fixation of nitrogen appeared to be associated with the growth of a definite film on the surface of the medium. Some cultures studied failed to form a typical film and in such instances the fixation of nitrogen was not very great.

Changes in reaction produced by growth.

The initial and final reactions of the cultures are also recorded in Table I. The medium used in the first experiments (below 16) contained only 0.02 per cent KH_2PO_4 and possessed a very low buffer index. The quantity of N/1 base or acid necessary to produce a change of 0.1 pH in 100 cc. of this medium was only approximately 0.006 cc. In these experiments some rather marked changes in reaction were recorded. The changes sometimes indicated the production of acid, at other times the production of basic compounds. However, when calculated in terms of total acid or base the quantities are insignificant.

These results led to the conclusion that no satisfactory data as to changes in reaction could be secured in a medium so poorly buffered. The quantity of KH_2PO_4 was accordingly increased to 0.5 per cent. Higher concentrations of phosphate were sometimes found to be toxic. This increase in phosphate increased the buffer effect approximately ten times, the media containing 0.5 per cent requiring 0.05 cc. N/1 NaOH to effect a change of 0.1 pH in 100 cc. The buffer effect was still low, but an examination of experiments 17 and 18 will show that changes in pH produced by the growth of these cultures were practically eliminated. If acid or basic metabolic by-products are produced under these experimental conditions the quantities are inappreciable.

TABLE I. — *Comparison of initial reaction, growth, final reaction, and nitrogen fixed by four cultures of Azotobacter. (a).*

Experiment 11, Culture 426-21				Experiment 12, Culture 40-399				Experiment 17, Culture 14-399-6				Experiment 18, Culture E			
Initial PH.	Growth	Final PH.	Nitrogen fixed	Initial PH.	Growth	Final PH.	Nitrogen fixed	Initial PH	Growth	Final PH.	Nitrogen fixed	Initial PH.	Growth	Final PH.	Nitrogen fixed
			Mgm.				Mgm.				Mgm.				Mgm.
5.6	—	5.4–	0.08	5.4–	—	5.4–	0.00	5.4–	—	5.4–	0.00	5.4–	—	5.4–	0.00
5.6	?	5.4–	.00	5.4–	—	5.6	.37	5.4–	—	5.4–	.10	5.4–	—	5.4–	.00
5.9				5.6	?	5.7	.00	5.7	?	5.6	.21	5.7	—	5.8	.17
5.9	?	5.6	.43	5.6	?	5.7	.74	5.7	?	5.8	.82	5.7	—	5.6	.00
6.0	?	5.4–	.43	5.9	†	5.7	.83	5.9	†	5.9	.31	5.9	†	5.9	.17
6.0	?	5.4–	.00	5.9	†	5.7	.00	5.9	†	5.8	.21	5.9	†	5.9	.20
6.1	?	5.4–	.17	6.0	††	5.8	1.11	6.1	†	6.1	.62	6.0	††	6.4	1.12
6.1	††††	5.5	1.81	6.0	††	5.7	.00	6.1	†	6.0	.41	6.0	††	6.4	1.63
6.4	††††	6.7	4.12	6.3	††††	6.5	3.79	6.3	††††	6.3	.93	6.1	††	6.1	.41
6.4	††††	6.7	4.75	6.3	††††	6.5	4.06	6.3	††††	6.3	.73	6.1	††	6.1	.92
6.5	††††	5.4–	2.94	6.5	††††	5.6	3.70	6.5	††††	6.7	4.64	6.2	††††	6.1	1.43
6.5	††††	6.4	2.85	6.5	††††	6.4	4.62	6.5	††††	6.6	5.06	6.2	††††	6.2	1.22
6.6	††††	7.3	4.81	7.6	††††	5.7	3.97	6.8	††††	6.7	5.37	6.3	††††	6.3	1.12
6.6	††††	7.3	5.44	7.6	††††	5.9	3.98	6.8	††††	6.7	4.75	6.3	††††	6.2	1.43
6.9	††††	7.3	5.18					$CaCO_3$	††††		5.59	6.8	††††	6.6	1.84
6.9	††††	7.5	5.27					$CaCO_3$	††††		4.73	6.8	††††	6.6	1.63
7.2	††††	7.4	4.84												
Probable error			± 0.51				± 0.95				± 0.43				± 0.77

(*a*) — No visible growth.
? Growth indefinite.
† Slight but distinct growth.
†† Good growth with no film formation.
†††† Heavy growth with film formation.

FRED (3) recorded a change in pH from 7.2 to 5.1. The media employed by him, however, contained only 0.02 per cent phosphate, and the actual quantity of acid necessary to produce the recorded change in pH was probably very small. STOKLASA (16) recorded the production of as high as 3.3 cc. N/1 acid per 100 cc. media. This quantity would have produced very marked changes in the pH of our media. However, the purity of STOKLASA's cultures has been questioned by BONAZZI (1).

SUMMARY.

The data presented in this paper point very definitely to a limiting hydrogen-ion concentration of pH 5.9 to 6.0 for the various cultures of Azotobacter employed when grown under the conditions of these experiments. Vigorous growth and nitrogen fixation took place at pH 6.1 to 6.5, the optimum pH for nitrogen fixation apparently being somewhat higher than the optimum for growth. Very slight, if any, changes in the reaction of the media are produced by the growth of the various strains of Azotobacter studied, indicating the production of inappreciable quantities of acid or basic metabolic by-products.

PART II.

THE INFLUENCE OF THE ABSOLUTE REACTION OF THE SOIL SOLUTION UPON THE PRESENCE THEREIN OF AZOTOBACTER.

With a large amount of data similar to that presented in Part I available it seemed reasonably certain that Azotobacter at least in liquid cultures in the laboratory, will not tolerate a hydrogen-ion concentration in excess of that indicated by pH 5.9 to pH 6.0. Since the hydrogen-ion concentration of soils has been shown to vary very widely it was thought possible that the absence of Azotobacter in many soils might be associated with a high degree of acidity ; while their frequent presence in soils reacting acid to qualitative tests might be explained on the assumption that the acidity did not exceed a hydrogen-ion concentration expressed as pH of 5.9 to 6.0.

To test the validity of the preceeding assumption and to gain more information relative to the distribution of this group of organisms in American soils, a large number of soils from widely varying climatic, soil and cultural conditions have been examined for Azotobacter and their absolute reaction determined by the most recently improved quantitative methods. In the following tables (II, III, IV, V and VI) are summarized the results obtained from over 400 of these soils (1).

Because of the different conditions under which the soils were collected and examined and also for convenience in handling the data they have been grouped into four series.

The soils of Series I were collected within a few miles of the Kansas Agricultural Experiment Station either by the writer or one of his assistants. These soils represent practically all types and conditions of soil found in this immediate vicinity.

[1] (For more complete data on various phases of the problem consult a series of papers (4, 5, 6, 7, 8, 17) issued from this station).

Those of Series II were also collected near the station and in many instances at or near the point where soils of Series I were taken. These collections were made two years later to serve as a control on the first examinations. The soils of Series III were collected from different counties in the State of Kansas by county agents. Sterile containers were sent out and requests were made to collect soils representative of conditions in the area covered. The directions called for removing surface inch or two of soil and collecting from at least four points within a short distance of each other in order to obtain as far as possible a representative sample of the immediate area. In Series IV the soils were obtained from 24 different states. These were secured, in most instances, through the various experiment stations. The collector was requested to send samples, where possible, from alkaline or limed, and acid or unlimed, adjacent soils.

METHODS.

Soon after the soils reached the laboratory they were well mixed and four 300 cc. Erlenmeyer flasks containing 50 cc.of mannite cultural solution were inoculated from each soil. Ten cubic centimeters of a suspension prepared by shaking one part of soil with two parts of sterile water was used as an inoculum. The suspension was allowed to stand a few minutes to let the heavier soil particles settle. Two of the cultures were immediately sterilized in the autoclave to serve as controls in nitrogen determinations.

The culture medium employed had the following composition:

Magnesium sulphate	0.2 gm.
Di-basic potassium phosphate	0.2 gm.
Sodium chlorid	0.5 gm.
Ferric chlorid	Trace
Calcium chlorid	Trace
Mannite	20.0 gm.
Distilled water	1,000.0 cc.

This medium was rendered slightly alkaline to phenolphthalein with sodium hydroxid. In all experiments, except those reported in Table II, a small quantity of sterile calcium carbonate was added to each culture flask before inoculating. In all cases the cultures were incubated at room temperature for 3 weeks, after which total nitrogen determinations were made according to the modification of the KJELDAHL method suggested by LATSHAW (12). The quantities of nitrogen reported represent the average of duplicate cultures after deducting the average of duplicate controls.

During the incubation period frequent examinations were made both macroscopically and microscopically, to ascertain the character of the growth.

The microscopic examinations were made by placing on a slide a loop of that part of the surface growth which appeared most characteristic of Azotobacter, covering with cover glass, and examining with the $^1/_6$ objective. If typical Azotobacter are present in appreciable number, the picture is so striking as to be almost unmistakable. If they are not present in a soil in sufficient number and vigor to develop a visible film or to produce sufficient growth to be observed microscopically by the methods employed, if is questionable whether they are of any significance in the nitrogen economy of a soil.

In this examination it will be noted that three methods of detecting Azotobacter were employed — the formation of a film, the microscopic examination, and the quantity of nitrogen fixed. Under the heading "Azotobacter" the Tables II, III, IV, and V, a + (plus) sign has been placed where, in the opinion of the writer, the major evidence indicated the existence of a vigorous Azotobacter flora in the original sample of soil and a — (minus) sign where the evidence did not indicate the presence of a vigorous Azotobacter flora.

The colorimetric hydrogen-ion determinations were made by the CLARK and LUBS method as modified for soils by GILLESPIE (9). The soils were ground to pass a 40-mesh sieve and a weighed quantity mixed with five times its weight of water, shaken well and centrifuged until the supernatant liquid was practically clear. The water used in the preparation of the soil extract and suspension was freshly distilled from a mixture of sulphuric acid and potassium dichromate into a flask containing barium hydroxid. From this it was distilled into a third empty flask and again distilled. The pH of water thus obtained varied from 5.7 to 6.0 and was affected by the minutest trace of acid or alkali. All glassware coming in contact with the soil extract was whashed in this water. Buffer solutions were prepared according to CLARK and LUBS (2) and were checked, and adjusted if necessary, at frequent intervals on a LEEDS and NORTHRUP type K potentiometer.

Electrometric hydrogen-ion concentrations, or differences in potential between the soil solution and the hydrogen electrode, were made by using a LEEDS and NORTHRUP type K potentiometer in connection with saturated KCl-calomel and hydrogen electrodes similar to the one described by HILDEBRAND (11). The ratio of soil to water used was the same as employed in colorimetric determinations: i. e., one to five. Six hydrogen electrodes were connected by switches to the potentiometer so that six samples could be run at the same time. Hydrogen was bubbled through the cells continuously at a rather rapid rate, the cells being constantly shaken. A maximum difference in potential was usually recorded in 10 to 30 minutes, after which the difference decreased very slowly.

The platinum electrodes used were coated with platinum black and tested on a standard acetate solution before using. Several determinations could usually be run with one coating of platinum black. Duplicate samples of soil were always run and as a rule the results agreed within 10 millivolts. If the disagreement was much greater than this, the sample was again run. SHARP and HOAGLAND (15) state that "Duplicate determinations on soil suspension usually agreed within 0.01 to 0.02 volt". PLUMMER (13) says "Duplicate readings in the same sample of soil could easily be read to 0.02 volt, "while" It was almost impossible to get such closely agreeing results as 0.02 volt with different samples of the same soil".

In converting volt readings into pH use has been made of the tables prepared by SCHMIDT and HOAGLAND (14) adding 91 millivolts to the readings to convert them into N/10 KCl-calomel electrode readings. Some investigators regard the difference in potential between saturated and N/10 KCl-calomel electrodes to be of a value other than 91 millivolts. To convert the pH values here recorded into those

of any other difference in potential between saturated and N/10 KCl-calomel electrodes, it is only necessary to add or substract, as the case may be, 0.017 from the figure here recorded for each millivolt above or below 91. All determinations were made at room temperature, and SCHMIDT and HOAGLAND temperature correction factors were used to convert room temperature readings into 25° C. readings.

Hydrogen was purchased in cylinders and washed through a saturated solution of mercuric chlorid, alkaline potassium permanganate solution, alkaline pyrogallic acid solution, and distilled water before entering the hydrogen electrode cell. The connection between the calomel and hydrogen electrodes was made through a glass stopcock. The end of this immersed in the soil suspension was drawn out to a capillary opening and the cock was kept closed during the determination. Between successive determinations, however, the connection was refilled with fresh saturated potassium chlorid.

RESULTS.

Data relative to the presence or absence of Azotobacter and the quantity of nitrogen fixed in culture media inoculated from soils, together with the absolute reaction of the soil extract determined colorimetrically and the soil suspension determined electrometrically of 418 soils, are recorded in Tables II, III, IV, and V. The data have been arranged to show the possible association, or correlation, existing between the hydrogen-ion concentration of the soil solution and the presence or absence of Azotobacter in the soils. In these various tables under the heading "Azotobacter" a + (plus) sign has been recorded to indicate the presence of Azotobacter and a — (minus) sign to indicate the absence of Azotobacter in the soils. These data are not absolute. Sometimes it was very difficult to differentiate between the presence or absence of Azotobacter. There are a few instances where an Azotobacter film developed in only one of duplicte samples, or where either the film or Azotobacter cells were questionable, accompanied by poor fixation of nitrogen. In such cases Azotobacter have been recorded as absent. On the other hand, there are a few instances where similar conditions were accompanied by good fixation of nitrogen and these have been recorded as containing Azotobacter. An effort has been made to weigh the evidence in questionable cases as carefully as possible and record Azotobacter as present if it were believed that the data indicated the presence of an active Azotobacter flora, and as absent if the available data did not indicate the presence of such a flora.

It should be borne in mind that the chance for contamination of Azotobacter free soils with Azotobacter was not entirely eliminated. Especially was this true in Series III and IV, for nearly all of the soils in these cases were collected by men inexperienced in bacteriological technic and were shipped long distances. Sometimes one or more of the individual containers where broken open upon arrival at the laboratory. Even in the laboratory the possibility of contamination would not be entirely eliminated. What influence such contamination may have had upon the development of Azotobacter from soils that normally contained no Azotobacter is not known.

Again, evidence is available to show that Azotobacter can exist for appreciable lengths of time in soils that will not support them indefinitely. Under natural conditions, if Azotobacter exists in the proximity of soils not containing them, almost constant inoculation due to wind, rain, animals, cultivation, etc., is inevitable. The length of time that such introduced organisms may remain in a viable condition apparently depends upon the intensity of the unfavourable influences. It is, therefore, highly probable that Azotobacter may frequently be isolated from soils in which they will not function or even exist for a very long period.

On the other hand, little is known as to how many Azotobacter are necessary to initiate the development of a visible film in laboratory culture media. Unpublished data indicate that appreciable numbers are essential to the development of a characteristic film. Also, nothing is known as to how rapidly they may disappear from a sample of soil removed from its natural environment. It is possible, therefore, that Azotobacter may be present in a soil and escape observation by the methods employed in these investigations.

In comparing the reaction with the presence or absence of Azotobacter, and in obtaining a mathematical expression for this association or correlation (the association coefficient), the soils have been divided into two groups: those with a pH of 6.0 or above and those with a pH less than 6.0. This division point has been chosen more or less arbitrarily, though the data here presented indicate that it is not far from absolute. The association coefficient was obtained by the use of YULE's (18) association coefficient formula. Association coefficients have been calculated both from the data secured by the colorimetric and the electrometric pH determination. In analyzing the data presented here it will perhaps be best to examine those from each series of soils separately.

SERIES I.

The data secured from an examination of the soils of Series I are presented in Table II, and summarized below. These soils together with those of Series II are all local soils and were, perhaps, collected and handled with more care than those of Series III and IV. Samples 1 to 19 were lost through error before the electrometric hydrogen-ion determinations were run. However, in the following summary the electrometric pH of samples No. 1, 4, 5, 14, and 15 have been regarded as above pH 6.0 and all other soils below No. 20 as more acid than pH 6.0. These 19 soils could not be considered in obtaining the numerical average of colorimetric pH. Likewise samples 85 to 90, for which no quantitative nitrogen determinations were made, were omitted from the calculations for average nitrogen fixed.

The data from Table II may be summarized as follows:

Number of soils examined	90
Number of soils containing Azotobacter	51
Number of soils not containing Azotobacter	39
Average mgm. nitrogen fixed, 84 soils	6.25
Average mgm. nitrogen fixed, 45 soils containing Azotobacter	8.32
Average mgm. nitrogen fixed, 39 soils not containing Azotobacter	3.86
Number of soils electrometric pH 6.0 or above	51
Number of soils electrometric pH below 6.0	39
Number of soils colorimetric pH 6.0 or above	53

TABLE II. — *Correlation between reaction, presence of Azotobacter and Nitrogen fixed in soils of Series I.*

PH determined electrometrically							
Soil No.	Mgm. N-fixed	PH	Azotobacter	Soil No.	Mgm. N-fixed	PH	Azotobacter
43	9.6	8.75	†	46	1.0	6.03	–
79	7.6	8.48	†	41	7.6	5.98	†
80	9.2	7.84	†	65	5.2	5.94	–
53	9.0	7.79	†	27	7.5	5.88	†
81	9.6	7.77	†	73	4.5	5.88	–
89	(b)	7.76	†	28	9.5	5.86	†
83	9.9	7.72	†	32	5.6	5.85	–
31	10.6	7.71	†	66	3.8	5.81	–
44	9.9	7.71	†	60	4.6	5.73	–
35	6.8	7.62	†	76	3.4	5.63	–
85	–	7.62	†	71	6.9	5.61	†
86	–	7.60	†	38	3.9	5.59	–
82	8.0	7.60	†	61	3.7	5.51	–
87	–	7.59	†	58	4.0	5.46	–
62	7.3	7.55	†	51	3.2	5.41	–
78	5.5	7.54	†	30	4.1	5.39	–
47	10.0	7.52	†	77	4.2	5.34	–
55	8.7	7.50	†	50	4.0	5.32	–
59	10.6	7.49	†	67	4.1	5.32	–
84	9.5	7.47	†	22	4.7	5.27	–
45	10.1	7.45	†	69	4.1	5.19	–
63	11.0	7.43	†	20	4.7	5.10	–
57	7.6	7.30	†	23	4.7	5.10	–
75	6.1	7.30	†	21	4.7	5.05	–
29	8.8	7.27	†	49	2.7	5.03	–
52	5.5	7.27	†	24	4.2	4.90	–
74	8.1	7.25	†				
56	7.2	7.18	†				
90	–	7.06	†				
42	8.3	7.05	†				
70	8.7	6.93	†				
88	–	6.88	†				
34	4.5	6.72	–				
40	8.1	6.72	†				
72	6.8	6.72	†				
33	4.0	6.56	–				
48	6.6	6.52	†				
25	6.4	6.45	†				
64	8.3	6.35	†				
54	7.4	6.18	†				
26	9.9	6.13	†				
36	9.2	6.12	†				
37	5.4	6.07	–				
39	8.6	6.05	†				
68	6.9	6.05	†				

Ph determined colorimetrically							
Soil No.	Mgm. N-fixed	PH	Azotobacter	Soil No.	Mgm. N-fixed	PH	Azotobacter
87	–	7.8	†	37	5.4	6.2	–
43	9.6	7.7	†	27	7.5	6.1	†
53	9.0	7.7	†	39	8.6	6.1	†
78	5.5	7.7	†	64	8.3	6.1	†
79	7.6	7.7	†	68	6.9	6.1	†
82	8.0	7.7	†	36	9.2	6.0	†
29	8.8	7.6	†	41	7.6	6.0	†
35	6.8	7.6	†	54	7.4	6.0	†
80	9.2	7.6	†	12a	4.5	5.9	–
83	9.9	7.6	†	32	5.6	5.9	–
31	10.6	7.5	†	46	1.0	5.9	–
44	9.9	7.5	†	73	4.5	5.9	–
55	8.7	7.5	†	11a	1.7	5.8	–
57	7.6	7.5	†	50	4.0	5.8	–
62	7.3	7.5	†	60	4.6	5.8	–
75	6.1	7.5	†	6a	4.4	5.7	–
84	9.5	7.5	†	7a	4.4	5.7	–
85	–	7.5	†	19a	4.5	5.7	–
86	–	7.5	†	65	5.2	5.7	–
89	–	7.5	†	66	3.8	5.7	–
14a	8.5	7.4	†	3a	3.0	5.6	–
15a	10.3	7.4	†	8a	4.6	5.6	–
42	8.3	7.4	†	10a	0.6	5.6	–
45	10.1	7.4	†	13a	3.2	5.6	–
47	10.0	7.4	†	16a	4.0	5.6	–
56	7.2	7.4	†	18a	3.7	5.6	–
59	10.6	7.4	†	21	4.7	5.6	–
63	11.0	7.4	†	22	4.7	5.6	–
74	8.1	7.4	†	23	4.7	5.6	–
81	9.6	7.4	†	24	4.2	5.6	–
57	7.6	7.3	†	30	4.1	5.6	–
90	–	7.3	†	38	3.9	5.6	–
5a	5.4	7.1	†	69	4.1	5.6	–
25	6.4	7.0	†	71	6.9	5.6	†
40	8.1	7.0	†	77	4.2	5.6	–
72	6.8	7.0	†	9a	4.7	5.5	–
1a	10.3	6.9	†	17a	3.0	5.5	–
4a	6.8	6.9	†	49	2.7	5.5	–
88	–	6.9	†	58	4.0	5.5	–
34	4.5	6.8	–	61	3.7	5.5	–
70	8.7	6.8	†	67	4.1	5.5	–
33	4.0	6.7	–	76	3.4	5.5	–
26	9.9	6.6	†	2a	2.0	5.4	–
48	6.6	6.4	†	20	4.7	5.4	–
28	9.5	6.2	†	51	3.2	5.3	–

(a)(b) Blanks indicate no determination.

Number of soils colorimetric pH below 6.0	37
Number of soils electrometric pH 6.0 or above containing Azotobacter	47
Number of soils electrometric pH 6.0 or above not containing Azotobacter	4
Number of soils electrometric pH below 6.0 containing Azotobacter	4
Number of soils electrometric pH below 6.0 not containing Azotobacter	35
Number of soils colorimetric pH 6.0 or above containing Azotobacter.	50
Number of soils colorimetric pH 6.0 or above not containing Azotobacter	3
Number of soils colorimetric pH below 6.0 containing Azotobacter	1
Number of soils colorimetric pH below 6.0 not containing Azotobacter	36
Average electrometric pH, 71 soils	6.57
Average colorimetric pH, 90 soils	6.50
Average electrometric pH, 46 soils containing Azotobacter	7.12
Average electrometric pH, 25 soils not containing Azotobacter	5.57
Average colorimetric pH, 51 soils containing Azotobacter	7.12
Average clorimetric pH, 39 soils not containing Azotobacter	5.70
Association coefficient based on electrometric pH determinations	0.981
Association coefficient based on colorimetric pH determinations	0.997

It will be observed that the number of soils more alkaline than pH 6.0 by either method and not containing Azotobacter and also the number more acid than pH 6.0 containing Azotobacter are few. There were only four soils by the electrometric and three by the colorimetric method with a pH of 6.0 or above that did not contain Azotobacter. One of the electrometric pH 6.0 or above soils (No. 46) not containing Azotobacter was more acid than pH 6.0 colorimetrically, while soil No. 37 was only slightly more alkaline than pH 6.0 by both methods. There were four soils with an electrometric and one with a colorimetric reaction more acid than pH 6.0 recorded as containing Azotobacter. Three of these gave a reaction less acid than pH. 6.0 by one of the methods and the remaining samples did not give a typical Azotobacter growth.

Series II.

In Table III are recorded the data collected from the examination of the soils of Series II. Many of these soils were collected near the point where certain soil of Series I were taken and may thus be regarded as controls on the earlier examinations. It is worthy of note that the data were quite similar even though two years intervened between the two analyses.

It may be observed that there were no soils more alkaline than pH 6.0 that did not contain Azotobacter. There were 13 soils with an electrometric and 10 with a colorimetric pH below 6.0 that were recorded as containing Azotobacter. Only five of these produced typical Azotobacter film and 10 of the 13 gave a pH of 5.8 or above by one of the methods. It would appear from the data of this series that pH 5.8 was nearer the absolute limiting hydrogen-ion concentration than pH 6.0.

TABLE III. — *Correlation between reaction, presence of Azotobacter and Nitrogen fixed in soils of Series II.*

pH determined electrometrically						pH determined colorimetrically					
Soil No.	Mgm. N-fixed	pH	Azotobacter	Soil No.	Mgm. N-fixed	pH	Azotobacter	Soil No.	Mgm. N-fixed	pH	Azotobacter
143	7.0	8.77	+	151	12.3	6.25	+	143	7.0	8.1	+
145	7.5	7.94	+	154	8.3	6.17	+	142	9.7	7.8	+
159	8.3	7.77	+	152	9.4	5.96	+	159	8.3	7.8	+
144	8.8	7.72	+	139	8.9	5.90	+	129	10.8	7.6	+
107	10.2	7.70	+	116	10.0	5.90	+	118	8.9	7.5	+
148	10.3	7.69	+	113	8.9	5.85	+	107	10.2	7.4	+
150	6.4	7.65	+	128	5.1	5.78	−	110	7.9	7.4	+
149	8.3	7.62	+	120	6.0	5.68	+	130	7.3	7.4	+
110	7.9	7.61	+	123	8.8	5.64	+	133	13.5	7.3	+
142	9.7	7.59	+	156	9.6	5.61	−	144	8.8	7.3	+
130	7.3	7.52	+	153	2.8	5.59	+	148	10.3	7.3	+
141	7.9	7.48	+	114	8.9	5.59	−	150	6.4	7.3	+
133	13.5	7.45	+	137	4.3	5.58	+	105	11.8	7.2	+
129	10.8	7.30	+	132	9.3	5.54	+	135	11.7	7.2	+
140	7.3	7.30	+	122	8.6	5.51	+	141	7.9	7.2	+
118	8.9	7.28	+	115	8.6	5.51	+	145	7.5	7.2	+
135	11.7	7.20	+	112	−	5.48	+	104 *a*	10.5	7.1	+
146	8.1	7.16	+	108	8.5	5.48	−	119	9.8	7.1	+
105	11.8	7.08	+	131	7.7	5.47	−	149	8.3	7.1	+
124	9.0	7.06	+	103	5.4	5.27	−	140	7.3	7.0	+
147	8.8	7.06	+	106	6.1	5.25	−	124	9.0	6.9	+
119	9.8	7.00	+	121	7.6	5.24	−	146	8.1	6.9	+
160	10.1	6.89	+	126	8.0	5.19	−	147	8.8	6.8	+
101	10.7	6.71	+	125	4.7	5.15	−	101	10.7	6.7	+
117	10.3	6.56	+	127	6.6	5.10	−	109	9.5	6.6	+
158	8.1	6.51	+	138	3.0	5.05	−	111	9.1	6.6	+
109	9.5	6.47	+	134	7.2	4.88	−	117	10.3	6.6	+
111	9.1	6.39	+	136	10.5	4.88	+	139	8.9	6.2	+
155	9.7	6.34	+	102	6.3	3.78	−	158	8.1	6.2	+
157	8.0	6.27	+					160	10.1	6.2	+

pH determined colorimetrically			
Soil No.	Mgm. N-fixed	pH	Azotobacter
155	9.7	6.1	+
116	10.0	6.0	+
151	12.3	6.0	+
152	9.4	6.0	+
154	8.3	6.0	+
157	8.0	6.0	+
123	8.8	5.9	+
128	5.1	5.9	−
132	9.3	5.9	+
112	−	5.8	+
114	8.9	5.8	+
120	6.0	5.8	+
122	8.6	5.8	−
131	7.7	5.8	−
137	4.3	5.8	−
106	6.1	5.7	−
121	7.6	5.7	−
108	8.5	5.6	+
113	8.9	5.6	+
153	2.8	5.6	−
125	4.7	5.5	−
126	8.0	5.5	−
127	6.6	5.5	−
156	9.6	5.5	−
103	5.4	5.4	−
115	8.6	5.4	+
134	7.2	5.4	−
130	10.5	5.4	+
138	3.0	5.4	−
102	6.3	5.0	−

(*a*) pH not determined electrometrically.

Summary of Table III

Number of soils examined	60
Number of soils containing Azotobacter	46
Number of soils not containing Azotobacter	14
Average mgm. nitrogen fixed, 59 soils	8.41
Average mgm. nitrogen fixed, 45 soils containing Azotobacter	9.16
Average mgm. nitrogen fixed 14 soils not containing Azotobacter	6.03
Number of soils electrometric pH 6.0 or above	33
Number of soils electrometric pH below 6.0	27
Number of soils colorimetric pH 6.0 or above	36
Number of soils colorimetric pH below 6.0	24
Number of soils electrometric pH 6.0 or above containing Azotobacter	33
Number of soils electrometric pH 6.0 or above not containing Azotobacter	0
Number of soils electrometric pH below 6.0 containing Azotobacter	13
Number of soils electrometric pH below 6.0 not containing Azotobacter	14
Number of soils colorimetric pH 6.0 or above containing Azotobacter	36
Number of soils colorimetric pH 6.0 or above not containing Azotobacter	0
Number of soils colorimetric pH below 6.0 containing Azotobacter	10
Number of soils colorimetric pH below 6.0 not containing Azotobacter.	14
Average electrometric pH, 59 soils	6.37
Average colorimetric pH, 60 soils	6.39
Average electrometric pH, 45 soils containing Azotobacter	6.73
Average electrometric pH, 14 soils not containing Azotobacter	5.21
Average colorimetric pH, 46 soils containing Azotobacter	6.65
Average colorimetric pH, 14 soils not containing Azotobacter	5.55
Association coefficient based on electrometric pH determinations	1.000
Association coefficient based on colorimetric pH determinations	1.000

The above summary with a few minor exceptions is very similar to that for Series I. The most marked difference is in the average nitrogen fixed by the soils not containing Azotbacter, this being 3.86 mgm. for Series I and 6.03 mgm. for Series II. This difference is due to the much higher fixation of nitrogen by soils not containing Azotobacter in media containing calcium carbonate than in the media without calcium carbonate. This fact has been emphasized in a former article (5). No calcium carbonate was added to the media employed in the examination of the soils of Series I, while an excess was added to the media in subsequent examinations.

Series III.

The soils of Series III were secured through the county agents of Kansas and did not reach the laboratory in as fresh and possibly as uncontaminated condition as did those collected locally. Samples 138 to 180, inclusive, reached the laboratory while the writer was in the Army and remained several months before being examined. It was believed that the quantity of nitrogen fixed by these soils would not be comparable to that of fresh soils, hence no nitrogen determinations were made. Possibly these soils should be disregarded entirely. The data secured are recorded in Table IV and summarized below.

Summary of Table IV.

Number of soils examined	114
Number of soils containing Azotobacter	60
Number of soils not containing Azotobacter	54
Average mgm. nitrogen fixed, 76 soils	6.95
Average mgm. nitrogen fixed 44 soils containing Azotobacter	8.28
Average mgm. nitrogen fixed, 32 soils not containing Azotobacter	5.10
Number of soils electrometric pH 6.0 or above	53
Number of soils electrometric pH below 6.0	51
Number of soils colorimetric pH 6.0 or above	60
Number of soils colorimetric pH below 6.0	54
Number of soils electrometric pH 6.0 or above containing Azotobacter	53
Number of soils electrometric pH 6.0 or above not containing Azotobacter	10
Number of soils electrometric pH below 6.0 containing Azotobacter	7
Number of soils electrometric pH below 6.0 not containing Azotobacter.	44
Number of soils colorimetric pH 6.0 or above containing Azotobacter.	49
Number of soils colorimetric pH 6.0 or above not containing Azotobacter	11
Number of soils colorimetric pH below 6.0 containing Azotobacter.	11
Number of soils colorimetric pH below 6.0 not containing Azotobacter.	43
Average electrometric pH, 114 soils	6.32
Average colorimetric pH, 114 soils	6.21
Average electrometric pH, 60 soils containing Azotobacter.	6.94
Average electrometric pH, 54 soils not containing Azotobacter.	5.63
Average colorimetric pH, 60 soils containing Azotobacter	6.62
Average colorimetric pH, 54 soils not containing Azotobacter	5.77
Association coefficient based on electrometric pH determinations	0.942
Association coefficient based on colorimetric pH determinations	0.891

The data here summarized vary but slightly from those of the two former series. There were 10 soils with an electrometric and 11 with a colorimetric pH of 6.0 or above that failed to show Azotobacter. Of these 11, eight were among those that remained in the laboratory for several months before being examined. One of the remaining three reacted more acid and one only slightly less acid than pH 6.0 by one of the methods.

There were seven soils that reacted electrometrically and 11 colorimetrically more acid than pH 6.0, recorded as containing Azotobacter. Six of these reacted less acid than pH 6.0 and two of the remaining less acid than pH 5.9 by one of the methods. Only one soil more acid than pH 5.9 produced a typical Azotobacter growth accompanied by good fixation of nitrogen.

Series IV.

In Table V data collected from the soils of Series IV are presented. These soils were collected in a large number of instances from experimental plots where the effect of lime upon acid soils was being studied. Such plots are usually located upon areas of acid soil. From observation such soils do not contain Azotobacter. The

TABLE IV. — *Correlation between reaction, presence, of Azotobacter and Nitrogen fixed in soils of Series III.*

PH determined electrometrically								PH determined colorimetrically							
Soil No.	Mgm. N-fixed	pH	Azoto-bacter	Soil No.	Mgm. N-fixed	pH	Azoto-bacter	Soil No.	Mgm. N-fixed	pH	Azoto-bacter	Soil No.	Mgm. N-fixed	pH	Azoto-bacter
232	10.1	8.31	†	239	–	6.08	†	257	–	7.8	†	173	8.2	6.0	†
213	10.5	8.30	†	173	8.2	6.08	†	200	7.9	7.6	†	194	8.1	6.0	†
200	7.9	8.28	†	199	5.1	6.07	†	213	10.5	7.6	†	251	–	6.0	–
258	*a*	8.26	†	162	7.1	6.02	†	258	–	7.6	†	170	2.9	5.9	†
231	7.0	8.25	†	205	7.9	6.02	†	202	7.5	7.4	†	181	7.9	5.9	†
202	7.5	8.19	†	250	–	6.00	†	231	7.0	7.4	†	198	4.6	5.9	–
234	8.1	8.15	†	201	6.1	5.98	–	232	10.1	7.4	†	199	5.1	5.9	†
257	–	8.13	†	163	5.8	5.98	†	234	8.1	7.4	†	225	7.4	5.9	†
275	–	8.06	†	170	2.9	5.93	†	264	–	7.4	†	242	–	5.9	–
278	–	7.99	†	225	7.4	5.91	†	272	–	7.4	†	250	–	5.9	†
214	10.0	7.98	†	246	–	5.90	–	275	–	7.4	†	261	–	5.9	–
207	–	7.94	†	174	5.4	5.85	–	278	–	7.4	†	174	5.4	5.8	–
255	–	7.79	†	261	–	5.81	–	214	10.0	7.3	†	179	4.7	5.8	–
272	–	7.72	†	195	7.7	5.80	–	186	9.9	7.2	†	195	7.7	5.8	–
186	9.9	7.72	†	179	4.7	5.76	–	208	11.6	7.2	†	204	2.7	5.8	–
208	11.6	7.60	†	166	7.0	5.71	–	255	–	7.2	†	227	5.0	5.8	–
229	10.2	7.60	†	227	5.0	5.66	–	207	–	7.1	†	246	–	5.8	–
197	6.9	7.57	†	238	–	5.54	–	229	10.2	7.1	†	162	7.1	5.7	†
264	–	7.52	†	165	4.4	5.54	–	203	7.0	7.0	†	164	5.0	5.7	–
224	9.3	7.52	†	209	0.3	5.53	–	233	7.0	7.0	†	191	5.3	5.7	–
260	–	7.48	–	188	7.4	5.52	†	260	–	7.0	–	206	5.4	5.7	–
233	7.0	7.47	†	189	0.8	5.52	–	183	8.8	6.9	†	209	0.3	5.7	–
216	9.6	7.40	†	242	–	5.51	–	216	9.6	6.9	†	238	–	5.7	–
183	8.8	7.37	†	198	4.6	5.49	–	224	9.3	6.9	†	248	–	5.7	–
218	10.6	7.28	†	248	–	5.47	–	262	–	6.9	–	276	–	5.7	–
215	9.3	7.28	†	180	1.8	5.47	–	215	0.3	6.7	†	280	–	5.7	†
219	6.0	7.25	–	185	4.6	5.44	–	223	9.5	6.7	†	165	4.4	5.6	–
203	7.0	7.25	†	164	5.0	5.41	–	226	3.6	6.7	†	177	7.2	5.6	–
262	–	7.23	–	271	–	5.41	–	243	–	6.7	–	178	9.6	5.6	–
161	8.6	7.21	†	212	5.7	5.39	–	193	9.7	6.6	†	180	1.8	5.6	–
226	3.6	7.13	†	177	7.2	5.37	–	197	6.9	6.6	†	185	4.6	5.6	–
240	–	7.03	†	252	–	5.37	–	218	10.8	6.6	†	188	7.4	5.6	†
230	8.9	6.98	†	247	–	5.37	–	219	6.0	6.6	–	189	0.8	5.6	–
243	–	6.96	–	190	5.5	5.34	–	221	8.2	6.6	†	190	5.5	5.6	–
274	–	6.96	†	206	5.4	5.32	–	230	8.9	6.6	†	192	7.2	5.6	–
182	7.8	6.90	–	191	5.3	5.32	–	240	–	6.6	†	212	5.7	5.6	–
193	9.5	6.84	†	236	4.5	5.30	–	161	8.6	6.5	†	217	11.1	5.6	†
279	–	6.81	–	178	9.6	5.30	–	176	9.1	6.5	†	228	5.1	5.6	–
184	8.5	6.77	†	175	3.0	5.29	–	222	11.8	6.5	†	236	4.5	5.6	–
222	11.8	6.69	†	276	–	5.27	–	235	8.7	6.5	†	252	–	5.6	–
187	8.5	6.69	†	192	7.2	5.22	–	259	–	6.5	†	271	–	5.6	–
235	8.7	6.66	†	244	–	5.22	–	273	–	6.5	–	166	7.0	5.5	–
221	8.2	6.66	†	228	5.1	5.20	–	274	–	6.5	†	237	3.7	5.5	–
223	9.5	6.63	†	168	6.3	5.17	–	184	8.5	6.4	†	263	–	5.5	–
245	–	6.54	–	217	11.1	5.15	†	220	11.2	6.4	†	247	–	5.5	–
280	–	6.51	†	171	2.9	5.15	†	241	–	6.4	†	168	6.3	5.4	–
259	–	6.49	†	249	–	5.12	–	253	–	6.4	†	171	2.9	5.4	†
273	–	6.42	–	277	–	5.10	–	279	–	6.4	–	175	3.0	5.4	–
256	–	6.35	–	204	2.7	5.10	–	182	7.8	6.2	–	196	6.6	5.4	–
176	9.1	6.35	†	211	4.0	5.10	–	187	8.5	6.2	†	249	–	5.4	–
220	11.2	6.34	†	169	7.1	5.10	†	256	–	6.2	–	254	–	5.4	–
253	–	6.25	†	210	5.7	5.05	–	167	8.0	6.1	†	277	–	5.4	–
167	8.0	6.25	†	237	3.7	5.02	–	201	6.1	6.1	–	172	5.1	5.3	–
241	–	6.18	†	172	5.1	5.02	–	205	7.9	6.1	†	210	5.7	5.3	–
194	8.1	6.15	†	263	–	4.93	–	239	–	6.1	†	211	4.0	5.3	–
251	–	6.10	–	196	6.6	4.90	–	245	–	6.1	–	169	7.1	5.2	†
181	7.9	6.10	†	254	–	4.68	–	163	5.8	6.0	†	244	–	5.1	–

(*a*) Blanks indicate no nitrogen determination.

data here presented show that many of these limed soils should be, as far as reaction is concerned, favorable to the growth of Azotobacter, yet no Azotobacter were found. In other words, the addition of lime has changed the hydrogen-ion from an unfavorable to a favorable concentration for Azotobacter without apparently influencing the Azotobacter flora. There are many limed soils, however, to which the quantity of lime added apparently has not been sufficient to change appreciably the hydrogen-ion concentration.

It could not be expected that the mere correcting of the reaction of an acid, Azotobacter-free soil would bring about the establishment of an Azotobacter flora, unless accompanied by natural or artificial inoculation. Artificial inoculation with Azotobacter has been practiced to a very limited extent and it is probable that none of the soils examined have received such treatment. Natural inoculation would probably eventually occur in all cases. The rapidity with which it would take place would depend primarily upon the proximity of soils containing Azotobacter and upon the activity of the agencies operating in the transfer of soil from one to the other. Among these agencies would be wind, drainage, animals, insects, birds, etc., and the more or less artificial transfer upon agricultural tools and machinery. In an effort to study the effect of inoculation upon adjacent plots, the writer has found it impossible to prevent inoculation in certain cases while in others inoculation has not taken place during a period of three years. It appears probable that if soils containing Azotobacter are in close proximity, and the means of transfer are active, inoculation may occur very rapidly.

Summary of Table V.

Number of soils examined	154
Number of soils containing Azotobacter	42
Number of soils not containing Azotobacter	112
Average mgm. nitrogen fixed, 148 soils	5.30
Average mgm. nitrogen fixed, 40 soils containing Azotobacter	7.35
Average mgm. nitrogen fixed, 108 soils not containing Azotobacter	4.53
Number of soils electrometric pH 6.0 or above	60
Number of soils electometric pH below 6.0	94
Number of soils colorimetric pH 6.0 or above	57
Number of soils colorimetric pH below 6.0	97
Number of soils electrometric pH 6.0 or above containing Azotobacter.	32
Number of soils electrometric pH 6.0 or above not containing Azotobacter	28
Number of limed soils electrometric pH 6.0 or above not containing Azotobacter	24
Number of normal soils electrometric pH 6.0 or above not containing Azotobacter	4
Number of soils electrometric pH below 6.0 containing Azotobacter.	10
Number of soils electrometric pH below 6.0 not containing Azotobacter.	84
Number of soils colorimetric pH 6.0 or above containing Azotobacter.	31
Number of soils colorimetric pH 6.0 or above not containing Azotobacter	26

Number of limed soils colorimetric pH 6.0 or above not containing Azotobacter	22
Number of normal soils colorimetric pH 6.0 or above not containing Azotobacter	4
Number of soils colorimetric pH below 6.0 containing Azotobacter.	11
Number of soils colorimetric pH below 6.0 not containing Azotobacter.	86
Average electrometric pH, 154 soils	5.72
Average colorimetric pH, 154 soils	5.70
Average electrometric pH, 42 soils containing Azotobacter	6.70
Average electrometric pH, 112 soils not containing Azotobacter.	5.35
Average colorimetric pH, 42 soils containing Azotobacter	6.46
Average colorimetric pH, 112 soils not containing Azotobacter	5.42
Association coefficient based on electrometric pH. determinations	0.971
Association coefficient based on colorimetric pH determinations	0.968

Some of the limed Azotobacter-free soils here recorded have been receiving lime for many years. As previously mentioned, many of the plots to which lime has been applied are located on rather large areas of strongly acid soils. Such plots may be some distance from areas that contain Azotobacter and, hence, chances for natural inoculation are poor. On the other hand, the writer repeatedly cultured the soil from the fertility plots of the Missouri Agricultural Experiment Station for Azotobacter during the years of 1912-1914 with negative results. During 1914-15 certain of these plots received an addition of lime. When cultured for Azotobacter again in 1919 a vigorous flora was found to be present. At this last examination the reaction of the soil from a plot that had been limed was found to be neutral (soil No. 267, Table V). Soil from adjacent unlimed plots was found to be strongly acid (soils Nos. 265 and 266, Table V). In other words, decreasing the hydrogen-ion concentration of this soil to a point below 1×10^{-6} has resulted in the establishment of a vigorous Azotobacter flora in a comparatively short time. Other soils not far from these plots have been found to contain Azotobacter and it may be assumed that natural inoculation readily took place. It is not uncommon to find adjacent plots or areas of natural soil one of which contains Azotobacter while the other does not.

It appears therefore, that while liming may change an acid soil from an unfavorable to a favorable condition for the growth of Azotobacter it does not necessarially follow that Azotobacter will immediately develop in that soil. For these reasons the limed soils with reactions of pH 6.0 or above and not containing Azotobacter have not been included with the others in calculating the association coefficient.

In Series IV there were 28 soils tested by the electrometric and 26 by the colorimetric method (32 different soils) with a reaction of pH 6.0 or above that did not contain Azotobacter. Twenty-four of the former and 22 of the latter are known to have been limed more or less recently. There were, therefore, only six unlimed soils with pH 6.0 or above by one of the methods that did not contain Azotobacter. For five of the six a pH of less than 6.0 was recorded by one of the methods, leaving only one unlimed soil definitely more acid than pH 6.0 and not containing Azotobacter. It is probable that lime has been applied to some of the soils of which no record is available. In a few instances the data indicate that some unknown factor has been

TABLE V. — *Correlation between reaction, presence of Azotobacter and Nitrogen fixed in soils of Series IV.*

pH determined electrometrically								pH determined colorimetrically							
Soil No.	Mgm. N-fixed	pH	Azoto-bacter	Soil No.	Mgm. N-fixed	pH	Azoto-bacter	Soil No.	Mgm. N-fixed	pH	Azoto-bacter	Soil No.	Mgm. N-fixed	pH	Azoto-bacter
447	8.0	8.41	†	445	5.6	5.59	–	448	8.1	8.2	†	401	6.0	5.6	††
448	8.1	8.25	†	336	5.0	5.58	–	309	10.9	7.8	††	431	8.3	5.6	– –
439	8.9	8.14	†	429	4.6	5.51	–	439	8.9	7.6	††	429	4.6	5.5	– –
309	10.8	8.14	†	346	1.7	5.51	–	303	3.7	7.4	–	336	5.0	5.5	– –
440	6.8	7.84	†	307	6.8	5.49	–	351	9.5	7.4	†	341	3.5	5.5	– †
366	6.8	7.84	†	333	5.7	5.47	–	447	8.0	7.4	†	419	2.5	5.5	– †
391	4.2	7.77	–L(*b*)	421	4.0	5.42	†	329	7.5	7.2	†	423	5.4	5.5	– –
351	9.5	7.74	†	338	3.5	5.39	–	368	9.0	7.1	†	338	3.5	5.5	– –
268	9.1	7.67	†	372	5.1	5.37	–	268	9.1	7.1	†	381	4.4	5.4	– †
368	9.0	7.48	†	443	4.4	5.34	–	312	3.6	7.0	–L	421	4.0	5.4	– –
370	9.6	7.45	†	385	4.0	5.31	–	322	4.4	7.0	–L	328	4.5	5.3	– –
303	3.7	7.38	–	397	3.9	5.30	–	324	11.6	7.0	†	443	4.4	5.2	– –
312	3.6	7.33	–L	337	2.7	5.27	–	330	5.5	7.0	†	445	5.6	5.2	– –
403	6.8	7.30	†	386	4.1	5.24	–	334	7.8	7.0	†	266	4.5	5.2	– –
432	6.9	7.30	†	339	3.3	5.24	–	370	9.6	7.0	†	333	5.7	5.2	– –
352	–(a)	7.20	†	362	6.6	5.24	–	403	6.8	7.0	†	337	2.7	5.2	– –
444	7.6	7.20	†	409	4.2	5.19	–	444	7.6	7.0	†	357	–	5.2	– –
329	7.5	7.20	†	442	4.2	5.15	–	331	6.6	6.9	†	406	1.3	5.2	– –
269	7.5	7.18	†	375	5.0	5.12	–	267	5.8	6.9	†	414	4.3	5.2	– –
324	11.6	7.11	†	381	4.4	5.09	–	319	5.3	6.8	–L	438	6.4	5.1	– †
267	5.8	7.10	†	344	0.3	5.05	–	366	6.8	6.8	†	436	4.4	5.0	– –
310	5.4	7.08	†	335	5.4	5.05	–	376	5.4	6.8	–L	339	3.3	5.0	– –
410	5.2	7.06	–L(*b*)	313	4.7	5.05	–	410	5.2	6.8	–L	359	6.0	5.0	– –
369	10.4	7.05	†	431	8.3	5.03	†	440	6.8	6.8	†	362	6.6	5.0	– –
402	6.8	7.03	†	353	–	5.00	–	369	10.4	6.7	†	373	4.7	5.0	– –
311	0.3	7.01	–L	316	4.5	5.00	–	402	6.8	6.7	†	377	5.2	5.0	– –
334	7.8	6.96	†	438	6.4	4.98	†	432	6.9	6.7	†	380	5.2	5.0	– –
322	4.4	6.93	–L	436	4.4	4.98	–	269	7.5	6.7	†	382	5.8	5.0	– –
376	5.4	6.86	–L	377	5.2	4.98	–	412	5.4	6.7	–L	404	4.2	5.0	– –
434	6.1	6.84	†	414	4.3	4.97	–	311	0.3	6.6	–L	427	4.1	5.0	– –
330	5.5	6.84	†	266	4.5	4.97	–	349	8.3	6.6	†	320	4.8	4.9	– –
331	6.6	6.79	†	446	6.3	4.97	–	360	5.8	6.6	–L	323	4.4	4.9	– –
317	6.2	6.78	–L	327	6.5	4.93	†	384	4.3	6.6	–L	325	4.9	4.9	– –
349	8.3	6.76	†	441	5.3	4.90	–	433	5.1	6.6	–L	397	3.0	4.9	– –
437	8.3	6.72	†	427	4.1	4.90	–	332	6.5	6.5	–L	405	5.8	4.9	– –
319	5.3	6.71	–L	323	4.4	4.90	–	374	5.3	6.5	–L	407	6.6	4.9	– –
360	5.8	6.69	–L	378	5.4	4.90	–	383	4.0	6.5	–L	415	3.9	4.9	– –
302	7.1	6.64	†	390	4.0	4.90	–	399	3.8	6.5	–L	418	3.2	4.9	– †
412	5.4	6.62	–L	326	4.8	4.83	–	317	6.0	6.4	–L	441	5.3	4.9	– –
321	6.0	6.52	–L	406	1.3	4.83	–	321	6.0	6.4	–L	442	4.2	4.9	– –
354	(a)	6.51	†	407	6.6	4.82	–	304	11.4	6.3	†	313	4.7	4.8	– –
374	5.3	6.44	–L	411	7.0	4.82	–	308	5.6	6.3	–	326	4.8	4.8	– –
383	4.0	6.29	–L	415	3.9	4.81	–	310	5.4	6.3	†	344	0.3	4.8	– –
413	3.9	6.28	–	320	6.0	4.80	–	352	–	6.3	†	353	–	4.8	– –
384	4.3	6.27	–L	325	4.9	4.78	–	437	8.3	6.3	†	304	5.8	4.8	– –
435	7.3	6.23	–L	364	5.8	4.76	–	347	8.0	6.2	†	371	5.3	4.8	– –
332	6.5	6.23	–L	405	5.8	4.75	–	330	5.5	6.2	†	375	5.0	4.8	– –
350	8.6	6.20	†	404	4.2	4.70	–	305	6.2	6.2	–L	378	5.4	4.8	– –
394	4.4	6.18	–L	389	6.4	4.70	–	367	5.1	6.2	–L	446	6.3	4.8	– –
367	5.1	6.18	–L	371	5.3	4.70	–	408	8.1	6.2	–L	430	5.7	4.8	– –
347	8.0	6.17	†	356	–	4.70	–	434	6.1	6.2	†	425	6.6	4.8	– –
401	6.0	6.15	†	418	3.2	4.68	†	306	8.1	6.1	†	422	3.2	4.8	– †
408	4.8	6.12	–L	425	6.6	4.66	–	363	6.6	6.1	–	420	1.0	4.8	– †
416	2.8	6.07	–L	417	3.5	4.66	–	394	4.4	6.0	–L	417	3.5	4.8	– –
315	4.3	6.07	–	382	5.8	4.63	–	413	3.9	6.0	–	411	7.0	4.8	– –
361	6.1	6.05	–L	420	1.0	4.59	–	301	4.2	5.9	–	390	4.0	4.8	– –
314	4.8	6.03	–	395	4.6	4.58	–	305	4.8	5.9	–	389	6.4	4.8	– –
318	5.0	6.01	–L	430	5.7	4.58	–	307	6.5	5.9	–	356	–	4.7	– –
340	3.1	5.93	–	422	3.2	4.53	†	314	4.8	5.9	–	392	5.2	4.7	– –
328	4.5	5.88	–	393	4.5	4.51	–	315	4.3	5.9	–	393	4.5	4.7	– –
365	6.2	5.88	–	392	5.2	4.48	–	318	5.0	5.9	–	395	4.6	4.7	– –
399	3.8	5.88	–	342	1.0	4.44	–	343	1.6	5.9	–	265	5.0	4.7	– –
363	6.6	5.85	–	265	5.0	4.36	–	345	3.0	5.9	–	316	4.5	4.6	– –
343	1.6	5.83	–	400	3.9	4.31	–	346	1.7	5.9	–	342	1.0	4.6	– –
308	5.6	5.81	–	449	4.7	4.24	–	416	2.8	5.9	–	348	2.5	4.6	– –
301	4.2	5.76	–	373	4.7	4.22	–	354	–	5.8	†	355	–	4.6	– –
357	–	5.73	–	348	2.5	4.21	–	361	6.1	5.8	–	388	3.5	4.6	– –
304	11.4	5.73	†	355	–	4.19	–	409	4.2	5.8	–	400	3.9	4.6	– –
305	4.8	5.69	–	387	4.4	4.10	–	435	6.8	5.7	–	424	4.8	4 6	– –
419	2.5	5.69	†	424	4.8	4.09	–	385	4.0	5.7	–	426	4.2	4.6	– –
423	5.4	5.68	†	426	4.2	4.02	–	372	5.1	5.7	–	428	3.3	4.6	– –
341	3.5	5.66	–	388	3.5	4.01	–	302	7.1	5.6	†	449	4.7	4.6	– –
345	3.0	5.66	–	428	3.3	3.99	–	340	3.1	5.6	–	379	5.4	4.4	– –
396	2.7	5.64	–	358	4.0	3.80	–	386	4.1	5.6	–	387	4.4	4.4	– –
306	8.1	5.61	†	379	4.5	3.73	–	396	2.7	5.6	–	358	4.0	4.3	– –

(*a*) Blanks indicate no nitrogen determination.
(*b*) L indicates soil had been limed.

influencing the reaction. (Compare soils 413 and 414, 438 and 439, 399 with 400 and 363 with 364, the pairs in each instance coming from the same series of plots). It is believed that the data on history were incorrectly recorded in a few intances. There were 10 soils that reacted electrometrically and 11 colorimetrically (13 different soils) with a pH value less than 6.0 in which no Azotobacter were recorded. Five of these were less acid than pH 6.0 by one of the methods; not one of the remaining eight had a typical Azotobacter growth accompanied by good fixation of nitrogen in both samples.

General Summary and Discussion.

A general summay of all soils examined shows the following facts:

Number of soils examined	418
Number of soils containing Azotobacter	199
Number of soils not containing Azotobacter	219
Average mgm. nitrogen fixed, 367 soils	6.36
Average mgm. nitrogen fixed, 174 soils containing Azotobacter	8.30
Average mgm. nitrogen fixed, 193 soils not containing Azotobacter	4.61
Number of soils electrometric pH 6.0 or above	207
Number of soils electrometric pH below 6.0	211
Number of soils colorimetric pH 6.0 or above	206
Number of soils colorimetric pH below 6.0	212
Number of soils electrometric pH 6.0 or above containing Azotobacter.	165
Number of soils electrometric pH 6.0 or above not containing Azotobacter	42
Number of limed soils electrometric pH 6.0 or above not containing Azotobacter	24
Number of normal soils electrometric pH 6.0 or above not containing Azotobacter	18
Number of soils electrometric pH below 6.0 containing Azotobacter	34
Number of soils electrometric pH below 6.0 not containing Azotobacter	177
Number of soils colorimetric pH 6.0 or above containing Azotobacter	166
Number of soils colorimetric pH 6.0 or above not containing Azotobacter	40
Number of limed soils colorimetric pH 6.0 or above not containing Azotobacter	22
Number of normal soils colorimetric pH 6.0 or above not containing Azotobacter	18
Number of soils colorimetric pH below 6.0 containing Azotobacter.	33
Number of soils colorimetric pH below 6.0 not containing Azotobacter	179
Average electrometric pH, 398 soils	6.09
Average colorimetric pH, 418 soils	6.11
Average electrometric pH, 193 soils containing Azotobacter	6.88
Average electrometric pH, 205 soils not containing Azotobacter	5.44
Average colorimetric pH, 199 soils containing Azotobacter	6.72
Average colorimetric pH, 219 soils not containing Azotobacter	5.56
Association coeficient based on electrometric PH determinations	0.959
Association coefficient based on colorimetric PH determinations	0.961

It will be observed that more than half the soils examined during the past few years apparently do not contain Azotobacter. Although there are organisms present in practically all soils capable of fixing some nitrogen under laboratory conditions, the quantity fixed under the conditions of these experiments is only approximately half as great as when Azotobacter are present. It is believed that under field conditions the differences are much more marked than these figures indicate. If this important group of organisms is absent from such a large per cent of soils it is obviously important to know what factors control their presence and absence and how the unfavorable conditions may be remedied.

The very close relation between the reaction of the soil solution and the presence of Azotobacter, between which the very high association coefficient of 0.96 is found, indicates very clearly and unmistakably one of these factors.

This relation is shown in Table VI in which the per cent of soils of different hydrogen-ion concentration containing Azotobacter are tabulated.

Table VI. — *The number and percentage of soils of various reactions containing Azotobacter.*

pH	Electrometric					Colorimetric				
	Number of soils	Azotobacter				Number of soils	Azotobacter			
		Present		Absent			Present		Absent	
		No.	Per cent	No.	Percent		No.	Percent	No.	Percent
Above 7.50	57	57	100	0	0	32	32	100	0	0
7.00 to 7.49	49	45	92	4	8	60	58	97	2	3
6.50 to 6.99	33	27	82	6	18	45	39	90	6	10
6.00 to 6.49	38	30	80	8	20	47	37	80	10	20
5.50 to 5.99	64	22	34	42	66	122	24	20	98	80
5.00 to 5.49	75	7	9	68	91	43	6	14	37	86
4.50 to 4.99	42	5	12	37	88	44	3	7	41	93
Below 4.50	16	0	0	16	100	3	0	0	3	100
Total	374	193	...	181	...	396	199	...	197	...

It will be seen that very few soils in which the hydrogen-ion concentration exceed 1×10^{-6} contain Azotobacter, while practically all soils with a hydrogen-ion concentration less than 1×10^{-6} contain an active Azotobacter flora.

These results also agree very well with the data in Part I in which it was shown that pure cultures of Azotobacter will not grow in laboratory media with a hydrogen-ion concentration appreciably in excess of 1×10^{-6}.

It is quite generally accepted that soil acidity is indirectly responsible for certain plant root diseases, and it is possible that the influence of the absolute reaction of the soil solution upon Azotobacter here indicated is also indirect. However,

since the same limiting hydrogen-ion concentration has been found with pure cultures in laboratory media as in soil solutions it is believed that the absence of this group of organisms in the soils examined is directly due to the toxic effect of the high concentration of hydrogen-ions existing in the soil solution. Furthermore, it is believed that the maximum hydrogen-ion concentration tolerated by this group of organisms is very near 1×10^{-6} in soils as well as in laboratory media. Whether or not the hydrogen-ions are the ultimate limiting agent, the fact has been clearly established that the two are definitely associated. It is also evident from the data accumulated in this laboratory and shown in part in Part III that the same factors that will raise the hydrogen-ion concentration of a soil solution appreciably above or lower it below, 1×10^{-6} will also render the soil capable or incapable, as the case may be, of supporting an Azotobacter flora.

Another point to be noted is the general similarity of results, whether based upon the electrometric or the colorimetric method of determining the hydrogen-ion concentration of the soil solution. The individual determinations frequently do not agree as closely as might be desired. Yet the conclusions, so far as this study is concerned, would be identical regardless of whether the electrometric or colorimetric data are used. In a general way the farther removed from neutrality, the wider the variation between the two methods. The electrometric method usually indicated a higher or a lower hydrogen-ion concentration, as the case might be, than the colorimetric method if the soil were appreciably acid or alkaline. It is believed, however, that the general agreement between the two methods is sufficiently close to justify the use of the much quicker and less expensive colorimetric method as an aid in the solution of many soil problems, particularly where the initial expense prohibits the purchase of the necessary expensive electrometric apparatus.

Conclusions.

(1) Seventy-five per cent of the 418 soils examined were found to be acid. Fifty per cent were more acid than pH 6.0 and 50 per cent apparently did not contain Azotobacter.

(2) In general the electrometric and colorimetric methods of determining the hydrogen-ion concentration of the soil solution agreed.

(3) A definite and very close association has been established between the absolute reaction of the soil solution and the presence or absence of Azotobacter in the soil.

(4) Very few soils more acid than indicated by a hydrogen-ion concentration of 1×10^{-6} contain Azotobacter, while this group of organisms is in most instances present in soils with a lower hydrogon-ion concentration. Since a very similar limiting hydrogen-ion concentration has been found for pure cultures of Azotobacter in laboratory media, it is believed that the very close correlation existing between the reaction and the presence of Azotobacter indicates that the absolute reaction is of paramount importance, if not the actual limiting factor, in controlling the presence of this group of organisms in soils.

PART III.

The Effect of Changing the Absolute Reaction of Soils upon their Azotobacter Content.

INTRODUCTION.

In studying the apparent correlation between the absolute reaction of soils and the presence of Azotobacter it occurred to the writer that if such a correlation existed one ought to be able, by varying the reaction, to control the Azotobacter content of any soil. To test the correctness of this view three lines of investigation were suggested.

(1) If two soils, one with a hydrogen-ion concentration favorable to the growth of Azotobacter, the other unfavorable, are mixed in varying proportions the hydrogen-ion concentration of some mixtures should be favorable and other unfavorable to the growth or existence of this group of organisms. All mixtures giving a hydrogen-ion concentration less than the maximum tolerated by Azotobacter should, upon subsequent analyses, show the presence of Azotobacter. On the other hand, all mixtures giving a hydrogen-ion concentration greater than the maximum should not show the presence of Azotobacter provided a sufficient incubation period elapsed to bring about their destruction.

(2) If the absence of Azotobacter in any soil is due to its high hydrogen-ion concentration, one should be able to decrease the acidity by the addition of increasing quantities of non-toxic basic materials, to a point where, once introduced, Azotobacter would survive.

(3) If a high hydrogen-ion concentration is inimical to the presence of Azotobacter one should be able, by the addition of acid, to increase the acidity of any soil containing Azotobacter to a point beyond the maximum tolerated by these organisms and thereby cause their disappearance.

The purpose of this paper is to report a few typical examples of a large number of experiments that have been carried out along these lines.

Methods.

The methods employed in the experiments here reported were similar to those previously described. Tests for Azotobacter were made by inoculating a mannite cultural solution with 10 per cent of soil, or the equivalent, as a suspension. Incubation was at room temperature. At frequent intervals during incubation the cultures were examined macroscopically to ascertain whether or not a film characteristic of Azotobacter was present. If the film was not typical and if there were indications of Azotobacter being present a microscopic examination was made. If the evidence thus obtained showed the presence of Azotobacter, this fact is indicated by a plus sign in the following tables. A minus sign signifies the absence of Azotobacter. Where a question mark has been inserted it was impossible to tell whether Azotobacter were present.

The hydrogen-ion concentration determinations were made either colorimetrically upon an extract or electrometrically upon suspension of the soil.

The mixtures of soils, or soils with various additions, were placed in 500 cc. wide-mouthed bottles plugged with cotton, and the moisture content was brought to a favorable point. Incubation was at room temperature. At frequent intervals the moisture lost through evaporation was restored.

Results.

Mixing Soils.

In the two experiments reported in Tables VII and VIII, two soils (A and E), each containing a vigorous Azotobacter flora, and one soil (B), in which Azotobacter have never been found, were studied. Soil A is approximately neutral, pH 6.94. Soil E contains a high percentage of limestone and is alkaline, pH 7.73. Soil B is strongly acid, pH 3.65. Soils A and B would, under normal conditions, be expected to have approximately the same reaction, since the two are from similar locations and were taken only a few yards apart. However, the soil where B was taken was planted to pine trees a number of years ago and the high acidity is undoubtedly due to the decomposition of the highly acid pine needles. Extensive use has been made of this soil because it is the only strongly acid soil yet located in this immediate vicinity.

Experiments reported in Parts I and II indicated that the maximum hydrogen-ion concentration tolerated by Azotobacter in soils is near 1×10^{-6}, or pH 6.0. If pH 6.0 represents the maximum acidity tolerated by this group of organisms, then all mixtures of soils A and B or E and B less acid than pH 6.0 should, upon subsequent analyses, show Azotobacter, while all mixtures in which the acidity was very much greater than pH 6.0 should not show their presence. It is probable that Azotobacter can exist for some time in a hydrogen-ion concentration that would not permit growth. This being true, some of the less acid samples in which Azotobacter can not grow might be able to initiate the growth of Azotobacter in a cultural solution. It would be expected that the higher the hydrogen-ion concentration the more rapidly the Azotobacter would be destroyed. From the relative reactions of the three soils it would also be expected that the quantity of soil A necessary to add to soil B in order to reduce the acidity of the mixture to pH 6.0 would be larger than would be required in soil E. Tables VII and VIII give the results of mixing soils A and B and E and B in various proportions. A glance at the second, third, and fourth columns of Tables VII and VIII will show that in mixtures of soils A and B the ratio of A to B required to give an acidity less than pH 6.0 lies somewhere between 9 to 1 and 4 to 1. In mixtures of soils E and B the ratio of E to B required to give the same ration is 1 to 3.

A further examination of the two tables will show that, when cultured immediately after mixing, all mixtures of A and B and E and B, except 1 part of E to 199 parts of B, contained Azotobacter. Subsequent cultures, made after varying periods of incubation, show a gradual disappearance of Azotobacter in the more acid mixtures until only those samples contain them in which the acidity approaches

TABLE VII. — *Effect of mixing an alkaline and an acid soil upon presence of Azotobacter. Mixtures of soils A and B (a).*

(Experiment set up Jan. 30).

Sample No.	Grams of soil A.	Grams of soil B.	ph.	Azotobacter cultures					
				No $CaCO_3$ added to soil			$CaCO_3$ added to soil		
				Jan. 30	May 22	Dec. 11	Jan. 30	May 22	Dec. 11
1	300	0	7.02	†	†	†	†	†	†
2	300	0	6.86	†	†	†	†	†	†
3	270	30	6.42	†	†	†	†	†	†
4	270	30	6.32	†	†	†	†	†	†
5	240	60	5.76	†	†	†	†	†	†
6	240	60	5.82	†	†	†	†	†	†
7	150	150	4.60	†	†	–	†	†	†
8	150	150	4.61	†	–	–	†	†	†
9	60	240	4.11	†	–	–	†	†	†
10	60	240	4.09	†	–	–	†	†	†
11	30	270	3.79	†	–	–	†	†	†
12	30	270	3.90	†	–	–	†	†	†
13	15	285	3.77	†	–	–	†	†	†
14	15	285	3.75	†	–	–	†	†	†
15	3	297	3.75	†	–	–	†	†	†
16	3	297	3.68	†	–	–	†	†	†
17	1	299	3.66	†	–	–	†	†	†
18	1	299	3.65	†	–	–	†	†	†
19	0	300	3.68	–	–	–	–	–	–
20	0	300	3.62	–	–	–	–	–	–

(a) † = Presence of Azotobacter. – = Absence of Azotobacter.

very close to or is less than pH 6.0. Numerous experiments have shown that the more acid a soil is the quicker will Azotobacter disappear therefrom when introduced, and that they can exist for some time in soils only slightly more acid than pH 6.0. All the evidence accumulated so far, however, indicates that they can not remain indefinitely in a soil very much more acid than pH 6.0.

Addition of calcium carbonate.

In these experiments the aim was to find out whether lowering the hydrogen-ion concentration of a soil more acid than pH 6.0, and not containing Azotobacter, would render the soil capable of supporting such a flora when introduced. The method followed was to add increasing quantities of various basic materials, particularly calcium carbonate, to acid soils containing no Azotobacter, inoculate the soil with

TABLE VIII. — *Effect of mixing an alkaline and an acid soil upon presence of Azotobacter. Mixtures of soils E and B* (a).

(Experiment set up May 1.)

Sample No.	Grams of soil E.	Grams of soil B.	pH.	Azotobacter cultures		
				May 1	May 18	June 21
1	200	0	7.73	†	†	†
2	199	1	7.64	†	†	†
3	195	5	7.67	†	†	†
4	190	10	7.67	†	†	†
5	175	25	7.56	†	†	†
6	150	50	7.61	†	†	†
7	125	75	7.52	†	†	†
8	100	100	7.37	†	†	†
9	75	125	7.06	†	†	†
10	50	150	6.02	†	†	†
11	25	175	4.87	†	†	—
12	10	190	3.99	†	?	—
13	5	195	3.94	†	†	—
14	1	199	3.74	—	—	—
15	0	200	3.64	—	—	—

(a) ? = Azotobacter indefinite.
† = Presence of Azotobacter.
— = Absence of Azotobacter.

Azotobacter, and after varying incubation periods culture to see whether or not the introduced organisms survived. The results of such an experiment are given in Table IX.

It will be observed that a minimum of 0.6 per cent calcium carbonate or approximately 18,000 pounds per acre (3,000,000 pounds), were required to render soil B capable of supporting an Azotobacter flora. Unfortunately the hydrogen-ion concentration of the samples of soil of this experiment was not determined. Other experiments have shown that 15,000 pounds $CaCO_3$ reduced the acidity only to about pH 5.3. Similar data for the same soil are reported in Table X except the variations in the quantity of basic material added were much greater.

Here again 15,000 pounds of calcium carbonate, or magnesium carbonate, failed to reduce the acidity to pH 6.0 or to make conditions favorable for the existence of Azotobacter. The next greater addition, viz., 30,000 pounds, increased the pH value to 6.5 and the sample contained Azotobacter in all subsequent analyses.

It is evident from the data presented in Tables IX and X that the addition of calcium carbonate to an acid soil, not containing Azotobacter, if in sufficient quantity to reduce the hydrogen-ion concentration to approximately pH 6.0 or lower, is all that is necessary to render the soil capable of supporting an Azotobacter flora.

TABLE IX. — *Effect of $CaCO_3$ upon the longevity of Azotobacter in an acid soil (B).*

(Exp. set up Aug. 20)

Sample No.	Percentage of $CaCO_3$	Pounds $CaCO_3$ per acre (b)	Azotobacter cultures (a)			
			Sept. 1	Oct. 21	Jan. 4	Feb. 18
1	0.0	0	†	†	—	—
2	0.1	3,000	†	†	—	—
3	0.2	6,000	†	†	—	—
4	0.3	9,000	†	†	—	—
5	0.4	12,000	†	†	—	—
6	0.5	15,000	†	†	—	—
7	0.6	18,000	†	†	†	†
8	0.7	21,000	†	†	†	†
9	0.8	24,000	†	†	†	†
10	0.9	27,000	†	†	†	†
11	1.0	30,000	†	†	†	†
12	1.1	33,000	†	†	†	†
13	1.2	36,000	†	†	†	†
14	1.3	39,000	†	†	†	†
15	1.4	42,000	†	†	†	†
16	1.5	45,000	†	†	†	†

(a) † = Presence of Azotobacter. — = Absence of Azotobacter.
(b) 3,000,000 lbs. of soil.

In no case, however, have Azotobacter been observed to appear in a soil so treated unless accompanied by inoculation either natural or artificial. In other words, Azotobacter are actually not present and must be introduced or the addition of calcium carbonate can have no effect upon nitrogen fixation by this group of organisms.

Effect of adding acid.

In the experiments reported in Tables XI and XII, increasing quantities of various acids were added to soils A and C. Both these soils contained abundant Azotobacter. The reaction of soil A was very near pH 7.0 and of soil C was near pH 6.5 at the beginning of the experiment.

In table XI the effect of adding sulphuric, hydrochloric, acetic, and butyric acids to soil C are reported. Sulphuric and hydrochloric acid increased the hydrogen-ion concentration of the soil as the quantity of acid increased. It will be seen that as soon as the acidity passed much beyond pH 6.0 Azotobacter were unable to survive prolonged incubation. When acetic or butyric acid was added it apparently had but little effect upon the reaction. The apparent reduction in the hydrogen-ion concentration is due to the time at which the determinations were made. In this experiment the reaction was determined at the end of the period of incubation.

TABLE X. — *Effect of basic compounds upon longevity of Azotobacter in an acid soil (B) (a).*

Sample No.	Basic compounds added	Pounds per acre (b)	pH.	Azotobacter cultures		
				Feb. 9	March 18	May 7
1	0		4.3	–	–	–
2	0		4.3	–	–	–
3	0.01 per cent $CaCO_3$	300	4.3	–	–	–
4	.05 » »	1.500	4.4	–	–	–
5	.10 » »	3.000	4.7	–	–	–
6	.50 » »	15.000	5.3	†	–	–
7	1.00 » »	30.000	6.5	†	†	†
8	2.50 » »	75.000	7.0	†	†	†
9	.01 » $MgCO_3$	300	4.3	–	–	–
10	.05 » »	1.500	4.3	–	–	–
11	.10 » »	3.000	4.3	–	–	–
12	.50 » »	15.000	5.4	†	–	–
13	1.00 » »	30.000	6.6	†	†	†

(a) † = Presence of Azotobacter. – = Absence of Azotobacter. Experiment set up Jan. 21, Moisture content optimum. (b) 3,000,000 pounds soil.

No doubt this soil contained organisms capable of utilizing many organic acids or their salts as food which caused the disappearence of the acid.

The initial high acidity might result in either the partial or total destruction of the Azotobacter flora. If only a few organisms survived they might escape detection by the methods used. As soon, however, as the reaction again became favorable they would become abundant and be easily detected. This is probably what occurred in samples 14 and 15. On the other hand, if all the Azotobacter were killed they would never reappear unless inoculation took place, and subsequent analyses would fail to reveal their presence even though the reaction were favorable. The rapidity with which the Azotobacter are destroyed probably depends upon the degree of acidity, while the completeness with which they disappear from an acid soil depends upon the length of time the organisms are in contact with the acid condition. In the examples just given their complete destruction would depend upon the initial acidity and the period that elapsed before the hydrogen-ion concentration was again reduced below the maximum tolerated.

Similar data for soil A are presented in Table XII. The results show that increasing the quantity of organic as well as of mineral acids increases the hydrogen-ion concentration. The reaction of samples 6 and 18 would not lead one to expect to find Azotobacter. For reasons just discussed, it is probable that their presence in these samples is due to the fact that the initial hydrogen-ion concentration did not exist sufficiently long to destroy them.

TABLE XI. — *The effect of adding acid to a soil containing Azotobacter; Soil C (a).*

(Experiment set up Feb. 16).

Sample No.	Acid added to 200 gm. soil	pH	Azotobacter cultures	
			March 2	June 23
1	0.2 cc. N/1 sulphuric	6.53	†	†
2	1.0 cc. » »	6.73	†	†
3	5.0 cc. » »	5.88	†	†
4	10.0 cc. » »	5.29	†	(?)
5	20.0 cc. » »	4.74	†	–
6	.2 cc. N/1 acetic	6.42	†	†
7	1.0 cc. » »	6.61	†	†
8	5.0 cc. » »	6.64	†	†
9	10.0 cc. » »	6,74	†	(?)
10	20.0 cc. » »	7.10	–	(?)
11	.2 cc. N/1 butyric	6.44	†	†
12	1.0 cc. » »	6.58	†	†
13	5.0 cc. » »	6.69	†	†
14	10.0 cc. » »	6.70	–	†
15	20.0 cc. » »	7.05	–	†
16	.2 cc. N/1 hidrochloric	6.41	†	†
17	1.0 cc. » »	6.51	†	†
18	5.0 cc. » »	5.58	†	–
19	10.0 cc. » »	5.51	†	–
20	20.0 cc. » »	4.51	†	–
21	0	6.50	†	†

(a) † = Presence of Azotobacter.
– = Absence of Azotobacter.
? = Azotobacter indefinite.

The data also indicate that if sufficient calcium carbonate is added to neutralize the acid the growth of Azotobacter will not be effected. However, large quantities of calcium carbonate are ineffective unless the quantity is sufficient to maintain a favorable reaction.

CONCLUSIONS.

(1) These experiments indicate that if two soils, one more acid than pH 6.0 and containing no Azotobacter and the other less acid than pH 6.0 and containing Azotobacter, are mixed in varying proportions, incubated for some time, and cultured for Azotobacter, all mixtures giving an acidity less than pH 6.0 will show the presence of Azotobacter, while all cultures very much more acid than pH 6.0 will fail to show Azotobacter.

TABLE XII. — *Effect of adding acid to soil containing Azotobacter (soil A) (a).*

(Experiment set up Aug. 8).

Sample No.	Acid added to 200 gm. soil	pH.	Azotobacter cultures	
			Aug. 22	Oct. 10
1	0	6.81	†	†
2	10 cc. 2N sulphuric	2.52	–	–
3	20 cc. » »	2.26	–	–
4	50 cc. » »	2.01	–	–
5	50 cc. » » † 10 gm. $CaCO_3$	1.83	–	–
6	10 cc. 2N lactic	5.70	†	†
7	20 cc. » »	4.50	–	–
8	50 cc. » »	4.06	–	–
9	50 cc. » » † 10 gm. $CaCO_3$	7.03	†	†
10	10 cc. 2N acetic	6.46	†	†
11	20 cc. » »	5.09	†	†
12	50 cc. » »	3.73	–	–
13	50 cc. » » † 10 gm. $CaCO_3$	6.00	†	–
14	10 cc. 2N formic	6.20	†	†
15	20 cc. » »	4.09	–	–
16	50 cc. » »	3.43	–	–
17	50 cc. » » † 10 gm. $CaCO_3$	7.78	†	–
18	10 cc. 2N citric	4.60	†	†
19	20 cc. » »	2.62	–	–
20	50 cc. » »	2.10	–	–
21	50 cc. » » † 10 gm. $CaCO_3$	2.55	–	–

(a) † = Presence of Azotobacter.
– = Absence of Azotobacter.

(2) If sufficient calcium carbonate is added to a soil more acid than pH 6.0, and not containing Azotobacter, to reduce the hydrogen-ion concentration to less than pH 6.0, the soil will support Azotobacter.

(3) If to a soil less acid than pH 6.0 and containing Azotobacter there is added enough acid to increase the acidity to a point very much greater than pH 6.0, Azotobacter will disappear from the soil, provided this acidity exists for sufficient time to complete their destruction.

PART IV.

INOCULATING SOIL WITH AZOTOBACTER.

INTRODUCTION.

It is quite generally accepted that among the free living nitrogen fixing organisms thus far studied those belonging to the Azotobacter group are probably of the most importance from the point of view of fixing nitrogen under average soil

conditions. The existance of organisms of this group under a variety of field conditions have been definitely established. There is also some evidence to indicate that the quantity of nitrogen fixed under field conditions may be quite marked provided suitable conditions for their activity exist. There are, however, many cultivated soils in which Azotobacter are not present and certain investigators have attempted to introduce members of the group, into such soils. Many of the earlier efforts were not entirely satisfactory, probably because of the lack of information relative to the conditions essential for the existence and growth of Azotobacter. Believing that recent investigations have established the fundamental condition necessary for the existence of these organisms in the average soil, it was thought desirable to undertake some inoculation experiments in which these conditions were fulfilled.

Experiments of this nature have been in progress for a number of years and the results of some laboratory experiments have been reported in Part III. Certain field experiments have been in progress long enough, it is believed, to justify a preliminary report of the results thus far secured.

The objects of these experiments were: I. To determine the longevity of Azotobacter when introduced under field conditions into soils normally not containing them. II. To study the effect reducing the acidity, of such soils upon the longevity of introduced Azotobacter. III. To determine the effect of introducing Azotobacter into soil, normally not containing them, upon the nitrogen fixing ability of the soil. Altogether six series of field experiments have been under observations, but the results of only two, typical of the others, will be reported in this paper.

METHODS.

Preparing Plots. — The two series of plots discussed in this paper will hereafter be known as Series I and Series II. Series I was located on typical upland pasture soil classed as *Derby Silt Loan*. The reaction of this soil, approximately pH 5.5, is characteristic of large areas of similar soils in this vicinity, none of which exhibit Azotobacter when cultured in a mannite solution.

The plots in this instance were only one foot square and separated by a distance of one foot. The various additions to be made were mixed into the surface eight inches of soil as well as possible without removing the soil. No further treatment of any kind was given to any plot. The treatments which were applied October 16, 1919, were as follows:—

Plot 1 Check.
" 2 Inoculated with soil containing typical Azotobacter.
" 3 Inoculated as in 2; $CaCO_3$, 10,000 lbs. per acre.
" 4 $MgCO_3$, 10,000 lbs. per acre.
" 5 NaOH, 1,000 lbs. per acre in 10 per cent solution.
" 6 $CaCO_3$, 10,000 lbs. per acre.
" 7 Inoculated as in 2; $MgCO_3$ 10,000 lbs. per acre.
" 8 Inoculated as in 2; NaOH 1,000 lbs. per acre in 10 per cent solution.
" 9 Check.

The check plots received no treatment other than the initial cultivation. The inoculum consisted of 400 grams of a neutral soil that always exhibits a typical Azotobacter flora when cultured in a mannite solution.

Series II was located on bottom land classed as *Wabash Silt Loam*, and normally would be approximately neutral or slightly alkaline. However, this was planted to pine trees a number of years ago and as a result of the decomposition of pine needles, etc., it has become very acid, approximately pH 4.0.

June 24, 1920 an area about 12 feet square, free from pine trees, was marked off into 12 areas each two feet square and separated by an alley one foot wide. After the surface covering of pine needles had been removed the soil from each plot to a depth of eight inches was transferred to a tray, treated as indicated below, thoroughly mixed, and returned after which the carpet of pine needles was replaced.

Plot 1 Check.
" 2 Karo corn syrup 180 gm. in solution.
" 3 $CaCO_3$ 420 gm.
" 4 Inoculated with soil.
" 5 Inoculated with mixed culture.
" 6 $CaCO_3$ 420 gm. and inoculated with mixed culture.
" 7 Karo 180 gm. and inoculated with soil.
" 8 $CaCO_3$ 210 gm. and inoculated with soil.
" 9 $CaCO_3$ 420 gm. and inoculated with soil.
" 10 " 840 gm. " " " "
" 11 " 420 gm., Karo 180 gm. and inoculated with soil.
" 12 Check.

Karo syrup has been found to be a very good source of energy for Azotobacter and was added to furnish a readily available source of food. It was added in solution at the approximate rate of 4,000 pounds per acre. The $CaCO_3$ was in the form of precipitated powder, and added at rates of 5,000, 10,000, and 20,000 lbs. per acre. The soil, 1,000 gm., used as the inoculum was of the same type, secured only 100 yards away, neutral in reaction, and has never failed to show a typical active Azotobacter flora when cultured in a mannite solution. The mixed culture used as an inoculum was prepared by suspending the films from five 50 cc. mannite cultures inoculated from the same soil as used for inoculum and incubated seven days at room temperature. All the cultures had a typical Azotobacter film, most of them having already turned black.

Sampling Plots. — In sampling the plots to examine for presence of Azotobacter two to four hundred grams of soil were taken, in the case of Series I from two points and in Series II from one point, by means of sterile spatulas. The surface soil was first scraped off and the samples taken to a depth of four to six inches. The soil was brought to the laboratory and thoroughly mixed under conditions to prevent as far as possible outside contamination.

Laboratory Methods. — Fifty grams of the fresh soil were then added to 100 cc. of sterile water thoroughly shaken and permitted to stand for a moment after which the supernatent suspension was poured off into a sterile flask. Ten cubic centimeters of this suspension were used to inoculate 50 cc. mannite cultural solution. The object in pouring the suspension from the soil was to enable one to shake the suspension coutinuously while transferring, without incorporating the heavier soil particles in the inoculum, thus permitting of a more uniform inoculation. If total nitrogen determinations were to be made, four flasks of media were inoculated, two being immediately sterilized in an autoclave to act as checks. The inoculated samples were incubated at room temperature for three weeks, during the earlier part of the work. This period was later reduced to two weeks. Nitrogen determinations were made by the KJELDAHL method on the entire content of the culture flask. During incubation frequent macroscopic examinations were made for an Azotobacter film. If there was any question as to the nature of growth present, small portions of the film were examined for Azotobacter-like organisms under the 1/6 objective. In the tables a + (plus) sign indicates either an unmistakable Azotobacter film or Azotobacter-like organisms were observed under the microscope.

The pH determinations were made upon the air dried sample of soil ground to pass a forty mesh sieve. Fourteen grams of this suspended in 70 cc. conductivity water were placed in electrode cells, continuously shaken and potentiometer readings recorded until a maximum was reached. From the reading pH values were obtained from the tables prepared by SCHMIDT and HOAGLAND (14). Duplicate determinations were always made and the accuracy of the apparatus checkes on on a standard acetate mixture prior to each determination.

The condensed data bearing upon the three points previously mentioned that have been secured from the two series of experiments under discussion are presented in tables XIII and XIV. As was to be expected quite marked variations were shown by the individual plots in nitrogen fixing ability and for this reason it has seemed best to arrange the data on a relative rather than an absolute basis. For this purpose the nitrogen fixed by the checks has been indicated as 100 and the others expressed accordingly.

It is evident from plots 1 and 9, Table XIII, that the soil of Series I does not normally contain Azotobacter. When Azotobacter were introduced with no additional treatment as in plot 2 they were consistently recovered for a period of a year and a half after which none were recovered. The three instances in which they were noted after this data can be explained as chance inoculation from adjoining plots. In this instance it required an appreciable length of time for introduced organisms to disappear. When inoculation accompanied by ample liming to establish and maintain a favorable reaction, either with $MgCO_3$ (plot 3) or $CaCO_3$ (plot 7) Azotobacter have been detected in every subsequent examination.

In the plot receiving NaOH (plot 8) the introduced organisms were consistently detected for approximately two years; were intermittently noted during the third year; and had apparently disappeared thereafter. An examination of the reaction of this soil will show that while the NaOH reduced somewhat the acidity, the quantity was not sufficient to render the reaction favorable for the existence of Azotobacter and as the acidity again rose the organisms disappeared.

When the reaction of the soil was made favorable without at the same time introducing Azotobacter (plots 4 and 6) their subsequent detection was very inconsistent. If it is remembered that the presence of Azotobacter in these plots was dependent upon accidental transfer and establishment from adjoining plots, and that

TABLE XIII. — *Effect of introducing Azotobacter into a soil normally not containing them, but treated to support their growth — Series I.*

Plot Treatment No. 10/16/19		Presence of Azotobacter, relative nitrogen fixation, and reaction expressed as pH at varying intervals after treatment.																		Average
		10/16/19	10/24/19	8/11/20	10/5/20	11/18/20	3/9/21	8/2/21	9/8/21	12/30/21	4/6/22	7/18/22	8/10/22	6/16/23	6/5/24	6/24/27	
1 Check	Azotobacter	—	—	†—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	N-Fixed		100		100	100		100			100	100	100	100	100	100	100
	pH		5.39			5.63			5.39				5.41	5.44	5.32		
2 Inoculated (1)	Azotobacter	††	††	††	†—	††	††										
	N-Fixed		156		158	212						193	195	100	92	155	154
	pH		5.46			5.53		168	—	—	115		5.43	5.43		5.42	
3 Inoculated (1) $CaCO_3$ (2)	Azotobacter	††	††	††	††	††	††	††	††	††	††	††	††	††	††	††	
	N-Fixed		190		146	190		450			262	345	213	210	193	242	244
	pH		7.78			7.67			7.79				7.62	6.53		7.02	
4 $MgCO_3$	Azotobacter	—	—	††	†—	†—	†—	†—	†—	††	—	†—	—	†—	—	—	
	N-Fixed		77		138	146						90	87	152	213	118	128
	pH		8.10			7.88			7.22				7.05	6.53		6.36	
5 NaOH	Azotobacter	—	—	—	†—	—	—	—	—	†—	—	†—	—	—	—	—	
	N-Fixed		105		117	134		90			100	152	78	123	101	81	108
	pH		5.97			5.65			5.78				5.63	5.61		5.42	
6 $CaCO_3$	Azotobacter	—	—	—	—	†—	††	†—	††	†—	††	†—	††	—	††	††	
	N-Fixed		62		75	150		226			183	204	203	107	230	210	165
	pH		7.90			7.74			7.45				7.15	7.34		6.82	
7 Inoculated (1) $MgCO_3$ (2)	Azotobacter	††	††	††	††	††	††	††	††	††	††	††	††	††	††	††	
	N-Fixed		132		144	208		435			213	211	228	210	197	226	220
	pH		7.95			7.50			7.44				6.86	6.73		6.20	
8 Inoculated (1) NaOH	Azotobacter	††	††	††	††	††	—	††	††	††	—	†—	††	†—	—	—	
	N-Fixed		146		145	202		438			88	179	241	143	76	84	178
	pH		5.82			5.97			5.75				5.65	5.63		5.38	
9 Check	Azotobacter	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	P-Fixed		100		100	100		100			100	100	100	100	100	100	100
	pH		5.53			5.53			5.46				5.36	5.43		5.53	

(1) Inoculum 400 gm. neutral soil containing typical Azotobacter flora.
(2) $CaCO_3$ and $MgCO_3$ added at rate of 10,000 lbs. per acre.
(3) NaOH added at rate of 1,000 lbs. per acre.

this must have taken place at the surface which is almost always dry, it is easily understood that the chances for many organisms gaining entrance is not very great. It might require many years to establish a typical flora in this way.

Similar data from Series II are given in Table XIV. The evidence is even more definite and conclusive in this case probably because of the much stronger initial acid condition, than that from Series I. The results recorded for plots 1, 2, and 12 show that this soil will not normally initiate the growth of Azotobacter mannite solution. When Azotobacter are introduced into the soil without at the same time altering the reaction they almost immediately disappear (plots 4,5 and 7). Even the introduction of a supply of available food in the form of Karo syrup (plot 7) did not enable the organisms to survive in sufficient numbers to be detected at the first examination made six weeks after inoculation.

When $CaCO_3$ was added at the rate of 5,000 lbs. per acre accompanied by inoculation (plot 8) Azotobacter were consistently recovered during the first year and occasionally during the second year after which they were never found. If the presence of Azotobacter be compared with the reaction it will be noted that the reaction immediately following treatment was unquestionably favorable, being much less acid than pH 6.0, but that the hydrogen-ion concentration soon reached a point where Azotobacter could not exist. However, several months probably elapsed before all particles of $CaCO_3$ disappeared, thus enabling Azotobacter to survive and be detected during a period of two years.

When the quantity of $CaCO_3$ was doubled (i. e. 10,000 lbs. per acre), accompanied by inoculation (plots 6,9, and 11) Azotobacter were consistently detected throughout the entire experiment in plots 6 and 11 and in most instances in plot 9. The inoculum used in plot 6, mixed culture, undoubtedly added many more organisms than were added to plots 9 and 11 while the addition of an available food material together with a favorable reaction enabled those introduced into plot 11 to multiply much more rapidly and become more thoroughly established, hence the differences exhibited by somewhat similarly treated plots. Both plots 6 and 9 apparently became too acid for the existence of Azotobacter but as already mentioned, even though the mass of soil is rather strongly acid, small particles of $CaCO_3$ are still visible in areas of the plot, and Azotobacter may be cultured from these plots for some time to come.

Plot 10, inoculated and limed at the rate of 20,000 lbs. per acre, still has a reaction near neutral and will probably continue for several years to exhibit Azotobacter consistently.

Where the reaction was made favorable by adding $CaCO_3$ without inoculating (plot 3) Azotobacter have been detected occasionally. The covering of pine needles probably made it more difficult than in Series I for the organisms to be transferred naturally from one plot to the other.

The effect of introducing Azotobacter into soils normally free from them upon their nitrogen fixing ability is shown quite definitely in the data presented. Thus plot 5, Series I, receiving NaOH, and plots 2, 4, and 5 Series II, receiving respectively Karo syrup, soil inoculum, and culture inoculum have exhibited no increase in nitrogen fixation. On the other hand those plots that were so treated as to maintain an Azotobacter flora, i. e. plot 3 and 7, Series I and plots 6,10, and 11, in Se-

TABLE XIV.—*Effect of introducing Azotobacter into a soil normally not containing them, but treated to support their growth.— Series II.*

Plot Treatment No.		Presence of Azotobacter, relative nitrogen fixation and reaction expressed as pH at varying intervals after treatment.																
		6 / 24 / 20	8 / 10 / 20	10 / 6 / 20	11 / 20 / 20	3 / 12 / 21	8 / 1 / 21	9 / 7 / 21	12 / 29 / 21	3 / 22 / 22	5 / 25 / 22	6 / 26 / 22	8 / 11 / 23	6 / 9 / 23	4 / 3 / 24	5 / 26 / 24	6 / 26 / 24	Average
1 Check	Azotobacter	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	N–Fixed			100	100		100				100	100	100	100	100	100		100
	pH	3.73				4.07	3.92					4.02		3.97		3.60	3.23	
2 Karo 180 gm (1)	Azotobacter	?–	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	N–Fixed			140	92		127				107	90	76	91	78	49		94
	pH	4.02				4.14	4.09					4.41		4.28		4.19	3.65	
3 Lime 420 gm.	Azotobacter	—	—	†–	†–	†–	—	††	—	—	—	—	††	†–	†–	—	—	
	N–Fixed			206	105		134				131	125	164	151	185	76		143
	pH	6.88				7.00	7.27					6.17		6.07		5.70	6.49	
4 Inoculated (2) (Soil)	Azotobacter	††	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	N–Fixed			143	105		123				63	100	144	87	105	109		109
	pH	3.82				4.14	3.97					4.51		3.99		3.63	3.41	
5 Inoculated (3) (Culture)	Azotobacter	††	—	—	—	—	†–	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	N–Fixed			116	94		130				74	80	108	96	60	105		96
	pH	3.94				4.66	4.04					4.26		4.09		3.94	3.80	
6 Lime 420 gm. Inoculated (Culture)	Azotobacter	††	††	††	††	††	††	††	††	††	††	††	††	††	††	††	††	
	N–Fixed			236	200		346				269	285	304	169	213	251		253
	pH	7.49				6.42	5.63					5.76		4.97		5.51	4.90	
7 Karo 180 gm. Inoculated (Soil)	Azotobacter	††	—	—	—	—	—	—	—	—	—	†–	—	—	—	—	—	
	N–Fixed			130	129		135				164	285	60	132	79	141		139
	pH	3.84				4.19	4.11					4.41		4.24		4.11	3.41	
8 Lime 210 gm. Inoculated (Soil)	Azotobacter	††	††	††	††	††	—	††	—	††	?–	—	—	—	—	—	—	
	N–Fixed			271	181		46				41	155	128	112	112	115		129
	pH	6.93				5.12	5.11					5.09		4.90		4.82	4.34	
9 Lime 420 gm. Inoculated (Soil)	Azotobacter	†–	††	††	††	†–	††	††	††	—	?–	—	†–	†–	†–	—	—	
	N–Fixed			228	200		291				112	140	132	152	160	148		174
	pH	6.70				6.70	6.56					5.98		5.03		5.26	4.92	
10 Lime 840 gm. Inoculated (Soil)	Azotobacter	††	††	††	††	††	††	††	—	††	†–	††	††	††	††	††	—	
	N–Fixed			244	178		304				112	165	232	252	217	173		209
	pH	7.02				7.41	7.13					7.03		6.74		6.91	6.54	
11 Lime 420 gm. Karo 180 gm. Inoculated (Soil).	Azotobacter	††	††	††	††	††	††	††	††	††	††	††	††	††	††	††	††	
	N–Fixed			200	160		325				206	365	220	142	282	206		234
	pH	7.08				6.91	6.27					5.43		6.09		6.31	5.88	
12 Check	Azotobacter	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	N–Fixed			100	100		100				100	100	100	100	100	100		100
	pH	4.01				4.26	4.14					4.38		4.23		4.04	3.58	

(1) Karo 180 gm. = 4,000 lbs. per acre.
Lime 210 gm. = 5,000 lbs. per acre.
Lime 420 gm. = 10,000 lbs. per acre.
Lime 840 gm. = 20,000 lbs. per acre.
(2) 1,000 gm. of a neutral soil containing a typical Azotobacter flora.
(3) Films from typical Azotobacter cultures.

ries II, which were limed and inoculated, have shown an average nitrogen fixation of from two to two and one-half times that of the checks. The remaining plots all of which have at some time shown Azotobacter have varied in their relative nitrogen fixing ability, depending upon the frequency with which Azotobacter were cultured.

There are certain irregularities exhibited in the data both with regard to reaction, presence of Azotobacter, and nitrogen fixation, but these in no wise screen the fundamental facts emphasized, namely: I. That the introduction of Azotobacter into soils which, normally do not contain them because of a too acid condition, is without effect in establishing a permanent Azotobacter flora; II. That if the acidity of such soils is reduced to a point favorable to Azotobacter by the addition of such basic materials as $CaCO_3$ and $MgCO_3$, and Azotobacter flora can be established by inoculating; III. That if the acidity of such treated soils again rise above pH 6.0 the Azotobacter will disappear; and IV. That the nitrogen fixing ability, as measured by culturing in a mannite medium, of a soil normally devoid of Azotobacter can be markedly increased by establishing an Azotobacter flora.

It is believed that the facts here presented lend substantial proof to conclusions already arrived at in Parts II and III, namely that the absolute reaction of a soil is the primary factor governing its ability to support an Azotobacter flora. It is also believed that these experiments, together with others presented in Parts I, II, and III offer a satisfactory explanation for many of the irregularities and discrepancies previously reported in inoculation experiments.

It is unfortunate that these experiments were not so planned that the nitrogen balance of the soil could also be studied. Other experiments now under way were planned with this in view and it is hoped that they will give some very definite information with regard to the effect of inoculating with Azotobacter upon plant growth and upon the nitrogen balance of the soil. The experiments here presented indicate very clearly one fundamental condition that must be fulfilled if one wishes to attain success in inoculating Azotobacter free soils with this group of organisms.

CONCLUSIONS.

I. It was found impossible to establish a permanent Azotobacter flora in the two Azotobacter free soils studied merely by introducing active living organisms. II. The absence of Azotobacter from these two soils and the failure of introduced Azotobacter to survive can be attributed to the acid condition of the soil. III. When Azotobacter were introduced into plots to which sufficient basic materials ($MgCO_3$ and $CaCO_3$) were added to make and maintain a favorable reaction, i. e., a H-ion concentration of less than pH 6.0, an Azotobacter flora could be established which, as far as experimental data are available, was permanent. IV. If Azotobacter were introduced together with insufficient basic materials to maintain a favorable reaction they were able to survive for only a limited time after the reaction reverted to a condition more acid than pH 6.0. V. The establishing of an Azotobacter flora in these soils, normally free from Azotobacter, increased their nitrogen fixing ability as measured in these experiments, from two to two and one-half times. VI. The data presented in this part of the paper together with that contained in the other three parts offer a probable explanation for many of the irregular and inconclusive Azotobacter inoculation experiments reported by other investigators.

GENERAL SUMMARY.

The Azotobacter group of organisms are widely distributed in American soils yet they appear to be absent from more than half of those examined in this laboratory. A large quantity of data relative to the conditions essential for the growth and existence of this group of organisms in media and in soils both in laboratory and field has been accumulated during the past few years and is in part presented in the preceeding pages. This evidence points, conclusively, to the absolute reaction or hydrogen-ion concentration of the soil solution as the predominant factor determining the presence or absence of their group of organisms. This relationship between reaction and growth of Azotobacter offers a satisfactory explanation for a number of observed phenomena that in the past have not been satisfactorily explained, such for example as: the relative case with which Azotobacter can be isolated from particles of limestone found in soils; the failure of certain Azotobacter inoculation experiments; the ability to recover these organisms from certain qualitatively acid soils and not from others; etc. Also there are numerous instances on record which show that the application of lime to acid soils results in a marked increase in plant growth resulting in the removal of more nitrogen from the soil and yet such treated soils do not show as rapid a decrease in their nitrogen content as do non-treated soils. The data presented in this paper suggest an explanation for this phenomenon.

It is also pointed out that soils not capable of supporting an Azotobacter flora can be readily rendered so merely by adding sufficient lime to reduce the hydrogen-ion concentration of the soil solution to a point suitable for the particular group of organisms. Furthermore these organisms can be readily artificially introduced into soils not containing them. The question of whether it would be economically practical to make and maintain a soil reaction favorable for these organisms and artificially introduce them remains to be answered. It is believed, however, that the prolonged productivity of limestone containing soils as well as the increased productivity following an application of lime to acid soils is in all probability due partially to the activity of the nitrogen fixing flora, among which Azotobacter are probably of the most importance.

The data here presented also suggest an accurate qualitative biological test for the reaction or lime needs of a soil. If further experimentation should show any correlation between the reaction requirements of Azotobacter and higher plants a quantitative method for making such a determination is indicated.

LITERATURE CITED.

(1) BONAZZI, AUGUSTO. 1921. Studies on Azotobacter chroococcum beij. In *Jour. Bact.*, v. 6, p. 331-369, 6 fig. *References*, p. 368-369.

(2) CLARK, WILLIAM MANSFIELD, and LUBS, HERBERT A. 1917. The colorimetric determination on hydrogen-ion concentration and its application in bacteriology. In *Jour. Bact.*, v. 2, p. 1-34, 109-136, 191-236, 9 fig. *References*, p. 233-236.

(3) FRED, E. B. 1918. Influence of reaction on nitrogen-assimilating bacteria. In *Jour. Agr. Research*, v. 14, p. 317-336, 1 fig. Literature cited, p. 335-336.

(4) GAINEY, P. L. 1918. Soil reaction and the growth of Azotobacter. (Preliminary paper). In *Jour. Agr. Research*, v. 14, p. 265-271.

(5) GAINEY, P. L. 1923. On the use of calcium carbonate in nitrogen fixation experiments. In *Jour. Agr. Research* v. 24, p. 185-190.

(6) GAINEY, P. L. 1923. A study of the effect of changing the absolute reaction of soils upon their Azotobacter content. *Jour. Agr. Research* 24; v. 289-296.

(7) GAINEY, P. L. and BATCHELOR, H. W. 1923. Influence of the hydrogen-ion concentration on the growth and fixation of nitrogen by cultures of Azotobacter. *Jour. Agr. Research*, 24 : p. 759-769.
(8) GAINEY, P. L. 1923. Influence of the absolute reaction of a soil upon its Azotobacter flora and nitrogen fixing ability. *Jour. Agr. Research*, v. 24 : p. 907-938.
(9) GILLESPIE, L. J. 1916. The reaction of soil and measurements of hydrogen-ion concentration. In *Jour. Wash. Acad. Sci.*, v. 6, p. 7-16, 2 fig.
(10) GREAVES, J. E. 1918. Azofication. In *Soil Sci.*, v. 6, p. 163-217, 1 fig. *References*, p. 207-217.
(11) HILDEBRAND, JOEL H. 1913. Some applications of the hydrogen electrode in analysis, research and teaching. In *Jour. Amer. Chem. Soc.*, v. 35, p. 847-871, 15 fig. Bibliographical footnotes.
(12) LATSHAW, W. L. 1916. Some comparisons of methods for determining nitrogen in soils. In *Jour. Indus. and Engin. Chem.*, v. 8, p. 1127.
(13) PLUMMER, J. K. 1918. Studies in soil reaction as indicated by the hydrogen electrode. In *Jour. Agr. Research*, v. 12, p. 19-31.
(14) SCHMIDT, CARL L. A., and HOAGLAND, D. R. 1919. Table of pH, H+ and OH— values corresponding to electromotive forces determined in hydrogen electrode measurements, with a bibliography. In *Univ. Cal. Pub. Physiol.*, v. 5, p. 23-69. Literature, p. 44-69.
(15) SHARP, L. T., and HOAGLAND, D. R. 1915. Acidity and absorption in soils as measured by the hydrogen electrode. In *Jour. Agr. Research*, v. 7, p. 123-145, 1 fig. Literature cited, p. 143-145.
(16) STOKLASA, JULIUS. 1908. Beitrag zur Keentnis der chemischen Vorgänge bei der Assimilation des elementaren Stickstoffs durch Azotobacter und Radiobacter. In *Centbl. Bakt.* (etc.), Abt. 2, Bd. 21, p. 484-509, 620-632, 3 pl.
(17) SWANSON, C. O., GAINEY, P. L., and LATSHAW, W. L. 1924. The calcium content of soils in relation to absolute reaction. *Soil Sci.*, v. 17, p. 181-191.
(18) YULE, G. UDNY. 1900. On the association of attributes in statistics ; with illustrations from the material of the childhood society, etc. In *Phil. Trans. Roy. Soc.* London, Ser. A., v. 194, p. 257-319.

P. L. GAINEY, *Manhatthan, Kansas (Etats-Unis)*. — **L'importance de la réaction du sol dans le contrôle de la fixation de l'azote dans le sol.**

RÉSUMÉ.

Les recherches faites dans le laboratoire de l'auteur pendant ces dernières années ont établi les faits suivants, par rapport aux microrganismes fixateur de l'azote, du groupe Azotobacter.

I. Lorsqu'on introduit des cultures pures d'Azotobacter dans des milieux de laboratoire, aucun développement n'aura lieu si le milieu est plus acide que pH 5.9-6.0. Dans le cas où le pH est au-dessus de 6.0, le développement s'effectue et à pH 6.2 et au-dessus une fixation considérable d'azote a lieu.

II. En réunissant des échantillons de sols très différents, et aussi dans des conditions climatériques différentes, etc., l'Azotobacter se rencontre dans très peu d'extraits ou de suspensions plus acides que pH 5.9-6.0. L'Azotobacter se rencontre généralement dans les sols qui sont naturellement moins acides que pH 5.9-6.0.

III. Il y a une relation presque absolue entre l'acidité du sol et la présence ou l'absence des Azotobacters ; cette relation a été vérifiée, dans plus de 400 cas, avec une exactitude de 0,960.

IV. Lorsqu'on mélange des sols plus acides que pH. 5.9-6.0, ne contenant point d'Azotobacters, avec des sols moins acides que pH 5.9-6.0, contenant des Azotobacters, ce groupe d'organismes disparaîtra rapidement de tous les mélanges, dont la réaction finale atteindra une acidité supérieure à pH 5.9-6.0. D'autre part les organismes se conserveront indéfiniment dans tous les mélanges dont l'acidité ne dépasse pas pH 5.9-6.0.

V. Lorsqu'on ajoute de l'acide aux sols moins acides que pH 5.9-6.0, de façon à élever l'acidité d'une manière permanente jusqu'à, ou au-dessus de pH 5.9-6.0, l'Azotobacter disparaît rapidement. Des quantités inférieures d'acides n'ont apparemment aucun effet sur la flore d'Azotobacter.

VI. En ajoutant des matières alcalines et non-toxiques (CO^3Ca) à des sols plus acides que pH 5.9-6.0, en quantité suffisante pour réduire, d'une façon permanente, l'acidité à moins de pH 5.9-6.0, et en inoculant de tels sols avec l'Azotobacter, celui-ci y restera indéfiniment. Des quantités inférieures de ces mêmes matières alcalines sont sans effet permanent, car l'Azotobacter disparaît après peu de temps.

VII. L'Azotobacter introduit dans le sol en champs plus acides que pH 5.9-6.0 disparaît bientôt. Par contre, il existe encore, au bout de quatre ans, dans des terrains qui avaient été chaulés suffisamment pour maintenir une réaction moins acide que pH 5.9-6.0. De tels sols possèdent encore aujourd'hui un pouvoir de fixation de l'azote, 2 ou 3 fois supérieur a celui de terrains contigus, inoculés et non-chaulés, non-inoculés et chaulés on bien des terrains non traités d'aucune façon.

P. L. GAINEY, *Manhattan, Kansas (U.S.A.)*. — **The Significance of Soil Reaction in controlling Nitrogen Fixation in Soils.**

ABSTRACT.

Researches carried on in the writers laboratory during the past few years have established the following facts in connection with the Azotobacter group of nitrogen fixing organisms.

1.) When pure cultures of Azotobacter are introduced into laboratory media no growth will take place if the medium is more acid than represented by pH5.9 to 6.0. If the pH is above 6.0 growth occurs and at pH 6.2 and above good fixation of nitrogen takes place.

2.) When soils are collected at random from widely varying soil, climatic, etc., conditions Azotobacter are found in very few, the extract or suspension of which are more acid than pH 5.9 to 6.0. Azotobacter are almost universally present in soils that are naturally less acid than pH 5.9 to 6.0.

3.) The association coefficient between absolute reaction of the soil extract or suspension and the presence in the soil of Azotobacter approaches very nearly perfect, *i. e.*, was found in a comparison of over 400 to be. 360.

4.) When soils more acid than pH 5.9 to 6.0, not containing Azotobacter, are mixed with soils less acid than pH 5.9 to 6.0, containing Azotobacter, this group of organisms will rapidly disappear from all mixtures the subsequent reaction of which is found to be more acid than pH 5.9 to 6.0. On the other hand they will remain indefinitely in all mixtures the reaction of which is less acid than pH 5.9 to 6.0.

5.) If acid in sufficient quantity is added to soils less acid than pH 5.9 to 6.0, containing Azotobacter, to raise the acidity permanently to pH 5.9 to 6.0 or higher the Azotobacter will soon disappear therefrom. Smaller quantities of acid are apparently without effect upon the Azotobacter flora.

6.) If non-toxic basic materials ($CaCO_3$) are added to soils more acid than pH 5.9 to 6.0 in sufficient quantity to permanently reduce the acidity to a point less than pH 5.9 to 6.0, and such soils are inoculated with Azotobacter they will remain therein indefinitely. Smaller quantities of the same basic materials are without permanent effect, the Azotobacter soon disappearing therefrom.

7.) Azotobacter introduced into field soils more acid than pH 5.9 to 6.0 soon disappeared, whereas they are still present, after four years, in soils that were limed sufficiently to maintain a reaction less acid than pH 5.9 to 6.0. Such soil possesses a nitrogen fixing ability 2 to 3 times as great as adjacent inoculated unlimed, uninoculated limed, or untreated soil.

Prof. A. BONAZZI,
Ohio Agricultural Experimeni Station, Wooster, Ohio, U. S. A.

THE MINERALIZATION OF ATMOSPHERIC NITROGEN BY BIOLOGICAL MEANS

INTRODUCTION.

The accompanying paper is not a compilation of all the literature on the subject of nitrogen fixation and mineralization by biological means. A complete review of the literature has purposely been avoided as it would lead us astray with no evident advantage. It his the belief of the author that the works herein analyzed are the most fundamental and appropriate for an impartial judgement of the subject.

The question of mineralization of the atmospheric nitrogen by biological means includes the study of the various forms to be found in the accompanying diagram, but, since the subject is far too big and abstruse for the present contribution, attention shall be centered only upon the group of bacteria typified by Azotobacter chroococcum, an organism upon which have been centered the author's investigations for a number of years.

The personal data herein presented are only used where they could fill a gap in the existing literature and no unnecessary details of manipulation are included, since these may be found in the memoirs to appear in the near future. It was the hope of the author to present in this study a synthetic review of the subject which would correlate the valuable existing data into a concrete organized whole, without following the far too common custom of giving a large list of undigested literature quotations. In the science of agronomy so many things and theories, which have an appealing side, have been accepted and perpetuated, even though no definite proofs be on hand to justify their unreserved acceptance. One of the many points upon which investigators have looked with pleasure, is that of the mineralization of the atmospheric nitrogen by bacteria, a phenomenon that the empyricist has also eagerly accepted and cherished. Unfortunately, it seems to the present author, the scientific side of the matter has not kept pace with our wishes, and we have been accepting a pleasing hypothesis as a proven truth. The present contribution is a reminder that the complexity of natural phenomena should be not lost sight of, and that synthetic studies of the knowledge accumulated in the literature are sorely needed before real sound progress can be made.

Phase of fixation by biological means . . . . . :
- Aerobic
  - non symbiotic
    - Azotobacter organisms
    - Other bacteria
    - Fungi
    - Yeasts
  - symbiotic
    - Rhyzobium
    - Various bacteriorhyzae
- Anaerobic . . . . . Clostridium and others.

FIXATION.

Since the present contribution is chiefly concerned with the study of the group Azotobacter, it may be of interest to examine the state of our knowledge with respect to the capacity of this organism to fix the free molecular atmospheric nitrogen of the air. Although BEIJERINCK (4) used in some of his experiments air washed with sulphuric acid and potassium hydroxide, he gives no details of the experimental procedure [1].

During the course of investigations on this subject, in this laboratory, it was found necessary to obtain, if possible, a definite irrefutable proof of the economic value of Azotobacter chroococcum. A study of the literature shows that although a reasonable proof has been established for the fixation of the molecular nitrogen by chemieal means the same cannot be stated about the alleged fixation of atmospheric nitrogen by biological processes. In fact, the proof of fixation of the inert atmospheric molecular nitrogen can only be looked for in the actual measurement of the decrease of the gaseous nitrogen contained in a culture system. Unfortunately, however, a proof of this nature is extremely difficult to obtain, owing to the fact that excessively meager quantities of nitrogen are found to be required by the organism under study. Indirect proofs have therefore been looked to as the only reliable ones for the demonstration of this important phenomenon.

JODIN apparently used gasometric methods for the measurement of nitrogen fixation. However, repeated attempts made in this laboratory failed to give satisfactory evidence on this point. Only once, was a decrease of 0.36 cc. of nitrogen at 0°C. and 760 mm. (0.5 mg.) found in a culture system in which measured doses of oxygen had been added from time to time.

The actual nitrogen increase in the culture solution in which the Azotobacter was grown is given in the accompanying table (No. 1).

TABLE I.

Nitrogen found in the solutions and the amount fixed by the living Azotobacter cells.

Flask No.	cc. N/50		mg. nitrogen	
	acid	alkali	found	fixed
15 Blank on reagents	25.00	23.25	0.05	—
16 Sterile solution.	25.00	19.95	0.95	—
17 Azotob. culture	25.00	16.67	1.83	0.88

[1] WINOGRADSKY has so far furnished the only rigid proof of nitrogen fixation by bacteria (42). The limited action of H_2O_2 on the spore stage of Clostridium Pasteurianum could be considered responsible for some cases of fixation by the acquatic plants studied by MAMELI and POLLACCI (29). What the should be said of such statements as those of LIPMAN (26) TRUFFAUT (41) and FULMER (47) apparently not based on any tangible proof whatsoever?

On the contrary, the indirect method of measuring nitrogen fixation has been tried with success. Two series of cultures were prepared: the first growing in a current of air which had been washed by passing through a tower with glass beads in sulphuric acid (concentrated) and potassium dichromate, then through one containing glass beads in 50 percent potassium hydroxide: the second, aerated with air passing first through a furnace glowing at 600-700°C. and then washed through high columns of the following solutions; cobalt chloride, potassium permanganate, arsenious trisulphide, lead acetate, concentrated sulphuric acid, water, 50 percent potassium hydroxide, water and water. Aeration in the first series was continuous for the first month, then intermittent, while in the second series it was daily for the first two weeks, then at less frequent intervals. The culture solution adopted in the first series had the accompanying composition, while the solution adopted for the second series was the usual Ashby medium with $CaCO_3$.

Deep well water	400 cc.
K_2HPO_4	0.2 gm.
NaCl	0.2 »
$FeSO_4$ 4 H_2O	0.02 »
Glucose	4.00 »

Each flask received 0.5 gm. of precipitated calcium carbonate.

The flasks used were in all cases large FERNBACH antitoxin flasks and the temperature of incubation never varied appreciably from 27° C. since the experiments were kept in a constant temperature room. The results are summarized in the accompanying table No. 2 where the values obtained with three strains of Azotobacter are to be found: W. 194-7 and W. 194-8 isolated from Wooster soils, and S. D. F80-1 isolated from a soil of the Republic of Santo Domingo in Central America.

TABLE 2.

Fixation of nitrogen by Azotobacter chroococcum growing in purified air and ordinary laboratory air.

Series & No.	Description of the treatment	mg. of nitrogen	
		found	fixed
I. 176–1	purified air	4.84	4.33
2	purified air	4.51	4.00
3	laboratory air	5.75	5.24
4	solution at start of experiment	0.51	—
II. W. 194–7	purified air	6.14	5.64
W. 194–7	laboratory air	6.61	6.11
W. 194–8	purified air	8.77	8.27
W. 194–8	laboratory air	5.72	5.22
SD.F80.1	purified air	7.04	6.54
SD.F80.2	laboratory air	5.60	5.10
	solution at start of experiment	0.50	

The large amount of fixation must in this case be attributed to the large surface of the solution in the flat bottomed flasks.

The water of the last washing tower of series No. 11, when tested, was found to give no reaction with the NESSLER, ILOSWAY-LUNGE or the Diphenylamine reagents, so that the air, as it reached the cells, was as pure as could reasonably be obtained.

The proof once obtained of the enrichment in nitrogen of the medium, under the condition of experiment, we may search for an explanation to be given to these facts. It is only the free atmospheric molecular nitrogen and the NO which could, under the conditions existing in Series II, reach the living cells of Azotobacter so that it is reasonable to assume that when made to live under these conditions, of nitrogen hunger, this organism *will* immobilise one of these two forms of nitrogen. It should be remembered in this connection that the real problem, from a scientific standpoint, of biological nitrogen fixation does not lie in the simple enrichment of the medium in nitrogen, but in the mechanism of the activation of the inert molecular nitrogen of the air [1].

Of maximum interest in all these studies is the form that the nitrogen assumes at the time of its intake by the protoplasm, and previous to its synthesis into complex proteins. It is true, STOKLASA advanced the hypothesis that Azotobacter chroococcum fixes the nitrogen by means of the hydrogen "*statu nascendi*" which, he claimed, this organism eliminated ([39]), however OMELIANSKY and SIEBER ([34]). object to this view on the basis of the questionable purity of STOKLASA's cultures. Again LIPMAN ([25]) suggested alanin as the first product of assimilation, and LÖW and ASO ([27]) thought of a direct union of nitrogen and water with the resultant formation of ammonium nitrite ($N_2 + 2H_2O = NH_4NO_2$). Nevertheless KELLERMAN found Azotobacter chroococcum ([20]) incapable of yielding even small quantities of nitric acids, while BEIJERINCK and VAN DELDEN ([5]) had already found that Azotobacter cultures failed to give a nitrite reaction, although they yielded an ammonia reaction.

The statement has been made (California Exper. Sta.) that nitrogen fixation by Azotobacter is a process of reduction, more economical than a process of oxidation. The fact that amino acids are the first steps in the protein synthesis is brought as a support of this hypothesis.

Indeed, it would seem an "*a fortiori*" prerequisite that the building stones be made before a complex structure could be erected, and by analogy it would really be difficult to see how Azotobacter could synthesize proteins without first building the necessary amino-acids. However, this assumption does not necessarily justify a reduction process as the initial one and, indeed, no proof is given in the aforementioned publication that may support the statement.

Oxygen is always used by Azotobacter chroococcum, so much so, that when the nitrogen of the air is replaced (following the technique established by LAVOI-

[1] MAASSEN and SCHOENEWALD find that Azotobacter is incapable of utilizing either the oxygen or nitrogen of the N_2O. They state: "Nach alledem sprechen also diese versuche nicht dafür, das die benutzten Bakterien ihren Bedarf an Sauerstoff oder ihren Bedarf an Stickstoff aus dem Stickoxydul zu decken vermogen, insbesondere wurde kein anhalt dafür gefunden, dass die knöllchenbakterien und der Azotobacter ihren Bedarf an Stickstoff dem Stickoxydul entnehmen Können"

SIER) by hydrogen and the requirements of the cells supplied with a nitrate, it will actively develop and multiply with an excellent rate of respiration and no disappearance of the hydrogen. That this is so, may be seen by the examination of the following experiment carried on in the author's laboratory.

A solution of the following composition was pipetted in 25 cc. portions into the culture flasks of an apparatus similar in construction to the Thunberg respirometer.

Deep well water.	100.00 cc.
Glucose	2.00 gm.
K_2HPO_4	0.04 »
$CaCO_3$	1.00 »

The addition of 0.05 cc. of a 4 percent solution of potassium nitrate completed the medium; the flasks and medium were sterilized in the autoclave. After boiling and cooling, inoculation was done by means of an active culture of Azotobacter. The culture system was exhausted by means of a mercury pump and filled, then, with measured volumes of purified hydrogen and oxygen gas in the ratio of 2.8 parts of hydrogen by volume to 1 part of oxygen by volume [1].

The removal of oxygen was not complete during the experimental period, but a steady decrease in the oxygen tension, as read on the Hg manometer, pointed to a vigorous growth of the organism used. The accompanying graph, pictures the lowering of the tension in the system.

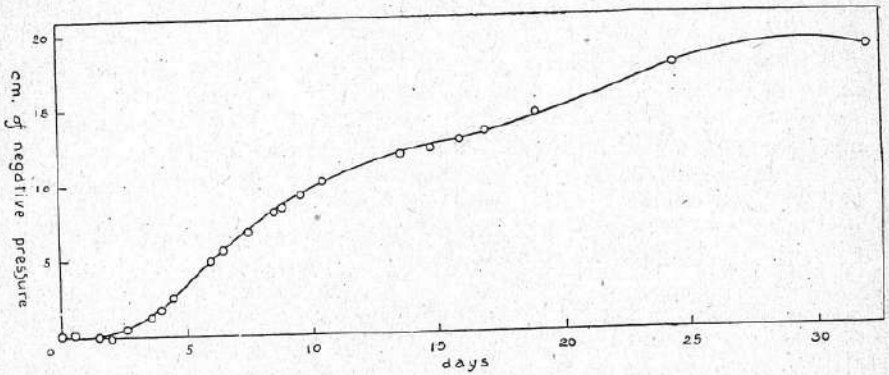


FIG. 1. — Decrease in the oxygen tension during the culture of Azotobacter chroococcum.

The total volume of hydrogen measured as it was placed in the system, and as it was removed after freeing it of oxygen by passing over

[1] The culture system after exhausting with a merzury pump received the gases from accurately graduated burettes, separately over mercury. The oxygen was prepared in a perfectly exhausted generator from Na_2O_2 and boiled H_2O, and washed by passing over $Ba(HO)_2$ and chromic acid. The hydrogen was prepared in an exhausted generator from zinc and H_2SO_4, and was washed by passing over lead nitrate and solid KOH.

solid phosphorus and water, served to establish the hydrogen balance which follows:

Hydrogen at the beginning at	0°C and 760 mm. = 61.68 cc.
Hydrogen at the end at . . .	0°C and 760 mm. = 61.71 cc.
	Balance . . . + 0.03 cc.

The quantity of hydrogen which could not be accounted for was, therefore, far within the limits of experimental error. It should be stated that, since during the period of 33 days of experiment, there was a good visible growth of Azotobacter and a nearly complete disappearance of nitrate in the inoculated flask, there is reason to believe that this organism does not need the atmospheric nitrogen and will develop in an atmosphere from which this gas has been completely removed. Correlating these results with those presented earlier in another publication (BONAZZI, [8]) [1] the conclusion must be reached that the fixation of the atmospheric nitrogen is not a function necessary to the Azotobacter cells even though this organism may be starved to it under special conditions. Oxygen is absolutely required for growth and for fixation, and it is difficult to reconcile this with the generalizations of the California

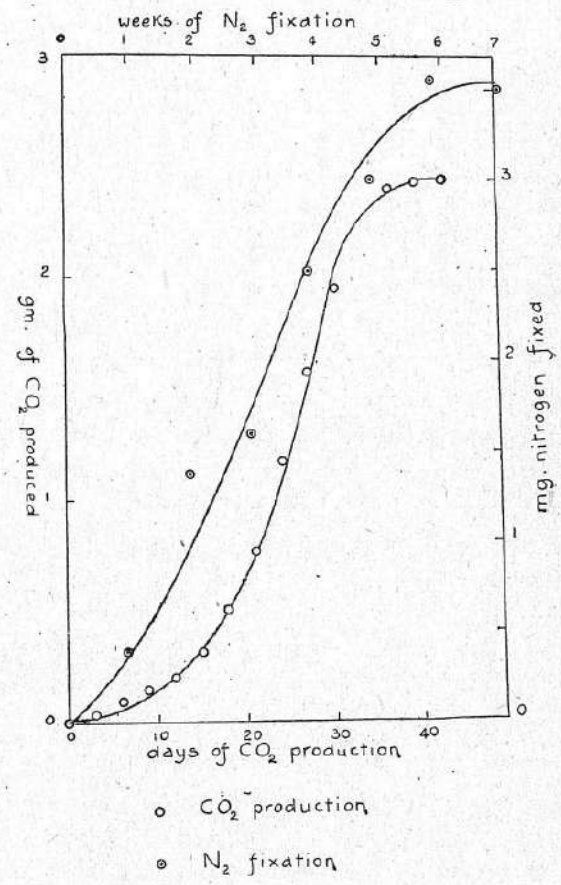


FIG. 2.
Velocity of production of carbon dioxide during the growth of the Azotobacter.

[1] A fresh suspension of pure Azotobacter chroococcum from Wooster soils in chloroform water, was found capable of breaking down hydrogen peroxide with the liberation of oxygen and water. This catalytic power of the organism is well shown by the following experiment carried out with a strain of this organism grown on mannite agar, containing calcium carbonate.

Two portions of the suspension of equal volume (2 cc) were used, one of which had been boiled

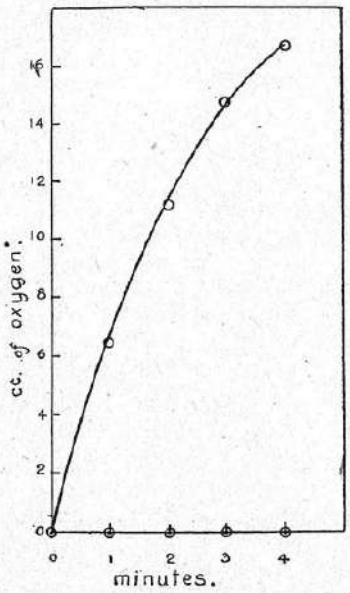


FIG. 3. — Catalytic power of Azotobacter suspension in $CHCl_3$ water.

investigators. It is true that reductions are possible in presence of oxygen (as has also recently been shown by BAUDISCH), but it is difficult to explain why oxygen is essential and why no products typical of reduction processes are found in active or old pure cultures of Azotobacter.

In fact the growth of this organism is accompanied by an active carbon dioxide production, with a respiratory quotient of 1 (KRZMIENIEWSKY and BONAZZI). The velocity of production of this gas is well pictured in Figure 2, plotted on the data furnished by KRAINSKY [22] [1].

The path of the nitrate breakdown might indicate a reduction process as made evident in Experiment 107, where twenty five cubic centimeters of a solution made up as follows were placed in five 300 cc. Erlenmeyer flasks.

for one minute to serve as control, while the other was used in the natural condition. The quantity of oxygen developed after varying intervals of time are given in table *a* and are graphically pictured in figure 3.

TABLE *a*.

Catalytic power of Azotobacter suspension in $CHCl_3$ water.

Time of action	Oxygen developed from Azotobacter chroococcum suspension	
	living	dead
minutes	cc.	cc.
0	0.00	0.00
1	6.50	0.00
2	11.20	0.00
3	14.70	0.00
4	16.70	0.00

An acetone ether preparation, used while still fresh, failed to give an appreciable liberation of oxygen even when 0.106 gm. of the dry powder were used for the test.

[1] Data of a similar nature presented by STOKLASA (38) have been questioned by KRAINSKY, and as has been seen before, it is doubtful whether STOKLASA'S cultures were pure.

Deep well water	1,000.00 cc.
K_2HPO_4	0.50 gm.
NaCl	0.50 »
$FeSO_4$	0.04 »
$C_5H_{12}O_6$ (glucose)	10.00 »
$Ca(NO_3)_2$	1.246 »

After sterilization all except one flask (No. 0) were inoculated with a pure culture of Azotobacter chroococcum, qualitative tests being made at frequent intervals for ammonia, nitrites and nitrates. The results obtained are summarized in table 3. Incubation was carried out at 30° C.

TABLE 3.

No.	Treatment	Days of incubation								
		2			4			6		
		NH_3	N_2O_3	N_2O_5	NH_3	N_2O_3	N_2O_5	NH_3	N_2O_3	N_2O_5
0	checks	1	0	##	##	0	##	##	0	##
1	inoculated	1	0	##	0	0	##	?	1	##
2	inoculated	1	0	##	0	0	##	?	1	##
3	inoculated	1	0	##	0	0	##	?	1	##
4	inoculated	1	0	##	0	0	##	?	1	##

In this table 0 indicates a negative test, whereas 1 and ## indicate positive reactions of increasing intensity.

An outstanding feature can here be noticed; ammonia which is formed at the expense of the nitrate and sugar in the sterile solution fails to appear in the inoculated cultures possibly due to the immediate removal by the Azotobacter cells. Nitrites appear in the inoculated cultures in conformity with the findings of HILLS (1920).

At the suggestion of Dr. Novy of the Michigan Medical School, the intake of oxygen by Azotobacter was studied, in order to compare it to the carbon dioxid evolution. A respirometer, very similar in principle to the THUNBERG'S micro-respirometer, with mercury seals and mercury manometer, was used, the cultural chambers of which were 150 cc. Erlenmeyer flasks. As will be seen in the following discussion these two curves of Azotobacter chroococcum activity are very strikingly similar. By allowing growth to take place in the presence of a carbon dioxid absorbent and making manometric readings at frequent intervals, during the period of incubation, a curve is obtained on plotting the results that practically parallels the curve of CO_2 evolution (figure 4).

A young agar culture of Azotobacter will remove the oxygen at a rapidly increasing rate until practically all this gas has disappeared, when this absorption

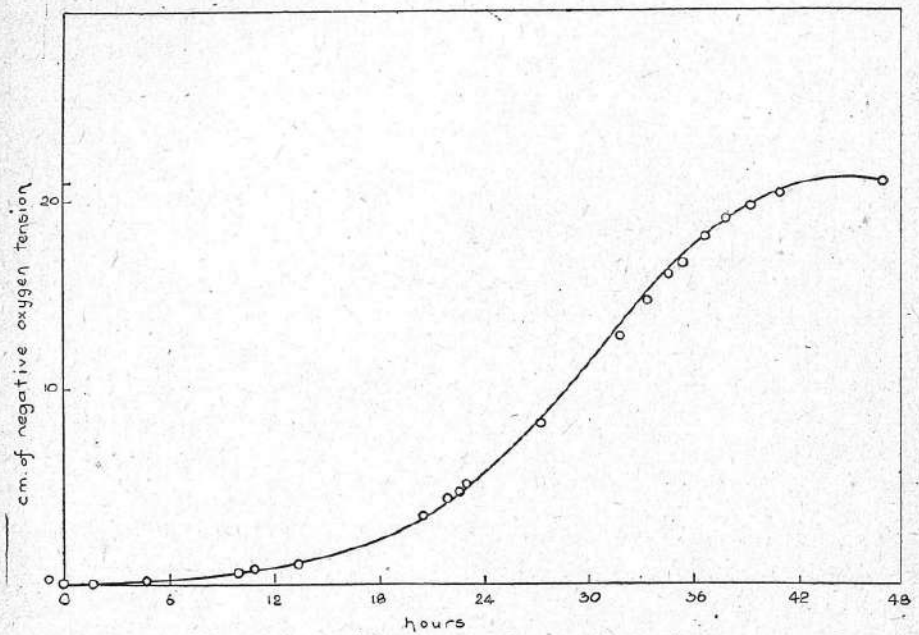


FIG. 4. — Curve of the absorption of oxygen by Azotobacter.

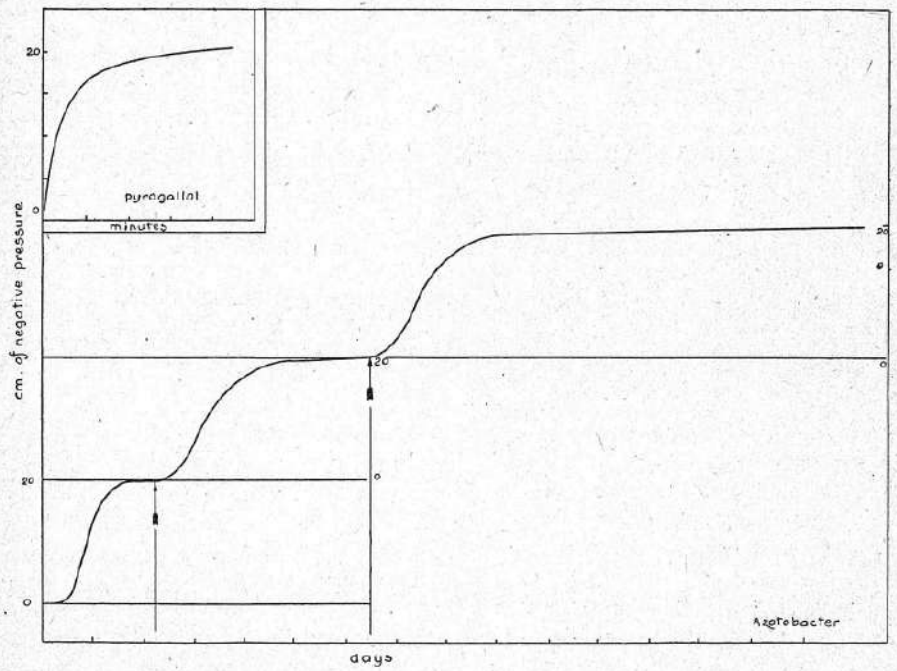


FIG. 5. — Curve of the absorption of oxygen by Azotobacter when this gas is renewed afterits supply has been exhausted by the bacterial action.

becomes slower, then nil This oxygen absorption curve, as may easily be realized, coincides closely to the growth curve of the organism and does not give a real index of the action of a mature culture. However, when oxygen is readmitted in a system from which Azotobacter has removed all this gas, a curve is obtained which, with short lag period, resembles the curve of oxygen absorption by alkaline pyrogallol. Thus figure 5 pictures the comparison of a massive culture on ASHBY's agar to the chemical absorbent. The arrows point to the renewal of the oxygen supply after its complete exhaustion by bacterial action.

The specific culture used in this case was started with a massive inoculation, so as to avoid long lag periods and to study the effect of size of inoculum on the activities of the organism. The similarity is striking.

That an increase of the oxygen content of the air has no effect upon the absorption is shown by the curve obtained when the ratio of the two gases is N:O as 59 : 53 (figure 6).

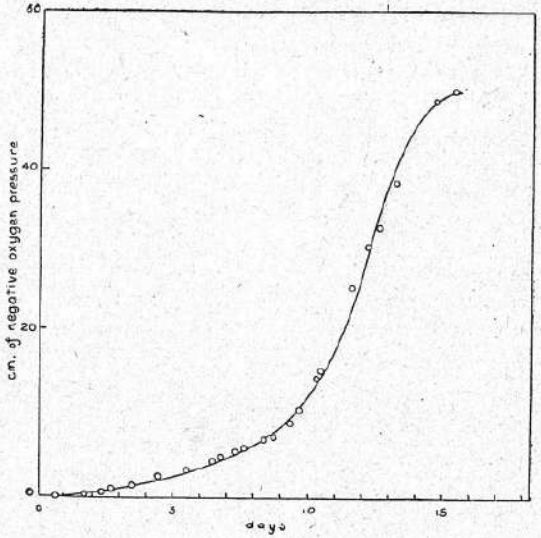


FIG. 6. — Curve showing that an increase of the oxygen content of the air has no effect upon the absorption by Azotobacter.

We have all reasons to believe that Azotobacter is an organism which will actively compete in the soil for the atmospheric oxygen and use this gas for purposes of respiration not only, but, if starved to it, for purposes of nitrogen activation as well. The respiratory activity of this organism is great and apparently complete chemically. So far OMELIANSKY and SEWEROWA failed to find acid by-products in cultures of Azotobacter chroococcum [33] and repeated efforts on the part of the present author, in cultures with and without $CaCO_3$, have led to similar conclusions. In fact the study of the hydrogen ion concentration in cultu-

res growing in a solution of the following composition gave the results tabulated below:

Tap water	1000	cc.
K_2HPO_4	0.2	gm.
NaCl	0.2	»
$MgSO_4$	0.2	»
Mannitol	15.0	»

H-ion concentration in cultures	
nitrogen free	containing N_2O_5
Ph 7.0	Ph 7.7

A culture growing in solution for five months at 27°C. when distilled with sulphuric acid and potassium dichromate yielded an acidity in the distillate which could be neutralized by 0.20 cc. of a 0.1 normal solution of potassium hydroxide, and when a portion of this culture was distilled in flowing steam for the determination of its content in volatile acids (after acidifying) the results were such as to be only equivalent to 0.3 cc. of 0.1 N acid in the culture. Thus, again, it is evident that this organism is incapable of forming, under aerobic conditions, alcohol or volatile acids. These conclusions are apparently corroborated by GAINEY [13] who finds that very slight if any changes in reaction of the media are produced by the growth of various strains of Azotobacter, indicating the production of inappreciable quantities of acid or basic metabolic product. These results cannot be correlated with the findings of WRIGHT [43] who found that the hydrogen on concentration of Azotobacter cultures growing in solution, was greatly shifted to the acid side with the resultant solubilization of minerals and rocks. It may be stated that the culture conditions adopted by WRIGHT (1000 cc. of solution in 1000 cc. Florence flasks) would approach anaerobic conditions and that this would tend towards an abnormal physiology and a hastening of the action of possible anaerobic contaminating forms. Again the buffer action of the solutions adopted by that investigator might be such as to very inadequately serve the purpose of the experiment.

STOKLASA finds [40] that cultures of Azotobacter can dissolve large quantities of phosphorus from various phosphates and phosphatic rocks, and concludes from his work that this organism plays a great rôle in the cycle of this element in nature. Unfortunately, the cultures used by STOKLASA were not pure and nothing can be stated with certainty in this connection. It would however be of great interest to know definitely the status of acid production by Azotobacter cultures under partially or completely anaerobic conditions of development. We do know definitely that under aerobic conditions i. e., when it can exert its nitrogen fixing powers in the laboratory, it is devoid of acid producing powers.

As has been stated above, the utilization of oxygen is closely connected with the utilization of the carbohydrate source. It should be mentioned here, before entering into a study of this question, that the criteria so far used as a basis for our knowledge of utilization of carbonaceous energy materials, have been faulty insofar as they have been limited to a study of the nitrogen fixation per unit weight

of carbohydrate. This criterion is misleading at best and gives no idea of the assimilability of the carbon source in presence of a nitrogenous compound i. e., the conditions met with in nature.

If the data presented by LÖHNIS and PILLAI, KRAINSKY and HOFFMAN and HAMMER [28], [22], [17] are summarized for the sake of comparison, table No. 4 is obtained which emphasizes the extreme variability of the nitrogen fixing powers of the organism under discussion, and the great unrealiability of the criteria used in the study.

TABLE 4.

Nitrogen fixation with different carbohydrates.

Sugar used	Nitrogen fixed per gm. of sugar–mg.				
	Löhnis and Pillai in presence of		Krainsky	Hoffmann and Hammer	
	$CaCO_3$	nothing		pure	impure
Mannitol	9.40	9.96	5.70	14.40	4.33
Xylose	9.54	9.40	...	4.55	...
Lactose	9.12	8.88	0.80	7.20	4.64
Levulose	8.52	8.80	5.55	10.30	1.68
Inulin	7.72	7.58	5.80	10.85	1.35
Galactose	7.86	7.44	0.67	7.35	1.16
Maltose	7.44	7.86	2.80	...	0.74
Arabinose	7.62	7.34	0.60	10.00	...
Dextrine	7.18	7.58	1.20	13.40	1.72
Saccharose	8.60	5.90	0.00	11.70	0.93
Glucose	4.62	4.36	1.35	8.95	1.65
Starch	3.36	3.50	0.40	...	...
Erythrite	...	...	0.00	...	...
Na tartrate	5.06	2.82	...	...	...
Glycerin	4.78	1.68	2.40	5.05	...
Na succinate	2.96	2.82	...	...	...
Ca lactate	2.49	2.22	...	...	...
Na citrate	1.42	1.00	...	...	...
Na propionate	1.10	0.96	...	...	...
K oxalate	0.12	0.26	...	...	...
Ca butyrate	0.02	0.16	...	...	...
Humus	−0.96	−1.10	...	...	...
Ca acetate	...	...	3.20	...	...
Ca propionate	...	...	0.00	...	...
Ca citrate	...	...	1.60	...	...
Methyl alcohol	...	...	0.00	...	...
Ethyl alcohol	...	...	1.00	...	...
Raffinose	...	...	...	5.35	2.23
Methyl glucoside	...	...	...	7.35	...
Mannose	...	...	...	7.90	...

The extreme variability in the values cannot all be explained on the fact that LÖHNIS and PILLAI used soil as an inoculum while the other investigators used pure cultures, since even when the pure cultures alone are considered the different strains behaved differently with respect to the various sugars and sources of energy. It would be justifiable to assume that the various strains could have distinctly

different nitrogen fixing powers for the same sugar, as these differences would be inherent to the environment of the organism previous to its isolation, but the relative activity of the same cells towards the various carbohydrates would be inherent to the protoplasmic makeup of the species, so to speak, and should therefore be uniform for the different strains irrespective of their origin.

The carbohydrate utilization however is not limited to the mono and disaccharides, and, as seen from the data of LÖHNIS and PILLAI, such polysaccharides as starch can be utilized by this organism when in impure cultures. In fact PRINGSHEIM [35] found that when Azotobacter was grown in combination with the organism of the methane fermentation of cellulose, it would utilize this source of carbon or some of the byproducts of the activity of its commensals, yielding a fixation of 4.2 mg. of nitrogen. Active fixation was also found by this author [36] when agar was used as a source of carbohydrate after having been acted upon by B. gelaticus. The nitrogen fixation when these two organisms were grown together on agar as a source of energy ranged from 6.8 to 14 mg.

The nitrogen fixed per gram of carbohydrate consumed, even though used extensively, is not an accurate index of the physiological function of the organism under study and should, therefore, be discarded. The utilization of carbohydrate, when considered with relation to the mass of active cells at work, presents some interesting features that will help in finding another measure of this activity. The present author has shown [8] that, by plotting the ferment power of Azotobacter chroococcum along the time axis, a shifting of this power is noticed. Whereas the unit of cellular substance in the unit of time could utilize 5.45 units of sugar, during the first few hours of growth, a unit of cellular substance in the unit of time could only utilize 0.28 units of sugar after an incubation of 30 days. Table 5 and figure 7 illustrate this point.

TABLE 5.

Ferment power of Azotobacter chroococcum.

Days of incubation	S : c. t
30	0.28
23	0.29
9	0.82
5	1.83
4	5.45

Where S is the sugar consumed, c is the mass of cellular substance at work during the period and t the time of incubation.

These findings can be reconciled with the statements of the California investigators purporting to show that not sugar, but products of its decomposition form the true source of carbon for Azotobacter [9]. However, no experimental proof is advanced by them to substantiate their statement. It is true undoubtedly that before even a monosaccharide can be utilized by an organism it must undergo a decomposition (NEUBERG and his followers have clearly demonstrated

this in their masterful contributions) and this may give the reason for the better utilization, by Azotobacter, of mannitol than of glucose. A similar phenomenon is found to take place in practically all oxidative phenomena, and the hydrocarbons themselves have been found to break down into the lower members of their omologous series during the process of burning. (BALY and co-workers).

The high ferment power during the first hours of growth indicates that Azotobacter chroococcum attacks the sugar, and that this substance loses thereby its reducing powers : however (BONAZZI [8]) it is not all completely changed over to CO^2 and water, and it must therefore go through a stage which would indicate, that the statements of the California investigators are correct. Support of this hypothesis is found in the gas analysis of active cultures made by the present author in 1919. ALLEN [1], and recently also HUNTERS [19], show that the greatest sugar utilization in a culture of Azotobacter takes place during the first few hours of growth, that period, in other words, when the number of active cells is limited but has a high ferment power. The work of HUNTERS is interesting in this connection, since, barring possible errors and some unexplainable discrepancies in the data, it corroborates the hypothesis advanced a few years ago by the present author. HUNTERS' data are here recalculated to give a clear picture of his finding (table 6) [1].

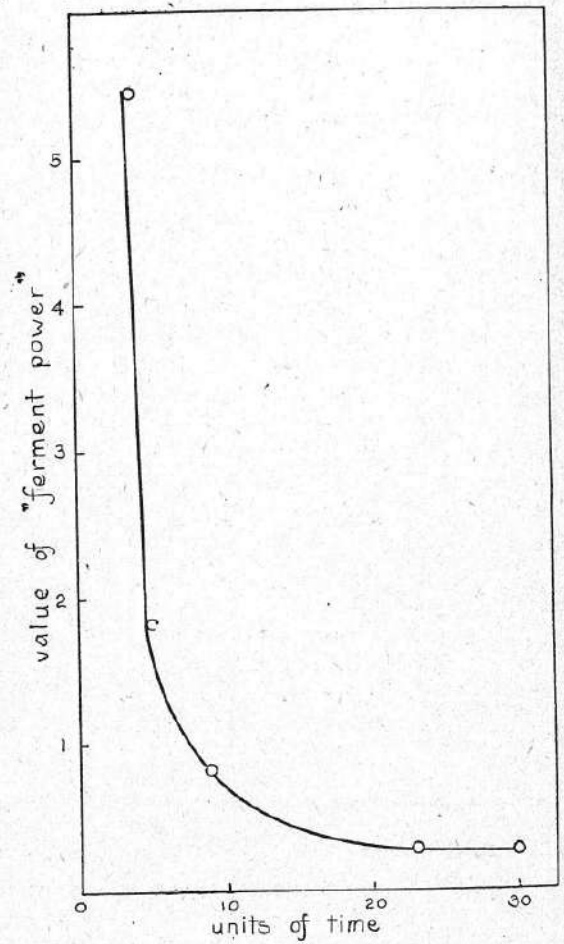


FIG. 7. — Curve of ferment power of Azotobacter.

[1] It is unfortunate that this investigator does not adopt more reliable methods, for separating the bacterial cells from the solution, than the lead acetate precipitation which would also separate some of the unorganized components which do not form integral part of the cells themselves. This may, in fact, explain the discrepancies in the values here presented.

TABLE 6.

Sugar consumed, cellular substance formed and total nitrogen fixed.

Period of incubation days	Azotobacter chroococcum								
	10 B			19			19-399		
	sugar consumed mg.	cells formed mg.	N-fixed mg.	sugar consumed mg.	cells formed mg.	N-fixed mg.	sugar consumed mg.	cells formed mg.	N-fixed mg.
0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0
1	...	167.0	1.82	510.0	145.0	4.31	330.0	57.3	5.6
2	522.0	11.5	6.95	490.0	223.0	3.90	610.0	190.6	4.6
3	420.0	−10.3	0.59	0.0	−60.0	5.51	60.0	−1.1	2.3
4	50.0	25.0	2.64	0.0	−23.7	1.71	0.0	−30.2	0.4

The sugar apparently disappears with the formation of a large mass of bacterial cells at the beginning, with only a relatively limited nitrogen fixing power. Considerable quantities of nitrogen are fixed, however, after the complete disappearance of the reducing sugars. During this second period there seems to be a disappearance of the cellular substance and it seems reasonable to assume that the cells are using stores of materials at first not utilized during the process of growth proper.

A similar autophagy has before been observed by the present author and is here introduced only to explain some of the discrepancies in HUNTER'S data.

It has been found before that in this first phase, the ferment power of the organism is great, and it is probably in this stage too that the fixed nitrogen in the medium (nitrate) plays an important rôle; in fact, it is at this stage that the nitrate assimilation is at a maximum. Evidence leads us to believe in a close relationship of the two exalted functions, high ferment power and nitrate disappearance.

It is in fact necessary to emphasize here in closing that even though proofs are now at hand to show beyond a doubt that Azotobacter can fix the free atmospheric nitrogen, there is an overwhelming amount of evidence to show that this organism will attack nitrates and cause a loss of nitrogen therefrom. Its activity as a fixer is, therefore, dependent upon environmental conditions and may be varied at will. The simple fact that neither the comparative data of KRZMIENIEWSKY, nor that of any other investigator consulted, shows a definite nitrogen fixing capacity per unit of carbonaceous energy material utilized, casts a doubt upon the indiscriminate, universal assumption that this organism is capable of enriching its medium, at the expense of the free molecular nitrogen of the atmosphere, at all times.

Again, its beneficial effects, if any may be felt, from its activity in the soil, are immediately dependent upon its resistance to the bacterial and other attacks in its natural medium, and should be here considered preliminary to the summarizing of our knowledge on the subject.

MINERALIZATION. BACTERIOLOGICAL PHASE.

Preliminary to a study of the mineralization of the nitrogen fixed by Azotobacter chroococcum, it may be necessary to look into the quantity of the nitrogen compounds in the cells of this organism.

Careful microscopical examination of a young active culture of Azotobacter, with or without staining, shows the cells surrounded by a thick "schlimeschicht" sometimes twice, in thickness, the length of the cellular diameter proper. Often cell division takes place within this gelatinous mass and groups of cells are formed which simulate zooglea formation. With the ageing of the culture this gelatinous material slowly decreases and, eventually, disappears leaving the cells with a relatively heavy cell wall, sometimes cemented together. This decrease in the quantity of jelly is accompanied by a distinct change in the appearance of the agar culture which passes from a moist, raised, to a dry, somewhat brittle flat growth. In solution cultures homologous changes also occur.

A process of concentration seems to occur, and it appears as if the composition of the cells should change from time to time. That this actually takes place is shown by the data presented by HOFFMAN and HAMMER [17] which is here reproduced *ad interim*. A growth of Azotobacter chroococcum on ASHBY'S mannite agar, scraped off at different ages, gave, when analysed for total nitrogen, the results calculated to the basis of dry matter, the following values. (table 7).

TABLE 7.

Composition of Azotobacter cells according to Hoffman and Hammer.

Age of culture in days	Percent of Nitrogen	Percent of protein
7.	1.86	11.62
9.	1.33	8.31
16.	2.62	16.37
18.	2.50	15.62
12.	2.84	17.75

These values are again emphasized by HOFFMAN when discussing STOKLASA'S work [16]. As may be seen, the nitrogen content increases appreciably with the age of the culture, but it is impossible to correlate these values with those obtained on other strains of the same organism due to differences in cultural and hereditary conditions. Thus, the values obtained by the present author on younger preparations, on ASHBY'S mannite agar, even though yielding results of the same order of magnitude (thereby supporting the contentions of HOFFMAN) varied sufficiently from them to indicate distinct differences in the characters of individual races of the organism.

In fact a growth 6 days old on mannite agar, incubated at 37° C., collected in chloroform water, precipitated twice with 95 percent alcohol, dried and analyzed, on the oven dry basis, gave a nitrogen content of 3.64 percent. Another pre-

paration also grown on mannite agar, scraped off and the growth washed with aceton and ether, yielded a substance the nitrogen content of which was 3.12 percent.

These values differ markedly from those presented by STOKLASA [39-40], who gives the nitrogen content of Azotobacter to be 10.20 percent, and who states that this nitrogen is chiefly in the form of nucleoproteids and lecithin. It is especially interesting that this investigator give the following composition for the cells of this organism :

Protein	61.25-71.87	percent.
Total nitrogen	10.20	»
Pure ash	5.60	»
In the ash P_2O_5	62.35	»

STOKLASA having found his cultures to yield hydrogen, during growth, advances the hypothesis that this hydrogen in a "*status nascendi*" is the key to the phenomenon of nitrogen fixation. OMELIANSKY and SIEBER [34], however, controvert this opinion on the ground that cultures giving off nitrogen could not be pure.

These authors analysed Azotobacter growths, finding the following composition typical of cells grown six days on dextrin agar.

Total nitrogen	2.068	percent.
Protein ($N_2 \times 6.25$)	12.925	»
Water	6.630	»
Ash	4.160	»
Non nitrogenous components	76.285	»
	100.000	

GERLACH and VOGEL found that Azotobacter chroococcum grown on glucose as a source of carbohydrate, contained 80 percent of protein, and it is interesting here that they should state definitely : " Erst nach der absterben der Bacterien und einer teilweisen Umsetzung der Eiweisskorper gelangt der Stickstoff im die Umgebende Flüssigkeit. Es bilden sich sodan, wie bei jeder zersetzung der Proteinstoffe, Stickstoffhaltigen verbindungen welche andere Lebewesen, so auch höheren Pflanzen zúr Ernährung dienen können. "...

However, they do not give the details of the cultural manipulations and the high value of 80 percent of protein in the cells is somewhat puzzling. All the facts so far presented in this review tend to justify the statement made by the present author in another publication that there seems to exist no definite relation between the nitrogen assimilated by a cell and the carbohydrate consumed in this work. This lack of a C : N ratio is especially evident in the work of KZRMIENIEWSKY [24] and can be verified and emphasized in the later literature on the subject.

The cells of Azotobacter, as has been seen above, have considerable quantities of non nitrogenous components and a content of ash which varies with cultural conditions. This last phase of the subject is especially emphasized by HOFFMAN

when discussing the work of STOKLASA [16]. In fact, the data presented by HOFFMAN, and here presented in table 7, goes to substantiate the existence of varying quantities of diluting substances at different times. HOFFMAN is inclined to believe that these substances are of a pentosan like nature and contain considerable quantities of P_2O_5 [1].

However, the simple statement of the quantity of nitrogen to be found in the cells of Azotobacter does not help us in understanding the function of this organism in nature. The fact itself that it may vary so much in its chemical composition under different conditions of environment, should lead us to carefully avoid sweeping generalizations as to its economic value.

Besides, as OMELIANSKY and SIEBER show, only 31 percent of the dry cellular mass is soluble in hot water and of this quantity some is represented by organic acids. No sugar seems to be released by hydrolysis with hot water. The latter finding has been corroborated by the present author. The preponderance of the carbohydrate component in Azotobacter cells is shown by the fact that 33 percent of the dry cellular mass is released as sugar on hydrolysis with 1.25 or 10 percent hydrochloric acid. When the hydrolysis is done with 25 percent sulphuric acid, on open fire, only 10-12 percent of the original bacterial substance is found as sugar. These losses are undoubtedly due to the breakdown of the sugar as soon as formed under the action of the strong acid.

These sugars, according to the Russian investigators, are derived from the thick gelatinous capsule characteristic of the organism.

Even then, the cells, as studied by these investigators, are highly resistant to hydrolysis, to the point in fact of leaving 25 percent of their original mass in an unhydrolysed state after the action of 25 percent sulphuric acid for 24 hours on the free flame. The nitrogen in this undissolved portion represented 0.755 percent of its mass. The filtrate from this residuum contained 87.33 percent of the nitrogen originally present in the untreated bacterial mass. Thus the unhydrolysed nitrogen was 13 percent of the total. In fact, the amino nitrogen in the filtrate constituted 62 percent of the nitrogen in the filtrate solution. Hydrolysis with 10 percent hydrochloric acid yielded the results summarized in table 8.

TABLE 8.

Composition of hydrolysis solution.

	first trials	second trials
	percent	percent
Ammonia nitrogen	9.90	9.60
Melanin nitrogen	3.65	3.50
Nitrogen of diamino bases	26.39	26.56
Nitrogen of monoamines	60.00	60.33

[1] HOFFMAN's statement follows : " In the case the zooglea mass contains P_2O_2, then the results aer explained by assuming, of course, the accuracy of the determinations in both cases "...

Somewhat similar results were obtained by the present author who found that hydrolysis with 25 percent sulphuric acid for 8 hours at 100°C and for one month in the cold yielded:

Nitrogen in solution	mg.	38.04	percent	92.51
Nitrogen in the insoluble portion	»	3.08	»	7.49

However, the important point in the value of Azotobacter, from the practical standpoint, lies in the nature of the nitrogenous combinations contained therein. It is true, histidin, arginin and lysin in the ratio of 1:10:14 were found by OMELIANSKY and SIEBER to be the chief components of the diamino fraction of the hydrolysate of the cellular masses of this organism, but it is impossible from this to know their state of organization in the cell. In order to clear up this point some of the cell substance of the pure Wooster Azotobacter chroococcum, grown on mannite agar, was used for digestion experiments. The digestions were protracted over 24 hours at 37°C. after which time formol titrations were made, after centrifugation in presence of ferric hydrate to separate the cells from the digestion fluid. The results of the titration are given in table 9 [1].

TABLE 9.

Formol titres of Azotobacter digests.

Active agent used	gm. Azotobacter cells used	cc. 0.1 N KOH as formol titre
25 cc. pepsine and Azotobacter	1.0245	0.84
25 cc. pancreatine and Azotobacter	1.1091	7.08
25 cc. water and Azotobacter.	1.0950	0.00
25 cc. pepsine alone	...	0.00
25 cc. pancreatine alone	...	0.00

Repeated experiments showed pancreatine to be the only preparation capable of yielding a formol titre with Azotobacter cells.

These findings are important insofar as they demonstrate that Azotobacter cells would, under natural conditions, be highly resistant to the attack of other soil organisms, since their nitrogenous substances would be only attacked by strictly proteolytic forms. The true proteolytic forms are preeminently anaerobic forms and would, therefore, not be active under normal soil conditions.

Very enlightening in this connection is the work of MOLÉR [31] who found that Azotobacter chroococcum does not form soluble nitrogenous substances.

By allowing cultures of this organism to grow in solution, from which an aliquote could be filtered aseptically from time to time, he obtained the values given in table 10.

[1] The solutions used were: pepsine 1.25 gm., HCl 10.00 cc. of 1.19 s. g. H_2O to make 1000 cc: Pancreatine 1.50 gm., Na_2CO_3 3.00 gm., H_2O to make 1000 cc.

TABLE 10.

Nitrogen in Azotobacter filtrates.

Culture inoculated 20 Sept. 1911	Nitrogen found on 100 cc. of culture filtrate
September 25	0.00
October 8.	0.00
October 13	0.00
October 20	0.08
In the bacterial residue at the end	7.23

Long standing does not apparently allow cellular substances to go in solution, since a culture incubated for 6 ½ months was found by MOLÉR to yield, when filtered

Bacterial mass nitrogen	5.50 mg.
Filtrate from culture.	1.15 »
Uninoculated control.	1.15 »

The fact, that in this last case the filtrate allowed the growth of a second inoculation of Azotobacter, shows that the sugars had not all disappeared, not only, but that there was no formation of toxic substances. These findings of MOLÉR seem to eliminate the possibility of autolytic enzyme production.

This author also found that B. prodigiosus as well as B. pyocyaneous interfered with the development of Azotobacter, even though the growing of Azotobacter, together with B. pyocyaneous in Witte peptone bouillon, did not destroy the nitrogen fixing organism on a 10 day incubation at 37° C. It is interesting here that trials made by MOLÉR with the pyocyanase of EMMERICH and LÖW [12] should prove this preparation without effect upon Azotobacter.

These last findings of MOLÉR could not, however, be substantiated by the present author. The following experiments give data which show that some organisms do have a definite effect, upon Azotobacter, that may sometimes reach a bactericidal point. It should be noted that seldom does the action of other organisms modify appreciably the macroscopic or microscopic appearance of already formed Azotobacter cells. In fact, studies made with B. denitrificans, B. subtilis (2 strains) and B. proteus vulgaris failed to bring about visible morphological changes in the cells of a two day old suspension of this organism. Antibiotic actions, when they do occur, are only noticeable by their effect upon the reproductive capacities of Azotobacter cells: these antibiotic actions are very distinct and specific, as may be seen in cross inoculation plates made following the accompanying technique.

Two strains of Azotobacter chroococcum from Wooster soil, one heavily pigmented dark brown-black, the other non pigmented and arising from the other as a mutant, were mixed and streaked in three parallel streaks on solidified mannite agar plates containing 0.05 percent of Witte peptone. Two cross inoculation streaks were then made, perpendicular to these, with one of the other organisms mentioned in table 11, with the result that six intersections were found in the plate

where the two organisms were growing side by side. Incubation was done at 27°C. with the accompanying results.

TABLE 11.

Antibiotic activities upon Azotobacter.

Class I Do not stimulate pigment production; do not allow invasion by Azotobacter	Class II Do not stimulate pigment production; but allow invasion by Azotobacter	Class III Stimulate pigment production and allow invasion by Azotobacter
B. subtilis B. denitrificans	B. albicans PS2 from soil B. coli B. sulphureus	B. mycoides B. anthracis Sarc. lutea B. dysenteria Shiga Str. pyogenes albus

The organisms of Class I tended to check the development of Azotobacter, and especially of the pigmented strain, while the organisms of Class II, even though allowing good development of the non pigmented strain, tended to check the development of the pigmented type. The organisms of Class III, on the contrary, appeared to have no effect on the growth of the pigmented strain. It is interesting that to this class should belong the pathogenic forms used in the study.

When 1 percent Witte peptone bouillon, to which has been added 1.5 percent of mannite, and an excess of $CaCO_3$, is inoculated with Azotobacter chroococcum and other contaminating forms, and is then allowed to incubate at 37°C., it is found that not all organisms have the same effect on the nitrogen fixing form. Microscopical examination of the culture shows the slow disappearance of its cells in some cultures, while transfers onto slanted mannite agar give the results tabulated below in table 12 where +, and O, indicate good Azotobacter growth and no growth respectively.

TABLE 12.

Action of contaminating organism on Azotobacter

Azotobacter and various contaminants	growth of Azotobacter on mannite agar after the action of the contaminant
1. Azotobacter alone	+
2. » »	+
3. » »	+
4. » »	+
5. » »	+
6. B. pyocyaneus Wooster.	O
7. B. pyocyaneus Hadley	O
8. B. subtilis A. M.	+
9. B. subtilis Wooster.	O

Azotobacter and various contaminants	growth of Azotobacter on mannite agar after the action of the contaminant.
10. B. mycoides A. M.	+
11. B. mycoides Wooster.	+
12. B. mycoides Water.	O
13. B. proteus vulgaris.	O
14. B. denitrificans	O
15. B. coli	O
16. B. sulphureus	+
17. B. $1PS_2$ from soil	O
18. B. dendroides	+
19. B. dendroides	+

The action of the infecting organism, in this case, was possibly due to the byproducts of the carbohydrate metabolism of those forms, and not necessarily to their proteolytic activities, so that their antibiotic actions are in reality dependent upon environmental conditions. The presence of $CaCO_3$ in excess, in the cultures, however, tended to obviate the action of acid byproducts.

The action of some of the organisms is undoubtedly due, however, to their proteolytic activities, as may be seen from the accompanying experiments.

Two strains of B. pyocyaneus, one from Dr. PHILIP HADLEY of the Michigan Medical School, the other isolated in Wooster from the throat of a chicken were grown on plain Witte peptone bouillon (Ph. 7. 4) for 12 days at 27° C, then filtered through sterile porcelain filters into sterile flasks. By means of Pasteur pipettes the sterile filtrate was distributed into sterile test tubes and diluted as is shown in the accompanying table 13. (Some tubes of sterile bouillon received the addition of several drops of the filtrate to test its sterility). Together with the filtrate some tubes with sterile bouillon Ph 7.4 were also used to study their effect on the growth of Azotobacter, since all the tubes were then inoculated with this organism using a large loop of the agar growth in some cases, or 1 to 2 cc. of liquid culture which had grown with, or without, nitrates in the form of $Ca(NO_3)_2$. Similar technique was used in the preparation of filtrates from two strains of B. subtilis, the one isolated in Wooster, the other obtained from the Army Medical Museum in Washington. In these cultures, however, growth took place for 4 days in 2 percent Witte peptone bouillon following the recommendations of NICOLLE [32], who found that this medium yielded cultures capable of exerting strong antibiotic actions.

Also in this case were inoculations into bouillon made of the filtrate, to test its sterility. The filtrates from B. pyocyaneus were typically green, the Wooster strain by far the deepest in color. In every case perfect sterility of the filtrates was demonstrated.

Immediately after inoculation with Azotobacter, and at varying intervals shereafter, transfers were made from the experimental tubes onto slanted mantite agar, and observations made, macro and microscopically, to detect the presence or absence of Azotobacter development.

TABLE 13.

Action of the filtrates from various contaminants on Azotobacter [1].

Series	Plan of experiment	Hours of action before transfer to mannite agar					
		0	3	5	20	27	51
A — Undiluted filtrates inoculated from mannite agar slant 4 days old							
	Sterile bouillon	+	—	—	+	—	—
	Sterile bouillon	+	—	—	+	—	—
	B. pyocyaneus Hadley	+	—	—	o	—	—
	B. pyocyaneus Wooster	+	—	—	o	—	—
B — Inoculated solution culture with resultant dilution, 2 cc. of culture received:							
	Sterile bouillon alone no filtrate	+	—	—	+	—	—
	Ster. bouillon no filtrate	+	—	—	+	—	—
culture without nitrate	B. pyoc. Hadley 10 drops filtrate	+	—	—	+	—	—
	B. pyoc. Hadley 2 cc. »	+	—	—	o	—	—
	B. pyoc. Wooster 10 drops »	+	—	—	+	—	—
	B. pyoc. Wooster 2 cc. »	+	—	—	o	—	—
C — Inoculated with solution culture with resultant dilution, 2 cc. of culture received:							
culture with nitrate	Sterile bouillon no filtrate	+	—	—	+	—	—
	Sterile bouillon no »	+	—	—	+	—	—
	B. pyoc. Had. 10 drops filtrate	+	—	—	+	—	—
	B. pyoc. Had. 2 cc. »	+	—	—	o	—	—
	B. pyoc. Woos. 10 drops »	+	—	—	+	—	—
	B. pyoc. Woos. 2 cc. »	+	—	—	o	—	—
D — Inoculated from 6 day old mannite agar slant	Ster. bouillon 2 % peptone	+	—	+	—	+	+
	B. subtilis Wooster filtrate	+	—	+	—	+	+
	B. subtilis A. M. M. filtrate	+	—	+	—	+	+

A glance at this table will show that pyocyanase has a distinct bactericidal effect upon Azotobacter, whether this organism be grown in presence or absence of nitrates. Thus, the synthetes of Azotobacter are not sufficiently modified by the presence of a nitrate to make them behave differently in presence of the enzymes of B. pyocyaneus and its byproducts.

It should be mentioned here, however, that long standing of these filtrates at room temperature in diffused light so deteriorated them that they lost inhibitory powers for some organisms.

B. subtilis, contrary to the findings of NICOLLE, does not seem to have an appreciable effect on Azotobacter. This may be ascribed to one of the two following reasons: (*a*) difference in the strain of B. subtilis used, and (*b*) difference in the synthetes of Azotobacter from the synthetes of the organisms upon which NICOLLE found this bacterium to be active. The first of these two possibilities seems to be obviated by the different origin of the two strains of B. subtilis used, and the second possibility appears therefore to be the more plausible.

The findings of MOLÉR, relative to the resistance of Azotobacter cells to the digestion by various protozoa, seem to support the latter view. In fact, out of

[1] + = good Azotobacter development.
o = no Azotobacter.

five species of amoeba studied by this author, only two were found capable to eating (fressen) the nitrogen fixing organism. It may be mentioned in fact, that the key to the availability of the atmospheric nitrogen as fixed by Azotobacter chroococcum, with the subsequent utilization by higher plants, is looked for by MOLÉR in the protozoan population of the soil. He states in fact... " Bodenimpfungen mit Azotobacter chroococcum habe, worauf Benecke aufmerksam gemacht, keine erfolg gehabt. Dies könnte sich wenigstens im einigen fallen daraus erklären, das den betreffenden Boden eben diejenigen Amöben fehlen, welche geeignet sind das Azotobacter abzubauen "...

This hypothesis of MOLÉR needs further study, and it may here be mentioned in passing that microscopic examination of living amoeba and other rhyzopodes of various kinds from Wooster soils and manure piles, placed in Azotobacter suspensions, showed their action on these organisms to be very limited.

AGRONOMIC PHASE.

When Azotobacter chroococcum is considered in its relations to higher plants and its influence upon their nitrogenous nutrition, we are struck by the large number of contradictory statements, ranging from those of authors who make these organisms responsible for many of the unexplained apparently positive nitrogen balances in a soil, to those purporting to show that this organism has been far too much emphasized in the past. It is the object here to present some of the experimental evidence in both directions preliminary to formulating a final judgment on the matter.

Unfortunately, so much of the material to be found in the literature is so faulty, from a technical standpoint, and carried out under such unnatural conditions, that a great mass of it should be discarded *a priori* in order to avoid unnecessary discussion.

KOCH in 1910 [21] studied the availability of cellulose as a source of carbon for nitrogen fixation. He isolated cellulose fermenting organisms from various sources and with them inoculated 400 gm. of soil which had received the addition of cellulose and sugar. The arrangement of his experiments and the results obtained by him, are summarized as table 14 of this contribution.

TABLE 14.

Utilization of cellulose as a carbon source in nitrogen fixation.

	Conditions of experiment					
	400 gm. soil 12 gm. cellulose 2 gm. glucose				400 gm. soil 14.5 gm. dextrose alone	
	1	2	3	4	5	6
Cellulose bacteria from	Soil	Compost	Liq. Manure	Canal-mud	Uninoculated	
N_2 fixed in 100 gm. soil	90.73	92.05	117.27	87.15	115.31	84.45
Minus fix. by soil alone	6.28	7.60	32.82	2.70	26.86	...
Actual fix. on 400 gm.	22.04	26.68	115.20	9.48	94.28	...
Minus sugar value	9.04	13.68	102.20	0.00	...	...
Cellulose consumed	1.20	3.85	10.35	1.85	...	...

No statement can be made, however, in this connection as to whether the nitrogen increases were due to Azotobacter or to some other organism, even though PRINGSHEIM did show that this organism is capable of utilizing the sugars and decomposition products of cellulose break-down.

It is to be mentioned in addition that the abnormal conditions here attained would tend to make these fixation values very much higher than would be justifiable under field conditions. In fact, 12 gm. of cellulose in 400 gms. of soil constitute a quantity of 60,000 pounds of cellulose per acre, or as much as 30 Tons per acre (practically 15 times a good clover crop or as much as 30 times the average wheat straw yield of an acre of good farm land.) In addition to this, 2 gms. of glucose per 400 gms. of soil constitute an addition of 10,000 pounds of easily available carbohydrate per acre, a quantity far above reasonable practical limits. (The average bulk application of barnyard manure seldom exceeds 5 Tons per acre.) These objections are in reality applicable to most of the so-called practical work in soil bacteriology, especially that phase of it that is concerned with the study of nitrogen fixation ; it is difficult to find contributions in which they have been obviated to a reasonable extent. Organisms in the soil are dependent for their energy supply upon the naturally occurring carbohydrates and other carbon compounds, and of these only small portions are easily available, so that the addition of excessive quantities of these compounds, as is often done, really does not help us in interpreting the phenomena as they occur in nature. The statement may be made that it is necessary to establish extreme conditions in order to facilitate the study, but this argument is not valid when we attempt to investigate the *real* value of Azotobacter in nature.

Again, some of the plant products found in the soil exert a deleterious influence upon the organism under study, as is demonstrated by GIBBS in his study of the forest floor coverings. Cedar, fir, larch, white and yellow pine leaves and needles are decreasingly active, in the order named, in checking Azotobacter development even though decomposition does modify their physiological behavior, while ash and maple leaves tend rather to hasten its development, and nitrogen accumulation [1].

DVÓRAK, in a valuable contribution [10] to the subject, studied the utilization of different plant residues for nitrogen fixation. The accompanying table 15 summarizes the plan of his experiments and the results obtained.

The value of fresh clover is striking, and this is especially interesting when the decomposition values of the various products are examined, taking as an index of *decomposibility* the quantity of carbon dioxide developed when 10 gms. of these substances are added to 500 gms. of soil. The values obtained by DVÓRAK are here summarized in a graphical form so as to save space and facilitate interpretation (see figure 8).

[1] The work of REED and WILLIAMS also shows that some of the soil organic components do influence nitrogen fixation by Azotobacter in varying degrees and manner.

TABLE 15.

Plant products and nitrogen fixation.

Plant products used	Nitrogen fixed per 100 gms. of carbon in the product
Picea needles	57.30
Quercus leaves	89.50
Acer leaves	126.90
Maiz fodder	280.30
Medicago hay	319.50
Triticum straw	325.40
Secale straw	596.80
Lupinus fresh plants	711.50
Trifolium fresh plants	1237.90
Glucose	1456.50

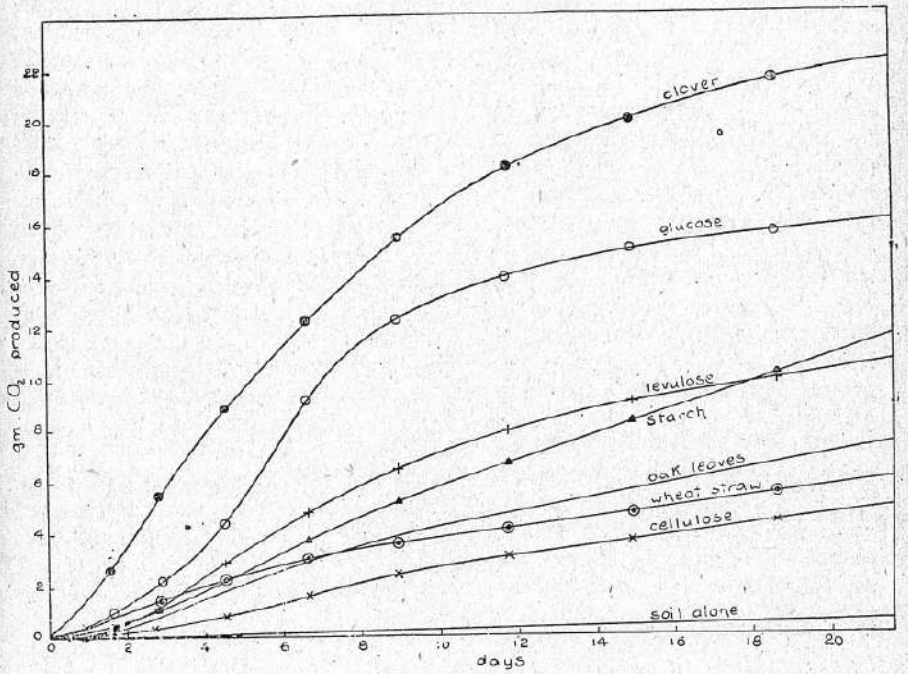


FIG. 8. — Plant products and nitrogen fixation.

Even this interesting contribution of DVÓRAK however is subject to the objection of unpracticability, and is in this respect faulty to the same extent as that of KOCH, mentioned above. This is evidenced by the fact that in some cases the

processes of decomposition are far more active than the processes of nitrogen fixation, with a resultant diminished economy. DVÓRAK concludes that the better respiration of the green materials is to be found in the fact that through the action of enzymes the di- and polysaccharids are transformed into glucose which is, by far, the best utilized carbohydrate for nitrogen fixation. A glance at the table presenting the work of LÖHNIS and PILLAI, HOFFMAN and HAMMER and of KRAINSKY tends to cast a doubt upon this statement. In this connection it is extremely necessary to keep in mind the fact that also in the feeding of higher animals, fresh vegetable feeds have proved of far different value, in maintaining positive mineral balances, than the same feeds when dry, leading to the acceptance of the possibility that the different degrees of hydrations of the component colloids may play an important rôle in this phenomenon. (HUNT [18]).

It is only when Azotobacter is inoculated in the soil without the addition of foreign carbohydrates than those found originally in this medium, that the real value of this organism in nature is studied, and that its real practical value is put to a test. The fact once established that this organism can fix atmospheric nitrogen, when forced to it under special conditions, should "*a priori*" lead to the conclusion that the addition of excessively large quantities of energy material to the soil, originally or artificially populated with this organism, should yield positive results. It is the store of energy originally in the soil, or such stores as may be formed in the future "*in situ*" in the form of plant roots and plant offals (and not the crop removed in farm husbandry for other purposes) that should be considered in this connection. It is true that green manures are chiefly in the form of green fresh plant tissues but, even then, the competition of the soils microbiota is great, and a crop as it is usually turned under, in this practice, seldom exceeds a small fraction of a normal crop for market. Considering clover as a typical example, since its value has been so strongly emphasized in the work here referred to, we may assume: a good crop for the market is not more than 8000 pounds of fresh material per acre, yielding at the most 2000-3000 pounds of cured clover hay. It is seldom, if ever, that such a crop is turned under for green manure, a practice which would be wasteful from the economical standpoint. It is then an unsound deduction to take the values of nitrogen fixation obtained by the addition of 60,000 pounds of cellulose and 10,000 pounds of glucose (as used by KOCH) or 40,000 of dry matter in the form of fresh clover hay (as in DVÓRAK's work) as typical of the possibilities in the field. The same objections may be reiterated with respect to the generally accepted methods in soil bacteriology where 1-2 gm. of mannitol or glucose are added to 100 gm. of soil to study the capacity of that soil to fix atmospheric nitrogen, a quantity which represents an application of 20,000 pounds of the substance per acre.

It is true that the quantity of root substances of a clover crop equals and sometimes exceeds the quantity of the aereal portion of this plant, but its composition is distinctly different, quantitatively as well as qualitatively, and it stands to reason that the utilization of this material is slow, difficult and incomplete. That this discussion is borne out by actual experimental evidence is to be seen in the work of GERLACH and VOGEL, who found that the benefits to be derived by the inoculation of a soil with Azotobacter chroococcum are meager if any at all [14].

In this elaborate series of experiments the authors attempted to make a comparison between natural and inoculated soil, the same soil receiving 286 kgms. of glucose per hectar, this treated soil, together with Azotobacter inoculation and, finally, the natural soil, the inoculated soil, the soil with glucose and the same uninoculated soil receiving $NaNO_3$ at the rate of 286 kgms. per hectar.

The effects of the treatments are here summarized in tables 16-17, where the values for the sugared and non-sugared soil are averaged, since they failed to show any difference worth mentioning. This averaging was done by the authors themselves and is here accepted.

TABLE 16.

Soil inoculations without sugar additions.

Crop	Treatment	Dry matter of crops		Nitrogen in crops	
		actual	percent val.	actual	percent val.
Oats	not inoculated	168.83	100	1.557	100
	inoculated	175.43	104	1.587	102
Mustard	not inoculated	59,59	100	1.124	100
	inoculated	84,62	142	1.505	135
	not inoculated	17.86	100	0.375	100
	inoculated	20.53	115	0.485	127
Carrots	not inoculated	125.89	100	0.915	100
	inoculated	104.66	83	0.691	78
Total of all crops:					
	not inoculated	372.17	100	3.971	100
	inoculated	385.24	104	4.268	107
1 gm. Na NO_3 — N_2 not inoculated		774.28	208	11.661	293

A very uncertain benefit, if any, is realized in these cases from the inoculation, an effect in fact that becomes with some crops negligible or even harmful. The addition of sugar, as has been mentioned above, had no effect; in fact, closer analysis will show that if it exerted any influence, this was a deleterious one. Table 17 demonstrates this point clearly.

TABLE 17.

Inoculation of soils and sugar additions.

	gms. of dry matter produced			
	no sugar		with sugar	
	not inoculated	Azotobacter	non inoculated	Azotobacter
Oats	168.83	175.43	177.48	163.58
Mustard	77.45	105.15	83.42	74.95
Carrots	125.89	104.66	109.02	124.73
Total of all crops	372.17	385.23	369.92	363.26
Expressed as percents	100—	104—	100—	98—
Nitrogen in crops	100—	107—	100—	94—

When Azotobacter chroococcum in mass cultures was sprayed in the field, on plots, and drilled in, the results obtained with sugar beets, as a crop, were far from promising as may be seen in the comparison drawn below.

		Kgm. of Roots
Inoculated	1	2214
	2	2259
	3	1950
Uninoculated	1	2386
	2	2825
	3	2633

These results of GERLACH and VOGEL are corroborated by the findings of EMERSON, who in an elaborate series of experiments [11] studied the question of inoculation of soil with Azotobacter. Oats straw or ground clover hay, at the rate of 5 tons per acre (10,000 pounds of dry matter, an application equalling the best clover crop obtainable in ordinary farm practice for market purposes) constituted the addition of foreign materials for energy purposes. The results of such a treatment, even though under abnormal conditions, are far from favorable in every case, and, as will be seen in the appended tables 18 and 19, show in some cases a very unfavourable influence accruing from the inoculation with Azotobacter chroococcum.

When these soils are studied, after three cropping periods, and EMERSON'S data are used in drawing a total nitrogen balance, we see that, when crops were grown, inoculation had a beneficial effect only once out of four trials, and that the uninoculated soils for some unaccountable reason fixed in several cases more nitrogen than the inoculated.

TABLE 18.

Effect of Inoculation with Azotobacter on nitrogen balances in the soil.

	First crop period. gm. of nitrogen					
	Cropped soils			Fallow soils		
	Uninoculated	Inoculated		Uninoculated	Inoculated	
	Soils 75–76	Soils 2–4	Soils 10–12	Soils 73–74	Soils 1–3	Soils 9–11
	Oats straw additions.					
Soils alone	2.4910 *	2.4910	2.4910	2.3494	2.4910	2.4910
In seed	0.0136	0.0136	0.0136	...	...	...
Total at start	2.5046	2.5046	2.5046	2.3494	2.4910	2.4910
In soil at end	3.5085	2.9883	3.5380	3.5942	3.3499	3.2210
Fixed in soil	1.0039	0.4837	1.0334	1.2448	0.8589	0.7300
In crop	0.0740	0.0123	0.0564	...	...	...
Total fixed	1.0779	0.4960	1.0898	1.2448	0.8589	0.7300
	79–80	6–8	14–66	77–78	5–7	13–15
	Clover hay addition					
Soils alone	2.7647	2.7647	2.7647	2.3494 *	2.7647	2.7647
In seed	0.0136	0.0136	0.0136	...	...	...
Total at start	2.7783	2.7783	2.7783	2.3494	2.7647	2.7647
In soil at end	3.5403	4.1809	4.4928	3.3002	4.3058	4.5726
Fixed in soil	0.7620	1.4026	1.7145	0.9508	1.5411	1.8079
In crops	0.0830	0.1011	0.0995	...	...	...
Total fixed	0.8450	1.5037	1.8140	0.9508	1.5411	1.8079

* From table on page 42 of Emerson's contribution. — If the value 2.3494 be used in soil 75-76 the total nitrogen fixed increases in these soils up to a far greater value tending to make inoculation still less effective. In table 18, the actual data in the appendix are used.

When these soils are studied, after three cropping periods, and EMERSON'S data are used in drawing a total nitrogen balance, we see that, when crops were grown, inoculation had a beneficial effect only once out of four trials, and that the uninoculated soils for some unaccountable reason fixed in several cases more nitrogen than the inoculated.

TABLE 19.

Effect of inoculation with Azotobacter on nitrogen balances in soils.

	All crops gms. of nitrogen					
	Cropped soils			Fallow soils		
	Uninoculated	Inoculated		Uninoculated	Inoculated	
	Soils 75–76	Soils 2–4	Soils 10–12	Soils 73–74	Soils 1–3	Soils 9–11
	Oats straw addition					
Soils alone	2.3494	2.4910	2.4910	2.3494	2.4910	2.4910
Seed	0.0408	0.0408	0.0408	...	...	...
Total at start	2.3902	2.5318	2.5318	2.3494	2.4910	2.4910
Soil at end	2.6567	2.2786	2.3718	2.0730	2.5484	2.5296
Fixed in soil	0.2665	−0.2532	−0.1600	−0.2764	0.0574	0.0386
In crops	0.0472	0.0497	0.0620	...	...	...
Total fixed	0.3137	−0.2035	−0.0980	−0.2764	0.0574	0.0386
	79–89	6–8	14–16	77–78	5–7	13–15
	Clover hay addition					
Soils alone	2.3494	2.7647	2.7647	2.3494	2.7647	2.7647
In seed	0.0408	0.0408	0.0408	...	...	...
Total at start	2.3902	2.8055	2.8055	2.3494	2.7647	2.7647
Soils at end	2.4906	3.0770	2.7995	2.2579	2.8764	3.0237
Fixed in the soil	0.1004	0.2715	−0.0060	−0.0915	0.1117	0.2590
In crops	0.0957	0.1005	0.0948	...	...	...
Total fixed	0.1961	0.3720	0.0888	−0.0915	0.1117	0.2590

It is reasonable to assume that Azotobacter in these cases was active by virtue of its capacity to immobilize the soluble, and easily lost, nitrogen compounds which, as we know, would be formed when such large doses of nitrogenous organic compounds, as are represented by 10,000 pounds of clover, are added per acre. This immobilization probably took place before the nitrogen from the organic compounds had reached the stage of molecular nitrogen. This would lead to the great development of Azotobacter and a possible subsequent increase in nitrogen fixation from the atmosphere after depletion of the fixed forms of nitrogen. This phenomenon however seems to have taken place only in soils No. 6-8 and failed to take place three times out of the four tried, when the check uninoculated

soils are taken in consideration. A very interesting fact that seems to require explanation is that of the greater fixation in the cropped uninoculated soils than in the fallow inoculated soils. The possibility of denitrification is barred by EMERSON himself and, in reality, could hardly be active. The general conclusion to be reached from these results is that Azotobacter inoculation of soils is not generally beneficial, contrary to the conclusions reached by EMERSON himself on the basis of these same data.

The findings of BEAR and SALTER purporting to show a fixation of over one thousand pounds of nitrogen per acre in 15 years, cannot be accepted without due reservations. Careful examination of the description of the experimental area shows that the plot taken as a basis for the computations of the nitrogen increases has an underlying rock which dips over 30 inches in less than one hundred feet (about 90 cm. on 30 meters), and has a soil and subsoil layer totalling less than 20 inches in the shallowest portion of the plot. The actual loss of soluble nitrogen compounds, in this case, makes it so that the soils not losing as much would appear to be fixing that quantity which in reality is going in the drainage waters. As for the distribution of this accumulation, as found by BEAR and SALTER, it seems unusual that the greatest fixation should take place in the deepest soil layers. It is the opinion of the present author that the data presented by BEAR and SALTER should be explained on the basis of unequal leaching in the soils under study and on incomplete sampling. A stasis in the leaching waters, in a shallow soil, even though of short duration would tend to transform the soluble nitrogenous compounds into insoluble cellular compounds and in this process Azotobacter would be very active. The attack of nitrates (and ammonia) with the ultimate organization into cellular synthetes takes place in a way that can easily be represented graphically from the data of table 20.

TABLE 20.

The attack of nitrates by Azotobacter.

	days of incubation	Nitrogen		
		nitric	organic	total
control	5	8.66	0.47	9.13
inoculated	5	1.12	6.53	7.65
control	8	8.66	0.47	9.13
inoculated	8	0.88	7.41	8.29
control	13	8.66	0.47	9.13
inoculated	13	0.72	8.59	9.31

It is evident then, that a proof of the value of Azotobacter chroococcum in nature as a nitrogen gatherer, with resultant benefit to plants has not yet been obtained beyond a doubt and that this question is still awaiting study.

The value of Azotobacter as a preserver of nitrogen in the soil is far more evident, and all data seem to point in that direction. The most easily lost found

of nitrogen in the soil is, beyond a doubt, the nitric, and it is for this form of nitrogen that Azotobacter has a great affinity. In fact the only function of this organism (of an economic value) for which we can find rigid proof is that of nitrate nitrogen assimilation even though, during the early stages of its attack on these compounds, there occurs some loss of this element. These losses are soon made up under laboratory conditions of abundant carbohydrate supply and appropriate physical environment. When competing in the soil, or in impure cultures with other bacteria for the nitrates, this organism is not all-powerful, and may not, even under laboratory conditions, in solution compete victoriously. The experiments that follow seem to point to the truth in this statement. They were done with active strains of Azotobacter chroococcum from Wooster soil and under conditions of rigid control.

A GILTAY solution was inoculated with soil and incubated, until the disappearance of the nitrates: this constituted the denitrifying culture. On the other hand an Azotobacter chroococcum slant on Ashby's mannite agar, was suspended in sterile tap water; this constituted the Azotobacter inoculum. One cubic centimeter portion of each was used in the inoculation of the culture flasks. The media used were (*a*) an Ashby mannite solution to which nitrate had been added and (*b*) a glucose solution made up as in the previous experiment (see page 10). The plan of the present experiment is summarized in table 21.

TABLE 21.

No. of culture	Medium used	Inoculum used	Days of incubation
1	Ashby 25 cc.		14
2	Glucose 50 cc.	Denitrifiers	11
3	Glucose 50 cc.		17
4	Ashby 25 cc.		14
5	Ashby 25 cc.		14
6	Glucose 50 cc.	Denitrifier and Azotobacter	11
7	Glucose 50 cc.		17
8	Glucose 50 cc.		17
9	Ashby 25 cc.		14
10	Glucose 50 cc.	Azotobacter	11
11	Glucose 50 cc.		17
12	Ashby 25 cc.	Uninoculated controls	14
13	Glucose 50 cc.		11
14	Glucose 50 cc.		17

The characters of these cultures were not noteworthy, a general turbidity characterizing the supernatant liquids with an occasional hyphomycetic mat in nos. 6, 7 and 8.

Analyses were made of the cultures on removal from the incubator. The results are summarized in table 22.

TABLE 22.

No. of culture	Inoculum	Days of incubation	Nitrogen as N_2O_5 mg.	Nitrogen as Organic mg.	Nitrogen as Total mg.	Loss of nitrogen mg.
	In glucose solution					
13–14	Average of controls	0	16.85	1.14	17.99	...
2	Denitrifiers	11	0.27	11.96	12.23	—5.76
3	»	17	0.17	10.76	10.93	—7.06
6	Denitrifiers and	11	0.32	12.20	12.53	—5.46
7	Azotobacter	17	0.21	10.79	11.00	—6.99
10	Azotobacter	11	11.92	6.06	17.98	—0.01
11	»	17	11.52	6.53	18.05	+ 0.06
	In mannite solution					
12	Control	0	...	...	8.09	...
1	Denitrifiers	14	...	...	4.09	4.00
4	Denitrifiers + Azotobacter	14	...	...	4.07	4.02
9	Azotobacter	14	...	...	7.56	0.53

Apparently the denitrifying flora was such as to take the upper hand in the cultures and the protective action of Azotobacter, upon the nitrates, was of a limited nature. It should also be noted that, even though the nitrate content on the 11th day of incubation was at a low value, the presence of Azotobacter was not sufficient to replenish the loss during the last 6 days of incubation. During the second period of incubation the carbohydrate supply was low, and this would tend to make the losses in the Denitrifier-Azotobacter system permanent.

It has already been pointed out by GERLACH and VOGEL that Azotobacter chroococcum, before it can be of value, should undergo a breakdown. The values given by MOLÉR also emphasize this assumption, and it is with the object of studying this phase of the subject that the following series of studies were taken up by the present author.

Keeping in mind the findings reviewed in the second part of this memoir, we see that this phase of the subject is one which bears directly on plant production and justifies investigation.

Several experiments were undertaken to gain an insight into the extent and character of the breakdown of the nitrogenous stores synthesized by Azotobacter cells during their life cycle.

Experiment 140-142.

A pure culture of Azotobacter was grown on solidified agar plates and, when pigmentation had set in, the growth was scraped off carefully by means of a stiff card. The thick paste thus resulting was diluted with 0.75 percent NaCl solution and filtered over glass-wool. Equal portions of this coffee-brown suspension of cells were pipetted into 300 cc. Erlenmeyer flasks and inoculated by means of a compost dilution, freed of its coarse particles by filtration over glass wool. Some flasks were analyzed immediately while others were first incubated at 25°C. for varying periods of time.

Good growth appeared in the inoculated cultures in the form of small white fungus-like colonies, adhering to the bottom of the flasks, and a deep general turbidity. The color of the suspension was also changed to a gray-black. The odor at the end of the incubation period was that of putrefying mixtures.

At the end of each incubation period the cells were separated from the supernatant liquid and separately analysed. The results are summarized in table 23.

TABLE 23.

Number of culture	Days of incubation	Formol titration Actual cc.	Formol titration Average cc.	Nitrogen Ammonia Actual mg.	Nitrogen Ammonia Average mg.	Nitrogen Organic Actual mg.	Nitrogen Organic Average mg.	Total nitrogen found mg.	Total nitrogen Lost percent
5.	0	0.33	...	0.00	...	3.61	...		
6.	0	0.33	0.33	0.00	0.00	3.39	3.50	3.50	...
1.	4	1.40	...	0.00	...	2.49	...		
2.	4	1.63	1.51	0.02	0.01	2.38	2.42	2.43	30.6
3.	15	3.86	...	1.61	...	0.41	...		
4.	15	3.86	3.86	0.95	1.28	1.28	0.85	2.13	39.1

Thus it may be seen that the flora of a compost is capable of attacking the Azotobacter synthetes causing a loss of nitrogen from the medium. The change of the organic to the ammoniacal form may possibly lead to utilization of the latter by the higher plants, however, the loss in the total quantity of nitrogen is far too great and overshadows the limited benefits to be derived by the utilization of the ammonia. The following experiments appear to corroborate these findings.

Experiment 141-147.

A pure culture of Azotobacter chroococcum was used which was growing in 200 cc. of a solution of the following composition in a large Fernbach flask.

Glucose	10.00 gm.
K_2SO_4	1.00 »
$MgCl_2$	0.50 »
$FeSO_4$	0.10 »
K_2HPO_4	0.50 »
$Ca(NO_3)_2$	2.00 »
H_2O	1000.00 »

At the time of using, this culture was well homogenized by shaking, transferred to a 250 cc. volumetric flask and made to volume: 130 cc. of this dilution were pipetted into a 300 cc. Erlenmeyer flask and sterilized in flowing steam for 10 minutes, after which time the flask was inoculated with 1 cc. of a filtered suspension from a recently manured soil. This constituted culture No. 147-2. One hundred cc. of the stock suspension were then used for immediate analysis as culture No. 147-1. The inoculated culture was incubated at room temperature for 27 days, during which time it changed from a creamy yellow color to a dirty gray black. After incubation, this culture was analyzed with the results tabulated in table 24. The results were calculated in both cases to 130 cc. of solution.

TABLE 24.

Forms of nitrogen	mg. Nitrogen in culture	
	147-1 control	147-2 inoculated
Amino nitrogen by formol titration: cc. N/50 NaOH	4.42	5.25
Ammonia nitrogen in solution mg.	1.39	1.66
» » » cells mg.	0.12	0.00
Nitrate nitrogen in solution mg.	6.38	...
» » » cells mg.	0.23	...
Organic nitrogen in solution mg.	2.90	2.32 #
» » » cells mg.	1.99	3.06 #
Total nitrogen in solution mg.	10.67	3.98
» » » cells mg.	2.34	3.06
Total nitrogen in cultures mg.	13.01	7.04
Loss in inoculated actual mg.	...	5.97
percent	...	45.80

to include nitrate nitrogen

Here, again, there was a great loss of nitrogen sustained by the nitrate fraction. Some of the nitrate nitrogen was apparently organized as is evidenced by the increase in the cellular organic nitrogen, during the incubation period, from 1.99 to 3.06 mg. The remainder however was completely lost from the system.

It seems however that these losses are not always realized, since they appear to be dependent upon two variable factors, i. e., the condition of the Azotobacter cells and the type of soil inoculum. Experiments No. 143 and 146 clearly bring this out.

Experiment 143.

Azotobacter chroococcum was grown on a nitrate agar medium and collected after incubation, at a time when pigmentation was complete. After homogenizing the growth by forcing through a 0.1 mm. mesh sieve, while still moist, the growth was placed in a weighing dish and separate portions weighed out in the culture flasks (300 cc. Erlenmeyers) together with 60 cc. of a 0.8 percent solution of NaCl in tap water. Sterilization was done, where necessary, in flowing steam for 30 minutes. The additions of glucose given in the accompanying table 25 were made in the form of 5cc. of a 10 percent solution of this sugar, while the inoculations were made by means of a suspension from freshly sampled field soil.

The arrangement of the experiment was as follows:

Culture 143-1 was pasteurized

Culture 143-2 left natural; then received sugar solution

Culture 143-3 was pasteurized: it then received sugar solution

Culture 143-4 was used for immediate analysis.

All the cultures were inoculated with the soil suspension, and incubated at 25° C. for 13 days.

Cultures No. 143-1 and 143-3 became intensely gray-black, developing a strong odor of indole and skatole as well as strong gas formation. Culture No. 3 gave rise to a luxuriant Penicillium mat. The results of the analysis are given in table 25

TABLE 25.

No. of culture	Description of culture	Days of incubation	Formol titration		Nitrogen as						Total
					Ammonia		Nitrate		Organic		
			solution cc.	cells cc.	solution mg.	cells mg.	solution mg.	cells mg.	solution mg.	cells mg.	mg.
4	Azotobacter	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.98
	inoculum	...	...	...	...	...	...	...	...	0.01	0.01
	in sugar	...	...	...	...	...	...	...	...	0.02	0.02
1	dead Azotobacter	13	0.00	0.00	0.00	0.00	...	...	0.25	1.31	1.56
2	living Azot. and sugar	13	0.00	0.00	0.00	0.00	...	...	0.07	3.12	3.19
3	dead Azot. - sugar.	13	0.00	0.00	0.00	0.00	...	...	0.47	2.08	2.55

Summarizing these values in table 26 the nitrogen balances of the cultures are obtained.

TABLE 26.

No. of culture	Moist cells used gm.	Total Nitrogen balances		
		Theory mg.	Found mg.	Changes mg.
4 control	1.4545	0.98	0.98	...
1 dead cells	3.3444	2.26	1.56	—0.73
2 living & sugar	3.3838	2.29	3.19	+0.87
3 dead & sugar	3.3361	2.26	2.55	+0.26

The presence of sugar allows the living Azotobacter chroococcum to continue its functions, whereas, in its absence dead cells of this organism are attacked by the soil flora with a resultant loss of nitrogen. In presence of sugar dead cells of Azotobacter are apparently spared.

Experiment 146.

The growth of Azotobacter chroococcum from a large mannite agar surface was collected before pigmentation had set in, and forced, while still moist, through a 0.1 mm. mesh sieve. It was then diluted with 0.7 percent NaCl solution and 25 cc. of the suspension thus obtained were pipetted in several 300 Erlenmeyer flasks. The flasks were then treated as follows:

Culture 146-1 (sterilized for 30' in flowing steam, and inoculated with soil suspension.

Culture 146-2, was left untreated, and not inoculated.

Culture 146-3 and 146-4, were left natural, and inoculated with soil suspension.

Culture 146-5, used from immediate analysis.

The soil used for the inoculations was obtained from a flower bed. Incubation was protracted for 18 days at 25°C. during which time the color of Nos. 146-1, 146-3 and 146-4 changed from a pinkish brown to a dirty blackish-gray color. A surface film developed in these flasks and skatole and indole were copiously formed. Flask No. 146-2 did not change appearance throughout the entire period of incubation.

Analysis made at the beginning and the end of the experiment yielded the values which are summarized in Table 27.

TABLE 27.

No. of culture	Treatment	Amino nitrogen cc. N/50 NaOH	Nitrogen in mg. as				Total nitrogen balances	
			organic		ammoniacal		mg. nitrogen found	Changes mg. nitrogen
			solution	cells	solution	cells		
1	Dead Azotobacter inoc.	1.32	0.76	6.97	0.00	0.00	7.73	+0.32
2	Living Azot. not inoc.	0.00	0.58	6.89	0.00	0.00	7.47	+0.06
3	Living Azot. inoculated	0.28	0.49	6.88	0.00	0.00	7.37	—0.04
4	Living Azot. inoculated	1.42	0.80	6.47	0.60	0.00	7.87	+0.46
5	Azotobacter at start	0.00	0.40	6.79	0.00	0.00	7.19	...
—	Inoculum	...	0.22	...	...	...	0.22	...

In 1911 STOKLASA [40] found that *Bacillus mycoides* could live and multiply at the expense of the cells of Azotobacter chroococcum, after these had been sterilized in an autoclave, deriving therefrom the phosphorus necessary for its functions. This author concluded, in fact, that 15.03 percent of the phosphorus originally present in the Azotobacter cells was returned to the surrounding solution in 406 hours of incubation. Unfortunately STOKLASA made no study of the fate of the nitrogen in the Azotobacter synthetes. This phase of the subject is therefore taken up in the present study.

The nitrogen which Azotobacter and like organisms fix from the air can become assimilable to the higher plants only after it has been liberated from the organized cell of the organism which fixed it. This process is dependent upon the action of the soil flora in the breakdown of the Azotobacter proteins with the liberation of nitrogenous compounds of lesser complexity. It is seen in the present study that the living cells of Azotobacter are in some soils quite resistant to this breakdown whereas the dead forms are easily decomposed. Unfortunately, during this process of post mortem change, considerable quantities of nitrogen are lost, sometimes amounting to 40 percent of the nitrogen originally present.

Therefore when attempting to speculate upon the practical value of the free living nitrogen fixing organisms, these losses should not be forgotten as they materially influence the nitrogen balance.

In presence of a source of carbohydrate not only are the living Azotobacter capable of continuing their work, but also the soil flora does not cause as great a loss of nitrogen as it would in absence of sugar. This is conforming to the finding of KENDALL and his co-workers purporting to show the protein sparing action of carbohydrates.

Some soil forms are very active in the breakdown of Azotobacter cells and in these studies they were found plentiful in compost.

Again, the protective action of Azotobacter on nitrates is relatively limited, being practically negligible in presence of an active soil denitrifying flora. This may be due to the fact that the path of nitrate breakdown of the denitrifying flora is different and less expensive, in terms of energy consumption, than the path followed by Azotobacter which, as has been seen, appears to reduce the nitrates to nitrites before utilizing them. Besides, in soils the denitrifiers sometimes are to be found in large numbers simulating the ratios Denitrifiers : Azotobacters which btained in the present studies.

When cultures of various organisms are used to inoculate pasteurized Azotobacter cells, from Wooster soils, which in addition have received a natural mixed inoculation, great losses of nitrogen are found to occur. In fact, table 28 emphasizes this point.

TABLE 28.

The action of special organisms on Azotobacter chroococcum.

No.	Organism used	Total nitrogen in cells	Nitrogen in Filtrate as			Total nitrogen in culture
			NH_3	Organic	Total	
1	Natural inoc	5.58	2.75	3.82	6.57	12.15
2	Natural inoc.	12.35	1.98	1.84	3.82	16.17
3	Nat. Inoc. B. denitrificans . . .	8.33	2.88	2.45	5.33	13.66
4	» » B. mycoides Woos. .	8.34	2.53	2.42	4.95	13.29
5	» » B. mycoides Wat. .	9.80	2.38	2.52	4.90	14.70
6	» » B. subtilis	14.01	1.63	2.87	4.50	18.51
7	» » B. pyocyaneus W. .	11.51	2.48	2.78	5.26	16.71
8	» » B. pyocyaneus H. .	13.67	3.11	2.64	5.75	19.42
9	» » B. proteus vulg. . .	8.76	2.67	2.55	5.22	13.98
10	Uninoculated	23.74	...	...	...	23.74

SUMMARY AND CONCLUSIONS.

In order to reach a definite conclusion as to the status of the question, a few considerations are necessary.

Azotobacter chroococcum is a decidedly aerobic organism which actively competes for the oxygen placed at its disposal. It should therefore be capable of making possible the growth of anaerobic organisms with which it is growing; this assumption is found to be true, since OMELIANSKY has found that Azotobacter chroococcum can effectively replace the symbiotic aerobic bacteria necessary for the development of Clostridium pasteurianum under the ordinary laboratory conditions [45].

We have all reasons to believe that the oxygen thus utilized by Azotobacter goes chiefly for processes of combustion of the energy material with the liberation of carbon dioxide, since no other products of the action have so far been isolated. It is true that this question is still open to study, however. Under natural conditions we know that of the several possible sources of carbon, at the disposal of this organism, the root remains are by far the most abundant, but also the less utilized. It is only after the activity of other organisms that this carbohydrate can be considered useful from this standpoint. It is apparently the products of cellulose decomposition, such as the lower members of the carbohydrate series, the organic acids and their saltsa rising therefrom, that may furnish the necessary energy for the growth of this organism. Under cultural conditions pure Azotobacter chroococcum has been found capable of utilizing dextrine and salts of the lower aliphatic acids (OMELIANSKY [44], and BEIJERINK) so that we here find the terms that cellulose may reach before its utilization.

However, these sources of energy are not always utilized for purposes of nitrogen fixation, and the investigations of GERLACH and VOGEL together with others herein presented, not only fail to give convincing proof of such activity but actually point to the contrary possibility; that Azotobacter only exceptionally acts as an immobilizer of the free molecular nitrogen of the air under natural conditions.

From a strictly physiological standpoint this conclusion is emphasized by the extreme variability of the C : N ratio under cultural rigid conditions, in pure or mixed cultures [1], not only in different strains of the same organism, but in the same strain at different times and under different chemical, thermal and physical conditions.

Practical experiments bear out the same conclusion.

When, as in the soil, the medium contains easily utilizable fixed nitrogen compounds, the energy material is used in a process of organization of these compounds and the benefits to be derived from the life activities of this organism are negligible or nil.

It is found, in addition, that these latter processes, themselves often leading to considerable losses of the nitrogen contained in the utilized compounds, cannot always be active enough to compete with putrefactive changes and the losses of nitrogen by volatilization, so that even from this standpoint they have limited application.

The final status of the question, then, is that Azotobacter chroococcum is a soil scavanger capable, when starved to it, of fixing small quantities of the free atmospheric molecular nitrogen even though this property of the organism is seldom active to the extent of playing an important rôle in agriculture or geology. Besides, large quantities of the incorporated nitrogen, are lost during the processes of decomposition necessary to make these cellular synthetes available to the higher plants. Azotobacter chroococcum is incapable of yielding soluble nitrogenous compounds as a result of this occasional nitrogen fixation activity, and these processes of decomposition are essential. However, living cells of this organism are highly resistant to decomposition, not only, but also to injestion and digestion by protozoa.

[1] OMELIANSKY (44) studying a mixed culture of Azotobacter and Clostridium found that this ratio varied from period to period with the age of the culture as follows:

Period	mg. of nitrogen fixed per gm. glucose utilized
first 5-day period.	6.86
second » » »	2.99
third » » »	1.56
fourth » »	0.96
fifth » » »	1.03
sixth » » »	1.92
seventh » » »	0.00
eighth » » »	0.67

BIBLIOGRAPHY.

(1) ALLEN. *Ann. Missouri Bot. Gard.* VI; 1-44. 1919.
(2) ALLEN. *Ann. Missouri Bot. Gard.* VII; 75-79. 1920.
(3) BAUDISCH. *Ber. Deut. Chem. Gesell.* XXXVI; 600-605. 1921.
(4) BEJIERINCK. *Centr. f. Bakt.* II Abt. VII; 562-582. 1901.
(5) BEJIERINCK and VAN DELDEN. *Centr. f. Bakt.* II Abt. IX; 3-43. 1902.
(6) BEAR and SALTER. *West Va. Agr. Exper. Stat. Bull.* 160; 1916.
(7) BONAZZI. *Journ. Agr. Res.* IV; 225-240. 1915.
(8) BONAZZI. *Journ. Bacter.* VI; 331-369. 1921.
(9) *California Agr. Exper. Stat. Rep,* 1919; 62-63. 1919.
(10) DVORAK. *Zeit. Land. Vers. Ves. Oesterreich* XXV; 1077-1121. 1912.
(11) EMERSON. *Iowa Agr. Exper. Stat. Res. Bul.* XLV; 1918.
(12) EMMERICH and LOEW. *Zeitsch. f. Hygiene* XXXI; 1899.
(13) GAINEY and BATCHELOR. *Journ. Agr. Res.* XXIV; 759-767. 1923.
(14) GERLACH and VOGEL. *Centr. f. Bakter.* II Abt. IX; 817 and 881, 1902.
(15) GIBBS. *Idaho Agr. Exper. Stat. Annual Report* 1920; 28. 1920.
(16) HOFFMAN. *Centr. f. Bakt.* II *Abt.* XXXVI; 474-476. 1913.
(17) HOFFMAN and HAMMER. *Wiscon. Agr. Exper. Stat. Res. Bul.* XII; 155-172. 1910.
(18) HUNT, WINTER and MILLER. *Journ. Biol. Chem.* LV; 739. 1923.
(19) HUNTERS. *Journ. Agr. Res.* XXIV; 263. 1923.
(20) KELLERMAN. *Centr. f. Bakter.* II Abt. XL; 479-482. 1914.
(21) KOCH. *Centr. f. Bakter.* II Abt. XXVII; 1-7. 1910.
(22) KRAINSKY. *Centr. f. Bakter.* II Abt. XX; 725-736. 1908.
(23) KRAINSKY. *Centr. f. Bakter.* II Abt. XXVI; 231-235. 1910.
(24) KRZMIENIEWSKY. *Bull. Inter. Ac. Scie. Cracovie.* Juillet; 929. 1908.
(25) LIPMAN. *New Jersey Agr. Exper. Stai. Bul.* 25-26. 1904-5.
(26) LIPMAN (C. B.) and TAYLOR. *Science* N. S. LVI; 1922.
(27) LOEW and ASO. *Centr. f. Bakter.* II Abt. XXII. 1909.
(28) LOHNIS and PILLAI. *Centr. f. Bakter.* II Abt. XX; 781-799. 1908.
(29) MAMELI and POLLACCI. *Atti R. Istit. Botan. Univ. Pavia* II. 14. 1914.
(30) MAASSEN and SCHOENEWALD. *Kais. Biol. Anst. Land. Forstw.* 10. 1909.
(31) MOLÉR. *Botaniska Notiser* 1915; 163-177. 1915.
(32) NICOLLE. *Ann. Inst. Past.* XXI; 613-621. 1907.
(33) OMELIANSKY and SEWEROWA. *Centr. f. Bakter.* II Abt. XXIX; 643-650. 1911.
(34) OMELIANSKY and SIEBER. *Hop. Sey. Zeitsh. Phys. Chem.* LXXXVIII; 445. 1913.
(35) PRINGSHEIM. *Centrol. f. Bakt.* II Abt. XXVI; 222-227. 1910.
(36) PRINGSHEIM and PRINGSHEIM. *Centr. f. Bakter.* II Abt. XXVI; 227-231. 1910.
(37) REED and WILLIAMS. *Virg. Agr. Exper. Stat. Tech. Bul.* 4. 1915.
(38) STOKLASA. *Ber. d. Deut. Bot. Ges.* XXIII; 22-32. 1906.
(39) STOKLASA. *Centr. f. Bakter.* II. Abt. XXI; 484 and 620. 1908.
(40) STOKLASA. *Centr. f. Bakter.* II Abt. XXIX; 385-519. 1911.
(41) TRUFFAUT and BESZENOFF — *La Science du Sol* II; 3-16. 1923.
(42) WINOGRADSKY. *Arch. d. Scie. Biol. St. Petersb.* III; 297-352. 1894-5.
(43) WRIGHT. *U. of Californ. Publ. Agr. Scie* IV; 245-337. 1922.
(44) OMELIANSKY. *Arch. d. Scie. Biol. St. Petersb.* XVIII; 327-337. 1914-5.
(45) OMELIANSKY. *Id. Id. Id.* XVIII; 338-377. 1914-5.
(46) OMELIANSKY and SOLOUNSKOFF — *Ibid.* XVIII; 459-482. 1914-5.
(47) FULMER. *Science* N. S. LVII; 645-646. 1923.

Prof. A. BONAZZI, *Wooster, Ohio, Etats-Unis.* — **La minéralisation de l'azote atmosphèrique par les agents biologiques.**

RÉSUMÉ.

Fixation. Le sujet est subdivisé de la façon suivante: 1) Les preuves réelles de la fixation; 2) Le rôle de l'oxygène; 3) Metabolisme en l'absence d'azote atmosphérique; 4) Actions cellulaires enzymatiques; 5) Influence et fonction de l'azote fixé; 5) Pouvoir ferment des organismes en question; 7) Le rôle du carbone, dynamique cellulaire; 8) Fonctions des composés minéraux.

Minéralisation. 1) La nature des composés cellulaires; 2) La digestibilité des synthèses. 3) Minéralisation finale des synthèses; 4) Actions vitales.

Prof. A. BONAZZI, *Wooster, Ohio, U.S.A.* — **The mineralisation of atmospheric Nitrogen by biological Means.**

ABSTRACT.

Fixation. — The subject matter will be subdivided in the following way. — 1. The actual proofs of fixation. 2. The use of oxygen. 3. Metabolism in absence of atmospheric nitrogen. 4. Enzymatic cellular actions. 5. Influence and function of fixed nitrogen. 6. Ferment powers of organisms concerned. 7. The use of carbon, cellular dynamics. 8. Function of mineral compounds.

Mineralization. — Nature of cellular components. 2. Digestibility of synthetes. 3. Final mineralization of the synthetes. 4. Vital actions.

PROF. G. ROSSI e DOTT. S. RICCARDO.

Laboratorio di Batteriologia Agraria del R. Istituto superiore agrario, Portici, Napoli.

I TERRENI DELLA REGIONE DEL VESUVIO E LA FISSAZIONE DELL'AZOTO.

PARTE I.

IL VESUVIO NEI SUOI RAPPORTI COLLA BIOLOGIA.

I. Il Vesuvio-Somma e le sue eruzioni antiche e moderne 116
II. L'eruzione vesuviana del 1906 118
III. Le conseguenze telluriche dell'eruzione del 1906. 123
IV. Le precipitazioni meteoriche sul Vesuvio 125
V. Le roccie vesuviane 127
VI. Le acque vesuviane 129
VII. La fauna vesuviana 130
VIII. La flora vesuviana 130
IX. La disseminazione botanica e le successioni delle specie botaniche sul Vesuvio 133
X. I terreni agrari vesuviani e la loro agricoltura 136

PARTE II.

L'INSEDIAMENTO DELLA VITA NEI TERRENI STERILI DEL VESUVIO.

I. Note sulla disseminazione botanica sulle lave nuove vesuviane 140
II. Primi abitatori delle lave 143
III. La fissazione dell'azoto 144
A) Premesse 144
B) I microrganismi isolati 145
a) Gli Anaerobici 145
b) Gli Aerobici 150
α) L'Azotobacter 150
β) Le Streptotricee 158
γ) Altri microrganismi 159
C) La distribuzione dell'amilobatterio e dell'azotobatterio nelle lave vesuviane 162
D) Murali, epifite vesuviane, e fissazione dell'azoto 176

CONCLUSIONE 183
BIBLIOGRAFIA 187

PARTE I.

IL VESUVIO NEI SUOI RAPPORTI COLLA BIOLOGIA.

(Prof. G. Rossi).

I. — IL VESUVIO-SOMMA E LE SUE ERUZIONI ANTICHE E RECENTI.

Il Vesuvio che noi conosciamo non è un monte antico: esso è anzi nato in tempo storico.

Fu l'eruzione del 79 d. C. che ne determinò la prima origine e che, squarciando la montagna che noi ora conosciamo col nome di Monte Somma, creò il dualismo orografico che, appena ora ai dì nostri, tende a scomparire, riunendo nuovamente in uno i due monti separati da 19 secoli.

Ma ciò che ora si è detto vale per il *monte* e non pel suo nome: chè Vesuvio si chiamava invece il Somma attuale prima della eruzione in cui PLINIO il vecchio trovò la morte. E, dopo tutto, si tratta di questioni oziose o quasi, perchè alla fin fine Somma e Vesuvio non furono mai, e non sono, che una medesima entità vulcanica.

Morfologicamente il Vesuvio è un cono perfettamente regolare ed il Somma attuale un monte circolare che, a guisa di un bastione, cinge ed abbraccia a Nord il primo. Il secondo raggiunse da tempo l'altezza di 1137 m. alla Punta Nasone, ed il primo, ora di m. 1174, è stato anche di m. 1301, come prima dell'eruzione ultima del 1906. Prima del 79 d. C. il Somma doveva essere perfettamente circolare e l'alta muraglia, che forma ora la parete dell'Atrio del Cavallo e della Valle dell'Inferno, si prolungava probabilmente tutto all'ingiro, comprendendo il Colle Canteroni (su cui ora è l'*Osservatorio*), passando per quei campi di lave che ora chiamansi *Piano delle Ginestre*, e, più a Sud e Sud-Est, Pedementina, rial-

lacciandosi a quelle porzioni antiche ancora visibili presso la grande diga a monte del Vallone Cupaccia (che sbarra artificialmente la Valle dell'Inferno) e chiudendo così l'antico cratere.

Ma l'eruzione Pliniana lanciava in aria tutta la porzione Ovest e quella Sud e Sud-Est di tale parete, mentre le materie detritiche, cadendo in gran copia intorno alla bocca eruttiva, cominciavano a costruire, nell'interno dell'ampio cratere, quel gran cono che è il Vesuvio attuale p. d. Da quel giorno, come dice il MERCALLI, il Somma si potè considerare come un cratere spento; i suoi fianchi non emisero più nè lave, nè gas, e tutta l'attività vulcanica si concentrò nel nuovo vulcano sorto nel suo seno.

Dal 79 al 1500 poco sappiamo sui moti del Vesuvio, e mentre di molte eruzioni ignoriamo qualsiasi particolare, eruzioni con emissioni di lave sembra accadessero nel 512 e nel 685, come lave che arrivarono fino al mare si ebbero nel 1036. E solo perciò coll'immane eruzione del 1631 si può incominciare a tracciare una vera storia delle eruzioni del Vesuvio, ed a poterne riconoscere i prodotti sul posto: tutto il rimanente va col nome di lave antiche o preistoriche del Somma e lave antiche del Vesuvio (79-1631), quando, il che è molto raro, si possono trovarne porzioni allo scoperto.

Col 1631 incominciamo adunque ad avere il primo esempio di quel complesso di fenomeni che accompagnano sempre ogni eruzione Vesuviana, i cui prodotti diventano poi tanti fattori biologici nel senso che ognuno di essi ha sempre una azione distruttiva della vita, almeno in primo tempo, salvo a diventare (eccetto il caso delle eruzioni gassose e delle acque calde) in secondo tempo un agente di ricostruzione o almeno la base della medesima.

Nel 1631 si ebbe infatti:

1) Emissione di lapilli, pietre, bombe, ceneri, ecc.

2) Emissione di lave (e in copia tale che in sole due ore si calcolò se ne producessero 72.885.460 di metri cubi.

3) Acqua calda che, unita alla cenere, generava, naturalmente, fango.

4) Vapori e gas, di varia natura, e, naturalmente, più o meno asfissianti.

Dopo di questa immane eruzione (che noi, abitanti di Portici, abbiamo giornalmente occasione di ricordare non solo perchè tre quarti del paese, compresa la Scuola, sono fabbricati sulla lava eruttata in quella occasione, mentre l'ultimo quarto è lastricato dello stesso materiale, ma anche per la famosa lapide che incomincia: « *posteri, posteri, vestra res agitur* » e che fu, dal vicerè spagnuolo del tempo, Fonseca, collocata sul Palazzo Bagnara a nostro ammonimento (?), si può dire, col MERCALLI, che il Vesuvio non ebbe più che brevi riposi; e se il maggiore fu quello di 14 anni (dal 1737 al 1751), non molto breve fu quello cui noi abbiamo assistito dal 1906 (data dell'ultimo parosisma) al 1913. Non è poi il caso di rifare qui la storia delle eruzioni vesuviane tra questi due periodi estremi, ed ai nostri fini basterà ricordare le date delle principali, sopratutto dal punto di vista dei materiali eruttati (la ragione di che, già intuitiva, risulterà evidente man mano si procederà avanti nel nostro studio): e così, per i secoli XVII e XVIII, quella del 1694 (famosa per l'eruzione di forti quantità di cloruro di ammonio), del 1906 (notevole per la grande quantità di zolfo), del 1697, 1698, 1701, 1724, 1725, 1726, 1727, 1730, 1733, per le correnti di lava che si sovrapposero alle precedenti, tutte su-

perate dalla quantità emessa nel 1737 (che arrivò fino a 80.000.000 di mc.). E poi quelle del 1751, del 1754, 1760, 1767, 1779, 1784, 1785 (la cui lava cominciò a scalare il fosso della Vetrana), 1786, 1787, 1788, 1790 (con eruzione di cloruro di sodio) e quella del 1794, con la distruzione di buona parte di Torre del Greco e la emissione di quasi 250.000.000 di metri cubi di lava.

Anche durante il secolo XIX e in questo primo quarto del XX fu il Vesuvio, come si è detto, senza tregua. Notevoli furono le eruzioni del 1804, 1805, 1806, 1810, 1312, 1813, 1817, 1819, 1820, ma nel 1822 si ebbe la più grande eruzione dopo quelle del 79d. C. e del 1631, in cui Portici e Resina furono salve a mala pena, e furono eruttate tali quantità di lave, sabbie, scorie e fanghi che tutta la regione meridionale del vulcano, e soprattutto il Piano delle Ginestre e la Pedementina, si rialzarono di circa 70 metri.

Seguirono le eruzioni del 1834, 1839, 1850, 1855 (in cui la lava raggiunse i 17.000.000 di mc., s'incuneò nuovamente nel fosso della Vetrana, sorpassò Massa e si fermò ad un chilometro prima di S. Giorgio a Cremano), 1858, 1861 (colla caratteristica formazione delle *sette bocche*, che tutt'ora si possono vedere), 1868 (nel quale anno il Vesuvio, allo stato di Solfatara fu descritto dallo Stoppani, che vi rinvenne una magnifica fioritura di cristalli variopinti, fra cui molti di vari sali di ammonio), e 1872 (nella quale 20.000.000 mc. di lava si sovrapposero a quelle del 1855, 1858 e distrussero parte di Massa e S. Sebastiano.

Dopo questa eruzione il Vesuvio entrò in una fase di forte attività stromboliana che durò fino al 1891 (7 giugno), in cui si convertì in eruzione laterale che perdurò fino al 3 febbraio 1894, costruendo, a Nord, il Colle Margherita, nell'Atrio del Cavallo, e poi riprese più ad Ovest (31 luglio 1895) durando fino al settembre 1899 e costruendo, coll'emissione di 20.000.000 mc. di lava, il Colle Umberto (alto 888 m. sul livello del mare e situato all'entrata del detto Atrio verso Ovest fra l'Osservatorio ed il gran cono) modificando così, e per la prima volta, in tempo storico e in modo assai notevole, l'orografia della regione ed il conseguente paesaggio. Ma questo periodo, posteriore al 1872, e iniziato nel 1875, non fu che una lunga preparazione per la grande conflagrazione del 1906 e non finì che con essa. E poichè è sopratutto coi fattti consecutivi a questa eruzione e sulle condizioni del Vesuvio da essa provocate che, durante le nostre ricerche, noi abbiamo avuto a che fare così sarà bene dire qualche parola in modo particolare di questa eruzione di cui sono stato testimone.

II. — L'ERUZIONE VESUVIANA DEL 1906.

Secondo i più dotti studiosi, l'eruzione dell'aprile 1906, per la copia della lava fu poco dissimile da parecchie precedenti e sopratutto da quella del 1872, ma, per la violenza dei fenomeni esplosivi e per la copia dei materiali incoerenti, lanciati fuori a distanza maggiore o minore, eguagliò, o fu di poco inferiore, alle grandi conflagrazioni del 1737, 1779, 1794 e del 1822; e fu solo notevolmente superata dai parosismi eruttivi del 79 e del 1631. Abbiamo visto, or ora, che essa non fu che l'epilogo di una lunga preparazione incominciata nel 1875, ma, volendo prendere in considerazione solo ciò che riguarda l'ultima fase, possiamo dire che questa incominciò nell'aprile-maggio 1905, epoca in cui l'attività esplosiva del Vesuvio

si accentuò al punto che, la sera del 27 maggio, si aprì una piccola bocca laterale d'efflusso, a circa 1245 m. di altezza nel fianco Nord-occidentale del Gran Cono e, qualche ora dopo, una seconda bocca poco più in basso (a 1180 m. circa) e più vicino alla stazione superiore della funiculare. Per quasi un mese, la lava sgorgava contemporaneamente dalle due bocche, fatto insolito questo, che attestava una spinta interna di energia eccezionale, poichè, di solito, quando si apre una bocca in basso, cessa quasi subito l'afflusso in posizione più alta. Per altri dieci mesi continuó l'efflusso più o meno abbondante, ed il *magma* veniva all'esterno tanto carico di vapori da produrre frequenti e forti fumarole eruttive che proiettavano scorie e costituivano effimeri conetti.

Intanto la lava non si abbassava nel condotto centrale, ma lo riempiva completamente, poichè continuavano sempre più forti le proiezioni di materiali incandescenti e fluidi senza cenere, e i boati delle esplosioni si sentivano (nei primi giorni dell'aprile) fino alla base del gran cono vesuviano.

Tutto ciò dimostrava che la bocca d'efflusso del maggio 1905 era ormai affatto insufficiente a sfogare il dinamismo sempre crescente del vulcano.

E difatti, senza fenomeni violenti, la mattina del 4 aprile, verso le ore 5 ½, la lava cominciò a sgorgare da una nuova apertura situata sul versante del monte a circa 200 m. d'altezza; e, verso le ore 14 dello stesso giorno, cominciò il franamento del conetto terminale, e nello stesso tempo, le esplosioni, sempre molto forti, cambiarono carattere; cioè, mentre nelle ore antimeridiane proiettavano materiale incandescente e fluido, in seguito rigettavano gran quantità di lave solide, di lapillo e di cenere, proveniente dalla loro triturazione.

Verso la mezzanotte del 4 al 5 aprile, un secondo e più abbondante sgorgo di lava si manifestò a circa 800 m. d'altezza, poco sopra Casa Fiorenza; e la mattina del 6, verso le ore 8, si aprirono nuove bocche laterali nel fianco del monte nella località detta Bosco Cognoli a circa 600 m. sul livello del mare, e quasi ¾ di km. più ad Est delle bocche di Casa Fiorenza. Qui, all'ora indicata, cominciò a sgorgare una lava più fluida e più abbondante delle precedenti, la quale, ad un certo punto, si suddivise in due rami, che avanzarono, quasi paralleli tra loro, verso Boscotrecase. Il ramo più orientale arrivò fino al Vallone Izzo e qui, durante la notte 6-7, si fermò; l'altro ramo più occidentale arrivò verso le ore 15 del giorno fin presso il Cimitero di Boscotrecase, dove si arrestò.

Altre bocche d'efflusso si aprirono nel giorno 7 sempre più ad Est e più vicino al Somma, dove ha principio la Valle dell'Inferno e ne sgorgò una lava che scese in basso, piegando in direzione di Terzigno.

Infine una piccola colata traboccò pure a N. N. E., dove l'orlo del cratere centrale presenta un profonda slabbratura.

Dal mezzodì, fin verso le 16 del giorno 7, tanto le lave, come il dinamismo del cratere parvero in decrescimento; ma era la calma foriera della tempesta. Infatti, verso sera, i boati del Vulcano cominciarono a sentirsi fino a Napoli, e dopo le ore 19 le esplosioni divennero violentissime e accompagnate da boati. Il materiale lanciato era quasi tutto incandescente e fluido e i getti infuocati, molto larghi, si alzavano da 1 a 2 km. sull'orlo del cratere e si succevedano tanto più rapidamente, cioè con due o tre secondi d'intervallo, da formare una vera e persistente fontana di fuoco. Sicchè tutta la cima del monte, per 300 metri circa dall'orlo

craterico, era letteralmente coperta di un mantello di fuoco. Vivissime e numerose striscie di scorie e di massi incandescenti scendevano molto più in basso, simulando piccole colate di lava. Verso le ore 21 le esplosioni erano « miste », cioè formate non solo da materiale incandescente e fluido ma pure da masse di fumo nero, perchè carico di detriti solidi.

Il parosismo esplosivo stromboliano durò circa 4 ore, ossia dalle ore 19 alle 22 $^3/_4$ della sera del 5, e cessò, com'è naturale, quando cominciò il « massimo effusivo », e cioè il maggiore e più rapido travasamento lavico dell'eruzione. Infatti, poco prima delle 23, le bocche di Bosco Cognoli e quella di Terzigno si misero contemporaneamente in attività. Dapprima ambedue lanciarono in alto scorie incandescenti, ma queste proiezioni presto cessarono, e continuò il solo sgorgo di *magma*.

Da Boscotrecase, la colata principale colò colla rapidità di acqua corrente, sicchè nel primo quarto d'ora deve aver percorso almeno un km. La colata si sovrappose alla corrente del giorno precedente, e, come questa, si divise in due rami, uno diretto al Vallone Izzo, l'altro verso il cimitero di Boscotrecase.

Il primo ramo, più orientale, in sole ore 3 ½ circa, percorse 4 km. e ½ e arrivò fino al quartiere S. Anna di Boscotrecase. Parecchie case rovesciò e ricoperse colle sue onde infuocate: altre, in numero maggiore, circondò senza abbatterle, innalzandosi fino ad invaderne i primi piani, poichè in molti punti aveva lo spessore di 5 a 6 metri. Nella mattina seguente la corrente non aveva più la grande velocità della notte, ma lentamente attraversò da Nord a Sud tutto il quartiere di S. Anna, e ricoperse anche buon tratto della ferrovia circumvesuviana tra Boscotrecase e Torre Annunziata. Infine, giunta presso il serbatoio dell'acqua del Sarno, mandò qualche breve colata verso Levante e poi si arrestò.

Intanto l'altro ramo, il quale era passato presso il cimitero di Boscotrecase, e aveva investito e distrutto la parte più occidentale di questo paese, oltrepassato il serbatoio dell'acqua del Sarno, scese ancora più in basso per circa $^3/_4$ di chilometro, distruggendo in parte la fabbrica di asfalto. In questo momento la lava aveva la larghezza di circa ½ km. e si trovava a poche centinaia di metri dalla città di Torre Annunziata, ma fortunatamente la corrente, perdendo rapidamente la sua velocità, non arrivò che fino a pochi metri dal cimitero di Torre Annunziata, poi piegò verso Oriente e infine, poco dopo mezzogiorno dell'8, si arrestò definitivamente.

Nella notte dal 7 all'8 anche dalla bocca di Casa Fiorenza si ebbe una nuova colata che si sovrappose a quella del giorno 5-6 e si spinse più avanti, ossia fino ad 1 km. e ½ circa a Sud di Casa Bianca. Infine la lava delle bocche di Terzigno giunse fino ad 1 km. circa da questo paese, ma recò danni meno gravi, perchè corse quasi sempre sopra vecchie lave non ancora coltivate.

Circa mezz'ora dopo la mezzanotte del 7 all'8 una grande detonazione ed una scossa sensibile del suolo si avvertirono in tutti i paesi vesuviani, e i due fenomeni si ripeterono con eguale intensità verso le ore 2 e ½. Evidentemente queste due scosse segnarono i momenti dei due maggiori franamenti interni causati dal vuoto lasciato dalla rapida fuoriuscita di *magma*. E lo sprofondamento prese proporzioni più grandiose per le cavità, probabilmente rimaste nell'interno del monte, in seguito ai lenti e copiosissimi efflussi lavici avvenuti nel lungo periodo eruttivo, la cui eruzione, di cui ora parliamo, fu la catastrofe finale.

Allora cominciò la lotta titanica tra il materiale solido che continuava a franare, e la forza elastica delle sostanze gassose che lo ricacciavano fuori (insieme a pochi brani di lava fluida) proiettandolo ad altezze vertiginose.

Furono queste esplosioni « miste » che formarono la fase più violenta dell'eruzione. Questa durò circa 2 ore e ½, e cioè dall'1 alle 3 ½ della notte 7-8.

Durante queste ore pochi projetti sporadici, da 1 a 2 kg. di peso, vennero lanciati in tutte le direzioni, per esempio a Sud, fino a Casa Bianca (km. 3 ½ dal cratere); ma il grosso della mitraglia venne diretto a N.-E., tra Somma Vesuviana e Ottaiano.

Poco dopo mezzanotte, in queste due città cominciò una pioggia di lapillo, poi, dalle ore 2 alle 3, col lapillo cadevano miste molte scorie e pietre compatte, in generale della grossezza di un uovo, ma non poche anche più voluminose, cioè da uno a due decimetri di diametro e quindi da 2 a 3 kg. di peso.

Al castello del Principe di Ottaiano, il lapillo raggiunse 125 cm. di spessore, nelle altre parti della città circa 80 cm. ed in aperta campagna (presso S. Teresa) 70 cm.

Dopo le ore 4 del giorno 8 cominciò la *fase della cenere* (che è quella che più interessa per il nostro studio), ma durante tutto il giorno 8 e nella notte 8-9 le esplosioni erano ancora violentissime e projettavano, col minuto detrito, anche grossi blocchi di parecchie tonnellate di peso.

Fu la mattina del giorno 8, dopo le ore 7, che la cenere arrivò fino ad Ariano, Accadia, Rocchetta Sant'Antonio, Andria, Trani ed altri paesi della Puglia, portatavi da forti venti Sud-Ovest. Fin presso ad Avellino arrivò il lapillo minuto.

La mattina del 9 la *fase vulcaniana* (cosidetta dal Mercalli) cominciò a declinare: le projezioni di blocchi divenivano a poco a poco più rare, ma continuava, senza interruzioni sensibili, copiosissima la dejezione di cenere e di lapillo, uniti ad un'enorme quantità di vapore acqueo, sicchè spesso non cadeva cenere ma fango, senza che ci fosse ombra di pioggia meteorica.

Durante il giorno 9 il vento rovesciava il pino a Sud-Ovest e a Napoli la pioggia di cenere fu copiosa dalla sera dell'8 fino alla notte del 12-13: complessivamente ne caddero circa 25 millimetri. Dall'8 al 12 il sole fu sempre velato, il cielo di color mattone.

Nel giorno 10, da Napoli salendo sul Vesuvio, la cenere aveva il seguente spessore: 5 cm. a S. Giovanni, 10 cm. a Pugliano, 20 cm. a Torre del Greco; 20 cm. poco sotto l'Osservatorio (Osteria di Donna Lucia), 22 cm. all'Albergo Cook (presso l'Osservatorio), 25 cm., poco dopo l'Osservatorio, e 40 sulla ferrovia Cook, ½ km. a monte del Cancello del Guardiano.

In complesso la quantità di cenere fu molto più abbondante in questa eruzione che in quella del 1872, press'a poco uguale e forse alquanto superiore che nella grande eruzione del 1822.

Le ceneri cambiarono colore diverse volte: quella del 4-5 aprile era bigio-nerastra; quella dell'8-9 più fina e di un colore un pò più chiaro e volgente al rossiccio, quella del 10-13 (più abbondante di tutte) molto fine e di colore rosso mattone; infine, l'ultima, di colore bigio bianchiccio. Tutte provenivano dalla polverizzazione di lave solide recenti o antiche, cioè quelle nerastre appartenenti al materiale recente e più superficiale, che perciò furono le prime, e quelle rossastre e

bianchiccie provenienti dal materiale vecchio molto alterato e più profondo, e perciò naturalmente venute ultime.

Evidentemente l'eruzione finì per ostruzione del condotto centrale. Dopo il giorno 8 al cratere non apparve più nessun bagliore, che attestasse la projezione di materie incandescenti.

Le esplosioni di cenere e di lapillo continuarono abbastanza frequenti fin verso la fine di aprile; ma, nonostante qualche effimera recrudescenza del 13 mattina, del 15 e del 20-21, il decrescimento generale dell'attività del vulcano fu evidente e abbastanza graduato e regolare. Solo però verso la fine dell'aprile la eruzione potè dirsi finita.

Come abbiamo visto, in complesso, l'eruzione del 1906 fu contrassegnata da un effiusso limitato di lava e da un'emissione abbondantissima di lapillo, sabbie e cenere; e, in ultima analisi, volendo riassumere i dati posseduti, si sa che la *lava*, come si deduce dalla relazione compilata dalla Commissione nominata dal R. Istituto d'Incoraggiamento di Napoli, coprì, intorno a 200 ettari di terreno, in parte costituito da lave precedenti e sterili, in parte coltivato e fertilissimo. Essa arrivò in qualche punto ad oltre 4 metri di altezza, raggiungendo una media certo non inferiore a m. 2-2,50. Onde il Mercalli ritiene che ne sia venuta fuori per circa 20 milioni di mc.; il Matteucci per mc. 10.500.000; il Sabatini per mc. 5.725,161.

Il *lapillo* cadde per l'altezza di 0,90 a 1 m. in una zona che va dal crinale del Somma al limite inferiore dell'abitato di Ottaiano, come appare da una carta compilata e pubblicata per cura della Direzione Generale del Catasto, zona valutata intorno a 1.000 ettari; onde solo in tale tratto se ne ebbero da 9 a 10 milioni di metri cubi. Ad essa faceva seguito una seconda zona in cui il lapillo raggiunse un'altezza di m. 0,90-0,60 estesa per 4 a 5 mila ettari; ossia altri 30 milioni di mc.

Poi ne veniva una terza più ampia, ove il lapillo era alto 0,60-0,45, poi un'altra di spessore ancora minore, che al di là di Palma, al confine con Sarno, arrivava appena a m. 0,20. Allontanandosi ancora dal vulcano il materiale diveniva sempre più scarso e più fino, cosicchè, p. e. ad Ariano di Puglia ed a S. Bartolomeo in Galdo, a 120 km. dal cratere, non si avevano che 2 a 3 cm. di *sabbia* nerastra, ed il Tavoliere di Puglia era coperto in quasi tutta la sua estensione da 1 cm. e mezzo di cenere simile a quella di cui appresso; ed anzi un pò di questa cenere cadde in Dalmazia e nel Montenegro. Ora, ammettendo che i 550 mila ettari del Tavoliere e dei circondari di S. Bartolomeo in Galdo ed Ariano di Puglia abbiano avuto soltanto 1 cm. di materiale (ciò che è al disotto del vero, poichè Foggia, maggiormente distante dal Vesuvio, ne ebbe anche di più), il materiale caduto dovrebbe ragguagliarsi a 100 mc. per ettaro, e quindi, soltanto per cotesto tratto dell'ultima zona da noi considerata, a 50 milioni di mc.

La *cenere rossastra* emessa negli ultimi giorni della eruzione raggiunse l'altezza di m. 0,20-0,25 a Torre del Greco, di m. 0,05 a S. Giovanni a Teduccio, di m. 0,025 a Napoli e nel circondario di Casoria ed in parte di quello di Aversa. Il territorio sul quale ne cadde la maggior quantità si può calcolare intorno a 10-12 mila ettari di superficie. Avremmo quindi, supponendo di soli 15 cm. l'altezza media della cenere caduta su di esso, oltre 15 milioni di mc.

Non è quindi errato il ritenere, in base ai dati precedenti, che il vulcano in quei giorni abbia emesso oltre 200 *milioni di mc. di materiali detritici; il Sabatini li calcola ad un minimo di* 211 *milioni.*

III. — Le conseguenze telluriche della eruzione del 1906.

I cambiamenti tellurici indotti dalla eruzione del 1906 non si limitarono allo spandimento sul cono e sulle campagne circostanti al Vesuvio dei materiali solidi descritti, ma ne indussero altri in cui il fattore principale fu l'acqua meteorica.

Anche il *vento*, naturalmente, non stette inattivo, almeno nella zona della cenere; e ricordo ancora quanto il vento rese penosa a Portici la vita dal 15 al 21 aprile smuovendo la cenere che si era fermata ovunque; le strade erano impraticabili, *attraversare il Parco Gussone della Scuola addirittura pericoloso*, mentre la cenere entrava ovunque ad onta di qualsiasi chiusura. Al vento poi si unì l'acqua delle pioggie primaverili ed allora incominciarono i disastri, al pari che dopo tutte le eruzioni vesuviane, cui seguano temporali vulcanici o pioggie torrenziali, in cui le acque si mescolano con le ceneri non rassodate e formano impetuosi torrenti di fango e di massi, che recano talvolta danni anche più gravi delle lave di fuoco. E vi ha chi crede che se i temporali fossero stati appena normali, come quantità e frequenza, nel 1906, forse Portici, Resina e Torre del Greco, sarebbero come Ercolano, scomparsi sotto i torrenti di fango.

Comunque, di tali alluvioni se ne ebbero subito, nel 1906, ma anche, e sopratutto, negli anni successivi, in cui il fenomeno si andò aggravando, raggiungendo forse il massimo nel 1910.

Durante questo tempo nella plaga settentrionale si ebbe la completa o parziale ostruzione dei corsi d'acqua per trasporti abbondantissimi dalle pendici. Tale ostruzione, resa più facile dallo stato di abbandono in cui trovavansi detti torrenti da vari anni, per mancanza di generali ricavamenti e stante le cattive condizioni di lunghi tratti di muri di sponda, provocò numerose rotte ed esondazioni, con invasione dei territori circostanti.

Più gravi e disastrosi furono gli effetti delle pioggie alluvionali nella falda occidentale, poichè quei torrenti scorrono sulla zona ove sono scarsi i basalti ed i tufi basaltici compatti. Di conseguenza, lo strato di cenere rese impermeabile il terreno, e obbligò tutte le acque a riversarsi lungo le più o meno alte sponde dei torrenti, solcandole e fortemente degradandole, stante la loro natura eminentemente corrodibile (sovrapposizione di lapillo e di pozzolane).

In pari tempo, le acque montane, discendendo con violenza e cariche delle materie eruttive incontrate lungo il percorso, abbatterono le vetuste opere di ritenuta e di sostegno, che già avevano perdute le loro intestature nelle sponde laterali, corrose e degradate.

Con tale duplice azione le acque provocarono scalzamenti di fondo nei tratti montani dei torrenti, e franamenti di sponda, (e di conseguenza abbondantissima discesa di materiali verso valle) con rovina di ponti, rotture di argini, esondazione di acqua, e formazione di lave di fango, che invasero le campagne e danneggiarono i soggiacenti abitati di S. Sebastiano, Pollena, Cercola, Ponticelli e Barra.

Nella falda meridionale, poco provvista di alvei, il fitto strato di cenere rese impermeabile l'antica superficie di spongiose roccie basaltiche, poichè i sottili elementi eruttati ne riempirono tutti i meati e resero liscie le asperità rocciose della

costa. Doveva quindi verificarsi, e si verificò, che le acque, miste a materiali trascinati, non poterono essere trattenute nelle strade, che avrebbero dovuto convogliarle, ed avvennero quindi rotte nei muretti ed invasione di lave di fango nelle campagne e nei sottostanti abitati di Portici, Resina e Torre del Greco.

Tale fenomeno si verificò poi a Resina, anche in seguito alla grande alluvione dell'ottobre 1910, poichè le acque, rotti i muri della Via Osservatorio, scavarono, da quel punto all'abitato, un profondo burrone i cui materiali furono trascinati in Resina, *ricoprendola in qualche parte fino all'altezza del secondo piano.*

Dal che si deduce che le eruzioni laviche sono catastrofiche, ma solo per la zona colpita dalla lava ignea, mentre che le eruzioni esplosive, con enorme gettito di lapillo e di cenere, possono produrre effetti disastrosi su estese regioni, sia direttamente, sia per le conseguenti discese di lave di fango, che mettono in pericolo uomini, paesi ed ubertosi territori.

Un simile stato di cose doveva costringere i pubblici poteri a correre ai ripari. Ed i lavori compiuti in questa occasione furono talmente giganteschi, che occorre tenerne conto per comprendere lo stato attuale del Vesuvio nei rapporti delle condizioni in cui si svolge la vita macro e microscopica.

Essi lavori consistettero in due ordini di opere: e cioè provvedimenti per la *sistemazione forestale* e provvedimenti *per la sistemazione idraulica.*

Il primo gruppo di lavori ebbe soprattutto i seguenti scopi:

1) Trattenere sulle pendici e specialmente nelle gole dei monti la massima parte dei materiali eruttivi.

2) Provvedere al sollecito consolidamento sul posto dei materiali medesimi.

3) Sistemare il corso dei torrenti esistenti e prevenirne la formazione di nuovi.

4) Sistemare le frane verificatesi, impedendo che altre se ne formassero.

Questi scopi furono presi di mira, e può dirsi sin dall'inizio dei lavori, ma quanto ai mezzi adottati per raggiungerli, essi subirono delle importanti modifiche, quando si appalesarono meglio i vari modi di comportarsi delle differenti materie eruttive nei riguardi idraulici.

Abbiamo visto ora come i materiali eruttati dal vulcano venissero a disporsi in modo che nel territorio di Ottaiano si trovassero i più grossi, mentre che, procedendo poi ad Est e Nord-Ovest del Somma si trovano sempre i più minuti fino a diventare cenere impalpabile, come in Pollena e nella falda meridionale. Naturalmente gli effetti delle acque piovane sulle differenti materie (come anche ora con facilità si osserva) dovevano essere, come sono, assolutamente differenti, e quindi assolutamente varia doveva pur essere l'opera di difesa nelle diverse circostanze.

Le opere di difesa vanno così raggruppate:

1) Stradelle a girapoggio.

2) Briglie in legname.

3) Briglie in muratura a secco.

4) Rimboschimenti.

Le stradelle a girapoggio si manifestarono efficaci solamente in certi luoghi dove il maggior danno a temersi consisteva nella formazione di lavine, facilmente provocabili per la ripidità delle pendici e la nessuna coesione del terreno.

La briglia in legname è l'opera che, sin dall'inizio dei lavori ebbe il più largo

PLANCHE I.
PLATE I.
TAFEL I.
TAVOLA I.

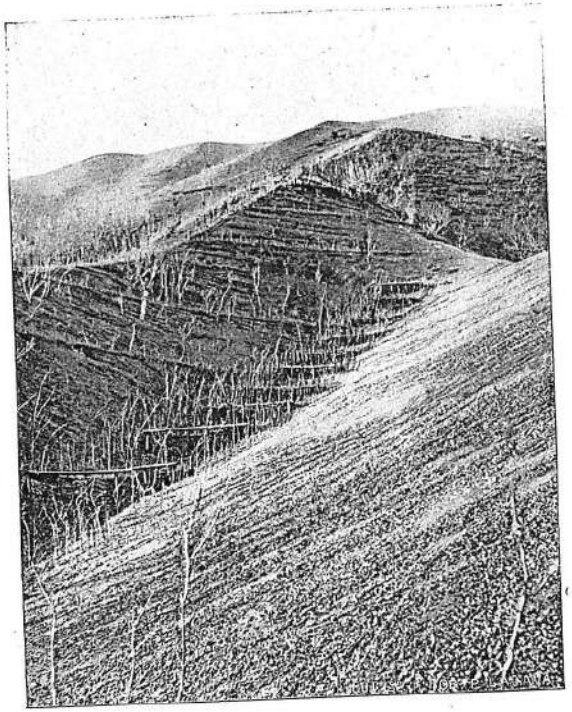


FIG. 9. — Sistemazione con graticciate rettilinee nel vallone *Catapane* (Ottaiano). *Cliché Lacava.*

impiego, prima esclusivamente nelle sue forme di fascinata, più tardi in quella di soglia e di vera e propria briglia in legname, con fronte verticale ed a gradinata.

I risultati ottenuti con tali opere furono veramente splendidi. Dove i burroni si allargavano considerevolmente ed il fondo roccioso era allo scoperto si eseguirono serre in muratura a secco, le quali, nelle circostanze indicate, meglio rispondevano allo scopo della sistemazione.

Operatosi, coi mezzi suindicati, il provvisorio consolidamento del suolo, l'opera definitiva è stata affidata alle forze della natura, mercè le piantagioni eseguite negli interramenti prodottisi nei burroni ed il rimboschimento di zone completamente nude; e dove prima tutto era distrutto, ora il verde ha ripreso il sopravvento.

Il secondo gruppo di lavori durarono con grande intensità ben 6 anni, nemmeno ora si possono dire completi, e si possono dividere nei seguenti sottogruppi:

1) Costruzioni di innumerevoli briglie e terrazze, a secco o in muratura, in tutti gli alvei e in tutta la parte montana della falda settentrionale ed occidentale per trattenere il grosso del materiale eruttato (cenere e lapillo). Di queste briglie ve ne ha delle gigantesche e sono così numerose che, per molto tempo, quando, per ordine dello spiritoso ingegnere che le fece costruire (e che rispose in questo modo al pubblico che andava gridando che sul Vesuvio non si era fatto nulla) furono dipinte in bianco, si resero visibili da Napoli arricchendo il Vesuvio di un particolare mai visto. Attualmente esse sono riempite, o quasi, ma però furono costruite in tale abbondanza e con tale ampiezza che nemmeno si colmarono completamente a monte, per quanto ora le acque non trasportino più materiale colmante.

Per lo più, a tergo delle stesse, abbiamo dei campi di cenere di parecchi metri di profondità che non sempre raggiungono il livello della briglia.

2) Ricavamento degli alvei ostruiti e sistemazione degli alvei strada, come pure completa sistemazione dei grandi alvei della falda settentrionale.

3) Chiusura di rotte, costruzione di muri cadenti e caduti, rialzamento di argini, incanalamenti razionali.

4) Costruzione di vasche di deposito e di chiarificazione.

5) Costruzione di tre nuovi giganteschi collettori a difesa degli abitanti di Portici, Resina e Torre del Greco, tutt'ora visibili a chi percorra la ferrovia Napoli-Torre Annunziata.

Si liberarono così, in grandissima parte, dall'invasione delle acque e dei materiali, gli abitanti della falda settentrionale-occidentale (S. Giuseppe, Ottaiano, Somma, S. Anastasia, Pollena, Trocchia, S. Sebastiano, Massa, Ponticelli, Pomigliano d'Arco) e quelli della falda settentrionale orientale (Cercola, Barra, e S. Giovanni a Teduccio).

Con questi lavori, completati dall'opera dell'agricoltura, quale la vedremo nel capo X, il Vesuvio riprese un assetto che, *per il momento*, si può chiamare stabile. E fino a quando lo chiameremo così?

IV. — Le precipitazioni meteoriche sul Vesuvio.

Abbiamo visto come la pioggia (ed anche il vento) possano, sul Vesuvio e nelle sue vicinanze, portare a fenomeni di enorme importanza come causa di propagazione del materiale mobile eruttato, e quindi di profondi sconvolgimenti degli strati

superficiali del terreno, con conseguenti mescolamenti dei prodotti su cui s'impianterà la *vita* in modo spontaneo o con la mano dell'uomo.

Ma la pioggia cade naturalmente sul Vesuvio anche quando sono cessati gli effetti principali immediati e postumi alle grandi eruzioni, e cioè nei periodi di calma relativa fra l'uno e l'altro parosismo ; ed essa pioggia è forse qui, come vedremo, regolata da magisteri, insoliti alle altre montagne e dovuti al dinamismo vulcanico : onde per lo studio della vita sul Vesuvio sarebbe indispensabile anche conoscere se esistono leggi che regolano le precipitazioni meteoriche del monte.

E vi ha di più : la pioggia, (ed anche naturalmente la neve) spesso si combina con un altro fenomeno, l'emissione di gas, dando origine a precipitazione speciali che prendono, per il loro effetto, il nome di caustiche. Onde dei due fenomeni (il gas, ed il gas combinato coll'acqua) occorre tenere il debito conto.

Disgraziatamente però siamo ben lungi dal possedere dati a sufficienza, per poter aspirare all'enunciazione di leggi. Gli unici dati seri che si hanno sono quelli pubblicati dal MALLADRA, in base ai materiali raccolti dall'Osservatorio vesuviano per un cinquantennio, e che vanno, con notevoli lacune, dal 1863 (anno del primo funzionamento dei suoi strumenti meteorologici) al 1913, epoca del risveglio ultimo del Vesuvio (5 luglio).

Da tali dati risulta una media annua di mm. 748,7 di pioggia. Essa media presenta però notevoli scostamenti che vanno da un massimo di mm. 1629 (1907) ad un minimo di mm. 332 (1909). Notevole è l'abbondanza del triennio 1868-1870, e la magra del biennio 1912-13, che non sappiamo se si colleghi al minimo accennato, mancando i dati 1910-11.

Nel 1906, il totale di 11 mesi (manca aprile) dà mm. 1183,3. *Il periodo di massima pioggia è dato adunque dal biennio che comprende e segue la grande eruzione del* 1906. *Anche il triennio mentovato* (1868-1870) comprende e segue gli importanti fenomeni eruttivi del 1868, mentre la grande eruzione dell'aprile 1872, notevole per l'attività effusiva più che per l'esplosiva, avviene in un anno di pioggia inferiore alla media (mm. 717) ed è preceduta e segulta da anni con pioggia di poco superiore alla media (808-774 mm.).

Rispetto all'influenza che possono avere le condizioni topografiche della regione sulla quantità delle precipitazioni, mentre è opinione, abbastanza diffusa fra i cultori delle discipline meteorologiche, che la pioggia in una data zona aumenti coll'allontanarsi dal mare e col crescere dell'altitudine nelle regioni montuose, ciò non trova conferma sul Vesuvio, qualora si mettano a confronto i suoi dati con quelli di Napoli e di Portici, come risulta dal seguente specchio.

	Vesuvio	Napoli	Portici
Distanza dal mare, metri	5 300	600	800
Altezza del pluviometro sul mare	642	149	82
Quantità di pioggia, mm.	748,7	853,5	978,2
Frequenza della pioggia, giorni.	99	116	106

Ossia che per l'altezza si verifica tutto il contrario e cioè la pioggia diminuisce con l'altitudine ; lo stesso avviene per la distanza dal mare delle due stazioni rispetto al Vesuvio.

Sempre secondo il MALLADRA, ciò che riguarda la minor quantità non è conseguenza della obliquità delle pioggie, prodotta dal vento, perchè anche la *frequenza* procede in modo analogo: cioè la pioggia diminuisce col crescere della distanza dal mare, e diminuisce sul monte rispetto alle due stazioni di pianura.

Nemmeno le teorie del prof. E. ODDONE, sull'influenza del pendio come causa di aumento di pioggia, si attagliano al Vesuvio.

Ed il MALLADRA, che ha fatto infine un minuto esame dei fatti, ritiene che si debbano mettere in disparte le influenze caratteristiche del Vulcano che riduce a due :

1) — La corrente ascendente di aria calda, prodotta dalle emanazioni del cratere e dalle fumarole, e, durante il giorno, dal fortissimo riscaldamento delle sabbie e delle lave per l'azione solare, neutralizza in parte il raffreddamento dato dai venti che dovrebbe conseguire al loro innalzamento, e perciò anche la condensazione del vapor acqueo.

2) — Le sostanze anidre ed avide di acqua che sono esalate dal condotto centrale e dalle fumarole (HCl, SO_2, cloruri diversi, ecc.), idratandosi, consumano per sè stessi una parte del vapor d'acqua recato dai venti.

V. — LE ROCCIE VESUVIANE.

Le roccie della regione vesuviana sono quasi tutte uscite dal cratere del Somma-Vesuvio. Traccie del *Cretaceo* e dell'*Eocene* su cui si è impiantato il doppio monte, si hanno solo nei frammenti calcarei che eruttano e più erano eruttati per il passato e si mescolano ai prodotti lavici. Di questi frammenti molti si trovano nei valloni del Somma ove non mancano nemmeno dei ciottoli calcari bituminosi.

Le roccie più antiche sono poi, naturalmente, quelle del Somma stesso, il quale ora giace sopra una pianura costituita da un *tufo giallo trachitico*, ricoperto da un *tufo grigio* più sciolto, sabbioso e ricco di pomici. Questi due tufi, disposti nello stesso modo formano anche tutta la metà inferiore della montagna, la cui metà superiore è invece costituita da *tufo e lave leucitiche*. La disposizione però relativa di queste tre sorte di materiali non è così precisa e assoluta come ora si è detto. Poichè il tufo grigio si eleva, sebbene in piccola quantità, fino alla cima ; e nessuno ha finora potuto determinare fino a qual livello s'innalzi il tufo giallo sotto quello grigio.

La parte superiore del Somma è poi formata da lave leucitiche analoghe a quelle che vedremo formare il Vesuvio e da lui emesse nelle eruzioni storiche, imperocchè sono, come queste, essenzialmente formate di cristalli di Leucite e di Augite con Olivina, Ferro magnetico e tutti gli altri materiali accessori che esistono nelle lave vesuviane.

La composizione di queste roccie a cui appartengono quelle che formano il sottosuolo di Pompei è quella della Tabella I.

Le lave del Vesuvio p. d. sono poi in tutte le sue eruzioni storiche di natura assai simile, ma non quasi mai identiche anche in eruzioni assai vicine, come quelle del 1871 e 1872.

Sono delle Leucotefriti con qualche Leucobasanite, formate essenzialmente dall'aggregamento di una infinità di cristalli di Leucite ed Augite — e Olivina nelle

seconde — disseminate porfiricamente in una pasta grigio-scura o nerastra, apparentemente omogenea, risultante degli stessi minerali, più il Plagioclase, che non si presenta mai in cristalli grossi. Ordinariamente associati al Plagioclase, all'Augite, alla Leucite, ed, evidentemente, all'Olivina, si trovano in minor quantità *Magnetite, Mica, Sanidino, Nefelina*, mentre nelle cavità e nelle fenditure si rinvengono frequentemente *Sodalite, Oligisto*, e più raramente *Haüyna, Granato* e *Apatite*. Ordinariamente la Leucite e l'Augite si vedono ad occhio nudo disseminati nella lava, ma anche la pasta apparentemente omogenea di questa, vista sotto il microscopio, appare formata da un ammasso di microscopici cristalli dei minerali nominati, cementati insieme da una piccola quantità di materia vitrea. Secondo le antiche analisi del Fuchs, riportate dal Mercalli, la media composizione chimica delle lave vesuviane, dedotta da 32 lave diverse, è la seguente:

Silice	48,29
Allumina	19,55
Ossido e sesquiossido di ferro	10,94
Calce	9,38
Magnesia	4,13
Soda	3,29
Potassa	5,26
Totale	100,84

Riportiamo alle tabelle II e III le analisi particolareggiate dei prodotti delle due celebri eruzioni del 1631 e del 1906 che, per le ragioni viste e da vedere, interessano più da vicino il nostro studio.

Come si vede, ciò che caratterizza dal punto di vista agrario tutti questi prodotti è la enorme ricchezza in potassa e la discreta quantità di anidride fosforica. Onde, come conseguenza agraria, quantitativamente è pur sempre vero quello che, fino dal 1884, diceva il Casoria, e cioè che la ricchezza della potassa che tuttora si trova in terra vesuviana è tale che essa basterebbe ancora per 1838 raccolte di *mais* nel suolo, e per 1387 raccolte nel sottosuolo. L'attuale anidride fosforica, sebbene sempre rappresentata da piccole quantità, pure è bastevole ancora per 314 raccolte di mais nel suolo coltivato e per 212 raccolte nel sottosuolo.

Va rilevato inoltre che sia nel lapillo che nella sabbia e nella cenere del 1906 era contenuta una quantità notevole di sali solubili. Questi sali furono trovati dal Casoria nella quantità del 2,11 % nel lapillo d'Ottaiano, del 2,62 nella cenere grigia, del 3,21 in quella rossiccia. Il Bernardini ne riscontrò l'1,64 % nella cenere di Portici, il 3,29 in quella di Foggia, il 3,25 in quelle di Cerignola e il 2,24 in quella di Bovino. I sali analizzati dal Casoria risultano composti come dalla Tabella IV.

Tra i componenti solubili delle ceneri fu constatata dal Kernot anche la presenza di sali ammonio.

Non è poi il caso di passare sotto silenzio i prodotti di decomposizione delle lave quando essi assurgono a formazione geologica di qualche importanza.

E in queste condizioni sono le cosidette *terre vecchie* del Monte Somma, le quali, note anche col nome di *pozzolanelle* costituiscono il sottosuolo dei terreni vesuviani, nonchè gli antichi terreni vegetali emergenti qua e là alla base e sui fianchi del

monte detto, nei punti in cui essi non furono coperti dai prodotti delle più recenti eruzioni.

Questa terra, di aspetto omogeneo, si presenta di color grigio, che ricorda quasi quello delle famose *biancane senesi*.

L'analisi ha dato, per la composizione centesimale della terra suddetta, le cifre della Tabella V.

Questi dati analitici, confrontati con quelli della tabella e completati da altre ricerche, permisero al Casoria di concludere che queste «terre vecchie» erano appunto il prodotto dell'alterazione che l'attività degli agenti esterni e della vegetazione indussero, con la tarda opera dei secoli, nelle lave preistoriche del Somma, e che era probabile che il fattore principale di tali mutamenti, fosse rappresentato dall'azione persistente, sebbene lentissima, dell'anidride carbonica.

VI. — Le acque vesuviane.

Le acque vesuviane sono poco abbondanti e poco studiate. Che siano poco abbondanti è dimostrato dal fatto che fino a pochi anni fa, e cioè fino all'avvento dell'Acquedotto vesuviano, diramazione di quello celeberrimo di Serino che alimenta Napoli e quasi tutta la Campania felice, le popolazioni erano costrette ad avvalersi di pozzi, il più sovente inquinati. Ed il Palazzo reale, costruito da Carlo III di Borbone verso la metà del secolo XVIII, in cui ora ha sede la Scuola, dovette, per i bisogni del suo Parco e dei suoi giardini, costruire giganteschi serbatoi d'acqua piovana tutt'ora esistenti e funzionanti. E tutta la regione ha scarsissime sorgenti naturali, fra cui è il caso di citare l'acqua di S. Anastasia (che i Borboni portarono al Palazzo reale di Portici fino a che l'eruzione del 1872 non ne distrusse la conduttura), quella di Torre del Greco, la sorgente Frettelle nel vallone di Pollena e l'acqua di Pugliano che pure è usata dalla Scuola. Vi hanno anche poche acque minerali, fra cui quelle delle terme di Torre Annunziata. L'acqua della fonte intermittente di Pompei non durò che pochi anni e fu un fenomeno tutt'affatto cagionato dall'eruzione del 1906. Ora è quasi trascurabile.

Che queste acque siano poco conosciute scientificamente è poi dimostrato dal fatto che, all'infuori degli studi del Casoria (che rimontano al 1885-91), io non ne ho ritrovato altri.

Le tre acque principali e le acque dei pozzi vesuviani furono esaminate dal Casoria appunto in tali studi a cui rimandiamo il lettore che volesse approfondire l'argomento.

Comunque da essi risulta che la caratteristica di tutte queste acque è di possedere residuo salino alquanto elevato, con predominio di sali potassici. Con quest'ultima particolarità differiscono dalle acque della vicina regione Flegrea, in cui invece la soda prepondera sulla potassa per una quantità quasi decupla.

Onde la composizione delle acque vesuviane è in rapporto diretto con la composizione delle roccie che abbiamo veduto testè e per cui gli elementi minerali in essa disciolti derivano:

1) Dalle sostanze saline emesse dal Vesuvio ed asportate dalle acque piovane per lisciviazione.

2) Dai calcari manganiferi e dai silicati complessi, eruttati nelle diverse epoche, e formanti il sottosuolo della regione vesuviana.

Certo è poi che l'influenza dell'anidride carbonica, alla cui potenza il Casoria riferiva tutto il processo di solubilizzazione, deve, pur restando il fattore principale del fenomeno, essere riveduta al lume delle moderne teorie sulle soluzioni acquose dei minerali.

VII. — La fauna del Vesuvio.

Una *fauna* del Vesuvio non è mai stata nè fatta nè scritta.

Con ciò però non voglio dire che studi sulla fauna del Vesuvio non siano stati eseguiti, ma nessuno ha mai pensato ad unirli in un corpo o dottrina unica.

Nelle nostre peregrinazioni ben poco abbiamo potuto osservare, e forse degno di nota è solo il fatto che nelle cripte delle lave, anche più recenti, non di rado abbiamo visto tele di aracnidi, segno di esistenza di insetti alati. Il prof. Malladra poi ci ha comunicato che in certi periodi, forse attratti dalle emanazioni del vulcano, ha potuto osservare favolosi stuoli di moscherini uscenti dalla bocca del cratere dove poi finivano per cadere. E nel suo lavoro sui gas e la vegetazione del Vesuvio parla di un denso strato di insetti morti (Coleotteri, Lepidotteri e Ditteri) perfino di un cm., nei pressi delle fumarole dell'*Atrio del Cavallo* e nelle pendici settentrionali del Gran Cono, o anche nel Cratere.

Anche sugli effetti immediati delle eruzioni sulla fauna terrestre ben poco sappiamo. Non vi è, per es., uno studio, per la fauna terrestre vesuviana, analogo a quello che il compianto dott. Lo Bianco ha fatto sugli effetti che la pioggia di cenere del 1906 ha avuto sulla fauna marina, effetti che si possono compendiare nella completa temporanea sterilizzazione delle acque del Golfo, sia rispetto al *plankton* che rispetto agli animali marini.

Solo il dott. Francesco Guarnieri, allora assistente di questo Istituto, fece interessanti osservazioni sulle api, asserendo che, nei luoghi vicino al vulcano (p. e. il Somma), le famiglie di api andavano perdute, mentre che nei luoghi meno colpiti dalla eruzione di cenere (p. e. il Villaggio di Fuorigrotta) le famiglie solo si ammiserirono per la perdita di molte bottinatrici. Ma il danno finale si ridusse alla diminuzione di circa un terzo del prodotto in confronto di quello dell'anno precedente risultato avveratosi in grazia della lavatura dei fiori per le pioggie sopraggiunte, ma sopratutto per la fioritura degli agrumi intanto tempestivamente intervenuta.

VIII. — La flora vesuviana.

E nemmeno esiste una *flora vesuviana* aggiornata, anche intesa solo come comunemente la intendono i botanici, e cioè un elenco più o meno ragionato delle Fanerogame e delle Crittogame vascolari che crescono sul Vesuvio. Molti naturalisti (ed anche illustri come Tenore, Gussone e Gasparini) hanno erborato sul Vesuvio, e si potrebbe perciò compilarla approfittando di ciò che, a proposito del Vesuvio, i predetti botanici hanno consacrato nelle flore di tutte le provincie meridionali, tanto più che nel 1868 G. A. Pasquale lasciò anche un catalogo comparato fra la flora del Vesuvio e quella di Capri, comprese le crittogame: ma a buon conto nessuno lo ha mai fatto in modo completo.

Possediamo invece un elenco delle *Crittogame*, comprese le Felci e le Licopodiacee, ed eccettuati i funghi che nascono sulle lave vesuviane: però esso rimonta al 1873 e quindi, se conserva qualche valore per i muschi, le epatiche ed i licheni, non ne ha forse più per le Alghe.

Questo lavoro, dovuto a Gaetano Licopoli, è ancora importante per ciò che riguarda le condizioni in cui si sviluppano in genere le crittogame vesuviane, perchè i fatti relativi restano sempre gli stessi. E secondo il Licopoli « le condizioni ne« cessarie perchè gli agenti naturali climatologici spieghino tanta azione modifica« trice sulla roccia vulcanica di ogni forma e natura da permettere entro un dato « periodo di tempo lo sviluppo delle crittogame, si riducono alle seguenti:

« 1) *Stabilità della roccia dopo il suo periodo di raffreddamento*, per ciò che « nelle lave rimosse da sussulti vulcanici o da opera umana, il fenomeno suddescritto « non si osserva, ovvero questo primo segno manifesto dell'azione modificatrice « degli agenti esteriori, o non si manifesta punto e le piante non vi si attecchiscono, « o si mostra assai più debolmente che in quella che, per pari durata, rimangono « stabili.

« 2) *Permanenza del detrito inorganico*, prodotto dalla influenza degli agenti « suddetti. Al quale effetto è indispensabile l'azione della umidità atmosferica.

« 3) *Che la roccia si trovi in un'alternativa di secco e di umido, di freddo e di caldo*, poichè fu notato come nelle lave giacenti intorno a qualche fumaiola, o altra « costante sorgente calorifera, ove, naturalmente, queste variazioni di tempe« ratura non succedono, non attecchisce mai alcuna specie; purchè però insieme alla « sorgente calorifica non vi fosse pure sviluppo di vapori acquosi.

« 4) *Mescolanza di detrito inorganico con altro di natura organica*, sia que« st'ultimo proveniente da vegetazione circostante, sia dal pulviscolo atmosferico. « E come quest'ultima causa favorisca la vegetazione e conseguentemente la de« composizione della roccia è abbastanza noto in chimica agraria ed in fisiologia « vegetale.

« Col concorso di tutte le sopradette condizioni la vegetazione crittogamica « sulle lave vesuviane si può rendere manifesta tra il 7° e l'8° anno di età ».

Per ciò che riguarda le specie di alghe (gli esseri più vicini ai batteri per la loro biologia) rimandiamo al lavoro del Licopoli.

Il quale dedicò poi molto della sua attività allo studio minuzioso del più importante abitatore crittogamico del Vesuvio e cioé lo *Stereocaulum vesuvianum* Pers,, del quale avremo occasione di parlare parecchie volte.

È per altro deplorevole che così poco si sappia sulla flora del Vesuvio e che nessun botanico abbia seriamente cercato di investigare il ripopolamento botanico delle zone invase dalla lava o insterilite dal lapillo o dalla cenere; ripetere insomma (e colle probabilità di farlo su estensione minore e con maggiore frequenza) quello che è invece stato fatto nei vicini Campi Flegrei a proposito della loro ultima convulsione storica, e cioè l'eruzione del Monte Nuovo.

I fatti che si sarebbero potuti osservare a questo proposito sono di enorme interesse biologico e perciò sono costretto a rimandare a proposito della disseminazione delle specie, quello che Michele Guadagno ha osservato su quella formazione trachitica che sconvolse la topografia classica dei Campi Flegrei, regalandoci nel 1531, una collina di ben 140 metri di altezza; e ciò nella speranza

di invogliare i botanici a fare altrettanto per il Vesuvio, senza dimenticare che il Guadagno promette di farci presto sapere e per la prima volta, analoghe osservazioni appunto per le lave vesuviane.

Un argomento che non va trascurato quando si tratta della flora vesuviana sono gli effetti che sulla medesima producono i gas e le piogge caustiche fra un'eruzione e l'altra. Su questi fenomeni abbiamo diligenti osservazioni contemporanee del Malladra, secondo il quale il risveglio, già rammentato, del Vesuvio nel 5 luglio 1913 segnò, oltre la distruzione di buona parte della flora spontanea che si era venuta formando durante il riposo, il principio dei danni sulle colture forestali, per effetto dei gas acidi esalati in gran copia dalla *Bocca* e riversantesi or da un lato or dall'altro delle pendici del Vesuvio, a seconda lo spirare dei venti.

L'influenza nefasta di questi gas vulcanici sopra la vegetazione si esplica, secondo il Malladra, in duplice maniera.

Talvolta le emanazioni uscenti dal cratere in gran copia, ma con poca forza di sollevamento, si rovesciano sulle pareti esterne del monte e scendono per i pendii come schiuma che trabocchi da un vaso troppo pieno. Le masse gassose, rotolando lentamente rasente il suolo, avvolgono le piantagioni come densa nebbia e depongono per sublimazione, sui rami e sulle foglie, come sulle pietre e sulle arene, delle polveri bianche che sono cloruri e solfati, alcalini e ferrosi. Le piante così rivestite sembrano coperte di brina. In seguito, la rugiada e l'umidità traspirante dalle camere stomatiche sciolgono una parte dei sali, che cauterizzano maggiormente il parenchima fogliare e i giovani germogli già intaccati dai gas. Le foglie, in poche ore, si coprono di macchie brune, più o meno estese, e poi si disseccano, come se fossero colpite dalla peronospora.

Il disseccarsi delle foglie, specialmente al margine e alla estremità delle nervature, dove, come è noto, esistono speciali canali acquiferi, starebbe a comprovare il fatto asserito che i sali caustici sono disciolti dalla attività traspiratoria della pianta.

Il più strano di questi fenomeni è il diverso comportamento della specie; così il *Pinus silvestris* resistette dove il *Pinus maritimus* perì. Ciò però, come vedremo, si manifestò assai più nel secondo modo di agire dei gas vulcanici sulla vegetazione, ossia mediante le pioggie caustiche.

Sovente si osservano sopra il cratere delle masse di gas cenerine o bluastre, a contorno indeciso ed evanescente, che per queste loro qualità devono chiamarsi fumi anzichè *vapori*. La lunga e continua pratica insegna molto bene a distinguere gli uni dagli altri.

In certi giorni è molto evidente il contrasto tra fumi che esalano dalla bocca del cratere e i vapori che scaturiscono dalle fumarole dell'orlo.

Se per poca energia del vento, che non riesce ad allontanare le masse degli acidi man mano che si producono, questi si accumulano in rilevante quantità nei dintorni del vulcano, e se in tali condizioni sopravviene la pioggia, le acque scendono più o meno caustiche sulle piante e gravemente le offendono. I contadini delle contrade vesuviane indicano queste piogge col nome di *acqua cotta* perchè credono che siano bollenti. Anche qui, come in tutti i fenomeni, la quantità dell'agente regola l'intensità dell'azione.

La cattura dei gas e delle sublimazioni vulcaniche sparse nell'atmosfera si compie anche, come vedremo, per mezzo della neve.

Pare che l'intensità del fenomeno sia varia attraverso i tempi e che si sia aggravata dopo l'attuale risveglio del Vesuvio.

In una pioggia eruttiva del 1914 il MALLADRA, nel giardino dell'Osservatorio, osservò che le foglie della vigna erano tutte completamente disseccate, e che patirono inoltre più o meno fortemente il corbezzolo (*Arbutus Unedo* L.), il nespolo (*Mespilus germanica* L.), l'albicocco (*Prunus Armeniaca* L.), il ciliegio (*Prunus Cerasus* L.), l'ailanto (*Ailanthus glandulosa* Dest.) l'alloro, (*Laurus nobilis* L.), il sambuco (*Sambucus nigra* L.), il castagno (*Castanea sativa* Mill.), l'Olmo (*Ulmus campestris* L.) ed il pioppo (*Populus italica* ?). Non ebbero invece alcun danno: il fico (*Ficus Carica L.*), il pino selvatico (*Pinus silvestris* L.); una *Tuia* sp. ed altre conifere, il bosso (*Buxus sempervirens* L.), un *Evoninus sp.*, la ginestra comune (*Spartium junceum* L.), la ginestra dell'Etna (*Genista aetnensis* D. C.), il Ginestrone (*Spartium scoparium* L.), il rosmarino (*Rosmarinus officinalis* L.), il Giaggiolo (*Iris germanica* L.), *Verbascum* sp., *Salvia* sp., *Trifolium* sp., *Vicia* sp., ed altre essenze da prato.

Da ciò si è tentati di dedurre che le piante più resistenti son quelle a filloma tomentoso o con ipoderma scleroso, ma eccezioni si riscontrano (corbezzolo, lauro) che non sempre si riesce a spiegare; come quella, per es., per cui il pino marittimo (o domestico) viene subito dopo la vite per facilità di disseccamento, mentre le altre conifere resistono assai bene all'azione caustica dei gas vulcanici.

IX. — LA DISSEMINAZIONE BOTANICA E LA SUCCESSIONE DELLE SPECIE VEGETALI SUL VESUVIO.

Le cause di disseminazione delle specie botaniche macroscopiche sul Vesuvio sono alla fin fine le stesse che agiscono ovunque sulla Terra: quelle cioè che, ben note, si possono raggruppare nella seguente tavola sinottica:

- Cause
  - Naturali o permanenti
    - Fisiche
      - Vento (Piante anemocore)
      - Precipitazioni e correnti d'acqua (P. idrocore)
      - Cenere
    - Biologiche
      - Animali terrestri e volatili
        - 1 - Aderendo, semi frutti e spore esternamente mediante secrezioni attaccaticcie, aculei, setole o in altra guisa, all'invoglio degli animali (Piante zoocore).
        - 2 - Ovvero, mangiando questi i frutti ed evacuando per il canale digerente i semi.
      - Uomo
        - In sè
        - Coi veicoli, strumenti, ecc.
        - Colle ferrovie
  - Artificiali o temporanee
    - Coltivazione
    - Rimboschimento

Questa tavola però può essere contemporaneamente la tavola degli agenti disseminatori delle microscopiche, perchè è noto che queste seguono immancabilmente le prime. Quando diciamo che nessun oggetto o sostanza organizzata macroscopica non è sterile, non facciamo che esprimere il fatto che ogni volta che si ha la disseminazione diretta o indiretta di una specie botanica macroscopica, questa è infallentemente accompagnata nello stesso istante da una disseminazione di batteri, blastomiceti e spore di muffe, ed anche di altri microrganismi unicellulari animali (protozoi) e vegetali (alghe ?). All'infuori dell'interno dei tessuti, animali o vegetali, dappertutto troviamo microrganismi, perfino negli stomi delle piante e fra gli involucri dei semi. Nemmeno le spore delle crittogame si sottraggono a questa legge, nè si possono considerare sterili. Tutti i batteriologi conoscono bene la difficoltà di avere, e ad onta di ogni precauzione, culture pure (nel senso stretto, e cioè *monocitogenetiche*) degli ifomiceti, colture cioè, che ad un dato momento, non si rivelino accompagnate anche da schizomiceti, appena che il terreno nutritivo lo permetta. Nemmeno la cultura, appunto detta *monocitogenetica*, suffraga nel caso degli ifomiceti, perchè, data la differenza della grandezza fra le spore micetiche ed i batteri, non è possibile accorgersi in ogni caso, al microscopio, se la spora è sola o no.

Ed è noto pure che vi sono meccanismi per cui specie microbiologiche possono trovare agenti disseminatori, anche gli agenti della loro moltiplicazione. Le feci degli animali di qualunque gradino della scala zoologica, sono appunto esempi singoli di tali meccanismi, tra i quali vanno compresi i notissimi casi dovuti ai microbi, patogeni o no, dell'intestino, e quello classico, della moltiplicazione dei fermenti alcoolici nell'intestino delle mosche, ecc. studiato appunto a Portici da Amedeo Berlese.

Abbiamo detto che vi hanno sul Vesuvio meccanismi recenti e recentissimi. Possiamo considerare recenti i meccanismi introdotti dall'uomo con la ferrovia Cook e con la funicolare, colla creazione dell'Osservatorio vesuviano, che hanno moltiplicato i rapporti fra il piano e il monte, ma da pochissimi anni se ne ha uno *specialissimo*, cioè il rimboschimento. Mai come in questi ultimi anni tale fattore ha agito, come abbiamo detto, con intensità. E sul rimboschimento e sopra i suoi successi ed insuccessi, molto vi è sul Vesuvio da studiare dal punto di vista batteriologico, poichè basterebbe il problema dell'attecchimento delle robinie e delle ginestre in relazione coi batteri radicali, per rendere interessante tale pratica dal punto di vista scientifico.

Ne viene poi di conseguenza, da quanto precede, che studiare i meccanismi di disseminazione macroscopica è perfettamente la stessa cosa che *studiare* i meccanismi di diffusione dei microrganismi di qualunque specie: onde tutto ciò che interessa dal primo punto di vista interessa anche dal secondo. E gli è per questo che è il caso di rammentare ancora una volta le interessanti osservazioni del Guadagno su di un monte assai vicino al Vesuvio, come lui di origine vulcanica, ma a differenza di lui nato *tutto* in tempo storico, e cioè il Monte Nuovo presso Pozzuoli, sorto in una quindicina di giorni nel 1538, rimandando ad esse il lettore.

E si vedrà che nel futuro non potremo, sul Vesuvio, fare a meno, per conoscere la disseminazione dei microrganismi, sopratutto nei terreni vergini e sterili, fare a meno, dico, di ricercare se anche su di esse si verifichino gli interessanti fatti osservati sul Monte Nuovo.

Vero è poi che sul Vesuvio, vulcano attivo, avremo a che fare con fatti assai più complicati che non sul Monte Nuovo, vulcano spento.

E difatti se si può immaginare che le cose sul Vesuvio vadano in un modo analogo a quello del Monte Nuovo durante i suoi periodi di riposo assoluto, le cose vanno differentemente nei suoi periodi di attività di solfatara, di eruzioni stromboliane, e di parosismi pliniani.

Per i periodi di riposo, le testimonianze dei contemporanei rendono certo che, prima del 1638, tutto il Vesuvio-Somma era coperto di vegetazione, al punto che nel cratere albergavano alberi di alto fusto e pascevano gli armenti, mentre nell'Atrio del Cavallo sorgevano case pastorali; e le vicende del 1906 non hanno impedito che dal 1906 al 1913 i lavori forestali ridessero al monte ginestre di tre metri di altezza, ontani di sei, pioppi di otto, i Colli Margherita ed Umberto si ricoprissero spontanenamente di ciuffi erbacei ed i contorni delle fumarole si tappezzassero di alghe verdeggianti: ma bastò il risveglio del 5 luglio 1913 perchè i gas, di cui già parlammo, facessero scomparire l'ontaneto della Valle dell'Inferno, danneggiassero le piantagioni della Pedementina e del Piano delle Ginestre, e riducessero enormemente la vegetazione spontanea rammentata, oltre a cagionare danni alle campagne coltivate.

Onde è che le specie botaniche devono lottare più assai sul Vesuvio che sul Monte Nuovo per attecchire definitivamente.

Argomento molto intimamente connesso, sul Vesuvio, assai più che altrove, colla disseminazione delle specie, e dato dal fatto capitale che impronta questo lavoro, e cioè l'esistenza di terreni sterili e sterilizzati, è quello della *successione* dello impianto delle specie appunto là ove la vita macro- e microscopica tace ancora.

I primi accenni di questo studio si trovano nel LICOPOLI, il quale dice che le *Alghe* ed i *Licheni* si contendono la priorità. A questo succederebbero i *Muschi*, indi le *Epatiche*, le *Felci* e da ultimo le *Licopodiacee*. « Se qualche *micete* trovasi solo, « o, come è più naturale, in coesistenza di altra vegetazione crittogamica, non ho « trovato dati sufficienti per poter affermare con certezza in quale epoca di succes- « sione esso si svolga. Epperò son di credere che la vegetazione micologica sulle lave « vesuviane debba ritenersi come insignificante ».

« La precedenza è delle Alghe, e ciò viene riconfermato dal fatto che, dovunque, « nelle superficiali concavità delle scorie, vecchie o recenti che fossero, si raccoglie « sabbia o cenere vulcanica costantemente umida, o pure acqua soltanto, ivi si rin- « vengono Diatomee ed altre Alghe minime ».

Ma è soprattutto ad O. COMES che si deve un primo quadro (che egli riteneva completo) di queste successioni.

Anche egli ammette, soprattutto, che le prime pianticole abitatrici della roccia siano alghe unicellulari che si possono notare raschiando la roccia soprattutto nelle anfrattuosità e nelle cripte e sottoponendo i detriti al microscopio; ma queste subito si associerebbero a micelii fungini per fare dei talli di licheni. Di questi « uno domina « e precede tutti gli altri, ed è quella specie detta *Stereocaulum vesuvianum* Pers. « (o meglio *S. botryosum var. vesuvianum* Ach.) che, come egli dice, « sulle lave a « superficie liscia, perchè unita o semivetrificata, s'incontra seminata come una « forma polverosa, sicchè da lontano sembra come se della comune cenere fosse « sparsa sulla lava; sulle altre poi, a superficie scoriacea, si allunga e s'innalza di- « ramandosi a forma cespitosa ».

A tali specie si associano poi anche le lichenacee a dozzine, e a queste, appena nel detrito della lava si è accumulato un pò di materiale organico, seguono dei muschi (Bryum, Phascum, Grimmia, Bartramia, ecc.). Coi muschi si svolgerebbero le Epatiche, massime nei siti ombreggiati, *finchè con l'andare degli anni appaiono le prime crittogame vascolari colla Gymnogramme Letophylla*, che si accontenta anche di un pugno di sabbia o di cenere umida per sviluppare le sue foglie finemente intagliate, cui tengono dietro l'*Adianthum Capillus Veneris* nelle cripte acquose più che umide ed in altri siti meno riposti le Felci più rustiche, e meno esigenti, come la caratteristica *Chaeilanthes odora*, il *Ceterach officinalis*, ecc.

Intanto le fanerogame si avviano a rinverdire i siti più soleggiati. Una delle prime a comparire è il *Centranthus ruber*, pianta carnosetta cui seguono altre carnose e carnosette e molte graminacee, note per poco bisogno di acqua ; e , dopo un *ventennio*, si avrebbero i primi indizi di un rimboschimento con piante legnosette e legnose, tipica fra le altre lo *Spartium junceum*, la *ginestra odorata* contenta dei deserti.

In conclusione, come si vede, il COMES ammette sul Vesuvio, e per il mondo pluricellulare, quasi una successione parallela a quella che avrebbe caratterizzato la comparsa delle piante sulla terra: crittogame cellulari, muscinee, crittogame vascolari, e da ultimo le fanerogame, ed inoltre ammette che tale successione sia rapida al punto da poter percorrere in un ventennio la scala che dai licheni va alle piante legnose. Vedremo ben presto che pensare di una tale ipotesi.

Come si vede, per di più, il COMES prende in considerazione quasi esclusivamente la roccia lavica che considera nuda e della quale la vegetazione sarebbe un agente di disgregazione e di decomposizione ; ma egli nel 1884, quando scriveva, non aveva potuto ancora farsi un'idea della grandiosità del problema a cui poteva assurgere il fenomeno *cenere* quale si è potuto vedere nel 1906. Le eruzioni di cenere, a cui egli aveva potuto assistere, potevano paragonarsi a piccole spruzzate in confronto di un grandioso acquazzone. Non già pugno di cenere ha permesso di mettere in gioco l'eruzione del 1906 ma, ben lo vedemmo, enormi cumuli, estensioni, valanghe, campi interi. Onde è a ritenersi che mai, come in questa epoca, siamo stati in caso di studiare l'effetto della cenere sulla vegetazione presente e futura del Vesuvio e delle sue adiacenze, e ciò al punto che i convenuti a Portici della IV Conferenza Internazionale di Pedologia poterono ancora ammirare gli strati di cenere caduta in quella occasione, sempre intatti nel Parco Gussone e ancora stratificati e distinguibili, a seconda del colore, come appartenenti ai varî giorni della eruzione ed appena intaccati dalla vegetazione erbacea superficiale.

X. — I TERRENI AGRARI VESUVIANI E LA LORO AGRICOLTURA.

Da tutto quello che si è venuto esponendo e soprattutto da quello che dicemmo al Capo I e II sulle eruzioni vesuviane, sarà facile dedurre che i terreni attorno al Somma-Vesuvio :

1) Originano quasi esclusivamente da materiali vulcanici.

2) Si prestano a studiare l'origine del terreno agrario.

3) Dimostrano che la struttura fisica probabilmente ha un'importanza maggiore della chimica nel produrre la fertilità.

Ma anche tutti i terreni della provincia di Napoli e le zone limitrofe delle circostanti provincie di Salerno, Avellino e Caserta hanno ugualmente origine vulcanica, chè ai prodotti vesuviani si uniscono quelli dei Campi Flegrei e del gruppo spento di Roccamonfina per mescolarsi alle formazioni minerali del posto, in gran parte calcaree ed in gran parte di calcari terziari.

I materiali vulcanici, che hanno formato e formano continuamente sotto i nostri occhi, gli attuali terreni agrari, sono naturalmente divisibili in tre categorie : e di tutte già conosciamo la natura chimica.

I) Lave eruttate e spinte relativamente a poca distanza dal cratere.

II) Materiali eruttati con violenza e spinti a distanze maggiori o minori dai crateri stessi.

III) Materiali eruttati e caduti in vicinanza del cratere ma spostati dalle acque a distanze naturalmente molto grandi.

Le lave storiche (vedemmo che pensare delle preistoriche del Somma) è dubbio se si prestino mai (o almeno a prezzo di quale tempo) a diventare terreni agrari; divengono tali però subito quando la mano dell'uomo vi pianta a viva forza alberi in buche artificiali come i parchi e le pinete, frequenti sulle pendici vesuviane, mostrano chiaramente.

Esse però in molti punti formano il sottosuolo.

I materiali eruttati utili per il terreno agrario sono :

1) Scorie (ferruggine) [1].

2) Lapilli lavici di grandezza variabile dei quali, quelli che hanno importanza per il terreno agrario, variano dalla dimensione di un uovo a quella di un grano di pepe.

3) Sabbie e

4) Ceneri della stessa natura, salvo le dimensioni, di quella dei lapilli lavici.

5) *Lapilli pomicei* che, per la loro leggerezza, sono quelli gettati più lontano.

Naturalmente tutti questi materiali eruttati e sopratutto le sabbie e le ceneri, si uniranno all'acqua piovana, che ne formerà il fango, dei cui fasti e nefasti già parlammo al Capo III.

Dalle varie mescolanze, ed anche, a seconda del sottosuolo che finiscono col ricevere, originano, in generale, terreni molto permeabili e sciolti, caldi, facilmente lavorabili, giovantisi immensamente delle irrigazioni e dei concimi organici, terreni che asciugano facilmente, e cioè proclivi all'aridità, massime negli strati superficiali.

Essi, naturalmente, non presentano uniformità di stratificazione ; ve ne sono alcuni ad impasto omogeneo ed invariabile fino ad una grande profondità (m. 3,50), senza altra distinzione all'infuori di quella inerente allo strato attivo o coltivabile e quello inerte. Nei terreni situati a Sud del Vesuvio (S. Giorgio, Portici, Resina, Torre del Greco) facendo astrazione della massima parte dei litoranei, si ha uno strato di terreno agrario di lieve potenza, tanto che il suolo varia dai 40 ai 70 cm. Gli strati sottostanti sono : *Pozzolana bianca, terra mascosa o scoriacea, lapillo, pomice, cenere, tufo e tasso* che si alternano senza ordine fisso.

[1] Il termine *ferruggine*, che significa ammasso di materiali incoerenti di varia grandezza e natura, è forse corruzione di farragine, dal latino *farrago*, come, secondo il PANTANELLI, ferragine, ferraino o ferrana, nome dato nell'Italia Centrale e Meridionale agli erbai composti di più specie consociate.

Già vedemmo al Capo V l'importanza e l'origine della *pozzolana* nel formare il sottosuolo del terreno vesuviano.

In quanto al *tasso* esso è uno strato costituito massimamente di cenere sottilissima, in parte decomposta e leggermente cementata. Presenta una compattezza considerevole, ed è specialmente impermeabile all'aria ed all'acqua. Quando si trova ad una certa profondità, allora riesce vantaggioso per le colture arboree perchè trattiene l'acqua tanto necessaria per la buona vegetazione delle piante. Riesce invece dannoso quando è superficiale, risultando troppo umido e freddo d'inverno, troppo arido e caldo di estate. Riesce anche dispendioso per le colture arboree le quali, all'atto dell'impianto, hanno bisogno di una buca tanto profonda da perforare il tasso completamente, altrimenti si ha una pianta rachitica, che in pochi anni è capace di perire.

Riguardo alla *composizione chimica* del terreno agrario vesuviano le analisi non abbondano: possiamo peraltro riportare nella tabella VI, l'analisi del terreno del Parco Gussone della Scuola, il quale Parco è un prodotto artificiale perchè il capriccio di Carlo III di Borbone lo volle far sorgere, in pochi anni, sulla più potente delle colate di lava del 1631, piantandovi a viva forza gli alberi già adulti in buche scavate col piccone e la mina. *La forza della vegetazione* delle radici, insieme col terriccio causato dalla caduta delle foglie fu sufficiente per dare origine ad uno strato di terreno coltivabile di un certo spessore, cui però diedero grande incremento le varie ceneri cadute dal 1850 ai dì nostri. Attualmente, misurato sulla lava sopraposta, presenta un minimo di 30 cm. di spessore. Confrontando i dati della tabella VIII, ossia l'analisi di questo terreno prima dell'eruzione del 1906, con quelli della tabellaII, ossia colle analisi della lava sottostante, il Casoria potè dedurre che: « i mutamenti « che avvengono nelle lave vesuviane non sono da riferirsi a semplici cangiamenti « nello stato molecolare degli elementi costituenti, ma ad alterazioni profonde, « per effetto delle quali alcuni elementi sono eliminati, mentre altri, di subordinata « importanza per la vegetazione, si vanno accumulando ».

Per ciò che riguarda la *struttura fisica* è noto solo che in generale i terreni vesuviani sono assai permeabili negli strati superiori a tinta scura e, tenendo anche conto del clima, caldi: quindi terreni più asciutti nella stagione estiva fino a toccare l'aridità. Questi terreni, se permettono una buona coltivazione della maggior parte delle colture erbacee, sono d'altra parte straordinariamente favorevoli alle coltivazioni arboree.

Riguardo all'*agricoltura* p. d. (una delle più intense agricolture del mondo) io non conosco nessun fatto che possa avere importanza per il nostro studio se se ne eccettuino forse i tre seguenti:

1) Ad onta della grande quantità di potassa di cui sono ricchi e della relativa solubilità della leucite, la mobilizzazione della cui potassa non è ancora completamente interpretata, questi terreni si avvantaggiano della somministrazione di potassa sotto forma di sali solubili.

2) L'aggiunta di calce in qualche caso agisce sfavorevolmente alle culture.

3) La fissazione dell'azoto dev'essere estremamente intensa in tutti questi terreni: almeno così io interpreto l'azione quasi insostituibile che esercita su questi terreni il *sovescio* dei cosidetti *pasconi*.

Infatti, come dice il Del Giudice, se le erbacee estive in questi terreni costituiscono nella maggior parte dei casi un'alea per il contadino, invece le colture autunno-vernine offrono un vantaggio maggiore specialmente *riguardo alla fertilizzazione di quei terreni eminentemente sciolti*; tali colture sono rappresentate in massima parte dagli erbai detti comunemente *pasconi*, che vengono seminati alle prime pioggie, verso la fine di agosto o i principî di settembre. Questi erbai vengono utilizzati in parte come foraggi freschi, altri sono destinati alla produzione di fieno, *altri vengono sovesciati*. A pochissima quantità si lascia produrre il seme per la coltivazione dell'anno seguente. L'utilizzazione dell'erbaio per il sovescio è tanto più frequente quanto più dalle zone di pianura si va verso quelle collinari e montane. Però nei dintorni di Napoli la destinazione a sovescio è ridotta quasi a nulla e cioè per la forte richiesta di foraggio verde per l'alimentazione del gran numero di equini e bovini della città. Nelle zone di pianura, invece, p. e. nel circondario di Casoria, tale fatto non si verifica perchè il *pascone, più o meno integrato con altri concimi organici e minerali, deve fornire gli elementi indispensabili alla vita della coltivazione più diffusa, cioè quella della canapa*.

In molti punti, specie nella parte collinare, l'unica coltura erbacea è quella che viene destinata al sovescio per la fertilizzazione della vigna, che costituisce l'unica fonte di lucro. Nella parte più alta delle pendici del Monte Somma gli agricoltori non coltivano piante da sovescio, però, nello autunno, praticano a piede di ogni vite, verso la parte esposta a Mezzogiorno, una buca detta *terrapieno* nella quale depongono le piccole fascine di ginestre, che vanno all'uopo a raccogliere nei cedui castagnali. Tale fertilizzazione viene ripetuta ogni due anni.

Le piante che più ordinariamente entrano a far parte di questo erbaio appartengono a diverse famiglie.

Alle leguminose:

Trifoglio incarnato (*Trifolium incarnatum* L.), Lupino bianco (*Lupinus albus* L.), Favetta (*Vicia faba* L.), Veccia (*Vicia sativa* L.), Trigonella (*Trigonella corniculata* L.), Moco (*Lathyrus cicera* L.).

Alle graminacee:

Orzo (*Hordeum vulgare* L. var. tetrastica), Segala (*Secale cereale L.*), Avena (*Avena sativa* L.), Granturco (*Zea mays* L.), Miglio (*Panicum miliaceum* L.), Panico (*Setaria italica* L.).

Alle crocifere:

Rapa (*Brassica rapa* L.), Senape bianca (*Sinapis alba* L.), Rapesta (*Raphanus raphanistrum* L.), Rughetta (*Eruca sativa* Lam.).

La pratica del sovescio nella provincia di Napoli è antichissima. Crescenzio, Palladio, e Columella ne parlano. Nei tempi remoti costituiva quasi la esclusiva fertilazione dei pregiati vitigni che popolavano le zone di collina e di montagna, e dopo servì pure alle altre regioni vesuviane a migliorare i caratteri fisici dei terreni più o meno sciolti e a preparare buone condizioni nutritive alle colture che vi si succedevano.

Non è qui il caso di rammentare le ragioni scientifiche che *sostengono* la pratica del sovescio e cioè l'influenza agli effetti *fisici*, *idrici*, e *chimici* che esso ha sulla fertilità del suolo: fra le quali ragioni ve ne ha di *note*, di *ignote* e di *discusse*: mi limito solo ad aggiungere, per ciò che riguarda la circolazione dell'azoto, che, oltre all'arricchimento del suolo in nitrogeno, dato dalla presenza di leguminose nel

pascone, e in genere da quello accumulato nelle piante sovesciate, secondo il mio modo di vedere una importanza non trascurabile deve avere qui l'influenza degli idrati di carbonio e delle sostanze affini che il sovescio abbandona al terreno, sui *fissatori di azoto*.

E, da ultimo, non è qui nemmeno il luogo di rammentare i danni che l'eruzione del 1906 cagionò all'agricoltura, che furono naturalmente in ragione diretta della qualità e quantità del materiale caduto sul posto ; ma, in relazione ai bisogni del nostro studio, basterà dire che l'agricoltura stessa vi riparò ben presto in modo quasi completo.

E anche il modo è presto detto : ove fu possibile sovesciare e letamare ciò che il vulcano aveva elargito ai campi coltivati, i danni si attenuarono subito per far posto a raccolti rigogliosissimi, essendo state dalle piante subito utilizzate la nuova potassa e la nuova anidride fosforica contenuta nella cenere, e se fu sovesciata la cenere fu anche sovesciato il lapillo quando questo non era in spessore troppo forte.

Ma ove non fu possibile il sovescio per l'enorme spessore dei lapilli (e ciò fortunatamente accadde sopratutto in regioni in cui la coltura arborea predominava) i campi relativi furono perduti definitivamente per le colture erbacee, le piante arboree giovani e le ceppaie dei boschi morirono : ma non ne risentirono quasi nulla appunto le piante arboree adulte, per cui fu sufficiente una stroncatura attorno ai tronchi per permettere alle radici una respirazione sufficiente a ridare alla pianta tutto il suo vigore.

Anche l'agricoltura vesuviana può avere nel suo stemma il motto di « Torre del Greco » sette volte distrutta dal monte ignivomo e sette volte ricostrutta per virtù civile : *Post fata resurgo* !

PARTE II.

L'INSEDIAMENTO DELLA VITA NEI TERRENI STERILI DEL VESUVIO [1]

1) Note sullo stato attuale della disseminazione botanica sulle lave vesuviane [2]

Le connessioni indicate più addietro fra la disseminazione della vita macro-microscopica dimostrano poi come noi (e tutti quelli che vorranno seguirci) non potremmo prescindere dal tenere d'occhio *tutte* le successioni botaniche e come nell'eseguire le nostre escursioni non abbiamo potuto a meno d'interessarci anche della flora in genere.

Abbiamo in questo modo potuto già fare varie serie di osservazioni, le quali sono perciò staccate le une dalle altre.

Osservazioni sulle lave del 1906. — Con questa prima serie, abbiamo potuto sottoporre a revisione alcune delle idee di O. Comes, quali abbiamo esposte precedentemente. Dette lave, nella loro totalità, si possono calcolare come aventi una estensione totale di Ha. 200, dividentesi in tre colate diverse e distinte. Tutte sono comprese

[1] Questa seconda parte è dovuta alla collaborazione di tutti gli autori secondo le indicazioni apposte a ciascun paragrafo.

[2] Paragrafo dovuto a G. Rossi e a S. Riccardo.

PLANCHE II.
PLATE II.
TAFEL II.
TAVOLA II.

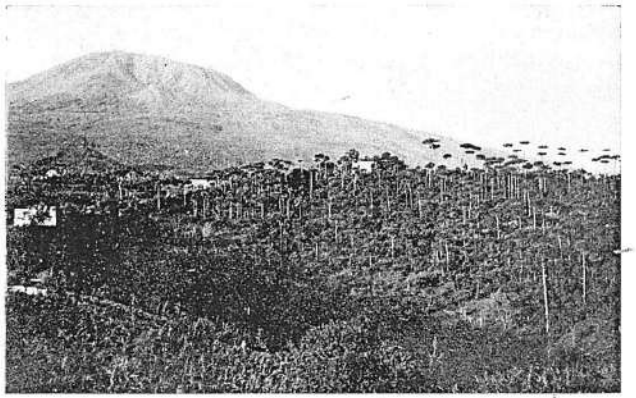


FIG. 10. — Il contrasto fra la morte e la vita sul Vesuvio.

PLANCHE III.
PLATE III.
TAFEL III.
TAVOLA III.

FIG. 11. — Un viale nel Parco Gussone.

nel settore libero da cenere. Se di queste una parte ha subito trasformazioni per mano dell'uomo, come nei pressi di Boscotrecase (dove è stata riattraversata dalla ferrovia circumvesuviana e dove è stata distrutta per ridare a Boscotrecase la sua presente topografia), in qualche altro tratto, come presso Casabianca ed altrove, la loro grande massa è ancora intatta.

Non è difficile trovare qualche Ha. dove è molto problematico se mai il piede dell'uomo si sia posato. Costituiscono un cammino difficilissimo: occorrono forti scarpe per valicarle, che si deteriorano sempre tremendamente, ed inoltre presentano la strana caratteristica di non offrire mai, per chi le percorra, il modo di sedersi. Hanno punti di dislivello anche di metri e la loro superficie è in totale spugnosa.

Su queste roccie, attualmente, non vi è altra vegetazione riconoscibile ad occhio nudo che lo *Stereocaulum vesuvianum*, il quale però è così esteso che non un punto della roccia ne è libero.

Nelle anfrattuosità delle lave, e sopratutto nei luoghi declivi e bui, ed in cui ci sia umidità accumulata, si possono vedere rare macchie verdastre: esse, portate in laboratorio insieme col frammento di lava che le sostiene, risultano formate da alghe unicellulari, così appunto come aveva trovato il Comes.

Ma quello che assolutamente colpisce è l'assoluta assenza di ogni altra vegetazione.

Dopo 15 anni la roccia non ha avuto la possibilità di rendersi atta ad ospitare nessun'altra specie appariscente al di fuori dell'accennato *Stereocaulum* e nemmeno nessun altro lichene: è una crescita esclusiva ed universale.

Però contemporaneamente, si osserva un altro ordine di fatti: ove la roccia è percorsa da sentieri calcati dal piede dell'uomo e degli animali, qui la vegetazione è ben differentemente progredita: si notano, quasi senza eccezione alcuna, tutte le specie che formano la flora della regione nella stagione corrispondente e senza alcun fatto che accenni ad una progressione alcuna od ordine filogenetico qualsiasi.

Così le più evolute (?) sinanteree stanno accanto alle felci e queste sono mescolate con epatiche, muschi e specie murarie dicotiledoni (Linarie, Parietarie, ecc.) e a buon numero di monocotiledoni. Evidentemente ciò è dovuto a che il passaggio dell'attività umana porta seco i semi delle fanerogame e le spore delle crittogame, e che la frantumazione artificiale delle roccie e le polveri di altra natura portate dalle scarpe, dai piedi degli animali e dalle ruote dei veicoli, finiscono per produrre un terreno adatto per la crescita di specie progredite.

Abbiamo qui trascurato a bella posta di parlare dell'aria come veicolo di terreno e di semenze, e ciò perchè se l'aria avesse una reale e sensibile importanza nello stabilire un siffatto ordine di cose alla periferia delle plaghe laviche recenti, non vi sarebbe ragione di supporre che anche nel resto della plaga essa non influisse nello stesso modo. La verità si è che l'aria deve avere in questo caso pochissima influenza. E l'eccezione deve confermar la regola quando noi troviamo (sempre però in zone abbastanza periferiche) qualche rarissima pianta superiore, anche con radici relativamente enormi, che compie normalmente il ciclo di sviluppo fino alla fioritura ed alla fruttificazione. Ciò avviene sempre però in anfrattuosità con ricchezza di umidità. In questo caso è certamente l'aria (o un uccello?) che ha portato il seme che ha potuto svilupparsi solo in causa di speciali condizioni locali.

Inoltre si tratta sempre di piante abituate a siffatte stazioni accidentali e cer-

tamente *magre*. La più comune (noi non ne abbiamo trovate altre) è il *Centranthus ruber*, rammentato anche dal Comes, che è solito, nelle zone vesuviane, ad impiantarsi sui muri e sui tetti, dove certo non trova un terreno molto ricco. Sui balconi e sui tetti di Palazzo Reale è comune.

Osservazioni fatte sul Colle Umberto. — In questa località e sue vicinanze abbiamo avuto risultati analoghi. Qui però intervengono altri fattori e sopratutto il fattore *cenere*.

Da un punto di vista generale il valore di detto fattore è molto vario a seconda delle superfici da esso ricoperte. Prendendo a norma quello che deve essere accaduto nel 1906, noi sappiamo che sui campi coltivati essa venne immediatamente sovesciata e che quindi gli effetti della sua sterilità saranno stati prontamente neutralizzati, perchè la vegetazione non ne risentì che in bene ; e, d'altronde, la cenere in sè non possiede nessun fattore antisettico solubile. Solo i suoi sali solubili, quando si accumulavano alla superficie dei suoi strati, formando notissime efflorescenze biancastre, è probabile stessero ad indicare *habitat* non troppo favorevoli ai batteri, per la troppa concentrazione salina.

Ora da alcuni anni non se ne trovano più, chè tutto il lisciviabile sarà stato lisciviato.

Invece diverso deve essere stato l'effetto sulle roccie già ricoperte di una vegetazione qualsiasi. Sulle relativamente recenti, rispetto all'eruzione del 1906, si deve avere avuto l'immediato soffocamento di qualsiasi principio di vegetazione, oltre che macroscopica, microscopica, che, dove le acque meteoriche non potettero subito agire, in secondo tempo diventò sterilità vera per impedito accesso di ossigeno.

Mentre che pioggie immediate avranno potuto anche ridare alla luce ed alla riproduzione, le spore che una breve anaerobiosi non era riuscita ad uccidere.

La cenere infine potè depositarsi ed accumularsi negli avvallamenti delle pendici del vulcano formando campi più o meno estesi, i quali più tardi si sono fusi e confusi coi campi di fango. E tra gli uni, che derivano da frane di cenere, e gli altri che erano originati da alluvioni di fango, dovevano passare salienti differenze microbiologiche : nei primi si avrà avuto a che fare con un numero di batteri originali infinitamente minore che nei secondi, batteri destinati inoltre a perire per mancanza di umidità.

Ora il Colle Umberto, che sorse coll'eruzione del 1895-99 e che quindi ha una vita di soli 22-26 anni e del quale ignoriamo perfettamente la storia biologica dal 1895-99 al 1906, ebbe, appunto nel 1906, la sua superficie interamente coperta dai prodotti dell'eruzione e sopratutto dalla cenere. In base a quanto abbiamo detto ora, è il caso di ritenere che tutta la sua flora e la sua fauna, macro-microscopica, siano andate perdute in tale occasione. Ma se il vento prima e le precipitazioni meteoriche dopo avranno rimesso a nudo la roccia, che riveste caratteri poco differenti da quelli del 1906, le condizioni della superficie devono essere restate assai differenti da prima, perchè la cenere avrà invaso tutte le minime anfrattuosità delle lave, offrendo maggior facilità di sviluppo alle piante inferiori e superiori. Ed infatti, oltre allo *Stereocaulum*, si notano già sul Colle Umberto parecchie specie di licheni, insieme ad una flora superiore per altro molto uniforme : chè solo due specie abbiamo trovato, una *Petasites* sp. e l'*Artemisia campestris* (?), quest'ultima frequentissima, anzi sparsa dovunque.

Onde, se l'importanza dell'antica flora si rileva tosto per il fatto che lo *Stereocaulum* non è nè così esteso, nè così esclusivo come sulle lave del 1906, l'importanza della cenere si rileva subito per la crescita di altre piante evolute come la nominata *Artemisia campestris*.

Osservazioni su altre lave. — Questi fatti, osservati per il Colle Umberto, si ripetono con molta somiglianza e quasi uguale intensità, per le lave vicine : per es. quelle del 1822, 1858, 1885, 1872.

Però non occorre dimenticare quello che dicemmo a proposito del *sentiero forestale*. Esso è percorso da tutti quelli che frequentano il Vesuvio : onde la disseminazione botanica procede ai suoi lati e permette di scorgere una flora macroscopica che tende ad invadere le roccie sovra e sottoposte.

L'*Artemisia campestris* è ancora una specie diffusa, ma più comune di essa è un'altra composita, l'*Helichrysum litoreum* Guss., pianta perenne al pari dell'*Artemisia*, la quale tende attualmente ad arrampicarsi anche sul Colle Umberto, senza, come abbiamo visto, riuscirvi.

Ai lati del *sentiero forestale* e della Ferrovia Cook si vede il *Rumex bucephalophorus* L. ed anche qualche graminacea. Ma le lave del 1822 del R. Petraro, formate superficialmente di scorie dall'apparenza di carbone cok, sono ancora più nude di quelle del 1906 perchè lo *Stereocaulum* vi alligna poco ; e pochissimo gli altri licheni. Qualche rarissimo *Helichrysum*, e qualche ancora più raro *Centranthus*, nei punti più declivi, in cui arriva a permanere un po' di cenere del 1906.

Dal complesso delle nostre osservazioni scaturisce la conclusione che tutto porta per ora a credere che il fattore biologico, nel preparare la disgregazione delle lave per prepararle alla loro volta ad essere poi elementi del terreno agrario, abbia un'efficacia assai scarsa e sopratutto che non esista sul Vesuvio una successione rapida delle specie botaniche collocate in una scala ascendente qualsiasi. I fattori di disseminazione agiscono saltuariamente ed irregolarmente a seconda delle condizioni locali e le roccie laviche, probabilmente, sono capaci di resistere per secoli e secoli prima di disgregarsi per causa del fattore biologico e scendere in basso ed unirsi ai terreni vesuviani classicamente fertili.

II. — I primi abitatori delle lave. [1]

Non abbiamo ancora cominciato il lavoro di determinare le specie schizo-blasto, ed eventualmente ifomicetiche che si trovano ad abitare le roccie non ancora attaccate da licheni o con loro conviventi, il che è il nostro compito ed il nostro scopo essenziale. Ma purtroppo le stato attuale della sistematica e della tecnica batteriologica non incoraggiavano a mettersi subito su questa via con speranza di risultati molto utili.

Impossibile poi sarebbe stato sorprendere i primi albori della flora microscopica. In quanto che, se è noto che il Vesuvio, dopo un periodo di calma assoluta che durò dal 1906 al 1913, ha ripreso lentamente la sua attività e se attualmente il cratere è colmato per ben due terzi (onde anche in questo momento sul Vesuvio potremmo trovare lave recentissime e diciamo così giornaliere) la loro stazione nell'interno del cono ne menoma assai il valore rispetto ad un'invasione biologica ed anche microbio-

[1] Paragrafo dovuto a G. Rossi, S. Riccardo e F. S. Sauve.

logica. Secondo i dirigenti dell'Osservatorio fra non molto le lave coleranno esternamente, ed allora solo sarà il caso di essere pronti per il loro studio. Per cui, per il momento, non si può certo ricorrere all'*osservazione* per scorgere le primissime manifestazioni della vita schizomicetica sulle roccie ; bisognerà prendere la via alquanto trasversa dell'esperimento : sterilizzare in laboratorio dei frammenti di roccia, rimetterli a posto e sorvegliarli batteriologicamente.

In quanto alle *alghe* noi ne trovammo di unicellulari sulle lave anche recenti, che forse si potevano identificare con quelle descritte dal Licopoli e più addietro nominate : ma uno studio approfondito di esse ci sarà sempre impossibile finchè qualche algologo non si associerà a noi.

Invece su tutti i terreni, dall'altezza di 500 metri in su, non riuscimmo mai a trovare *diatomee*, che invece rinvenimmo sulle lave del 1631 in via di ricoprirsi di vegetazione crittogamica nel Parco Gussone ; e ciò nei mesi primaverili.

Studio molto interessante sarebbe stato quello dei *protozoi*. Noi infatti ne rinvenimmo costantemente nelle colture destinate al riconoscimento della presenza degli azotobatteri e degli amilobatteri (che vedremo a pag. 49) nei terreni pianeggianti, colti e incolti, e, secondo la Stazione Zoologica di Napoli, essa fauna unicellulare constava di :

a) molti esemplari di *Amoeba proteus*, che a riposo si presentava sferica, con granuli e vacuoli interni, ma che, osservata a lungo, mostrava evidenti nel movimento i suoi pseudopodi ;

b) *numerosi ciliati*, più grandi dei precedenti, per la maggior parte incistati, e quindi presentantisi come corpi immobili, tondeggianti, con vacuoli e granuli interni, e solo talora rapidamente moventisi nel liquido.

Ma anche per i protozoi occorrerebbe l'ausilio costante di uno specialista.

Gli è per questo complesso di *situazioni*, che, piuttosto che ricercare solamente ed obbiettivamente le singole specie presenti, abbiamo addirittura data la precedenza allo studio dei processi microbiologici complessi ritenuti i più importanti in ogni terreno e cioè quelli della putrefazione, della denitrificazione, della decomposizione delle pectine e delle cellulose (fra i processi demolitori della sostanza organica), e quelli della nitrificazione e della fissazione dell'azoto fra i ricostruttori.

Ed in questo primo saggio possiamo riferire i risultati ottenuti dallo studio dei fissatori di azoto.

III. — La fissazione dell'azoto sul Vesuvio.

A) *Premesse* (Prof. G. Rossi).

Se noi abbiamo dato la precedenza a questo processo sugli altri gli è perchè ne conosciamo l'importanza stragrande e le lacune numerose ed anche i vari modi di considerarlo ; importanza e lacune che aumentano di mille doppi, quando, come noi abbiamo fatto, si studia il processo in terreni *vergini* come quelli del Vesuvio. E difatti non diremo nulla di nuovo quando asseriremo che, secondo le teorie comuni, tutto l'azoto organizzato sarebbe sempre ponderalmente il medesimo che circola dal terreno alle piante e da queste agli animali e donde ritorna nuovamente al terreno coi noti ciclici magisteri della putrefazione (ammonizzazione, mineralizzazione,

nitrificazione, assorbimento, organicazione, digestione, eliminazione per le feci e le urine), all'infuori di quella parte relativamente piccola che si accompagna alla fossilizzazione della cellulosa ed a quella che ritorna all'atmosfera col magistero della denitrificazione, perdite compensate dalla fissazione chimico-fisica (scariche elettriche, ecc.) e dalla fissazione micologica [batteri radicali delle leguminose, fissatori diretti (azotobatteri, amilobatteri), alghe, muffe, micorize (?)].

Ma viceversa, poichè nessuno è in grado di fare un calcolo ponderale e cioè dimostrare con numeri che l'equilibrio anzidetto regge veramente e che la circolazione dell'azoto è limitata a quanto si è detto avanti, così, non mancano coloro i quali ritengono che invece la gran massa di azoto che circonda la terra non può restare quasi inerte per il ciclo vitale e deve prendervi una parte veramente più attiva di quella che comunemente non si creda.

In altri termini che le piante (verdi o etiolate, autotrofe o eterotrofe, parassite o saprofite) devono attingere alla ricca, opulente, dote azotata dell'aria atmosferica e non solo alla scarsa dotazione del suolo.

Vero è che ogni volta che si sono fatti tentativi per dimostrare l'assorbimento dell'azoto da parte delle piante verdi non appartenenti alle leguminose ed alle poche famiglie affini, si è sempre fallito e le esperienze classiche di Boussingault e Ville non sono mai state contradette in modo serio ; ma è vero altresì che ogni tanto spuntano delle teorie che tendono a scalzarle, famose fra l'altre quella del Jamieson sulla fissazione dell'azoto da parte dei peli delle Crocifere, l'altra di Mameli e Pollacci sulla fissazione dell'azoto da parte delle alghe verdi e l'altra ancora della scoperta (?) del Cauda del Bacillo radicale delle Crocifere stesse, semplice varietà del *B. radicicola :* teorie della quali la prima è stata forse dimostrata falsa, mentre la seconda e la terza aspettano ancora conferma. E diciamo pur subito che la questione non è nè sarà mai tutta batteriologica perchè già sappiamo, quando vogliamo, determinare l'arricchimento dato dai batteri e dalle erbe spontanee nel suolo (chè basta calcolare l'azoto totale di un terreno prima e dopo del maggese): e che questo aumento sia dato da una specie sola o da molte ciò non ha troppa importanza finale.

Ma non pretendiamo nemmeno di andar troppo oltre : già dicemmo a più riprese perchè ci siamo interessati della fissazione dell'azoto sul Vesuvio, e perciò si comprenderà, di leggieri, che, per noi, sono anzitutto le specie microscopiche e le loro eventuali simbiosi quelle che ci interessano.

Delle varie categorie dei fissatori microscopici per ora abbiamo ricercato e studiato solo i fissatori diretti del terreno.

Rimandiamo a miglior tempo quanto abbiamo visto e vedremo sui batteri radicali delle leguminose e sulle micorize, sulle alghe e sulle mucedinee.

B) *I Microrganismi isolati* [1]

a) Gli Anaerobici.

L'unica specie fissatrice di azoto conosciuta fra gli schizomiceti anaerobici è il *Clostridium pasteurianum* del Winogradsky, che noi chiameremo col Bredemann *Bacillus amylobacter*. Ond'è alla ricerca ed allo studio di questa specie sul Vesuvio

[1] Questo paragrafo è stato riassunto dal Dott. S. Riccardo dalle proprie memorie originali.

che noi abbiamo senz'altro diretti i nostri sforzi. E, non potendo ritenere che essa differisse molto a seconda della località, abbiamo preferito studiarla là dove era naturalmente abbondante, e cioè nei terreni coltivati. Più propriamente abbiamo studiato quelli del Parco Gussone della Scuola.

Modalità sperimentali. — Per isolarlo ci attenemmo alle seguenti modalità. La presa del campione di terra veniva fatta ad una profondità di circa 10 cm., smuovendo il terreno mediante la lama di un grosso coltello, che si arroventava alla fiamma di una lampada ad alcool sul posto, e prelevando poscia il campione con un cucchiaino sterilizzato anch'esso alla fiamma, da un punto della parte verticale dello scavo. La terra si poneva quindi, con le dovute precauzioni antisettiche, in pesa-filtri, i quali erano stati precedentemente sterilizzati all'autoclave di Chamberland. Si facevano, col terreno dei pesa-filtri, delle diluzioni in Erlenmeyer con acqua sterile nella proporzione di ½ : 1, e, dopo decantazione, con 1 cc. di liquido torbido, prelevato con pipetta sterile, s'insemenzavano i palloni contenenti 100 cmc. ognuno di substrato adatto. Quest'ultimo era la soluzione di Winogradsky, la quale conteneva : gr. 1 di fosfato bipotassico ; 0,2 di solfato di magnesio ; 0,02 di cloruro di sodio ; 0,01 di solfato di ferro ; 0,01 di solfato di manganese ; 20 di glucosio puro ; 10 di carbonato di calcio ; cmc. 1000 di acqua di condotta.

Gli Erlenmeyer così insemenzati venivano collocati in termostato alla temperatura di 30° C., ed esaminati al 3° giorno di incubazione. In questo modo si ottennero delle colture elettive, che si trasformarono poi in colture di arricchimento mediante successivi passaggi in provette di acqua sterile con patata cotta, e in altre di patata alla Rossi (cruda e sterile in acqua sterile). Da una di queste ultime provette, col procedimento delle piastre disseminate, adoperando l'agar alla soluzione di Winogradsky e in condizioni di anaerobiosi, coll'armamentario di cui si accennerà più avanti ma riducendo la pressione segnata dal *Kultur-Manometer* da 3 a 5 mm. di mercurio, si potette isolare l'amilobatterio.

L'apparecchio adoperato, sia per le colture di isolamento che per quelle di propagazione, fu quello ideato dal Majmone, adoperando per fare il vuoto una pompa ad olio tipo Geryk, a due cilindri.

Insieme colle piastre o colle provette insemenzate si introduceva nell'apparecchio il *Kultur-Manometer* a mercurio, ideato da Arturo Meyer, perchè servisse di controllo al manometro fissato al coperchio dell'apparecchio medesimo.

Descrizione del Bacillus amylobacter Bredemann (*Clostridium pasteurianum Winogradsky*) vesuviano. Aspetto microscopico. — Con preparato a fresco (oculare 3 e ob. 1/12 imm. omog. Koristka) e soluzione di Lugol, presenza di tutte le forme riportate nella fig. 12, delle dimensioni medie di μ 7,6 × 2,2 ; μ 5,7 × 1,9 ; μ 9,5 × 1,9.

Con preparato a fresco, senza soluzione di Lugol, gli amilobatteri hanno movimento browniano, e alcuni mostrano evidenti le striature che, con l'aggiunta dello jodio, assumono la colorazione bleu-viola.

Colorabilità. — Coi colori basici di anilina rimangono incolori le spore ; prende un colore alquanto sbiadito il resto del corpo batterico, mentre la parte che si colora in bleu-viola col Lugol, assume una tinta più carica. Si colora debolmente col Gram.

Comportamento rispetto al fattore termico. — Cresce a temperatura ambiente ed in istufa a 32° C.

Comportamento rispetto all'ossigeno. — Anaerobio.

Agar comune. — Per striscio, crescita meno abbondante che in agar all'estratto di terra alla mannite e in agar alla Winogradsky. Coloniette isolate, di color bianchiccio-sporco, rotondeggianti, a lucentezza grassa. Si asportano facilmente con l'ansa di platino, senza minimamente disgregarsi.

Agar all'estratto di terra alla mannite. — Per striscio, crescita discretamente abbondante ; sottilissima patina e presenza di coloniette rotondeggianti dello stesso colore del terreno nutritivo, giallo-terreo, a lucentezza grassa e consistenza mucilaginosa.

Agar alla Winogradsky. — (In piastra all'ottavo giorno). Colonie piccole quanto una testa di spillo, rotondeggianti, rilevate, di colore bianco sporco, tendente al giallo, a lucentezza grassa e consistenza butirrosa. A 67 diametri

FIG. 12 — *Bacillus amylobacter*. Ingr. 1200 d. —
Le parti in nero sono quelle che, col Lugol, assumono la colorazione bleu-viola.

si distinguono due zone : un alone periferico, di tinta più chiara, ed il resto di tinta giallo-scura. I margini delle colonie sono lobati, e l'interno si presenta sbriciolato.

Per striscio, lo sviluppo è abbondante, con crescita per lo più di colonie isolate, rotondeggianti, vicine le une alle altre, di color giallo-terreo-chiaro.

Agar all'estratto di terra alla mannite, acido. — Per striscio, crescita non abbondante. Coloniette puntiformi, a lucentezza umida, e di color bianchiccio sporco. Assenza di acqua di condensazione al fondo.

Gelatina ordinaria. — Sviluppo scarsissimo in superficie, discretamente abbondante lungo il canale d'infissione. Formazione di setti filiformi (sviluppo di gas ?) ; assenza di fluidificazione.

Brodo comune. — Liquido torbido ; poche bollicine alla superficie ; deposito al fondo, sollevantesi a forma di nubecola, agitando il liquido. Al microscopio, sviluppo abbondante di amilobatteri.

Latte. — Crescita abbondante, con precipitazione della caseina. Al tornasole, reazione nettamente acida.

Patata. — Crescita discretamente abbondante. Colonie rotondeggianti, isolate, o vicine le une alle altre, verrucose, dello stesso colore della patata, quindi poco visibili. Lucentezza grassa, e, al tatto con l'ansa di platino, un po' dure.

Infuso di canapa con frammenti. — Dopo 8 giorni, a 32° C., i frammenti di canapa sono rimasti intatti. Scarso sviluppo di amilobatteri.

Patata alla Rossi. — (Cruda e sterile in acqua sterile). Marcato odore di acido butirrico (formaggio vecchio). Liquido completamente torbido. Poche bollicine alla superficie. Al microscopio, al decimo giorno dall'insemenzamento, pochissime forme colorabili col Lugol; pezzo di patata perfettamente intatto. Il massimo sviluppo di bollicine e di amilobatteri colorabili col Lugol si è avuto dopo 48 ore di termostato a 32° C.

Attività chimiche. — Non possiede enzimi proteolitici, nè invertina. Non idrogeno solforato, non indolo, non fenolo. Contiene diastasi saccarificanti l'amido, e precipita la caseina. Coltivato in agar al lattosio, al saccarosio, al maltosio, alla mannite, al galattosio, al glucosio e al levulosio, cui era stata aggiunta della soluzione di tornasole fino a colorazione cipollina, ha dato, in condizioni di anaerobiosi, dopo sole 24 ore a 32° C., abbondante sviluppo di acidi e di gas dal levulosio, dal galattosio e dal glucosio.

In agar al levulosio lo sviluppo del gas ha fatto saltare il batuffolo della provetta.

In condizioni di aerobiosi, dopo 48 ore alla stessa temperatura, ha dato: abbondante sviluppo di acidi dal maltosio e dal levulosio, meno dal glucosio e dal galattosio. La laccamuffa, inoltre, è stata ridotta alla metà inferiore dell'agar nei tubi degli ultimi tre terreni nutritivi (cioè agar al levulosio, al glucosio ed al galattosio).

Dopo 72 ore di termostato, in condizioni di anaerobiosi: sviluppo abbondante di gas dalla mannite, dal saccarosio, dal maltosio, dal lattosio, dal levulosio, dal galattosio e dal glucosio. In tutti i tubi il tornasole ha assunto una bella colorazione rossa e i frammenti di agar sono arrivati fino al batuffolo di cotone; nel tubo di agar alla mannite il batuffolo è stato sospinto in fuori.

In condizioni di aerobiosi, dopo 72 ore, assenza di sviluppo in agar alla mannite ed in agar al saccarosio. Scarso sviluppo di gas e di acidi in agar al lattosio ed in agar al galattosio. Sviluppo abbondante di gas, acidi e sostanze riducenti in agar al levulosio, in agar al maltosio, ed in agar al glucosio.

I frammenti di agar però non sono arrivati fino al batuffolo di cotone, come in condizioni di anaerobiosi.

Osservazioni sul B. amylobacter. — In condizioni di aerobiosi, sui comuni terreni nutritivi, non si è sviluppato. In patata alla Rossi (patata cruda in acqua sterile) si è avuto, aerobicamente, una crescita rigogliosa, coincidendo il massimo sviluppo di schiuma bianca alla superficie del liquido dopo sole 24 ore di termostato a 35° C., e del bacillo colorabile in bleu-viola col Lugol, dopo 48 ore.

Coltivato insieme con un bacillo pectico aerobico, in condizioni di anaerobiosi, in infuso di canapa con frammenti, non ha dato macerazione.

In condizioni aerobiche si è avuto solo sviluppo del pectico aerobico, che ha macerato i frammenti di canapa.

Con un blastomiceta, sia in condizioni aerobiche che anaerobiche, non si è nemmeno dimostrato possessore di potere pectico.

In patata alla Rossi si è dimostrato capace di potere amilolitico.

Determinazione del potere di assimilazione dell'azoto. — Per lo studio del potere di assimilazione dell'N ci siamo attenuti al concetto di non discostarci, il più che ci

fosse possibile, dalle condizioni naturali in cui si trovano i batteri nel terreno. Si sostituiva pertanto alla soluzione di Winogradsky l'estratto di terra alla mannite, e si scartava la insufflazione di azoto puro negli Erlenmeyer insemenzati con l'amilobatterio.

L'estratto di terra alla mannite si preparava secondo la formula del Löhnis, e cioè nel seguente modo: kg. 1 di buona terra da orto si univa con cmc. 1000 di acqua di condotta e si lasciava per ½ ora ad un'atmosfera nell'autoclave di Chamberland. Si versava l'estratto non molto torbido del terreno (il che si otteneva dopo circa un'ora di decantazione) in un cilindro di vetro graduato. Da un kgr. di terreno si ottenevano circa 800 cmc. di estratto; se non si raggiungevano, si versava acqua di condotta fino ad ottenere il suddetto volume. Si aggiungeva un po' di talco, si agitava e si filtrava. Al filtrato di aggiungevano gr. 0,05 % di fosfato bipotassico e l'1 % di mannite.

Per le ragioni suddette si operava in condizioni di oligo-anaerobiosi, usando, come ora si dirà, opportunamente l'apparecchio Majmone (aspirazione dell'aria) ed il metodo di Arens, basato sull'assorbimento dell'ossigeno per mezzo del pirogallato di potassio.

Le varie operazioni eseguite si possono così riassumere: si distribuiva l'estratto di terra alla mannite in Erlenmeyer, versandone in ognuno, a mezzo di palloni tarati a 15° C., 100 cmc. Dopo sterilizzazione all'autoclave di Chamberland per 20 minuti ad un'atmosfera di pressione, alcuni dei detti recipienti venivano insemenzati con l'amilobatterio, ed altri invece si lasciavano sterili, da servire per controllo. E precisamente, di tre Erlenmeyer insemenzati, uno veniva introdotto nell'apparecchio Majmone, il secondo nell'apparecchio di anaerobiosi col pirogallato di potassio, ed il terzo si lasciava in perfette condizioni di aerobiosi. Di due palloni controllo, uno si lasciava in condizioni di anaerobiosi col pirogallato di potassio e l'altro in condizioni di aerobiosi.

Adoperando l'apparecchio Majmone si usavano i seguenti accorgimenti.

L'azione della pompa si regolava in modo da non oltrepassare le 74 atmosfere sul manometro fissato al coperchio dell'apparecchio (che andava fino a 76), e che corrispondevano alla divisione 5 della branca di sinistra del *Kultur-Manometer*, che era dentro. Si riempiva quindi di acqua la bacinella sovrastante al coperchio, e si poneva l'apparecchio in termostato.

La durata dell'incubazione degli Erlenmeyer insemenzati e dei controlli era di 25 giorni, e la temperatura di 30° C.

Al venticinquesimo giorno si determinava l'azoto totale in tutti gli Erlenmeyer col metodo Kjeldahl, avvertendo che, quando il liquido incominciava a diventare bruno, si faceva intervenire l'azione dell'acido solforico (d. 1,84), si moderava la fiamma e si aggiungevano due goccie di mercurio. Si teneva così a fiamma moderata fino a che il liquido fosse diventato oleoso e rosso-bruno; si aggiungevano allora 5 gr. di solfato di potassio in polvere e, dopo che il liquido era diventato incolore si riscaldava ancora a fiamma moderata per mezz'ora. In presenza della mannite si presentava una schiuma al momento in cui incominciava l'azione dell'acido solforico, per cui occorreva operare con prudenza perchè non si avessero inconvenienti. La soluzione completamente mineralizzata veniva diluita con acqua e, con la quantità necessaria di soda al 33 % (la quale conteneva 20 gr. di solfuro di potassio per

litro) ed alcuni pezzetti di pomice che servivano ad impedire le scosse moleste durante la distillazione, veniva direttamente distillata dal pallone, con raffreddamento.

Il tubo del refrigerante pescava nell'acido. La distillazione avveniva con fiamma diretta, ed il distillato si raccoglieva in un Erlenmeyer. Il pallone veniva riscaldato lentamente. La distillazione con piccola fiamma durava una mezz'ora, e dopo si distillava un altro quarto d'ora con fiamma più forte. Allora si collocava l'Erlenmeyer più basso in modo che il tubo di distillazione non pescasse più nell'acido e si proseguiva ancora la distillazione per un quarto d'ora.

In tutto la distillazione si faceva durare un'ora.

Come si vede, si seguivano le modalità del BREDEMANN.

Il potere di azotofissazione si deduceva sottraendo dalla quantità di azoto totale, ricavato dal pallone insemenzato, quella dei relativi controlli.

Riportiamo nel quadro seguente i risultati delle analisi chimiche.

QUADRO I.

Specie studiate	Num. analisi	Condizioni di sviluppo	Azoto in 100 cmc.		
			Palloni insemenzati	Palloni controllo	Azoto fissato
			mgr.	mgr.	mgr.
B. Amylobacter.	1	anacrobiosi col vuoto	3.1	—	0.5
Controllo.	1	aerobiosi	—	2.6	
B. Amylobacter.	1	Anaerobiosi con pirogallato di K	3.8	—	1.0
Controllo	1	»	—	2.8	
B. Amylobacter	1	aerobiosi	2.6	—	

Conclusione. — Dalle cifre esposte appare evidente come il *B. amylobacter dei terreni vesuviani, in vitro* ed in ambiente oligo-anaerobiotico, non abbia fissato che tenuissime quantità di azoto; ciò non pertanto lo si ritiene azotofissatore in base agli studi del Bredemann, per le sue proprietà morfologiche. Future ricerche dovranno dirci se si possa, mediante appositi accorgimenti, fare esaltare *in vitro* l'azione fissatrice, e se si possa ovviare al grave inconveniente delle diversità passanti fra le condizioni dell'esperienza e quelle naturali del terreno.

b) Gli Aerobici.

α) *Gli azotobatteri.*

Nell'isolamento del cosiddetto *Azotobacter chroococcum* Beij. si operava, per le stesse ragioni dette a proposito dell'amilobatterio, nel seguente modo:

S'inficiavano direttamente con terreno del Parco Gussone, prelevato colle modalità esposte or ora per l'amilobatterio, degli Erlenmeyer contenenti 100 cmc. di estratto di terra alla mannite. Questo substrato veniva preparato secondo la

formula del Löhnis, già descritta, colla sola differenza che questa volta veniva aggiunto all'estratto di terra, prima della sterilizzazione, l'1 % di $CaCO_3$

Gli Erlenmeyer, insemenzati con terreno, venivano collocati in termostato alla temperatura di 30° C., e dopo 5 giorni si esaminavano al microscopio. Si avevano così colture elettive prima, e di arricchimento dopo, mediante successivi passaggi in altri Erlenmeyer, contenenti il medesimo substrato nutritivo.

Dalle colture di arricchimento si procedette all'isolamento del microrganismo col metodo delle *piastre disseminate*, confermando successivamente la purezza dell'azotobatterio col metodo della *coltura monocitogenetica*, secondo Lindner.

Descrizione dell'Azotobacter. Aspetto microscopico. — Le forme tipiche che si riscontrarono sempre nella maggior parte dei substrati nutritivi sono tre:

a) cellule sferiche ed ovalari, isolate od accoppiate a forma di otto, granulose all'interno, delle dimensioni medie di μ 1,9 — 2,4 circa di diametro le rotonde e di μ 2,4 × 1,9 le ovalari;

b) cellule a forma di grossi batteri ad estremità arrotondate, isolate od accoppiate, per lo più granulose all'interno, dotate la maggior parte di movimento, delle dimensioni medie di μ 1,9 × 3,8 — 1,9 × 4,7;

c) forme coccoidi di μ 0,9 circa di diametro, libere o vicine a grosse cellule rotonde (di cui sarebbero alcuni granuli fuoriusciti).

Accanto a queste tre forme tipiche si trova talvolta, specie in substrati liquidi, la forma fungoide (?), granulosa all'interno (che potrebbe essere inclusa al tipo *b*).

La figura 13 dà l'immagine esatta del modo come sono ripartite le tre forme tipiche (a, b, c) in tre diversi substrati nutritivi, dopo 48 ore di incubazione a 30° C.

Colorabilità. — Le soluzioni acquose semplici ed idroalcooliche di colori di anilina, mentre colorano bene la parete cellulare, lasciano alquanto sbiadito il lume interno. Non resiste al Gram.

Comportamento rispetto all'ossigeno. — Aerobio obbligato.

Comportamento rispetto alla temperatura. — L'*optimum* è 28-30° C.

In estratto di terra alla mannite + $CaCO_3$ ($P_H = 7,4$) — Sospensione in tubi ed in Erlenmeyer: dopo sole 24 ore d'incubazione a 30° C. per lo più non si ha formazione di velo; solo il liquido comincia ad intorbidarsi, Dopo 48-72 ore s'incomincia a notare in corrispondenza della superficie del liquido e aderente al vetro un sottile velo bianchiccio, che aumenta poco alla volta per cadere poi al fondo staccandosi a forma di anello se trattasi di provette, o di frammenti se trattasi di Erlenmeyer, formando una specie di grumo velamentoso, che si accresce sempre più con l'invecchiamento della coltura.

Al microscopio, dopo 72 ore d'incubazione a 30° C., si notano le forme di cui al disegno α della fig. 14.

In soluzione alla mannite di Beijerinck ($P_H = 7,5$). — Lo sviluppo dell'*Azotobacter* procede presentando gli stessi caratteri come nell'estratto di terra alla mannite più $CaCO_3$; velo aderente ai tubi ed agli Erlenmeyer in forma di anello, che imbrunisce con l'invecchiamento delle colture, e grumo velamentoso al fondo.

Al microscopio, dopo 18-24 ore di incubazione a 30° C, incominciano a comparire le forme del tipo batterico, ad estremità arrotondate, isolate o riunite a due ovvero

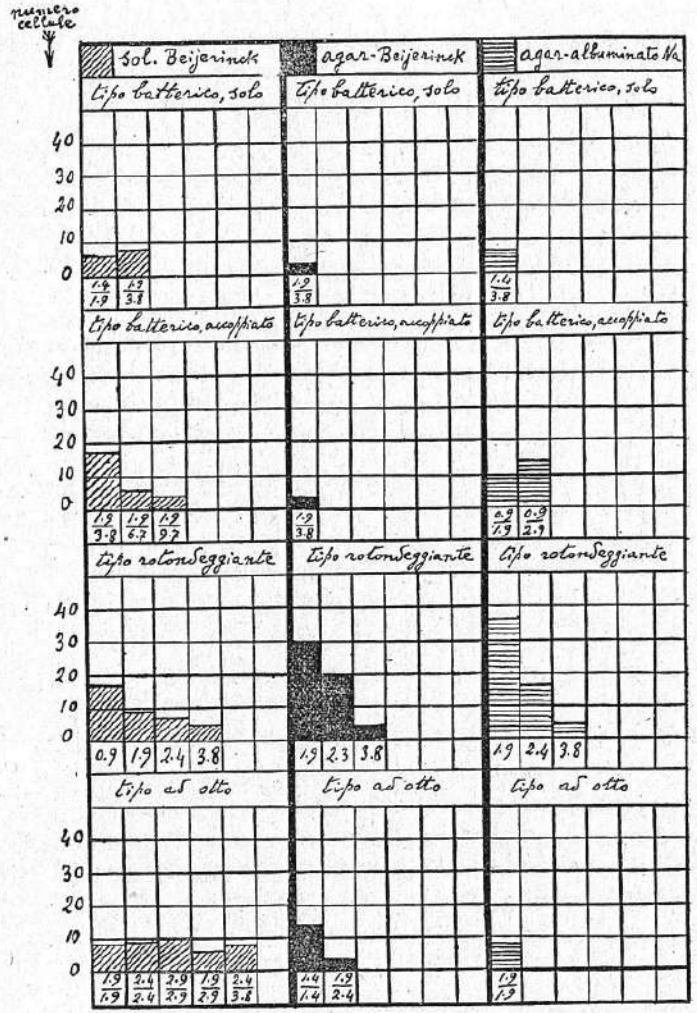


FIG. 13 — Esposizione grafica del numero degli azotobatteri che presentano varie dimensioni al campo microscopico. (colture di 48 ore a 30° C.)

a quattro, dotate per lo più di movimento. Dopo 48 ore, oltre a queste, si trovano le forme rotonde e ad otto, di dimensioni varie, come appare nella prima colonna della fig. 14.

Altri terreni. — Coltivato in molti substrati nutritivi (fra cui principali il brodo Liebig, l'albuminato di sodio e la patata), sempre che siano stati rispettati i limiti della reazione del mezzo, voluti dall'*Azotobacter*, questo si è sviluppato rigogliosamente.

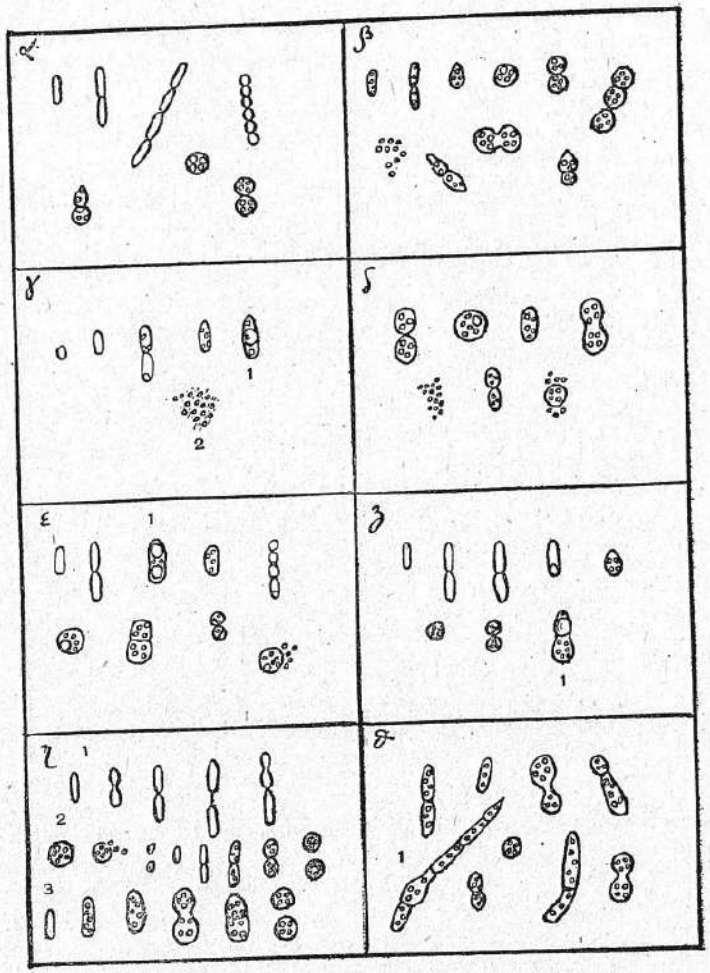


FIG. 14 — Morfologia e ciclo riproduttivo dell'Azotobacter.

Morfologia e riproduzione. — Il modo di riproduzione dell'*Azotobacter* è stato seguito sul portaoggetti riscaldabile del Pfeiffer, usando forti ingrandimenti (oc. 8 C. e ob. $^1/_{15}$ s.a. ad imm. omog., ed oc. 18 C. con ob. 1,5 apocr. od imm. omog., Koristka) e procedendo a lunghe osservazioni.

La figura 15 mostra il dispositivo che si è immaginato, onde poter disporre, con

continuità e per lungo tempo, di acqua a temperatura poco elevata (32°-34° C.) per alimentare il portaoggetti del Pfeiffer.

Dalle osservazioni compiute, si ritiene che il ciclo riproduttivo dell'*Azotobacter* (si veda il disegno η della figura 14) si svolga nel seguente modo:

a) un certo numero di *granuli* (?) messi in libertà dalle cellule di tipo rotondeggiante, dà origine al tipo batterico, il quale è dotato di movimento, e si moltiplica per scissione (cellula 1 e seguenti del disegno η).

b) le cellule del tipo batterico, ingrandendosi, si trasformano nel tipo rotondeggiante, con *granuli* nell'interno (cellula 2 e seguenti del disegno η);

c) le cellule del tipo batterico possono anche, ingrandendosi, dare origine a due cellule del tipo rotondeggiante (cellula 3 e seguenti del disegno η).

Come appare evidente, le cellule del tipo batterico, dotate la maggior parte di movimento, sono quelle che compaiono per prime (forme vegetative), mentre quelle rotonde, granulose all'interno, siano isolate che accoppiate a due, rappresentano forme più durature delle altre, se non forse anche riproduttive.

Il polimorfismo voluto da alcuni autori si riduce, per parte nostra, alle sole forme disegnate nella figura 14, che si possono rapportare appunto ai due tipi: *batterico* e

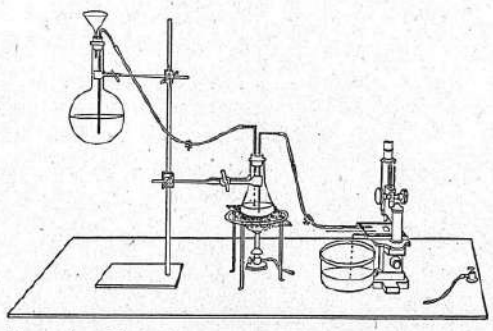


FIG. 15. — Dispositivo per lo studio del ciclo riproduttivo dell'Azotobacter.

rotondo. Soltanto la forma 1 dei disegni γ, ε e ζ esce alquanto dall'ordinario per alcuni *granuli* (?) molto più sviluppati dei soliti.

Riguardo al *simplasma*, se dev'essere inteso come *prodotto di dissoluzione delle forme grandi* (come ammette Löhnis per la maggior parte dei casi), non è stato da noi osservato, non ritenendo certamente tale la forma 2 del disegno γ della fig. 14. In colture liquide alquanto invecchiate, ed anche su substrati solidi, è stata trovata talvolta la forma *fungoide*, come appare nel disegno δ (forma 1) della fig. 14, e che altro non è che una forma degenerativa (?) del tipo batterico.

Le prove di resistenza, sia al calore a secco che al calore umido, fanno escludere ancora nella cellula dell'*Azotobacter* la presenza di spore, assegnando, bene inteso, al vocabolo *spora* il concetto ordinario di organo di riproduzione, accompagnato dall'altro di resistenza agli agenti esterni.

Struttura interna della cellula. — Risulta accertata la presenza di:

a) granuli amorfi di *grasso*;

b) granuli di *volutina*;

c) corpiciattoli sferici, dati da elementi aventi la stessa rifrangibilità di tutta la cellula e dotati di evidente struttura, i quali fanno pensare che tutta la cellula altro non sia che un *conidiangio* contenente un certo numero di *conidii*.

Attività chimiche. — I metodi seguìti sono troppo noti per essere qui descritti; ci limitiamo soltanto ad accennare alla tecnica usata per lo studio del comportamento dell'*Azotobacter* sui varii carboidrati.

Oltre ai soliti tubi di agar comune, addizionati con composti di carbonio e con soluzione di tornasole, si adoperava il brodo Liebig (P_H 7,0) con aggiunta del 2 % di zuccheri o alcoli polivalenti, determinandone la concentrazione idrogenionica col comparatore Michaelis ai nitrofenoli ogni ventiquattro ore e per la durata di una settimana.

Per lo studio del potere di fissazione dell'azoto si eseguiva il metodo di Barthel, e per la determinazione chimica il metodo Kjeldahl, con le modalità del Bredemann.

Nei quadri II, III e IV si riportano i varii risultati ottenuti.

Conclusioni. — Questi risultati stanno a dimostrare la presenza nei terreni vesuviani di un *Azotobacter*, che risulta identico allo *A. Chroococcum Beij.* e, come lui, dotato di alto potere fissatore. Esso però non può certo, per i suoi caratteri morfologici, essere incluso fra gli Schizomiceti. Nemmeno il polimorfismo voluto da alcuni autori a carico dell'*Azotobacter*, è stato da noi in esso riscontrato.

QUADRO II.

Attività chimiche varie.

N. d'ordine	Produzione di		Esito della ricerca	Osservazioni
1	Idrogeno solforato		+	
2	Gas dagli zuccheri ed Alcoli polivalenti		—	
3	Acidi	da agar al glucosio + tornasole	—	Le osservazioni furono fatte dopo 10 giorni di incubazione a 28°C.
		» levulosio »	—	
		» galattosio (*) »	—	(*) Osservazioni fatte al trentesimo giorno davano una debole *nuance* rosa in galattosio e in raffinosio.
		» saccarosio »	—	
		» maltosio »	—	
		» lattosio »	—	
		» raffinosio (*) »	—	
		» mannite »	—	
4	Sostanze aromatiche	indolo	+	
		fenolo	—	
5	Enzimi:	amilasi	—	Si seguì il metodo Fermi e Montesano.
		invertina	+	
		catalasi	+	
		presame	—	
		tripsina	—	

Variazione della concentrazione idrogenionica sugli idrati di carbonio ed alcoli polivalenti QUADRO III.

(Concentrazione iniziale $P_H = 7,0$).

Composti di carbonio	Età della coltura e concentrazione idrogenionica (temperatura termostato 28° C.)						Esame colturale e microscopico al 3° giorno
	2 giorni	3 giorni	4 giorni	5 giorni	6 giorni	7 giorni	
	PH	PH	PH	PH	PH	PH	
Glucosio	7,0	7,0	7,0	7,0	7,1	7,1	Brodo torbido; velo aderente al vetro in superficie ed anche raccolto al fondo del tubo. Sviluppo abbondante delle tre forme: batterica, rotonda e ad otto.
Levulosio	7.0	7,0	7,0	6,9	6,9	6,9	Idem idem.
Galattosio	7,0	7,0	7,0	6,9	6,8	6,8	Sviluppo buono. Il brodo presenta gli stessi caratteri di cui sopra, ed al microscopio le tre forme tipiche.
Saccarosio	7,0	7,0	7,1	7,0	6,9	6,9	Brodo quasi limpido; sviluppo piuttosto scarso.
Maltosio	7,0	7,0	7,1	7,1	7,0	7,0	Brodo leggermente torbido; velo raccolto al fondo. Al microscopio le tre forme tipiche, come sopra.
Lattosio	7,0	7,0	7,0	7,2	7,2	7,2	Brodo torbido, con frammenti di velo in sospensione e abbondantemente raccolti al fondo. Al microscopio, prevalgono le forme rotonde, ma sono presenti anche quelle ad otto e le batteriche.
Raffinosio	7,0	7,0	7,0	6,9	6,8	6,8	Brodo torbido. Sviluppo buono; al microscopio le tre forme tipiche.
Mannite	7,0	7,0	7,2	7,1	7,0	7,1	Idem idem.

Fissazione dell'azoto. QUADRO IV.

N. dimostrativo dei palloni	Substrato nutritivo	Concentrazione idrogenionica	Condizioni di sviluppo	Azoto in 100 cmc.			Esame al 25° giorno dei palloni insemenzati
				Palloni insemenzati	Palloni controllo	Azoto fissato	
		P_H		mgr.	mgr.	mgr.	
I	Estratto di terra alla mannite più $CaCO_3$	7·4	Aerobiosi, senza gorgoglia-mento di aria. Incubazione: 28° C.	12,6	—	10,7	Liquido torbido, con abbondante deposito al fondo, di natura velamentosa e di aspetto grumoso, che, con lo scuotimento, si solleva frantumandosi. Alla superficie del liquido, aderente alle pareti dello Erlenmeyer, presenza di velo giallo-bruno, e, in alcuni punti, nero-ebano, che costituisce un perfetto anello colla periferia del liquido.
II	Idem idem	7,4	Idem idem	—	1,9		
III	Idem idem	7,4	Idem idem	8,2	—	6,8	Negli Erlenmeyer contenenti la torba, presenza di un velo bianchiccio-sporco, aderente alla medesima.
IV	Idem idem	7,4	Idem idem	—	1,4		
V	Idem idem	7,4	Idem idem	9,9	—	8,4	Al microscopio, presenza di forme del tipo rotondeggiante, ad otto, e del tipo batterico, sia isolato che accoppiato.
VI	Idem idem	7 4	Idem idem	—	1,5		
VII	Idem idem	7,4	Idem idem	9,3	—	7,2	
VIII	Idem idem	7,4	Idem idem	—	2,1		
IX	Estratto di terra alla mannite più $CaCO_3$ più torba	7,2	Idem idem	17,6	—	12,1	
X	Idem idem.	7,2	Idem idem	—	5,5		

β) *Le Streptotricee.*

Modalità sperimentali. — Per la ricerca delle streptotricee ci siamo attenuti ai concetti del Beijerinck, che aveva trovato una relazione ecologica fra le streptotricee e le radici di molte piante. Ci rivolgemmo anzitutto alle numerose felci che vivono sia ai piedi che sui tronchi degli alberi, e più propriamente alla *Pteris aquilina* ed al *Polypodium vulgare*, senza trascurare le radici di quercie, ed anche i muschi che vivono ai piedi e sui tronchi delle stesse quercie. La scarsezza dei risultati positivi ci indusse ad estenderci anche a qualche campione di terreno e di letame, e ad un esame sommario dell'aria del Laboratorio.

Il metodo seguìto, come si è detto sopra, fu quellIo del Beijerinck, con la sola differenza che non ci fu possibile usare un mortaio di agata perchè non posseduto da questo Laboratorio. Però, che il lavaggio ripetuto con acqua distillata e sterilizzata delle radici fosse più che sufficiente per allontanare la maggior parte dei germi del terreno che avrebbero certamente falsato i risultati, è dimostrato dal fatto che le piastre che furono sempre fatte in agar comune per poterle conservare più a lungo in termostato, non venivano mai sopraccariche di colonie schizomicetiche.

Con questi accorgimenti si eseguirono le esperienze che sono riassunte nel quadro V.

Come si vede, si stentò ad isolare le streptotricee dai nostri terreni (Parco Gussone); nè la presenza delle radici delle varie piante esaminate sembra avere influito sul numero degli individui presenti; perchè, se sopra cinque identici stipiti, quattro furono isolati in vicinanza delle radici (3 furono isolati in vicinanza delle radici di *Polypodium vulgare* e dalla *Pteris aquilina*), troppe altre volte le stesse stazioni furono negative, mentre riuscì positivo uno fra i due esemplari di terreno lontani dalle radici delle piante.

QUADRO V.

Data	Materiale usato	Esito della ricerca	Numero delle colonie
1922			
20 febbraio.	Terra dell'Orto botanico del R. Istituto Super. Agrario	—	—
15 » . .	Terra del Parco Gussone	+	scarse
16 » . .	Radice di *Quercus ilex*	—	—
21 » . .	Radice di *Polypodium vulgare*	—	—
25 » . .	Radice di *Polypodium vulgare*	—	—
4 marzo . .	Radice di *Pteris aquilina*	—	—
6 » . .	Muschio di tronco di quercia	—	—
8 » . .	Radice di *Polypodium vulgare*	+	scarse
8 » . .	Letame dell'Istituto di Zootecnia	—	—
8 » . .	Aria del Laboratorio di Batteriologia	—	—
17 » . .	Radice di *Pteris aquilina*	—	—
20 » . .	Radice di *Polypodium vulgare*	+	una
23 » . .	Radice di *Pteris aquilina*	—	—
26 » . .	Radice di *Pteris aquilina*	—	—
26 aprile . .	Radice di *Pteris aquilina*	+	una
26 » . .	Radice di *Polypodium vulgare*	+	una

La maggior facilità con cui in marzo ed aprile si isolarono stipiti di esse sta forse ad indicare di dovere tener conto delle stagioni, nel senso che è forse probabile che durante i mesi caldi esse siano più frequenti che nei mesi freddi, onde la necessità che ulteriori future esperienze possano essere continuate in tutta l'intera annata.

L'unica specie isolata fu sottoposta ad un accurato e minuzioso esame batteriologico per cercare di determinare la sua posizione sistematica. Dai risultati ottenuti sembra che essa appartenga alla *Actinomyces chromogenes* Gasperini β *albus* L. e N.

Fissazione dell'azoto. — Per lo studio di questa proprietà ci si attenne alle modalità del BARTHEL, consistenti, come è stato detto per il *B. amylobacter*, nel coltivare il microrganismo in estratto di terra, con aggiunta di mannite e di fosfato bipotassico, e nel determinare al venticinquesimo giorno di incubazione a 30° C., col metodo Kjeldahl e con le modalità del Bredemann, la quantità di azoto nei palloni insemenzati e nei controlli.

QUADRO VI.

N. palloni	Condizioni di sviluppo	Azoto in 100 cmc.			Esame dei palloni al 25° giorno di permanenza in termostato (30°C)
		Palloni insemenzati	Palloni controllo	Azoto fissato	
		mgr.	mgr.	mgr.	
1	Aerobiosi . .	4	—	2	Liquido molto torbido; abbondante deposito al fondo sollevantesi in seguito a sbattimento. La superficie del liquido è coperta di colonie bianchiccio-sporche e di aspetto polverulento.
2	Idem. . . .	—	2		
3	Idem. . . .	5	—	2	Si osservano molte colonie attaccate al vetro dei palloni, sia lungo la parete che al fondo. Nei primi giorni di sviluppo l'odore è quello caratteristico del terreno, dopo una pioggia nei mesi caldi; dopo assume quello di muffa.
4	Idem. . . .	—	3		
5	Idem. . . .	4	—	1	
6	Idem. . . .	—	3		
7	Idem. . . .	4	—	1	
8	Idem. . . .	—	3		

Conclusioni. — La streptotricea isolata nel terreno del Parco Gussone, come risulta dal quadro VI, è dotata *in vitro* di debolissimo potere azotofissatore.

γ) *Altre specie.*

Abbiamo anche esaminato sistematicamente ciò che si sviluppava aerobicamente nella classica soluzione di LÖHNIS, senza aggiunta di carbonato di calcio, insemenzata con terreno vesuviano.

Per quanto riguarda sia il prelevamento del terreno che la tecnica adoperata allo scopo di avere colture elettive prima, e di arricchimento dopo, si seguivano le modalità descritte a proposito degli anaerobici.

Dalle colture di arricchimento in Erlenmeyer si procedeva, dopo circa una settimana d'incubazione a 30° C., all'isolamento di varî stipiti col metodo delle piastre disseminate.

Le specie isolate si ridussero a cinque, ma soltanto due risultarono, per quanto debolmente, dotate di potere azotofissatore. Esse furono un *Mycoderma*, avente i caratteri del *Mycoderma tenax* secondo De' Rossi (fig. 16), e un *microrganismo* (fig. 17), di cui si può dare la seguente

Descrizione batteriologica. Aspetto microscopico — Con preparato a

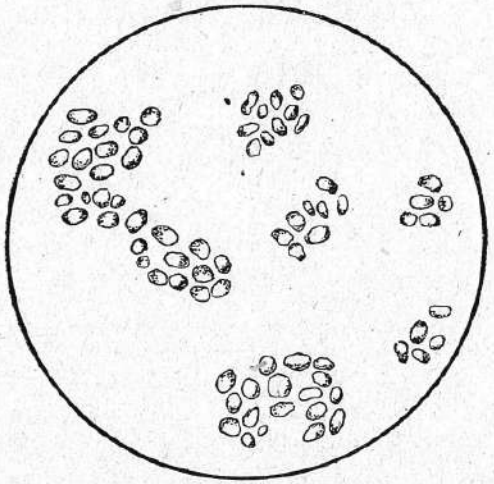


FIG. 16 — *Mycoderma tenax* De' Rossi.

fresco (ocul. 3 e ob. 8, Koristka) presenza di grosse forme coccobatteriche, per lo più in catena, che si rassomigliavano alquanto a quelle dell'*Azotobacter* (tipo *b*), descritte innanzi.

Dimensioni medie: μ3,8 - 7,6 x 1,9. Ogni batterio presenta granulazioni interne colorate in modo più accentuato.

Colorabilità. — Buona coi colori basici di anilina. Non resiste al Gram.

Comportamento rispetto al fattore termico. — Cresce a temperatura ambiente ed in istufa a 32° C.

Gelatina ordinaria. — In provetta: crescita abbondante a forma di imbuto, con decrescenza regolare di sviluppo lungo il canale d'infissione.

Agar comune. — In piastra all'ottavo giorno: colonie rilevate, rotondeggianti, di color bianco-sporco, ed altre a contorni irregolarmente lobati. Lucentezza grassa e consistenza butirrosa; a 67 diametri, granulose all'interno e più opache nella parte centrale. Per striscio: crescita abbondante.

Agar all'estratto di terra alla mannite. — In piastra all'8° giorno: colonie piccole, sferiche, ed altre puntiformi, bianchiccie, a lucentezza umida. A 67 diametri, granulose all'interno e trasparenti. Per striscio: crescita abbondante, per lo più a coloniette separate, sferiche e vicinissime le une alle altre.

Brodo comune. — Crescita abbondante. Completo intorbidamento del liquido.

Fissazione dell'azoto. — Furono, come si è detto a proposito delle strepto-

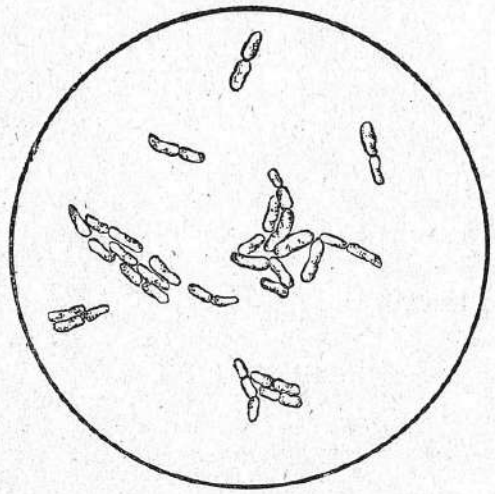


FIG. 17 — Forma (azotofissatrice?) indeterminata.

tricee, seguite le modalità del Barthel, e gli accorgimenti del Bredemann nell'analisi chimica col metodo Kjeldahl.

I risultati ottenuti furono i seguenti.

QUADRO VII.

Specie studiate	Num. palloni	Condizioni di sviluppo	Azoto in 100 cc.		
			Palloni insemenzati	Palloni controllo	Azoto fissato
			mgr.	mgr.	mgr
Microrganismo	1	Aerobiosi	5.9	—	3.5
Controllo	1	id.	—	2.4	
Mycoderma	1	id.	5.8	—	3.4
Controllo	1	id.	—	2.4	

Delle altre tre specie, che, come dicemmo, si mostrarono sprovviste di potere azotofissatore, due sono ancora indeterminate, e l'altra fu identificata con l'*Oospora lactis*.

Conclusioni. — Dalle cifre date possiamo concludere che le due specie considerate posseggono *in vitro* debole potere azotofissatore. Resta perciò anche per esse la probabilità di poterle esaltare *in vitro*.

C) *La distribuzione dei fissatori aerobici ed anaerobici nelle zone vesuviane* [1]

Piano del lavoro. — Se quanto è contenuto nei paragrafi precedenti si può considerare come una preparazione indispensabile allo studio dell'argomento principale che ne interessa cioè il popolamento delle lave sterili, questo paragrafo dà conto dei primi risultati ottenuti in ordine al tempo, e cioè alle stagioni, in ordine allo *spazio* (altezza sul livello del mare), e in ordine alla *età del terreno* ed alle sue *condizioni* rispetto alla coltura.

Le ricerche furono condotte con piano sistematico; ad esse, per altro, precedettero numerose ricerche saltuarie che ne ammaestrarono sul modo di concepire il piano ultimo e che ora si possono, per i loro risultati, inquadrare fra le predette.

Furono anzitutto stabilite le località dalle quali si dovevano prelevare i campioni. Per i terreni di poco superiori al livello del mare si diede la preferenza a quelli di Portici, e sopratutto a quelli del Parco Gussone, più quelli di alcune pinete; ma per le altezze superiori ai 500 metri si preferì scartare addirittura tutta la zona in cui la coltivazione è giunta, rivolgendo la nostra attenzione a quei posti che si potevano ritenere il più possibile vergini e sterili secondo i concetti svolti nella introduzione.

E poichè è noto, e d'altronde si può scorgere dalla cartina annessa, che il Vesuvio è anzitutto un cono, così ne segue che, facendo le osservazioni sopra linee rette disegnate sulla superficie del cono stesso, ossia lungo generatrici, a varie distanze dalla sommità, località, molto distanti dalla base, avevano le corrispondenti sempre più ravvicinate man mano che ci si avvicinava alla sommità.

Tre furono le *generatrici* scelte, e cioè:

1) La linea Portici-Osservatorio-Colle Umberto.
2) La linea Via del Monte-R. Pietraro-sommità del Cono.
3) La linea Torre Annunziata-Lave del 1906-Cono.

E su queste generatrici le località precisamente furono:

Per la prima generatrice:

a) La cosidetta, da noi, *Cupola Inferiore*, ossia un monticello di lava del 1858, terminato con una piccola spianata ricca di cenere del 1906, posta a parecchi metri dalla strada Palmieri e facilmente riconoscibile.

Ad essa ritornammo con assoluta precisione e certezza tutte le volte che percorremmo questa generatrice, in modo che le osservazioni fatte su questa cupola sono forse le più precise di quelle da noi compiute, nel senso che esse *furono fatte certamente nella stessa località, con differenze di poche decine di centimetri fra l'ubicazione dei campioni, anche a distanza di un paio di mesi.*

b) Cupola media. — Noi denominammo in questo modo alcune località del versante Sud-Ovest del Colle Umberto, all'altezza di circa m. 700-750. Dicemmo a

[1] La esecuzione del presente paragrafo è dovuta per intero al Dott. S. Ciancio.

suo luogo che la lava del Colle Umberto è sgorgata nel 1895-99 e che la cenere del 1906 la ricoperse interamente.

c) Cupola superiore. — Per questa Cupola intendiamo la sommità del Colle Umberto (m. 888), che fu uno dei primi punti di ricerca da noi presi di mira.

La *seconda generatrice*, la linea più indeterminata, passava per il *R. Pietraro*. Si tratta di una distesa di scorie di lave mobili del 1822, o di altre lave poco diverse

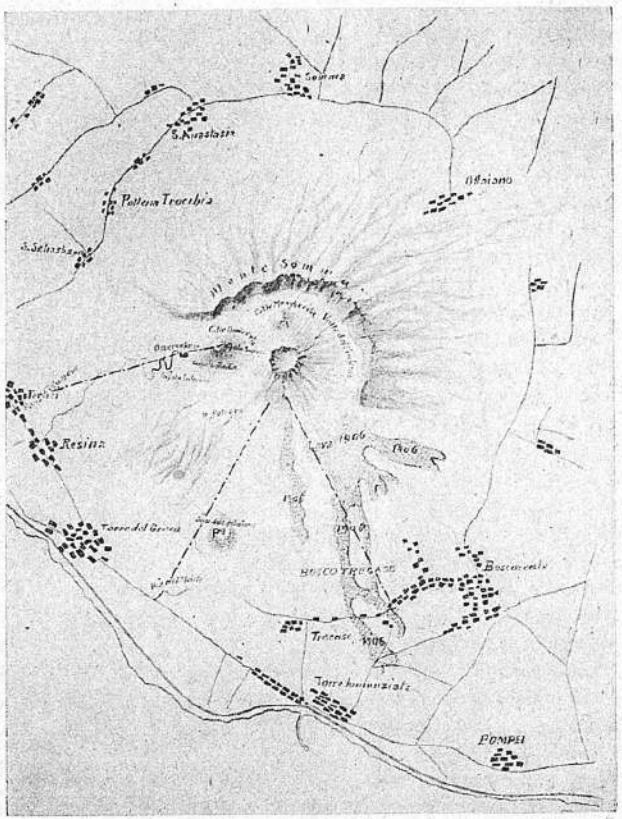


FIG. 18 — Cartina della regione del Vesuvio colle *generatrici* del Gran Cono adottate.

della stessa epoca, poste all'altezza di circa 450-550 m., parte al disopra, parte al disotto dell'attuale *Sentiero Forestale*. Viene anche detto *Piano nuovo delle Ginestre*. Appartengono a questa generatrice le Pinete altrove rammentate.

Per la *terza generatrice* furono prese di mira, all'altezza del Sentiero Forestale, poche diecine di metri al disopra ed al disotto del medesimo, le diverse colate del 1906, mettendole spesso in confronto col materiale rinvenentesi sulle lave vicine ed antiche (1822?-1872), e cercando il più possibile di prendere i campioni negli stessi identici punti.

Inoltre appartengono a questa generatrice la distesa delle lave del 1906 da Casabianca a Boscotrecase e Torre Annunziata.

Prelevamento dei campioni. — A questo scopo si andava in campagna muniti di speciale *cassetta porta-tubi Rossi*, la quale poteva contenere 32 tubi da saggio sterili.

Nei primi tempi detti tubi contenevano circa cmc. 3 di soluzione nutritiva ed erano chiusi da tappo di caucciù, ma negli ultimi tempi essi erano semplicemente sterilizzati a secco e chiusi da tappo di ovatta; in tutti i tempi furono involti in carta sterilizzata, e venivano appunto estratti dall'autoclave con tutta la carta, che non si toglieva che al momento dell'uso.

Si era muniti nei primi tempi di una lampadina ad alcool, ma in seguito fu sostituita da semplici batuffoli di ovatta imbevuti di spirito, che si collocavano per terra e si accendevano. E ciò perchè il trasporto di una bottiglietta di alcool era assai più pratico di una lampadina comunque confezionata.

Il prelevamento del terreno si faceva col tubo stesso. All'uopo si toglieva la carta avvolgente il tubo, cercando di non toccare il tubo nella sua parte superiore ed afferrandolo per l'inferiore. Indi, dopo aver tolto il tappo e sterilizzato l'orlo sulla fiamma, si cercava di introdurre il terreno nel tubo. Il che non era sempre molto agevole, perchè in mezzo alle lave sopratutto, o il terreno offriva molta resistenza o la posizione che si era obbligati a dare al tubo non era molto adatta per introdurre il terreno (che spesso usciva dopo essere stato introdotto). Le difficoltà maggiori si ebbero in principio coi tubi a liquido e fu questa una delle ragioni del loro abbandono. Comunque, avuto il terreno, si rimetteva il tappo che si era avuto cura di conservare nel ben noto modo batteriologico, e cioè impedendo ogni contatto con la parte che doveva rientrare nel tubo, e poi si sterilizzava orlo e tappo alla fiamma.

L'uso del campione fu sempre fatto nella stessa giornata e al massimo 4 ore dopo la raccolta.

Quando si trattò di terreno vicino a piante, si preferì per lo più, e finchè si potè, estrarre la pianta e prelevare il campione dal terreno smosso o addirittura da quello che era rimasto sulle radici stesse.

Uso del campione. — Il terreno, appena in Laboratorio, era, tutto o in parte, versato in Erlenmeyer contenenti 150 cmc. di soluzione di Beijerinck (come più confacente per la ricerca degli azotobatteri) o di 150 cmc. di soluzione di Winogradsky come più adatta alla ricerca degli amilobatteri.

Essi vennero poi conservati in termostato a 28°C. Nelle esperienze delle ultime serie si preferì usare esclusivamente la soluzione del Beijerinck, avendo constatato che si prestava assai bene per ambedue le ricerche.

Accertamento dei risultati. — Gli Erlenmeyer anzidetti erano destinati, mediante il semplice esame microscopico, a:

1) ricercare la presenza delle specie *Azotobacter chroococcum* e *Bacillus amylobacter*;

2) determinare il numero degli individui presenti in quel dato terreno al momento della raccolta.

Ora, se è ovvio che la determinazione della specie *Azotobacter* fosse basata sulla identificazione morfologica al microscopio delle caratteristiche cellule e quella degli amilobatteri sulla loro reazione all'jodio, qualche parola occorre sul modo col quale

si deve intendere che dallo esame microscopico delle colture si potesse risalire al numero.

Occorre peraltro premettere che le note difficoltà di coltivare il *B. amylobacter* con tutte le sue esigenze anaerobiche, ne escludevano senz'altro e nel modo più assoluto la conta degli individui, mediante piastre disseminate, da un peso e da un volume fisso di terreno; e che le necessità derivanti da un gran numero di campioni per ogni esperienza escludevano tale metodo di osservazione anche per gli azotobatteri, senza contare che esso metodo era escluso anche dalla natura mineralogica dei terreni con cui si aveva a che fare, la caratteristica principale dei quali era la diversità enorme fra campione e campione. Come confrontare la superficie totale di un grammo di minuto lapillo e quella di un grammo di cenere vesuviana del 1906?

Per cui fu giocoforza accontentarsi, anche pel numero degli individui delle specie in questione, dei dati che derivavano dall'esame microscopico degli Erlenmeyer preparati come si è detto, riducendo i risultati alle due constatazioni della presenza o dell'assenza e dividendo la presenza in due gradi, e cioè quella data da individui numerosi e quella data da individui scarsi, presenti negli Erlenmeyer insemenzati.

Non è chi non veda i difetti di un simile modo di ragionare; pochi individui i quali avessero trovato più confacente il terreno nutritivo ad essi somministrato, potevano, in teoria almeno, popolare un liquido più abbondantemente di molti che non si trovassero a loro agio; ma, dato che della differenza fra abbondanza e scarsezza così rilevante non si è tenuto conto per conclusioni di importanza assoluta, dato inoltre che l'assenza e la scarsezza sono andati di pari passo, dato che, se gli autori (per es. il Bredemann) hanno posto in rilievo la perdita, da parte del *Bacillus amylobacter*, del potere di fissazione dell'azoto non hanno mai accennato ad una maggiore o minore facilità di accrescimento in liquido, è a ritenersi che tale criterio possa essere considerato come sufficientemente esatto.

Sia poi osservato che, come si può dedurre dai registri delle osservazioni, nei casi in cui si è dovuto concludere per reperto scarso, ciò è stato constatato in due modi distinti, e cioè:

1) Scarsezza continua *per tutti i giorni di osservazione* di individui della data specie;

2) Scarsezza saltuaria, e cioè presenza in un giorno ed assenza in altri con alti e bassi.

Un simile comportamento non può spiegarsi alla sua volta che in due modi:

a) Presenza, nel caso dell'abbondanza degli individui, di *molti* individui ovvero di *pochi* attivi rispetto al terreno nutritivo dato, che è elettivo a detta di tutti gli autori.

b) Presenza, nel caso della scarsezza, di pochi individui e poco attivi, perchè se così non fosse stato ed i pochi fossero stati viceversa attivi, si sarebbe dovuto ottenere ugualmente dopo una serie di periodi di incubazione un'abbondanza di *individui*.

Ciò non era, ed anzi il fatto della scomparsa e riapparsa della specie nello stesso pallone concludeva solo per pochi individui e poco attivi, le cui discendenze, dopo una breve apparizione, cedevano e sparivano.

Descrizione delle esperienze. — Con i campioni così raccolti, insemenzati come dicemmo anteriormente, ottenemmo i risultati riassunti nelle tabelle seguenti.

QUADRO VIII.

Terreni pianeggianti coltivati.

Mese	Numero progressivo del campione	Amilobatteri	
		Stazione rispetto alla vegetazione	Presenza
Dicembre 1920 . .	1	Terra del bosco superiore del R. Istituto Sup. agrario	Abbondanti
» 1920 . .	2	Orto Botanico del R. Istituto	»
Gennaio 1921 . .	3	Villa Maltese di Portici	»
» » . .	4	Villa Pennese di Portici	»
Febbraio » . .	5	Villa Ummarino di Portici	Scarsi
» » . .	6	Bosco Inferiore del R. Istituto	»
Marzo » . .	7	Villa Bisogna di Portici	»
» » . .	8	Villa Principe Ruccella	Abbondanti
» » . .	9	Villa Verrusio di Portici	»
Aprile » . .	10	Villa Tommaso di Portici	»
» » . .	11	Terra d'un Orto in località Bellavista di Portici . . .	Scarsi
Dicembre 1923 . .	12	Terra Orto Botanico R. Istituto	Abbondanti
Gennaio 1924 . .	13	Parco Gussone, vicino a *Inula viscosa*	»
» » . .	14	Parco Gussone, lontano da vegetazione	»
Marzo » . .	15	Parco Gussone, vicino a vegetazione	Scarsi
» » . .	16	Idem Idem	»
» » . .	17	Idem Idem	»
» » . .	18	Idem Idem	»
Aprile » . .	19	Idem Idem	»
» » . .	20	Idem Idem	»
Maggio » . .	21	Idem Idem	»
» » .	22	Idem Idem	»
Giugno » . .	23	Idem Idem	»
» » . .	24	Idem Idem	»
Luglio » . .	25	Idem Idem	Abbondanti
» » . .	26	Idem Idem	»

QUADRO IX.

Terreni pianeggianti incolti.

Mese	Numero progressivo del campione	Amilobatteri	
		Stazione rispetto alla vegetazione	Presenza
Dicembre 1920 . .	1	Villa Bagnara, Portici	Abbondanti
Gennaio 1921 . .	2	Vicino al Bagno Aurora, Portici.	Scarsi
Febbraio » . .	3	Terreno vicino al mare	»
Marzo » . .	4	Villa Comunale di Portici	»
» » . .	5	Sabbia di spiaggia marina	Assenza
Aprile » . .	6	Presso la Stazione Cassano-Campitelli	»

QUADRO X.

Cupola superiore del Colle Umberto.

Mese	Numero Progressivo del campione	Amilobatteri	
		Stazione rispetto alla vegetazione	Presenza
Maggio 1921 . . .	1	Vicino a un *Centranthus*	Assenza
»	2	Vicino a piantine	»
»	3	Vicino a una muffa	»
»	4	Da una muffa nata su ferrugine.	»
»	5	Fianco rivolto verso l'Atrio del Cavallo.	Abbondanti
»	6	Vicino a piantina	Assenza
Luglio 1921 . . .	7	Vicino a radice di *Artemisia*	Abbondanti
»	8	Vicino a piantina situata a Ponente	Assenza
»	9	Vicino a *Artemisia* di media grandezza	»
»	10	Vicino a piantina esposta a Mezzogiorno	»

QUADRO XI.

Lave del 1906. *Quota* 300.

Mese	Numero progressivo del campione	Amitobatteri	
		Stazione rispetto alla vegetazione	Presenza
Marzo 1921 . . .	1	Vicino a radici di *Centranthus* (Casabianca). . . .	Assenza
» . . .	2	Idem Idem	»
Aprile 1921 . . .	3	Ferruggine	»
» . . .	4	Vicino a piantina	»

QUADRO XII.

Regione delle Pinete sulla II generatrice.

Mese	Numero progressivo del campione	Amilobatteri	
		Stazione rispetto alla vegetazione	Presenza
Marzo 1921 . . .	1	Pineta di Via del monte	Assenza
» . . .	2	Pineta vicino a Casabianca	»

QUADRO XIII

Parco Gussone.

Mese	Numero progressivo del campione	Azotobatteri	
		Stazione rispetto alla vegetazione	Presenza
Dicembre 1923	1	Terra dell'Orto Botanico della Scuola	Abbondanti
Gennaio 1924	2	Vicino a *Inula viscosa*	»
» »	3	Lontano da vegetazione	»
Marzo »	4	Vicino a vegetazione	»
» »	5	Idem Idem	»
» »	6	Idem Idem	»
» »	7	Idem Idem	»
Aprile »	8	Idem Idem	»
» »	9	Idem Idem	»
Maggio »	10	Idem Idem	Scarsi
» »	11	Idem Idem	Abbondanti
Giugno »	12	Idem Idem	Scarsi
» »	13	Idem Idem	»
Luglio (fine mese)	14	Idem Idem	Abbondanti
» »	15	Idem Idem	»

QUADRO XIV

Colle Umberto — Cupola inferiore

Mese	Numero progressivo dei campioni	Amilobatteri			Azotobatteri		
		Stazione rispetto alla vegetazione	Natura geologica del terreno	Presenza	Stazione rispetto alla vegetazione	Natura geologica del terreno	Presenza
Gennaio	1	Vicino a *Helicrysum litoreum*	—	scarsi	Vicino a *Helichrysum litoreum*	—	scarsi
Marzo	2	Idem idem giovane	—	»	Vicino a *Helichrysum* giovane	—	abbondanti
»	3	Lontano da vegetazione	—	»	Lontano da vegetazione	—	scarsi
»	4	Vicino a *Helicrysum vecchio*	—	»	Vicino a *Helichrysum* vecchio	—	abbondanti
»	5	Lontano da vegetazione	—	»	Lontano da vegetazione	—	»
Aprile	6	Vicino a radici vecchie	lapillo	assenti	Vicino a radici vecchie	lapillo	assenti
»	7	Vicino a *Helichrysum* morto; presenza di muschi	cenere	abbondanti	Vicino a *Helichrysum* morto; presenza di muschi	cenere	scarsi
»	8	Vicino a *Helychrysum* vecchio riverdeggiante	lapillo	assenti	Vicino a *Helichrysum* vecchio riverdeggiante	—	»
»	9	Lontano da vegetazione	»	»	Lontano da vegetazione	lapillo	»
»	10	Vicino a giovani piantine non determinate	»	»	Vicino a giovani piantine non determinate	»	assenti
Giugno	11	Vicino a *Helichrysum*	cenere	»	Vicino a *Helichrysum*	cenere	»
»	12	Lontano da vegetazione	»	»	Lontano da vegetazione	»	»
Luglio	13	Idem idem	»	»	Idem	»	»

QUADRO XV.

Colle Umberto — Cupola Media

Mese	Numero progressivo dei campioni	Amilobatteri			Azotobatteri		
		Stazione rispetto alla vegetazione	Natura geologica del terreno	Presenza	Stazione rispetto alla vegetazione	Natura geologica del terreno	Presenza
Gennaio	1	Vicino a *Helichrysum*	cenere	scarsi	Vicino a *Helichrysum*	—	assenti
»	2	Lontano da vegetazione	cen. rossa	»	Lontano da vegetazione	cen. rossa	»
Marzo	3	Presenza di muschi	—	assenti	Presenza di muschi	—	abbondanti
»	4	Vicino a *Helichrysum* giovane	—	»	Vicino a *Helichrysum*	—	scarsi
»	5	Lontano da vegetazione	cen. rossa	»	Lontano da vegetazione	cen. rossa	assenti
»	6	Vicino a *Helichrysum* vecchio	—	»	Vicino a *Helichrysum* vecchio	—	»
»	7	Lontano da vegetazione	cen. rossa	»	Lontano da vegetazione	cen. rossa	»
Aprile	8	Idem idem	—	»	Idem	—	»
»	9	Idem idem	—	»	Idem	—	»
»	10	Vicino a *Helichrysum*	—	»	Vicino a *Helichrysum*	—	»
»	11	Idem idem giovani	—	»	Vicino a *Helichrysum* giovane	—	»
»	12	Vicino a *Helichrysum* vecchio	—	»	Vicino a *Helichrysum* vecchio	—	»
Giugno	13	Vicino a *Helichrysum*	cenere	»	Vicino a *Helichrysum*	cenere	»
»	14	Lontano da vegetazione	»	»	Lontano da vegetazione	»	»
Luglio	15	Idem	—	»	Idem	»	»
»	16	Radici di *Artemisia campestris*	»	»	Radici *Artemisia campestris*	»	»

QUADRO XVI.

Piano Nuovo delle Ginestre — Regio Pietraro

Mese	Numero progressivo dei campioni	Amilobatteri			Azotobatteri		
		Stazione rispetto alla vegetazione	Natura geologica del terreno	Presenza	Stazione rispetto alla vegetazione	Natura geologica del terreno	Presenza
Gennaio	1	Vicino a *Helichrysum*	—	assenti	Vicino a *Helichrysum*	—	scarsi
»	2	Lontano da vegetazione	lapillo	»	Lontano da vegetazione	lapillo	assenti
Giugno	3	Vicino a *Helichrysum*	—	»	Vicino a *Helichrysum*	—	»
»	4	Lontano da vegetazione	—	»	Lontano da vegetazione	—	»
Luglio	5	Radici di *Artemisia campestris*	—	»	Radici di *Artemisia campestris*	—	»
»	6	Lontano da vegetazione	cenere	»	Lontano da vegetazione	cenere	»

Lave recentissime del 1906 — *Quota* 600

QUADRO XVII (*segue*).

Mese	Numero progressivo dei campioni	Amilobatteri			Azotobatteri		
		Stazione rispetto alla vegetazione	Natura geologica del terreno	Presenza	Stazione rispetto alla vegetazione	Natura geologica del terreno	Presenza
Gennaio	1	Vicino a *Helichrysum*	—	abbondanti	Vicino a *Helichrysum*	—	abbondanti
»	2	Lontano da vegetazione	lapillo	»	Lontano da vegetazione	lapillo	»
»	3	Vicino a *Helichrysum*	—	assenti	Vicino a *Helichrysum*	—	»
»	4	Lontano da vegetazione	scorie lav.	»	Lontano da vegetazione	scorie lav.	»
Febbraio	5	Presenza di muschi	—	»	Presenza di muschi	—	assenti
»	6	Idem	—	»	Idem idem	—	»
»	7	Lontano da vegetazione	lapillo	»	Lontano da vegetazione	lapillo	abbondanti
»	8	Vicino a una felce	—	abbondanti	Vicino a una felce	—	»
»	9	Vicino a *Helichrysum*; presenza di muschi	—	»	Vicino a *Helichrysum*; presenza di muschi	—	»
Marzo	10	Lontano da vegetazione	lapillo	assenti	Lontano da vegetazione	lapillo	assenti
»	11	Vicino a *Rumex* sp.	»	»	Vicino a *Rumex* sp.	»	»
»	12	Vicino a *Helichrysum*	—	»	Vicino a *Helichrysum*	—	»
»	13	Presenza di muschi	—	»	Presenza di muschi	—	abbondanti
»	14	Idem	—	»	Idem idem	—	»
»	15	Vicino a *Rumex*	—	»	Vicino a *Rumex*	—	»
Maggio	16	Radici di capelvenere	—	scarsi	Radici di capelvenere	—	scarsi
»	17	Vicino a »	—	assenti	Vicino a »	—	assenti
»	18	Vicino a »	—	scarsi	Vicino a »	—	»

QUADRO XVII (*fine*)

Lave recentissime del 1906 — *Quota* 600

Mese	Numero progressivo dei campioni	Amilobatteri			Azotobatteri		
		Stazione rispetto alla vegetazione	Natura geologica del terreno	Presenza	Stazione rispetto alla vegetazione	Natura geologica del terreno	Presenza
Maggio	19	Presenza di muschi	—	assenti	Presenza di muschi	—	assenti
»	20	Lontano da vegetazione	lapillo	»	Lontano da vegetazione	lapillo	»
»	21	Radici	»	»	Radici	»	»
»	22	Lontano da vegetazione	cenere	scarsi	Lontano da vegetazione	cenere	»
»	23	Idem idem	»	assenti	Idem idem	»	»
»	24	Radici	—	scarsi	Radici	—	»
»	25	Lontano da vegetazione	cen. e lap.	assenti	Lontano da vegetazione	cen. e lap.	»
»	26	Vicino a *Helichrysum*	—	»	Vicino a *Helichrysum*	—	»
»	27	Idem idem	—	»	Idem idem	—	»
»	28	Lontano da vegetazione	—	»	Lontano da vegetazione	—	»
»	29	Vicino a »	lapillo	»	Vicino a »	lapillo	»
»	30	Lontano da vegetazione	»	»	Lontano da vegetazione	»	»
»	31	Vicino a »	»	»	Vicino a »	»	»
Luglio	32	Lontano da vegetazione	—	»	Lontano da vegetazione	»	»
»	33	Presenza di muschi	—	»	Presenza di muschi	»	»
»	34	Idem idem	—	»	Idem idem	»	»
»	35	Lontano da vegetazione	—	»	Lontano da vegetazione	»	»

QUADRO XVIII.

Amilobatteri.

Mese	Parco Gussone	Colle Umberto		R. Pietraro	Lave del 1906 (Quota 600)
		Cupola inferiore	Cupola media		
Gennaio	+ +	(+)	(+) (+)	— —	+ + — —
Febbraio	.	.	.	.	+ + — — —
Marzo	(+) (+) (+) (+)	(+) (+) (+) (+)	— — — — —	.	— — — — — —
Aprile	(+) (+)	— — — — — +	— — — — —	.	.
Maggio	(+) (+)	.	.	.	— — — — — — — — — — — — (+) (+) (+) (+)
Giugno	(+) (+)	— —	— —	— —	.
Luglio	+ +	—	— —	— —	— — — —
Altezza sul livello del mare	25–50	500	750	600	650 800

SPIEGAZIONE DEI SEGNI.

\+ = abbondanti; (+) = scarsi; — = assenti; . = osservazione mancante.

QUADRO XIX.

Azotobatteri.

Mese	Parco Gussone	Colle Umberto		R. Pietraro	Lave del 1906
		Cupola inferiore	Cupola media		
Gennaio	+ +	(+)	— —	— —	+ + + +
Febbraio	.	.	.	.	— — + + +
Marzo	+ + + +	+ + + +)	+ (+) — — —	.	+ + + — — —
Aprile	+ +	— — (+) (+) (+)	— — — — —	.	.
Maggio	+ (+)	.	.	.	(+) — — — — — — — — — — — —
Giugno	(+) (+)	— —	— —	— —	.
Luglio	+ +	—	— —	— —	— — — —
Agosto					
Altezza sul livello del mare	25–50	500	750	600	650 800

Esame dei risultati e conclusioni. — Nei quadri XVIII e XIX sono riassunti i risultati delle tabelle per il 1924. E da esse perciò (che tengono conto solo dei risultati delle osservazioni sistematiche) è facile dedurre, come conclusione al nostro lavoro, che anzitutto fra frequenza o presenza di fissatori aerobii ed anaerobii, a tutte le altezze ed in tutti i mesi osservati, non vi ha nessuna antinomia, e cioè che essi procedono di pari passo nella loro azione fissatrice o quanto mai nella loro moltiplicazione. Dall'esame dei quadri VIII-XVII si può pure concludere che non vi è rapporto netto fra la presenza di piante più o meno evolute (Fanerogame, Felci, Muscinee) e la presenza dei fissatori di azoto.

E ancora, che i fissatori di azoto:

1) Tendono evidentemente a diminuire coll'altezza.

2) Tendono a diminuire dalle stagioni fredde e piovose alle stagioni calde ed asciutte.

3) Sulle lave e gli altri terreni recenti sono scarsi o assenti, contrariamente a quanto avviene nei terreni coltivati.

Nonostante le inevitabili lacune che, date le difficoltà della ricerca, presentano le nostre esperienze, è il caso di ritenere che nuovi studi diretti a completare il presente non faranno che confermare le dette conclusioni.

D) *Murali, epifite vesuviane e fissazione dell'azoto* [1]

Generalità. — Vedemmo, alle premesse di questo capitolo, i dubbi sulla saldezza delle antiche teorie sulla circolazione dell'azoto. Esprimiamo ora la opinione che essi siano dati più che altro da impressioni erronee. Così tutti siamo stati sempre colpiti dalla difficoltà di ammettere che senza magisteri sconosciuti le piante murali possano vivere e raggiungere quelle dimensioni talvolta colossali che loro conosciamo. Se è chiaro da dove facciano discendere il loro carbonio (fissazione del CO^2) e d'onde prendano i sali (materiali di costruzione), dove prendono l'azoto costoro ? Ed è innegabile che qualche volta i fatti cui assistiamo non siano impressionanti come quello presentato dall'ing. Pelopardi alla recente IV Conferenza Internazionale di Pedologia, il quale occasionalmente mostrò fotografie di una malva comune (*M. sylvestris* L.), la quale aveva assunto proporzioni gigantesche, assolutamente eccezionali per la detta specie e sopratutto radici lunghe parecchi metri e di alcuni centimetri di circonferenza, pur essendo in una stazione assolutamente magrissima quali i ruderi di un vecchio muro.

Del resto, senza allontanarsi da Portici, e nemmeno da Palazzo Reale, noi assistiamo continuamente alla crescita rigogliosa di piante (la più comune delle quali, quella che raggiunge maggiore sviluppo, è il *Centranthus ruber* L.) sui tetti, sui muri ed anche sui balconi, senza che la stazione giustifichi sempre apparentemente, una tale crescita così abnorme. Fatto questo che deve dipendere in un modo o nell'altro da speciali facoltà della specie perchè è il *Centranthus ruber* L. che, secondo le osservazioni che abbiamo già riferite, sporadicamente si impianta e cresce abbondantemente come individuo anche nelle lave vergini e sterili recentissime come quelle del 1906. E il Malladra ci ha asserito di averlo incontrato una volta perfino, durante un relativo periodo di riposo del Vesuvio, entro il Cratere !

Ed anche per il *C. ruber* può avvenire quello che abbiamo detto or ora per la malva, come ci è accaduto di trovare sul terrazzo che conduce al Laboratorio di Chimica Agraria della Scuola, dove rinvenimmo un *Centranthus*, la cui radice si era internata fra una lastra di marmo e la muratura, scostando e smuovendo l'una dall'altra e raggiungendo il peso verde di gr. 462, in confronto a soli 51 gr. rappresentati dalla parte aerea. Ma ricercammo poi sia il *B. amylobacter*, che l'*Azotobacter*, nel terriccio (?) delle radici, coi metodi del paragrafo precedente e trovammo presente l'uno e l'altro !

Non vogliamo però qui fare il caso di tutte le murali ; a questo proposito ci limitiamo ad esprimere l'opinione che il caso delle murali vada forse riveduto, al pari dell'altro caso che invece fu da noi preso in considerazione, e cioè quello delle epifite arboricole, ed esaminato alla luce delle moderne teorie e conoscenze. Ma viceversa fu appunto dalla contemplazione dell'enorme sviluppo preso dalla più tipica delle arboricole (epifite) italiane nel Parco Gussone, il *Polypodium vulgare* L., che ne venne l'idea di esaminare le sorgenti eventuali di azoto cui potesse attingere tale specie e vedere se il bilancio *a priori* poteva in base alle semplici attuali teorie, chiudersi in *deficit*, *pareggio*, o in *avanzo*.

[1] La esecuzione del presente paragrafo è dovuta per intero al Dott. M. Vasari.

Vedremo ora, al lume delle ricerche fatte (per quanto non certamente complete) come molto probabilmente tutto induca a credere che il bilancio si chiuda in *pareggio* se non forse in *avanzo*.

Note ecologiche sul Polypodium vulgare *L.* — Nel Parco Gussone il *P. v.* è frequentissimo sui muri, ma sopratutto sugli alberi. Diremmo che esso è assai più frequente in questo bosco che in altri, pure da noi visitati, come quelli del Parco di Caserta.

Uno studio preliminare sulle sue condizioni su 100 quercie del Parco Gussone mise poi in rilievo che ;

1) Le quercie del Parco Gussone sono abitate da *P. v.* nella proporzione di 1 su 2.

2) Sono prevalentemente abitate le piante dei luoghi relativamente aprichi e quindi sopratutto quelle che fiancheggiano i viali.

3) La posizione sull'albero del *P. v.* ha prevalentemente la direzione di N., N. O., e O.

4) L'altezza su cui s'impiantano è quasi sempre al disopra dei due metri ed al disopra di tale limite raramente raggiungono le vette dell'albero.

5) Non manca quasi mai, insieme col *P. v.*, una ricca vegetazione di muschi e licheni a tutte le altezze.

6) L'edera (*Hedera elix* L.) è abbastanza rara sulle quercie invase dal *Polypodium vulgare L.* e non si presenta che in circa $^1/_5$ dei casi.

7) Dove giunge l'edera e d'onde si distaccano numerosi rami laterali o polloni giovani, il *P. v.* per lo più non attecchisce.

8) Funghi superiori furono rari sugli alberi osservati.

Queste osservazioni furono fatte in febbraio. E' quindi naturale che il terreno, i tronchi, i tappeti di licheni e muschi, ed anche gli strati su cui nascevano i polipodi, fossero estremamente umidi e qualche volta portassero la traccia come di stillicidi continui.

L'umidità dell'ambiente durò naturalmente fino a primavera ; col comparire della bella stagione, e delle giornate asciutte e ventose, fu facile seguire l'influenza dell'umidità sul polipodio, i cui individui si mostrarono come avvizziti e cascanti quando l'ambiente si faceva secco, per rinverdire e riereggersi quando una pioggia ridava l'umidità sufficiente. Naturalmente il secco duraturo dell'estate finì coll'averne ragione definitiva.

Substrato di accrescimento del P. v. — Un simile comportamento dei *fillodi* del *P. v.* non può naturalmente essere in rapporto che colle proprietà igroscopiche del *terreno speciale* in cui esso nasce ; in quanto che nella speciale stazione studiata, e cioè le quercie del Parco Gussone, esso vegeta sopra uno strato di sostanze più o meno abbondanti, strato che varia notevolmente di spessore e che qualche volta raggiunge anche i 3 centimetri. La superficie superiore ed esterna dello strato è per lo più coperta e formata da muschi e l'inferiore aderente alle cortecce spesso mo

stra delle rugosità della corteccia stessa, e qualche volta anche frammenti della medesima che si sono staccati nel distacco del campione.

Il colore dello strato, in tagli longitudinali e trasversali, è rossastro; ricorda molto da vicino il colore della cenere del Vesuvio caduta nel 1906. La superficie del taglio è abbastanza omogenea e finissimamente granulosa, e il taglio stesso non presenta grandi difficoltà se non date dalla presenza di eventuali frammenti del rizoma del polipodio.

La sostanza di questi, diciamo così, *cuscinetti feltrati*, si spappola tra le mani ma non completamente, chè vi è sempre qualche cosa che tende a tenerne saldate le particelle, e questo qualche cosa, ad un esame appena un po' minuto, si rileva per un ammasso di radichette di ogni qualità.

Spappolando la sostanza in acqua, questa s'intorbida e si colora in bruno rosso, e, spingendo lo spappolamento alquanto avanti e facendolo seguire dal riposo del liquido, si ottiene una certa stratificazione con carattere più minerale negli strati bassi che negli alti, in cui dominano le particelle di evidente origine vegetale a carattere umico-carbonizzato. Ammassi di radichette galleggiano e sovrastano al deposito.

Sono questi *cuscinetti* che devono avere una natura molto igroscopica ; certo si possono, una volta staccati dai tronchi, innaffiare e far loro conservare verdi gli eventuali steli di polipodio che sorreggono per parecchi giorni : segno evidente che assorbono l'acqua di innaffiamento.

E la loro estrema igroscopicità, per quanto variamente distribuita tra i vari elementi che li compongono, ci fu poi dimostrata da esperienze ponderali che riferiremo più avanti.

Quali sono allora i rapporti fra questi cuscinetti e la pianta di quercia ? Si deve ritenere cioè il *P. v.* una semplice arboricola od un' epifita ?

Beguinot e Traverso, dopo aver distinto le arboricole dalle epifite, divise queste ultime in genuine ed eventuali, e posto in rilievo la differenza essenziale fra arboricola ed epifita, che consisterebbe nel fatto che nel secondo caso la pianta sostegno cede alla pianta ospitale, mercè i tessuti morti e con i prodotti della decomposizione del legno, materiale nutritizio capace di essere utilizzato dalla pianta, riconoscono nel *P. v.* un epifita eventuale, poichè può anche vegetare fuori della stazione albero (già dicemmo di avere constatato, nel parco Gussone, la detta specie sui muri).

Ma poichè essi ammettono che anche per le arboricole concorrano, per la massima parte i prodotti della decomposizione dei tessuti, le polveri meteoriche trasportate dal vento, le foglie cadute dai rami sovrastanti ed il lento disfacimento delle muscinee e dei licheni, così è a credersi che non si possa dire ancora l'ultima parola in proposito all'assegnamento della specie in questione ad una categoria biologica piuttosto che ad un'altra.

Abbiamo visto, e vedremo meglio, la natura e la decomposizione dei cuscinetti di sostegno ; noi non vi abbiamo notato o riconosciuto nessuno dei meccanismi conosciuti proprio delle vere epifiti per fissarsi tenacemente al substrato, per condensare ed immagazzinare vapore acqueo, per trattenere *humus*, e impedire la perdita dell'acqua e nemmeno sviluppo di radici avventizie, ma riteniamo che le ricerche debbano continuare fino all'esclusione completa o al loro ritrovamento. Non è poi a nascondersi che lo speciale substrato del *P. v.* sulle quercie del Parco Gussone è, secondo

quanto si può credere e immaginare, influenzato dal fenomeno della caduta della cenere vesuviana del 1906, che come sappiamo cadde nel Parco Gussone per uno strato di circa 20 centimetri, impalpabile, più o meno rossastra, che investì tutti gli alberi, e che permase lungo tempo (anche anni) ovunque il vento e la pioggia non la cavarono. Vero è che molto spesso la posizione degli individui, o meglio dei rizomi, non permette sempre di supporre che essi si siano impiantati dove permaneva uno strato di cenere ; ma ciò non esclude l'influenza della cenere stessa nella formazione del substrato, perchè sopratutto durante la stagione secca il vento, non solleva *ancora oggigiorno* che cenere non trasformata, non essendosi mai sovesciati gli strati della stessa caduti sul terreno. Ma anche un esame chimico non direbbe perciò nulla. Onde è certo che, sopratutto lo spessore, forse insolito, del *cuscinetto terreno*, del *P. v.* in questa speciale stazione, deve essere sopratutto dato dall'abbondanza del materiale minerale fornito dal Vesuvio. Molta luce a questa questione avrebbero potuto portare osservazioni fatte sul *P. v.* del Parco prima dell'eruzione o subito dopo ; ma esse disgraziatamente mancarono.

Alcuni dati sulla natura fisica e chimica del substrato del Polypodium vulgare *L. nel Parco Gussone.* — Per orizzontarci sulla qualità del materiale organico ed organizzato contenuto in questi cuscinetti si cercò anzitutto di farlo mediante numerosi esami microscopici diretti. Ciò però non condusse ad alcun risultato concreto. In un solo caso ci fu possibile riscontrare qualche cosa di identificabile in un animaletto (un tardigrado) di pochi decimi di millimetro di lunghezza. In tutti gli altri casi non ottenemmo che frammenti in via di decomposizione più o meno avanzata e difficilmente assegnabili.

Passammo allora a separare il più possibilmente la parte minerale dalla parte organizzata. Ma, data la descrizione e le proprietà di questi cuscinetti, che abbiamo esposto addietro, non è a meravigliare se una netta separazione non fu possibile.

Dopo vari tentativi per approfittare di metodi in uso per l'esame fisico del terreno, tutti riusciti vani, si dette la preferenza al seguente :

Una certa quantità (sempre molto superiore a 5 gr.) di sostanza di *cuscinetto* (conservata in Laboratorio da più di due mesi) veniva posta in termostato a 36° C., dopo averne raso al livello dei muschi gli eventuali fusti lunghi di Polipodî. Dopo 35 ore se ne pesavano 5 gr., i quali venivano spezzettati ed introdotti in un apparecchio di sbattimento con 300 cmc. di acqua, e sbattuti per 5 minuti ricevendo circa 250 colpi al 1'.

Il risultato dello spappolamento veniva filtrato attraverso una reticella metallica (di ottone), della stessa qualità di quelle usate per le forme da carta a mano, poi nuovamente lavato fino al passaggio dell'acqua limpida. Quello che rimaneva sulla reticella veniva raccolto su di un filtro tarato e pesato, e dopo 24 ore di termostato a 36° C.

La parte passata attraverso la reticella veniva anch'essa raccolta su due filtri, tarati e pesati dopo 24 ore di termostato a 36° C. Le ricerche furono fatte in diversi mesi e cioè : in marzo ed aprile, che scorsero piovosi e relativamente freddi, ed in maggio e giugno, che naturalmente scorsero più secchi e caldi.

Ma la separazione non fu mai completa ; così, come si disse per lo spappolamento a mano (pag. 63), lo spappolamento meccanico non diede che una più minuta divisione del materiale, ma fu vano sperare che essa si stratificasse posteriormente. Onde

non restava che la separazione empirica da noi eseguita, e quello che passava attraverso la reticella conteneva frammenti impalpabili di sostanze organizzate ed umificate, anche se quello che restava sulla reticella non conteneva frammenti minerali di grandezza visibile, ma era forse esclusivamente fatto da radici in strati di maggiore o minore integrità. I risultati ponderali furono i seguenti:

QUADRO XX.

Campione	Parte più propriamente vegetale, in gr.	Parte più propriamente minerale, in gr.	Somma in gr.	Mese di operazione
1	2,500	1,280	3,780	Febbraio
2	1,670	1,300	3,970	Marzo
3	2,800	2,200	5,000	Aprile
4	1,750	3,760	5,510	Maggio
5	2,150	2,630	4,780	»
6	1,920	3,400	5,320	»
7	3,680	1,700	5,380	Giugno

Ciò che colpisce in queste cifre è naturalmente la evidente differenza fra i 5 gr. originali e la somma dei componenti minerali e vegetali restati sul filtro e sulla reticella. E queste discordanze non possono naturalmente essere attribuite (oltre che in piccola parte, alla perdita delle sostanze solubili in acqua) che alla igroscopicità dei campioni che, una volta separati nei due elementi principali, hanno dato origine a due sostanze di differente igroscopicità e tali che non sempre la loro somma permetteva all'insieme di riprendere il peso primitivo; ossia d'igroscopicità differente da quella del cuscinetto primitivo, in cui erano filtrati insieme. E difatti, la somma dei componenti ha dato nei mesi freddi, in cui la capacità dell'ambiente per il vapore d'acqua è minore, risultato in meno, a differenza di quello che accadde quasi sempre nei mesi più caldi.

Non era poi a pensare di ricavare nulla di concreto da un esame microscopico delle due porzioni; e difatti i frammenti ottenuti non permisero la propria identificazione altro che generica, e, diciamo così, di larga massima. Ed allora decidemmo di fare qualche saggio chimico sulle stesse, ed incominciando naturalmente da ciò che più ne interessava per la nutrizione del *P. v.*, e cioè dall'azoto. Onde delle due porzioni si determinò l'azoto totale col metodo Kjeldahl per 4 campioni, e più propriamente dei numeri 4, 5, 6, 7, ottenendo le seguenti cifre:

QUADRO XXI.

Campione	Azoto totale della	
	Parte più propriamente vegetale %	Parte più propriamente minerale %
4	1,372	0,602
5	1,190	0,558
6	1,456	0,742
7	0,868	0,602

Le quali naturalmente si riferiscono alla sostanza non secca ma ancora contenente tutta la sua acqua, il che porta che nel *cuscinetto* originale l'azoto totale è circa nella proporzione del 2 %, vale a dire che si ha a che fare con un materiale ricchissimamente azotato e assai più di qualunque altro *terreno agrario*.

Riguardo alla natura dell'azoto trovato, sappiamo che l'azoto ammoniacale di un campione, il 2 della tabella IV, era nella parte vegetale il 0,168 % e nella parte minerale il 0,0084 %. Il che, se confermato anche per altri campioni, starebbe a significare che i processi di decomposizione e mineralizzazione non sono molto in atto. E nuove analisi ci devono anche dire la proporzione fra l'azoto proteico e il nitrico.

Presenza degli azotofissatori nel substrato. — Ond'è innegabile che dagli esami microscopici tentati, dagli esami fisici eseguiti e dagli esami chimici incominciati, ci si debba fare la convinzione che la maggior parte dell'azoto presente nei *cuscinetti* che sostengono i polipodî del Parco Gussone derivi dalle florule che hanno preceduto sui tronchi e forse anche dalle faune più o meno microscopiche. In questo caso si rinnoveranno a carico di questo speciale terreno agrario tutti i magisteri di decomposizione e mineralizzazione che avvengono nel terreno stesso, e quindi l'importanza della flora batterica sarà qui quella che è appunto nel terreno.

Sarà prezzo dell'opera perciò confermare che anche in queste condizioni si trovano batteri putrefacenti, ammonizzanti, nitrosanti, nitrificanti e forse denitrificanti, ecc.

Riguardo ai fissatori di azoto la loro ricerca fu da noi fatta, cogli stessi metodi del paragrafo precedente, su porzione di cuscinetti portati in Laboratorio entro scatole di Petri sterili. I risultati, riferiti sopratutto alle stagioni, sono riassunti nel quadro seguente.

QUADRO XXII.

Località	Numero dei palloni	Data dell'insemenzamento		Presenza	
		Mese	Giorno	Azotobatteri	Amilobatteri
Parco Gussone	1	III	28	—	+
	2	III	28	+	(+)
	3	IV	26	—	(+)
	4	IV	26	—	(+)
	5	IV	29	—	(+)
	6	IV	29	(+)	(+)
	7	V	10	+	+
	8	V	10	—	(+)
	9	V	10	(+)	—
	10	V	14	+	(+)
	11	V	14	—	(+)
	12	V	14	(+)	(+)
	13	V	22	+	—
	14	V	22	+	+
	15	V	22	(+)	+
	16	V	28	(+)	(+)
	17	V	28	+	+
	18	V	28	+	+
	19	VI	6	(+)	+
	20	VI	6	(+)	(+)
	21	VI	6	(+)	(+)
	22	VI	11	+	+
	23	VI	11	+	(+)
	24	VI	11	+	(+)
	25	VI	11	+	(+)
	26	VII	19	+	+
	27	VII	19	+	+
	28	VII	19	+	+

Conclusione. — Non abbiamo certo la pretesa con queste esperienze di aver esaurito l'argomento della nutrizione azotata del *P. v.* e nemmeno della parte che ad essa prendono gli azotofissatori. Certo è che ci sembrano legittime le seguenti conclusioni:

1) È ancora incerto se il *Polypodium vulgare* debba considerarsi un *epifita eventuale* od un'*arboricola*, ma tutto induce a credere trattarsi, almeno nella speciale stazione « Parco Gussone », di una vera arboricola.

2) Il substrato che la *Quercus ilex* del Parco Gussone offre al *P. v.* è ricco di azoto.

3) Nulla si oppone ad ammettere che la dotazione in azoto di tale substrato *non* derivi in parte almeno dall'aria per mezzo dei fissatori aerobici ed anaerobici.

Riteniamo poi che per definire completamente tutte le questioni, relative sia alla natura biologica del *P. v.* che all'origine del suo azoto, si debba:

1) ricercare nei *cuscinetti* di sostegno la presenza, oltre che dei fissatori di azoto, dei microrganismi ammonificanti, nitritificanti e denitrificanti;

2) determinare (ricercando l'azoto nitrico e proteico) il vero stato dei cuscinetti come terreni nutritivi azotati;

3) fare un'analisi completa del detto substrato per riconoscerne possibilmente l'origine in rapporto coi prodotti vesuviani presenti;

4) studiare istologicamente e microscopicamente i rapporti tra i rizomi del *P. v.* e gli altri elementi del *cuscinetto* fino allo strato corticale delle quercie sostegno.

CONCLUSIONI GENERALI.

(Prof. G. Rossi).

Le ricerche da noi fatte sono state, per necessità di cose, molto disparate e se ci hanno permesso di concludere forse alcunchè di interessante nei singoli campi esplorati, esse non si prestano invece a conclusioni d'indole generale di natura intrinseca, se se ne toglie quella che ci pare di aver dimostrato quanto i terreni vesuviani si prestino per lo scopo da noi preso di mira, e come meriti perciò di proseguire con ogni lena gli studi intrapresi.

Noi crediamo poi di avere, con questi saggi, dato anche uno dei primi esempi dello studio sistematico delle *flore batteriche locali*, pur conservando ogni dubbio sulla loro completezza, anche per una determinatissima categoria, quella dei fissatori di azoto, e rimandando alle nostre memorie precedenti ogni discussione approfondita per ciò che riguarda il valore dei *metodi di ricerca* e gli *errori* sistematici cui essi conducono.

Nell'usare poi esclusivamente terreni nutritivi noti ed accettati noi non abbiamo certo voluto risparmiare fatica o mettere per così dire al coperto la nostra responsabilità scientifica, ma sopratutto cercato di avvicinarci più che ci era possibile a quella *standardizzazione dei metodi di ricerca* e *dei terreni di coltura*, sulla quale da tempo insistiamo. E da ultimo noi crediamo di avere dimostrato che, per la ricerca sistematica di verità fondamentali e lo scioglimento di problemi complessi, non sia più possibile ammettere che le forze di un solo studioso e di un solo Istituto specializzato siano sufficienti, ma che occorra la collaborazione di parecchi studiosi. Quanto non sarebbero state più complete le nostre ricerche vesuviane se a noi batteriologici si fossero associati direttamente un chimico, un geologo, un botanico, ed un zoologo?

Vis unita fortior!: è forse l'ammaestramento più importante che deriva dalle nostre fatiche.

TABELLA I.

Composizione delle lave preistoriche del Somma.

	Lava preistorica del Monte Somma	Lava dei massi stradali di Ercolano	Lave preistoriche del sottosuolo di Valle di Pompei		Lava di masso erratico
			1ª corr. a 15 m.	2ª corr. a 30 m.	
	grm.	grm.	grm.	grm.	grm.
Anidride silicica (SiO^2)	514,00	50,100	50,825	50,955	47,968
» fosforica (Ph^2O^5)	0,319	0,767	0,415	0,575	0,746
Ossido d'alluminio (Al^2O^3)	19,481	17,483	18,735	17,925	14,786
» ferroso (FeO)	5,161	5,019	4,065	3,535	5,761
» ferrico (Fe^2O^3)	2,641	3,798	4,533	4,473	4,916
» manganoso (MnO)	0,488	0,488	0,418	0,232	0,419
» di calcio (CaO)	8,300	9,050	9,050	9,550	12,621
» » magnesio (MgO)	5,099	6,234	4,576	4,366	7,257
» » potassio (K^2O)	4,622	4,497	4,542	3,298	2,293
» » sodio (Na^2O)	2,582	2,773	2,232	2,104	2,418
Perdita a fuoco				2,350	
	100,093	100,509	99,391	99,457	99,225

TABELLA II.

Composizione chimica della lava del Parco Gussone

100 gr. di scoria e di lava contengono materie.

	Solubili in acido acetico al 10 %		Solubili in HCL bollente (d. 1,12)		Non attaccabili dagli acidi		Somma complessiva	
	Scoria	Lava	Scoria	Lava	Scoria	Lava	Scoria	Lava
Anidride silicica	0,489	0,509	0,171	0,154	48,210	47,597	48,870	48,260
» fosforica	—	—	0,697	0,704	—	—	0,697	0,704
Ossido di ferro e d'alluminio	0,740	0,889	11,734	13,980	13,691	12,401	26,165	27,280
» » calcio	0,055	0,108	1,402	1,748	9,368	7,594	10,985	9,450
» » magnesio	0,024	0,025	0,123	0,159	3,733	3,839	3,880	4,023
» » potassio	0,062	0,104	6,216	6,357	0,919	0,763	7,197	7,224
» » sodio	0,845	1,430	0,591	0,623	0,495	0,762	1,931	2,815
Acqua igroscopica	—	—	—	—	—	—	0,075	0,062
Perdita a fuoco	—	—	—	—	—	—	0,264	0,145
							99,904	99,963

TABELLA III.

Composizione dei prodotti dell'eruzione del 1906.

	Lapillo di Ottaiano (Casoria)	Lapillo di Ottaiano (Pisani)	Sabbia nerastra caduta in Napoli il 4-5 aprile 1906 (Kernot)	Cenere rossiccia caduta in Napoli il			Cenere grigia caduta in Portici il 9-10 aprile 1906 (Casoria)	Cenere rossiccia caduta in Portici il 9-10 aprile 1906 (Casoria)	Cenere raccolta sull'orlo del cratere (Pisani)
				6-7 aprile 1906 (Kernot)	11 aprile 1906 (Kernot)	13 aprile 1906 (Kernot)			
Anidride silicica	48,24	48,10	47,84	50,00	50,93	50,64	48,11	48,15	48,50
» fosforica	0,75	0,12	0,65	0 64	0,73	0,81	0,85	0,74	tr.
Acido metatitanico	—	1,15	0,19	—	0 35	0,02	—	—	1,52
Ossido d'alluminio	13,55	15,31	16,72	23,07	21,24	22,23	19,08	18,43	16,10
» ferrico	5,96	3,20	12,05	10,97	9,56	8,85	7,70	7,56	3,35
» ferroso	4,54	5,45					2,77	2,75	4,90
» manganoso	0,27	—	0,47	0,49	0,46	0,36	0,41	9,39	—
» di calcio	13,88	12,45	7,22	5,31	5,32	5,42	7,94	8,14	11,35
» » bario	—	—	—	—	—	—	0,09	0,09	—
» » stronzio	—	—	—	—	—	—	0,02	0,03	—
» » magnesio	7,37	7,50	2,65	1,81	1,57	1,47	3,72	4,43	6,53
» » potassio	2,53	4,22	7,19	4,79	4,83	4,98	6,40	5,83	5,26
» » sodio	1 73	1 98	2,52	1,94	1,67	1,91	2,52	2,87	3,04

TABELLA IV.

Composizione dei sali solubili dei prodotti dell'eruzione del 1906.

	Sali solubili del lapillo di Ottaiano	Sali solubili della cenere grigia	Sali solubili della cenere rossiccia
Cloruro di sodio	45,71	44,30	49,15
» » potassio	15,77	—	—
» » magnesio	10,79	6,96	5,11
» » calcio	5,03	—	—
» » manganese	1,23	1,55	1,49
Solfato di sodio	—	1,92	8,15
» » potassio		13,48	8,39
» » calcio	21,34	31,73	27,19
Anidride silicica	tr.	0,02	0,07

TABELLA V.

Composizione delle terre vecchie del Somma.

	Terra vecchia sovrapposta alle pomici di Pompei	Terra vecchia del sottosuolo di Torre del Greco
	gram.	gram.
Anidride silicica (SiO^2)	33,325	35,032
» fosforica (Ph^2O^5)	0,271	0,334
Ossido d'alluminio (Al^2O^5)	11,279	13,632
» ferroso (FeO)	1,592	1,661
» ferrico (FeO^{23})	2,507	3,597
» manganoso (MnO)	0,441	0,432
» di calcio (CaO)	20,700	18,603
» » magnesio (MgO)	4,702	4,991
» » potassio (K^2O)	2,722	1,685
» » sodio (Na^2O)	2,407	1,178
Acqua a 100°	2,809	1,543
Perdita a fuoco	3,437	4,363
Anidride carbonica (CO^2)	13,754	12,188
Totale gram.	99,845	99,239

TABELLA VI.

Composizione chimica del terreno che ricopre la lava del Parco Gussone.

100 gr. di terra fine seccata all'aria contengono materie:

	Solubili in acido acetico al 10 %	Solubili in HCl bollente (d. 1, 12)	Non attaccabili dagli acidi	Somma complessiva
Anidride silicica	0.182	0.040	37.102	37.234
Anidride fosforica	—	0.508	—	0.508
Ossidi di ferro e d'alluminio	0.113	15.929	8.432	24.474
Ossidi di calcio	6.038	1.062	5.213	6.913
Ossidi di magnesio	traccie	0.054	0.288	0.342
Ossidi di potassio	0.090	4.104	0.550	4.744
Ossidi di sodio	0.102	0.883	0.719	1.704
Anidride carbonica svoltasi	0.257	—	—	0.257
Acqua igroscopica	—	—	—	9.387
Perdita a fuoco	—	—	—	4.073
Materia umica	—	—	—	9.376
				99.012

BIBLIOGRAFIA.

1) *Lavori citati e riassunti di* G. ROSSI *e dei suoi allievi e collaboratori.*

ROSSI G. Preliminary note on the Microbiology of the soil and the possible existence therein of invisible germs. *Soil Science*, vol. XII, 1921.

ROSSI G. e RICCARDO S. Saggi di Batteriologia Vesuviana. *Nuovi Annali del Ministero per l'Agricoltura*, Anno I, N. 2 (1921).

G. ROSSI. Al Monte Somma. *Bollettino del Club Escursionisti Napoletani*, anno I, n. 4.

G. ROSSI. Delle difficoltà e degli errori della batteriologia del terreno agrario. *Rassegna Internazionale di Agronomia*. N. S. vol. 1, gennaio-marzo 1923, n. 1.

G. ROSSI. Notizie su alcune serie di lavori di microbiologia in corso. *Annali della R. Scuola Superiore di Agricoltura in Portici*. Vol. XV.

G. ROSSI. Gli studi di microbiologia del terreno agrario in Italia ed all'Estero. *Giornale di Agricoltura della domenica*, 21 gennaio 1923.

S. RICCARDO. Primo contributo alla conoscenza dei batteri fissatori di azoto nei terreni vesuviani. *Annali della Scuola*, vol. XVIII, 1923.

S. RICCARDO. Secondo contributo alla conoscenza degli azotofissatori dei terreni vesuviani. *Annali della Scuola*, vol. XX, 1924.

S. RICCARDO. Le streptotricee dei terreni vesuviani. *Annali della Scuola*, vol. XVIII, 1923.

G. ROSSI. Excursion au Vesuve et aux terrains vesuviens. *IV Conférence Internationale de Pédologie*, Roma, 1924.

F. GUARNIERI. Le api e la recente eruzione vesuviana. *La Rivista Agraria*, XVI, n. 22, 1906.

2) *Bibliografia vesuviana citata o riassunta.*

O. BORDIGA ed altri. Relazione della commissione nominata dal R. Istituto d'incoraggiamento di Napoli sulle conseguenze arrecate alle campagne ed alle colture agrarie dalla eruzione vesuviana dell'aprile 1906. *Atti del R. Istituto*, vol. 60 della serie VI, 1908.

G. MERCALLI. Vulcani e fenomeni vulcanici in Italia. (Parte III della « Geologia d'Italia » di G. Negri. A. Stoppani, e G. Mercalli). Milano, F. Vallardi, 1883.

G. MERCALLI. I vulcani attivi della terra. Milano, Hoepli, 1907.

G. MERCALLI ed altri. Il Vesuvio e la grande eruzione del 1906. Napoli, Colavecchia, Colombai & C., 1906.

MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI. COMMISSIONE PER LO STUDIO DEL PIANO REGOLATORE DELLE BONIFICHE. Vol. I. Piani Regolatori delle Bonifiche dell'Italia Meridionale, Roma, 1917.

A. MALLADRA. I gas vulcanici e la vegetazione. *Bollettino della Società Sismologica Italiana*, vol. XVIII, fasc. 3 e 4, anno 1914.

A. MALLADRA. La pioggia sul Vesuvio. Ivi, vol. XVIII, fasc. 1-2, 1914.

O. COMES. Le lave, il terreno vesuviano e la loro vegetazione. Estratto dallo « *Spettatore del Vesuvio e dei Campi Flegrei* », 1887. Tip. Della Torre, Portici, 1888.

O. COMES. Die Laven des Vesuv. unter Mitwirkung des Verfassers übersetzt von JOH. MOHRHOFF. Hamburg, 1889.

M. GUADAGNO. La vegetazione del Monte Nuovo e le sue origini. *Boll. della Società dei Naturalisti in Napoli*. Vol. XXXIV. (Serie II, vol. IV). Anno XXXV, 1921, 1922. Atti pag. 238-306.

A. MALLADRA. Riassunto sull'attività del Vesuvio per l'anno 1917. *Ivi*, vol. XXXI (Serie II, vol. XV), anno XXXII, 1918.

S. LO BIANCO. L'azione della cenere caduta durante l'eruzione del Vesuvio nell'aprile 1906 sulle specie commestibili marine. Atti del R. Istituto d'Incoraggiamento di Napoli, Serie VI, 1606, pag. 209.

G. A. PASQUALE. Flora Vesuviana o catalogo ragionato delle piante del Vesuvio confrontate con quelle dell'Isola di Capri e di altri luoghi circostanti. *Atti della R. Accademia delle Scienze Fisiche e matematiche di Napoli*, vol. IV, n. 6. Napoli, 1869.

E. CASORIA. Sul potere incrostante e sui metodi di depurazione delle acque vesuviane. *Annali della Scuola*, vol. II, serie II.

— Studio analitico dei prodotti delle ultime eruzioni vesuviane (1891-94 e 1895-99), *Ivi*, vol. IV, serie II.

— Le terre vecchie della regione del Monte Somma. (Studi e ricerche), *Ivi*, vol. IV, serie II.

— Sulle alterazioni chimiche che subiscono le lave vesuviane a contatto delle acque marine. (Studi e ricerche chimiche). *Ivi*.

— Conglomerato vulcanico degli scavi di Ercolano. (Studi e ricerche chimiche). *Ivi*.

— Lava preistorica del sottosuolo di Pompei (Studi e ricerche chimiche). *Ivi*.

— Sulla presenza del bario e dello stronzio nelle lave vesuviane. (Ricerche chimiche). *Ivi*.

E. Casoria. Azione dell'anidride solforosa sopra le lave vesuviane ed origine dei solfati. (Ricerche chimiche). *Ivi*.
— Sulla presenza di fluore in un prodotto vesuviano. (Ricerche chimiche). *Ivi*.
— Condizioni che influiscono sul diverso rapporto tra il potassio ed il sodio nei prodotti salini vesuviani. *Ivi*.
— Analisi della sabbia vulcanica di Torre del Greco (Ricerche chimiche). *Ivi*.
— Sulla composizione chimica delle ceneri vesuviane cadute a Portici nei giorni 9 e 10 aprile 1906. *Ivi*.
— La lava di Boscotrecase ed il lapillo di Ottaiano (Ricerche chimiche). *Ivi*. Serie IV, vol. VIII.
— Le sabbie e le ceneri vesuviane cadute a Portici e nei dintorni nel mese di aprile dell'anno 1906. (Studi e ricerche chimiche). *Ivi*, vol. IX.
— Il terreno del polere Santa Croce in Ponticelli. *Ivi*, 1884, vol. IV.
— L'acqua della fontana pubblica di Torre del Greco ed il predominio della potassa nelle acque vesuviane. *Ivi*, vol. V, 1885-1887.
— Le acque della Regione Vesuviana. *Ivi*, vol. VI, 1890-91.
— Mutamenti chimici che avvengono nelle lave vesuviane per effetto degli agenti esterni e della vegetazione. *Bollettino della Società dei Naturalisti*. Napoli, serie I, vol. I.
G. Mercalli. L'azione vulcanica e la formazione del terreno vegetale nei dintorni di Napoli. « *L'Eco Meridionale* » di Napoli, anno III.
P. Palmeri. Sulla cenere lanciata dal Vesuvio a Portici ed a Resina dal 3 al 4 aprile 1876. *Annali della Scuola*, vol. I, 1878.
— Studio sul pulviscolo caduto il 25 febbraio 1879 in Portici. *Ivi*, vol. II, 1880.
E. Monaco. Relazione sulle escursioni fatte a complemento del corso di mineralogia e geologia dell'anno scolastico 1901-02. *Ivi*, 1903, vol. V.
L. Bernardini. Sulle cause che determinano la solubilizzazione della potassa leucitica nel terreno agrario. *Annali della Scuola*, 1908, vol. VIII.
C. S. Del Giudice. Gli erbai nel Napoletano. *Ivi*, 1913, vol. XI.
R. Rossi. Le mofete dell'eruzione vesuviana del 1906 e loro genesi. *Ivi*, 1914, vol. XII.
F. De Rosa e A. De Gasperi. Di alcune possibili colture da provare nella Regione del Lapillo. *Atti del R. Istituto di Incoraggiamento di Napoli*, serie VI, 1905.
F. De Rosa. Le comuni colture e l'eruzione dell'aprile 1906. *Ivi*.
P. Lacava. La sistemazione idraulico-forestale del Monte Somma e Vesuvio dal 1° luglio 1906 al 30 giugno 1913. *Ivi*.
G. Basso. La sistemazione idraulico-forestale del Somma-Vesuvio. *Atti del III Congresso Forestale italiano e I Congresso per l'irrigazione*. Portici, Della Torre, 1916.
A. Berlese. Memorie sulla distribuzione dei fermenti alcoolici in natura. *Rivista di Patologia Vegetale*, anno V e VI.

3) *Lavori citati sulla microbiologia del suolo.*

Lehmann K. P. e Curchod H., Beiträge zur Kenntnis des Bakterieniveaus von Beijerinck und der Bakteriengesellschaften von Jegunow. *C. f. B.* 2°, XIV, p. 449 e segg.
Beijerinck M. W., Emulsions-und Sedimentfiguren bei beweglichen Bakterien. *C. f. B.* 2, III, p. 1 e segg.
Kolkwitz R. e Marsson M., Ökologie der pflanzlichen Saprobien, *B. d. d. Bot. Gesellsch.*, XXVI, 1908, p. 505 e segg.
Barthel Chr., Kulturen von Gärungsorganismen in sterilisierter Erde. *C. f. b.*, 2, XXXVIII, p. 340 e segg.
— Cultures de bactéries sur terre stérilisée. *Meddelanden fran K. Vetenskapsakademiens Nobel-Institut*, Band. 5, n. 20. Stockholm, 1919.
— Recherches bactériologiques sur le sol et sur les matières fécales des animaux polaires du Groënland Septentrional. *Den II Thule Expedition til Grønlands Nordkyst*, 1916-18, n. 1, København, 1922.
Cola G. Il terreno forestale. *Giornale di geologia pratica*. Anno X, fasc. II-III.
Bredemann. Bacillus amylobacter A. M. et Bredemann in morphologischer, physiologischer und systematischer Beziehung. Mit besonderer Berücksichtigung des Stickstoffbindungs-vermögens dieser Spezies. *Centralbl. f. Bakt.*, II Abt, Bd. XXIII, n. 14-20, 1909, p. 449.
P. Diffloth. La vie mistérieuse des microbes du sol. *La Vie Agricole*, vol. XXIII, n. 37, 15 settembre 1923.
O. Penzig. Come nasce una foresta vergine. *La Lettura*, anno XXIV, n. 11.
Löhnis F. e Smith N. R., Studies upon the life cycles of the bacteria. Part. II: Life Hystory of Azotobacter. *Journal of Agricultural Research*. Washington, vol. XXIII, n. 6, 10 febbraio 1923, pagine 401-432.
— Life Cycles of the Bacteria (Preliminary communication). *Journal of Agricultural Research*. Washington, vol. VI, n. 18, 31 luglio 1916, pp. 675-702.
Prazmowski A. Die Entwicklungsgeschichte, Morfologie und Cytologie des Azotobacter chroococcum Beijer. *Centralbl. f. Bakt.*, Jena, II Abt., Bd 33, n. 11-14, 2 marzo 1912, pp. 292-305.

Jones, Dan H. A cultural and morphological study of some azotobacter. *Centralbl. f. Bakt.*, II Abt. Bd. 40, Jena, n. 9-10, 25 febbraio 1914, pp. 170-171.
Jones, Dan I. Further Studies with some Azotobacter. *Centralbl. f. Bakt.*, Jena, II Abt., Bd. 42, n. 5-9 19 settembre 1914, p. 68-69.
Beijerinck e A. van Delden. Über die Assimilation des freien Stickstoffs durch Bakterien. *Centralbl. f. Bakt.*, II Abt., Bd. IX, pp. 3-43, 1902.
Winogradsky. Clostridium pastorianum, seine Morphologie und seine Eigenschaften als Buttersäureferment. *Centralbl. f. Bakt.*, II Abt., Bd. IX, 1902, p. 43.

4) *Lavori consultati a proposito del* Polypodium vulgare.

F. Barsoli. Nota sul *Polypodium vulgare*. *Boll. della Soc. Botanica Ital.*, anno 1903, pag. 119.
A. Beguinot e G. B. Traverso. Ricerche intorno alle arboricole della flora italiana. *Nuovo Giorn. Bot. Ital.*, Nuova Serie, vol. VII, n. 4, 1905, p. 495.
A. Fliche. Note sur l'epiphytisme de *Polypodium vulgare* L. *Bull. de la Soc. Botanique de France*, XLIX, 1902, pp. 53-63.
W. Dudgeon. Succession of epiphytes in the Quercus incana forest Laundour Western Himalayas. I. *Ind. Bot. Soc.* Vol. 3.
P. Von Oge. Sur l'écologie des epiphytes de la surface des troncs d'arbres. *R. General de Botanique*, 1924, vol. 36.
Goebel. Pflanzenbiologische Schilderungen. Citato da Beguinot e Traverso, pag. 539.
T. Jamieson. Sur l'utilisation de l'azote de l'air par les plantes.
È la traduzione della memoria originale fatta dal Grignan (*Agricultural Research Association Aberdeen*, 1905).
Mameli e Pollacci. Ricerche sull'assimilazione dell'azoto atmosferico nei vegetali. Nota preliminare. *Atti del R. Istituto Botanico*. Pavia, settembre 1909, serie II, vol. XIII.
A. Cauda. Il microrganismo delle *Cruciferae*. *Il Coltivatore*, 30 marzo 1919.

Prof. Rossi et Dr. S. Riccardo (*Portici, Italie*). — **Les sols de la région du Vésuve et la fixation de l'azote.**

Résumé.

Les AA., après avoir exposé l'origine et le but de leur étude, qui, comme on peut le déduire des points du programme publié en 1921, sont une partie du cycle des recherches bactériologiques destinées à déterminer l'existence ou l'absence d'une succession dans l'établissement des espèces actives et en conséquence d'un *processus* relatif dans les sols en voie de formation agricole, donnent avant tout un aperçu des raisons pour lesquelles on doit retenir, que peut-être nulle part ailleurs qu'au Vésuve, on ne peut trouver des conditions capables de résoudre le problème ; et cela parce qu'il n'est presque qu'au Vesuve que l'on a sous la main une échelle complète des sols qui, de la stérilité absolue, passent à la plus complète et intensive végétation. Ils consacrent des paragraphes spéciaux pour expliquer les conditions actuelles de la montagne et de la plaine voisine, en illustrant les relations existant entre la vieille montagne Somma et le jeune Vésuve, entre les éruptions anciennes, les modernes et les actuelles et par-dessus toutes les conséquences pédologiques de la dernière éruption (1906) ; ils donnent un aperçu des sols agricoles de la région du Vésuve, de leur origine et de leur structure, des alluvions du Vésuve et des torrents de boues, des travaux hydrauliques accomplis après 1906, des travaux forestiers, des précipitations météoriques, de la causticité des pluies, de l'action chimique des gaz éruptifs, de la nature des eaux du Vésuve et de la composition des roches. Dans une discussion spéciale ils s'occupent de la faune et de la flore de la région du Vésuve (en la mettant aussi en rapport avec les études récentes faites aux environs des Champs Flégréens (Campi Flegrei)); ils s'occupent aussi des caractères principaux de l'agricul-

ture du Vésuve ; finalement ils parlent longuement des études de Orazio Comes, le seul expérimentateur qui les ait précédés dans cet ordre d'études, bien que cependant les recherches faites par lui soient antérieures à la naissance de la bactériologie moderne.

Arrivant ensuite à la partie la plus directement expérimentale et d'observations au sujet de la fixation de l'azote, les AA. donnent à connaître que dans des observations dont les résultats ont été publiés dans trois rapports parus et dans un rapport plus récent non encore paru ils ont :

1) Examiné l'état actuel de la dissémination des espèces microscopiques mise en relation avec les espèces macroscopiques animales et les espèces végétales.

2) Tenté de découvrir les premiers êtres vivants sur les roches éruptives dans la période historique et leur action sur ces roches.

3) Etudié la morphologie et les propriétés chimiques des microbes fixeurs d'azote du Vésuve dans ses diverses catégories : anaérobiques (*Bacillus amylobacter*) et aérobiques (*Azotobacter*, actinomycètes et d'autres encore).

4) Déterminé la répartition des fixeurs d'azote aérobiques et anaérobiques relativement à la hauteur au-dessus du niveau de la mer, à la fixation de la première flore, à la saison, à l'état de l'agriculture.

5) Etudié les rapports existant entre les plantes de rochers, les épiphytes et les fixeurs d'azote.

Les principales conclusions auxquelles ils sont arrivés pour ce qui regarde le *processus* de fixation de l'azote dans les montagnes de la région du Vésuve sont les suivantes :

I. Les sols du Vésuve, grâce à leur réaction, constituent un substratum favorable pour les fixeurs d'azote du type azotobacter.

II. Outre l'azotobacter on trouve avec grande fréquence des fixeurs anaérobiques (*Bacillus amylobacter* Br.) et d'autres formes de schyzomycètes qui, il n'a guère, ont été reconnus comme des fixeurs d'azote « in vitro ».

III. Dans les expériences « in vitro » sans passage d'air l'*Azotobacter chroococcum* isolé des sols de la région du Vésuve à fixé en moyenne 100 gr. d'azote dans 1000 cc. d'extrait de sol préparé avec de la mannite.

IV. Dans beaucoup de localités situées à 450 jusqu'à 850 m. d'altitude, même en absence de végétation, on a pu trouver pendant les mois d'hiver les azotobacters associés avec les amylobacters.

V. En autres localités analogues on a trouvé seulement les azotobacters et dans autres (plus rares) seulement les amylobacters (toujours pendant l'hiver).

VI. Les plantes de rochers (*Centranthus ruber*) encore ayant à leur disposition une couche de matières humifères sont abondamment associées avec les fixeurs.

VII. Les azotobacters du Vésuve ne paraissent pas posséder un polymorphisme aussi remarquable que celui renseigné par les autres chercheurs.

Les auteurs sont d'avis qu'il y a encore beaucoup à étudier, non seulement dans la région du Vésuve, mais aussi en général, au sujet de la fixation de l'azote ; et ils déplorent que des études de ce genre rencontrent de graves difficultés à cause de l'état des connaissances acquises au sujet de la vie symbiotique des microorganismes du sol comme aussi du fait de l'état de la technique de reproduction et de culture des microrganismes des sols agricoles. Surtout il faudrait, pour résoudre complètement le problème de la succession des espèces bactériennes actives dans les sols stériles, la collaboration continuelle d'autres savants et surtout du botaniste, du chimiste et du géologue.

Prof. G. Rossi and Dr. S. Riccardo *Portici*, (*Italy*). — **The soil of the Vesuvian region and the fixation of nitrogen.**

Abstract.

The authors, after having exposed the origin and the aim of the study, which, as may be deduced from the programme-note published 1921, is a part of the cycle of bacteriological researches destined to determine the existence or the absence of a succession in the settling of the active species, and therefore of the relative processes, in the soils in way of agricultural formation, give first of all a review of the reasons why it must be retained that perhaps in no place as on the Vesuvius can be found the conditions apt to answer to that question, and that because on the Vesuvius you have at hand a whole scale of soils, which from the absolute sterility pass to the most complete and intensive vegetations. And they consacrate special paragraphs to explain the present conditions of the mountain and of the neighbouring plain, illustrating the relations between the old Somma mountain and the young Vesuvius, the antique eruptions, the modern and the most modern ones, and over all the pedological consequences of the last eruption (1906) ; giving a review of the vesuvian agricultural soils, of their origin and their structure ; of the alluvions of Vesuvius and of the torrents of mud ; of the hydraulic works performed after 1906 ; of the forestal works, of the meteorical precipitations and of the caustic rains, of the chemical actions of the eruptive gases, of the nature of the vesuvian waters and of the composition of the rocks. A special discussion receive then the fauna of Vesuvius and its flora [putting them also in relation with recent studies made in the near of the Flegrean fields (Campi Flegrei)], as also the principal characteristics of the vesuvian agriculture; and finally they speak amply of the studies of Orazio Comes, the only researcher that has preceded the authors in this order of studies, although his investigations date from times before the birth of the modern bacteriology.

Coming then to the more directly experimental and observative part, regarding the fixation of nitrogen, they inform that in observations already published in three successive papers and with new ones, not yet issued, they have :

1) Examined the present state of the dissemination of the microscopic species, putting it in relation with that of the macroscopic animal and vegetable species.

2) Endeavoured to find out the first inhabitants of the rocks erupted in historical period and their action on the same rocks.

3) Studied the morphology and the chemical properties of the nitrogen fixing microbes of Vesuvius, in their different categories : anaerobics (*Bacillus amylobacter*) and aerobics (Azotobacter, *actinomycetes* and other ones still).

4) Determined the distribution of the nitrogen fixers, aerobics and anaerobics in relation to the height over the sea's level, to the settling of the first flora, to the season, to the state of the agriculture.

5) Studied the relation esisting between the plants of the rocks, the epiphytes and the nitrogen fixers.

The principal conclusions they are arrived to for what reflects the process of nitrogen fixation on the Vesuvius mountains are the following ones :

I) The vesuvian soils, for their reaction, constitute a favourable *habitat* (substratum) for the nitrogen fixers type Azotobacter.

II) Besides the azotobacters are found, with a great frequency, anaerobic

fixers (*Bacillus amylobacter* Br.) and other schizomycetic forms, which, although only recently, have been shown to be nitrogen fixers, *in vitro*.

III) In experiments, *in vitro*, without the passage of air, the *Azotobacter chroococcum*, isolated from the vesuvian soils, has fixed in medium 100 grams of nitrogen in 1000 cc. of soil extract prepared with mannite.

IV) In many localities, from 450 to 850 metres of height, also without any vegetation, there have been found during the winter months the azotobacters associated with the amylobacters.

V) In other analagous localities there have been found the only azotobacters, and in other ones still (more rare) the only amylobacters (always during the winter).

VI) The rock plants (*Centranthus ruber*), having at their disposition a humiferous layer are abundantly associated with the fixers.

VII) The vesuvian azobacters do not seem to possess a so striking polymorphism, as that met with by other researchers.

The authors think that much has to be studied still on the regard, not only on the Vesuvius, but also in general about the fixation of nitrogen ; and they deplore that the studies of this kind encounter grave difficulties by the state of our knowledges as to the symbiotic life of the micro-organisms in the soil and by the state of the technics of reproduction and cultivation for the micro-organisms of the agricultural soil. First of all, in order to resolve completely the problem of the succession of the active bacterian species in sterile soils, there would be necessary a continuous collaboration of other researchers, especially of the botanist, the chemist and the geologist.

K. Asö und U. Yamagata,

Komaba, Japan.

ÜBER DIE VERBREITUNG VON AZOTOBAKTER IN JAPANISCHEN BÖDEN.

Die Verfasser haben 300 Bodenproben von verschiedenen Orten in Japan gesammelt und über die Azotobakter darin studiert.

Die Arten von Azotobacter, welche die Verfasser isoliert haben, sind A. chroococcum, A. vinelandi und A. Beijerincki, wie die folgende Tabelle zeigt :

	Die Zahl der untersuchten Böden	Die Zahl der Böden von den A. chroococcum vorkam	Die Zahl der Böden von den A. Beijerincki vorkam	Die Zahl der Böden von den A. vinelandi vorkam
Ackererde	163	41	11	3
Reisfelderde	137	25	20	0

Die Verbreitung von Azotobakter wurde in der folgende Tabelle gezeigt :

Hokkaidô	10	1	10.0
Jôhoku	80	8	10.0
Hokuriku	10	1	10.0
Jôsan	20	3	15.0
Kwantô	42	17	40.5
Jôkai	19	7	36.8
Kinki	10	4	40.0
Chûgoku	25	12	48.0
Shikoku	18	6	33.3
Kiushû	38	24	63.2
Riûkiû	6	4	66.7
Formosa	22	13	59.1
Gesammt	300	100	33.3

Wir sehen, dass die Prozentzahlen in Nord-Nordwest-und Nordost Gegenden 10-15 %, in Südwest-Mittel-und Ost 33-48 %, und in Süd 59-66 % betragen. (Siehe die begleitende Karte). Hierdurch ist deutlich der Einfluss des Klimas auf die Vermehrung des Azotobakters vermerkt. Weiter haben die Verfasser die Beziehung zwischen der Reaktion [1] des Bodens und der Anwesenheit des Azotobakters studiert.

Die Reaktion des Bodens	Die Zahl der Bödenproben.	A. chroococcum.	A. Beijerincki	A. vinelandi.
Sauer	29	0	0	0
Schwachsauer	90	0	0	0
Neutral	76	3	11	0
Schwachalkali	62	26	20	0
Alkali	43	37	0	3

Es ist merkwürdig dass A. Beijerinck, mehr in Reisfelderde als in Ackererde vorkommut und auch nie in alkalischen Böden.

[1] Die Bestimmung der Azidität des Bodens würde nach der methode von Christensen ausgeführt. Einer der Verfasser hat auch die Beziehung der Konzentration der Wasserstoff-Ionen und der sorten von Azotobakter studiert

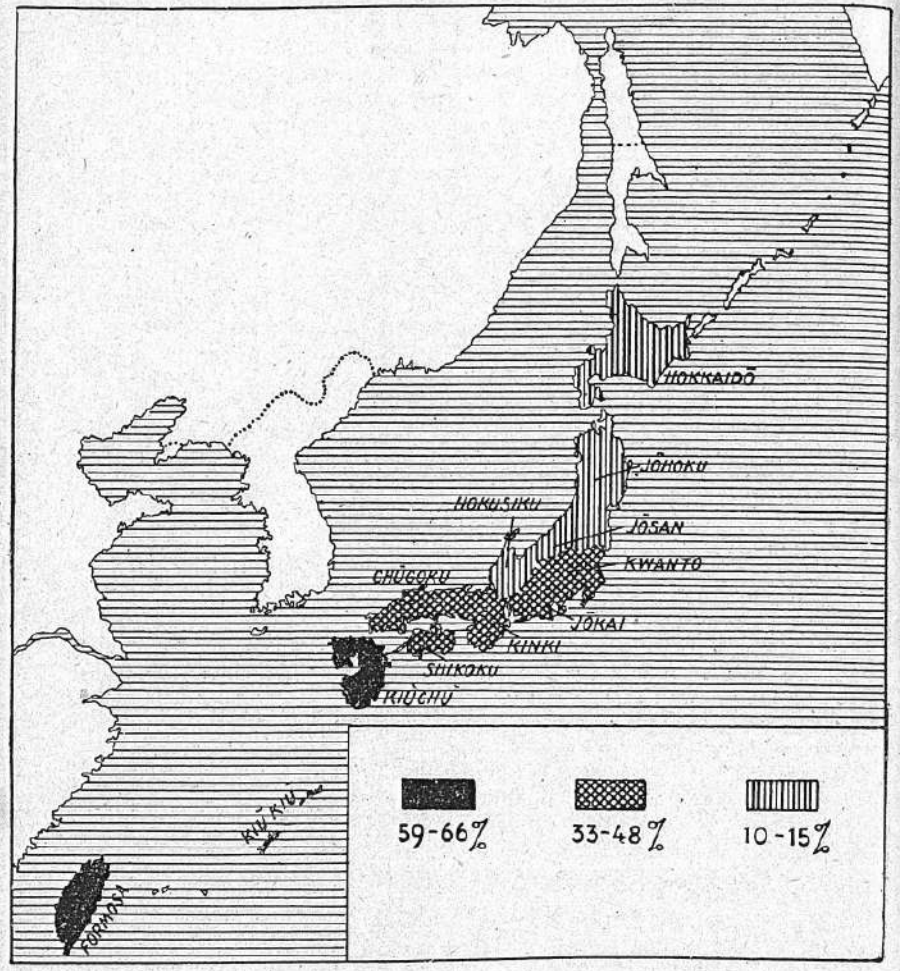


FIG. 19. — Verbreitung von Azotobacter in japanischen Böden.

K. ASO and U. JAMAGATA, *Komaba (Japan)*. — **Sur la diffusion de l'azotobacter dans les sols japonais.**

RÉSUMÉ.

Les AA. ont examiné 300 échantillons du sol japonais pour étudier la diffusion de l'*Azotobacterium* et plus précisément de l'*A. chroococcum*, de l'*A. Beijerincki*, et de l'*A. vinelandi*. Il résulta d'une manière évidente l'influence du climat sur cette diffusion. En outre, les AA. en étudiant le rapport entre la présence de l'*Azotobacterium* et la reaction du sol, ont remarqué que l'*A. Beijerincki* se trouve dans les sols des rizières en plus grande quantité que dans les terrains des autres cultivations et jamais on le constate dans les terrains alcalins.

K. ASO et U. YAMAGATA, *Komaba (Japon)*. — **On the Distribution of Azotobacter in japanese Soils.**

ABSTRACT.

The authors examined 300 samples of Japanese soils in order to study the diffusion of Azotobacter, and more especially the varieties *A. chroococcum*, *A. Beijerinckii* and *A. vinelandi*. The results have shown clearly the effect of climate on diffusion. In the first place the authors studied the relation between the presence of Azotobacter and the soil reaction ; they found that *A. Beijerinckii* is present in much greater numbers in soils under rice than in soils unde rother corps, and is never found in alkaline soils.

K. ASŌ und U. MURAI,

Komaba, Japan.

ÜBER DIE DIFFERENZ ZWISCHEN DEN REAKTIONEN DER NÄRBÖDEN NACH DEN KULTUREN VON BAKTERIEN DER LEGUMINOSENKNÖLLCHEN.

Es ist schon bekannt, dass Lupinen und Serradella an Gegensatz zu den übrigen Leguminosen gegen Kalkmenge empfindlich sind. Ja es ist die Tatsache, dass eine Kalkdüngung sogar schädlich für die sehr empfindlich Lupinen ist.

Die Verfasser haben auch so oft die Düngerversuche mit Kalk für Sojabohnen ausgeführt und beobachtet, dass Kalk nicht so wirksam für diese Pflanze wie Erbse, Klee und Wicken ist.

Bei der Untersuchung über die Physiologie der Knöllchenbakterien der verschiedenen Arten von Leguminosen, haben die Verfasser bemerkt, dass die Reaktion der Nährböden nach den Kulturen von Knöllchenbakterien von Sojabohnen, Lupinen und Serradella ganz anders als die von übrigen Knöllchenbakterien ist.

Wenn wir Reinkulturen von Knöllchenbakterien der verschiedenen Leguminosen mit dem folgenden Nährboden ausführen, bleibt die Farbe der Nährböden von Bakterien von Soja-bohnen, Lupinen und Serradella ganz blau, während die von den übrigen Bakterien deutlich zu rot verändern :

Bodenextrakt	300 cc.
Mannit	10 gr.
KH_2PO_4	0.5 gr.
Leitungswasser	700 cc.
Lakmus	ein wenig

neutraliziert mit verdünnte Natronlaugelösung bis zu blaue Farbe.

Wenn wir Agarnährboden benützen, ist die Veränderung der Farbe des Nährbodens noch mehr deutlich.

Diese Tatsache wird wenigstens ein Teil der Erklärung über das besondere Verhalten von Sojabohnen, Lupinen und Serradella gegen die Kalkdüngung im Gegensatz zu den übrigen Leguminosen sein.

K. Aso et U. MURAI, *Komaba (Japan)*. — **Sur la différence entre les réactions des milieux nutritifs après le développement des bactéries des nodosités des légumineuses.**

RÉSUMÉ.

Par des expériences de culture des bactéries des nodosités des légumineuses, les AA. ont constaté que les milieux nutritifs changent profondement leur réaction. Et en outre, les milieux employés par les AA. ont montré un changement de coloration à l'égard des bactéries des nodosités de legumineuses autres que le soja, le lupin, la serradelle. Les AA. sont amenés à voir dans ce fait, l'explication de l'extrême sensibilité que les trois dernières légumineuses présentent vis-à-vis de la fumure par la chaux.

K. Aso and U. MURAI, *Komaba (Japan)*. — **On the Difference between the nutrient Medium after Cultures of Leguminous Plant.**

ABSTRACT.

As a result of their experiments with cultures of bacteria found in the roots of leguminous plants, the authors have shown that the reaction of the nutrient mediums is profoundly modified. The media used by the authors have shown a change of coloration with regard to the nodule bacteria of leguminous plants other than soya, lupins and serradella. The authors were led to see by this fact the explanation of the extreme sensitiveness shown by these three leguminoseae with regard to chalk manuring.

Prof. K. Aso und S. OKHAWARA,

Komaba, Japan.

ÜBER DIE KLASSIFICATION DER BAKTERIEN DER LEGUMINOSENKNÖLLCHEN MIT HILFE VON SERUMREAKTIONEN.

Die Verfasser haben über den Unterschied zwischen den Verhalten von Bakterien der Leguminosenknöllchen gegen die Serum-Reaktionen, namentlich Prezipitation, Agglutination und Complementbindung, studiert. Sie haben die Knöll-

chenbakterien von 10 Arten der Leguminosen, die sie nach HILTNER'sche Methode [1] isoliert haben, benützt, und gefunden dass drei verschiedene Gruppe davon existieren, wie die folgenden :

I) Knöllchenbakterien von Rot Erbse, Feldbohnen, japanische Wildwicken, Saatwicken [2], gewöhnliche Wicken [3] und Frühlingswicken [4].

II) Knöllchenbakterien von Weisserbse, Haarewicken [5] und Purpurwicken [6].

III) Knöllchenbakterien von Vicia hirsuta [7].

Die Verfasser arbeiten noch weiter mit den übrigen Arten von Knöllchenbakterien und auch über die praktische Anwendung dieser Resultate.

Prof. K. Aso et S. OKAWARA, *Komaba (Japan)*. — **Sur la classification des bactéries des nodosités des légumineuses à l'aide des séroréactions.**

RÉSUMÉ.

Les AA. ont étudié la façon de se comporter des bactéries radicales de 10 sortes de légumineuses vis-à-vis des réactions du sérum (précipitation, agglutination, fixation du complément) et ils auraient constaté que, de cette manière, les bactéries étudiées pourraient être groupées en trois sections. Ils espèrent, par des expériences ultérieures, être amenés à des considérations d'une valeur pratique,

---

Prof. K. Aso and S. OKAWARA, *Komaba (Japan)*. — **On the Classification of the Bacteria of the Root Nodules of Leguminous Plants by means of Serum Reactions.**

ABSTRACT.

The authors have studied the behaviour of the nodule bacteria found in the roots of ten varieties of Leguminoseae, with regard to serum reactions (precipitation, agglutination, fixation of complement, etc.), and consider that by this means the bacteria studied might be classified in three groups. It is hoped that by further experiments will lead to results of practical value.

[1] Eins der Verfasser hat früher in dem Laboratorium von letzten Direktor Prof. HILTNER gearbeitet.

[2] Dies wurde von Agrik-botanische Anstalt zu München gesendet.

[3] Common Vetch von Department of Agriculture, U. S. A.

[4] Spring Vetch von U. S. A.

[5] Hany Vetch von U. S. A.

[6] Purplevetch von U. S. A.

[7] Gewöhnliche Wildpflanze in Japan.

Dr. H. R. Christensen,

Statens Planteavs-Laboratorium, Lyngby, Dänemark.

DAS IMPFUNGSPRINZIP IN DER MIKROBIOLOGISCHEN BODENUNTERSUCHUNG

Anfangs dieses Jahrhunderts erschien eine Abhandlung von Th. Remy (19) in welcher von diesem Verfasser ein neues Prinzip für die mikrobiologische Bodenuntersuchung angegeben wurde. Anstatt Keimzählungen und Artbestimmungen, die nach Ansicht Remy's für die landwirtschaftliche Bodenuntersuchung keine oder höchstens eine ganz geringfügige Bedeutung besitzen, macht Remy den Vorschlag, Untersuchungen anzustellen, welche direkt darauf zielen, die Kraft zu bestimmen, mit welcher die verschiedenen Umsetzungen im Erdboden verlaufen, indem man diese Kraft durch Angabe der Umsetzungsgrade im Verhältnis zu der angewendeten Zeit ausdrücken soll.

Diesem Prinzip zufolge impft man verschiedene, für die einzelnen Umsetzungen besonders angemessene Nährflüssigkeiten (elektive Nährsubstrate) und bestimmt das Hervorschreiten des Prozesses quantitativ. Werden bei diesen Umsetzungsversuchen hinlänglich grosse Erdemengen verwendet, und wird bei vergleichenden Untersuchungen ein stets gleichbleibendes Verhältnis zwischen Erdemengen und Nährsubstratmengen innegehalten, dann erhält man, wie dies von Remy und mehreren anderen Forschern nachgewiesen wurde, eine ziemlich befriedigende Uebereinstimmung der erhaltenen Resultate; dagegen hat es sich herausgestellt, dass die Bestimmungen bei Anwendung kleinerer Mengen sich nicht mit derselben Sicherheit durchführen lassen. Wahrscheinlich werden also die Nährflüssigkeiten durch den Erdezusatz in *einen gewissen Zustand* versetzt, der bei Anwendung einer grösseren Erdemenge ein schärferes Gepräge erhält, als wenn nur kleinere Erdemengen zur Anwendung kommen, und auch die karakteristischen physiologischen Eigenschaften des Bodens werden im ersteren Falle schärfer markiert.

Das Remy'sche Prinzip ist von vielen verschiedenen Forschern in Anwendung gebracht worden, und es hat sich herausgestellt, dass demselben eine grosse Bedeutung für die mikrobiologische Bodenforschung zuzuschreiben ist.

Den mikrobiologischen Zustand des Bodens — wobei man sowohl die qualitative als die quantitative Zusammensetzung seiner Mikroflora und Mikrofauna versteht — wird man im Allgemeinen als einen Gesamtausdruck der physikalischen und chemischen Beschaffenheit des Bodens auffassen können. Wie es der Verf. bei einer früheren Gelegenheit (7 u. 8) nachweisen konnte, gestatten aber die auf dem Remy'schen Prinzip fussenden Methoden nicht, die Wirkung der einzelnen Faktoren dem Stoffumsatze gegenüber festzustellen, und die Ergebnisse lassen sich demzufolge nicht in wünschenswertem Grade verallgemeinern.

Sucht man z. B. durch Stoffumsatzversuche für den mikrobiologischen Zustand des Bodens reine Ausdrücke zu bekommen, was der Hauptzweck der nach dem Remy'schen Prinzip ausgeführten Untersuchungen gewesen ist, dann muss man vorderhand auch verlangen, dass in dem Substrate, wo die Umsetzung verlaufen soll, auch sämtliche für den maximalen Umsatz der betreffenden Substanz nötigen Faktoren vorhanden sind, damit etwaige Verschiedenheiten der untersuchten Böden in Bezug auf deren chemischen, bzw. physikalischen Beschaffenheit auf den Verlauf des Stoffumsatzes keinen Einfluss ausüben können. In vielen Fällen ist diese Anforderung kaum erfüllbar, und sie ist bei keinem der für Stoffumsatzversuche in Vorschlag gebrachten flüssigen Substrate erfüllt worden. Die chemische Zusammensetzung der in dieser Substraten eingeführten Böden wird daher neben deren mikrobiologischen Zustande auf den Grad und den Verlauf des Stoffumsatzes Einfluss üben können [1]. Durch das vom Verf. i. J. 1906 (1 u. 2) in Vorschlag gebrachte und i. J. 1914 (7) tiefer ausgebildete *Impfungsprinzip*, nach welchem man zum Vergleich mit den gewöhnlichen, mit Erde versehenen elektiven Nährsubstraten auch Nährsubstrate in Anwendung bringt, die nicht allein durch einen Zusatz von Erde, sondern auch durch Impfung aus Rohkulturen eine sehr reichliche Zugabe der den Stoffumsatz in dem betreffenden Substrate hervorrufenden Mikroben erhalten, können wir jetzt die Frage entscheiden, *ob die Ursachen des verschiedenen Verhaltens der Böden etwa in einer verschiedenen Zusammensetzung der Mikrofloren oder in einer verschiedenen chemischen Zusammensetzung der Böden selbst zu suchen sind, indem wir durch die Impfung der letztgenannten Substrate etwaige Verschiedenheiten bezüglich des mikrobiologischen Zustandes der einzelnen Boden eliminieren.* Durch Variieren der Verhältnisse in den «geimpften» Kulturen [2] haben wir ausserdem eine Möglichkeit, *die Art der chemischen Faktoren ausfindig zu machen, die unter den gegebenen Verhältnissen für die Zusammensetzung der Mikroflora und für den Grad des Stoffumsatzes ausschlaggebend gewesen sind.*

Dieses Prinzip wurde vom Verf. bei einer Reihe Untersuchungen bezüglich des Bakterienlebens und der Stoffumsetzung im Erdboden benutzt, und über diese Untersuchungen ist in einer Reihe von Abhandlungen (1-11) ausführlich berichtet worden.

Um die Bedeutung dieses Untersuchungsprinzips für die Bodenuntersuchung zu dokumentieren sei auf den folgenden Seiten ein kurzes Resumé der Hauptergebnisse dieser Untersuchungen gegeben.

Untersuchungen bezüglich des Einflusses der Bodenbeschaffenheit auf das Vorkommen und die Verbreitung Azotobacters.

Schon aus den ersten Untersuchungen des Verfassers (1 u. 2) ist es mit grosser Sicherheit hervorgegangen, dass das Vorhandensein basischer Substanzen in der zur Untersuchung gelangenden Bodenprobe für die Azotobacterentwickelung in

[1] Falls die Umsatzversuche in Flüssigkeiten durchgeführt werden, verwischt man dadurch die Verschiedenheiten des physikalischen Zustandes der einzelnen Böden, und dieselben kommen in den Ergebnissen nicht zum Ausdruck. Sollen diese Verschiedenheiten einen Ausdruck finden, so wird man dem Vorschlag verschiedener Forscher Folge leisten müssen und die Böden bei solchen Versuchen nur in ihren ursprünglichen Zustande verwenden.

[2] Die mit Erde und mit Mikroben versetzten Kulturen werden wir im Folgenden als "Geimpft", die nur mit Erde versetzten als "Nicht geimpft" bezeichnen.

der BEIJERINCK'schen Mannit-Nährflüssigkeit (20 g Mannit, 0,02 g K^2HPO_4 in 1 l. dest. Wasser) eine Grundbedingung war. Falls gegenüber Lakmus sauer reagierenden Böden zur Anwendung kamen, konnte niemals eine Azotobacterentwickelung wahrgenommen werden, und zwar weder in den " nicht geimpften " noch in den mit Azotobacter-Rohkulturen geimpften Flüssigkeiten, wogegen die ausgesprochen alkalisch reagierenden Böden fast immer eine solche Entwickelung veranliessen ; auch in den " geimpften " Kulturen wurde stets durch Zusatz von kohlensaurem Kalk oder kohlensaurer Magnesia eine kräftige Azotobacterentwickelung hervorgerufen. Durch diese und andere Untersuchungen war der Beweis geführt, dass das Vorhandensein basischer Substanzen in den betreffenden Böden eine Bedingung für das Erscheinen einer Azotobacterentwickelung in der " geimpften " kalkfreien Mannitlösung war. Durch spätere Untersuchungen von GAINEY u. BATCHELOR (17), LIPMAN u. JOHNSON (18), vom Verf. (12) und von mehrenen anderen ist es nachgewiesen worden, dass der für die Azotobacterentwickelung kritische pH-Wert des Nährsubstrates an 5,9-6,0 liegt, und da neben der Azotobacterentwickelung auch stets ein Mannitabbau unter Bildung organischer Säuren stattfindet, wird die Entwickelung einer Azotobactervegetation in der obigen Nährlösung als ein Ausdruck dafür aufgefasst werden können, dass der betreffende Boden eine gewisse Pufferwirkung in der Nähe des Neutralpunktes besitzt. Da man vorderhand die Kalkbedürftigkeit des Bodens als eine Bedürftigkeit an säuresättingenden Substanzen auffassen konnte, erschien also die Hoffnung begründet, dass die durch die erwähnten Untersuchungen geschaffene Verfahrungsweise zur biologischen Bestimmung der Basizität des Bodens auch im Betreff der Kalkbedürftigkeit desselben zuverlässige Aufschlüsse liefern könnte. Wie die in Dänemark durchgeführten umfassenden Versuche bezüglich der Kalkbedürftigkeit der Ackerböden gezeigt haben Verf. u. O. H. LARSEN (13) u. (14) (Verf. (10), findet man beinahe immer eine gute Uebereinstimmung der durch die Feldversuche und der durch die Azotobacterprobe gewonnenen Resultate (Verf. u. O. H. LARSEN (13) u. (14), und die letztere Probe wird nunmehr in sehr grossem Umfange bei der Untersuchung des Kalkbedürfnisses dänischer Ackerböden in Anwendung gebracht (bis zum 1. Oktober 1923 sind im Ganzen ca. 210.000 Bodenproben untersucht worden).

Durch spätere Untersuchungen, bei welchen eine grosse Anzahl von Böden auf ihrem Verhalten sowohl gegenüber einer kalkfreien als gegenüber einer mit Calciumkarbonat versetzten Mannit-Nährlösung (2 p Ct Mannit, 0,02 pCt K_2HPO_4) geprüft wurden (die letztere Flüssigkeit enthält sämtliche für eine Azotobacterentwickelung nötigen Substanzen), hat es sich herausgestellt, dass man durch Zusammenstellung der Resultate der " geimpften " und der " nicht geimpften " Kulturen in jedem einzelnen Fall feststellen konnte, in wie fern die Ursache des Nicht-Erscheinens einer Azotobacterentwickelung hauptsächlich in dem chemischen Zustande des Bodens (im vorliegenden Falle in der Reaktion, bzw. der Pufferwirkung desselben) gesucht werden müsste, oder ob sie auf dessen biologischen Zustand, d. h. auf Nicht-Anwesenheit des Azotobacters zurückzuführen sei ; es ist durch die Untersuchungen dargetan worden, dass Azotobacter bei weitem nicht in allen Böden vorhanden ist, die eine für die Entwickelung in der Mannitlösung genügend starke Pufferwirkung besitzen, sondern dass dieser Organismus einen ziemlich

starken Ueberschuss von basisch reagierenden Substanzen im Boden verlangt, wenn er die Konkurrenz mit der sonstigen Mikroflora des letzteren siegreich bestehen soll. Will man also die Azotobacterprobe als Mittel zur Bestimmung der Kalkbedürftigkeit des Bodens benutzen, muss man bei dieser Probe " geimpfte " Kulturen in Anwendung bringen.

Durch eine Reihe von experimentellen Untersuchungen, bei welchen Azotobacter in Böden mit wechselnder Reaktion eingeimpft wurde, ist es ferner nachgewiesen worden, dass diese Bakterie in schwach sauer reagierenden Böden sehr bald eingeht, wogegen sie in Böden, die viel kohlensauren Kalk enthalten, in ziemlich unbegrenzter Zeit lebenskräftig bleibt. Ueberhaupt haben die pufferwirkenden Kalk— und Magnesiaverbindungen für die Aufrechthaltung der Lebenskraft Azotobacters eine ganz besondere Bedeutung, und weil gerade das Vorhandensein bzw. das Nicht-Vorhandensein dieser Verbindungen für die Reaktion unserer Ackerböden massgebend ist, haben wir hier eine befriedigende Erklärung des obenerwähnten Zusammenhanges zwischen dem Vorkommen Azotobacters und der Bodenreaktion gefunden, und die grosse Bedeutung dieser Bakterie als Reagenz bei der Bestimmung der Kalkbedürftigkeit des Bodens wird hierdurch klargestellt.

Biologische Bestimmung der " Alkalikarbonate " des Erdbodens.

Man hat gefunden, dass ein Zusatz von schwefelsaurem Kalk zu der " geimpften " kalkfreien Mannitlösung bei " azotobacternegative „ Böden eine sehr verschiedene Wirkung ausüben wird ; Böden, die ohne diesen Zusatz keine Azotobacterentwickelung veranlassen konnten, geben jetzt zuweilen eine kräftige Entwickelung, in anderen Fällen wird eine schwache, und dann wieder in anderen gar keine Entwickelung beobachtet (Verf. 3). Vermutlich beruht die positive Wirkung dieses Kalksalzes der Azotobacterentwickelung gegenüber auf in dem Boden vorhandenen Alkalikarbonate, und man wird also durch diesen Zusatz die vielen Böden, die bei der gewöhnlichen Azotobacterprobe keine Entwickelung veranlassen, als mehr oder weniger basenarm und daher als mehr oder weniger kalkbedürftig von einander unterscheiden können, was auch durch die den obigen Feldkalkungsversuchen direkt angeknüpften Untersuchungen direkt erwiesen worden ist.

Biologische Bestimmung des Gehaltes des Bodens an leichtlöslichen Phosphorsäureverbindungen durch Anwendung der Azotobacterprobe.

In einer ähnlichen Weise, wie die Prüfung eines Bodens mittelst der kalkfreien, mit Azotobacter geimpften Mannitlösung uns bezüglich der Kalkbedürftigkeit des betreffenden Bodens Aufklärung gibt, wird die Prüfung des Bodens mittelst einer phosphorsäurefreien " geimpften " Mannitlösung uns auch bezüglich dessen Gehaltes an leichtzugänglichen Phosphorsäureverbindungen aufklären können. Vermeintlich ist aber die Prüfung mittelst einer vollständig phosphorsäurefreien Mannitlösung für die Beurteilung der Phosphorsäurebedürftigkeit eine zu scharfe, weil nur wenige dänische Böden die Fähigkeit besitzen, in einer solchen Lösung Azotobacterentwickelung zu veranlassen. Falls eine kräftige Entwickelung hier erscheint, darf man wahrscheinlich mit Sicherheit behaupten können, dass der betreffende Boden nicht phosphorsäurebedürftig ist.

Ferner ist der Versuch getan worden, durch Einbringen des Bodens in eine Reihe von Kolben, welche Mannitlösung mit wechselnden Mengen von K_2HPO_4 (von 0,5-5 mg) enthielten, die zusetzende Phosphorsäuremenge zu bestimmen, bei welcher die Azotobacterentwickelung eingeleitet wird und ihre Maximalstärke erreicht Verf. (7) u. (8); es sind bei den verschiedenen Böden durch dieses Verfahren grosse Unterschiede bezüglich derjenigen Grösse des Phosphorsäurezuschusses festgestellt worden, welche als notwendig für die Azotobacterentwickelung erscheint, das Verfahren ist aber in seiner jetzigen Form noch zu wenig durchgearbeitet, um dadurch das "Phosphorsäurebedürfnis" des Bodens in befriedingender Art und Weise bestimmen zu können.

Untersuchungen bezüglich der mannitvergärenden Fähigkeit des Bodens in ihrem Verhältnisse zur Bodenbeschaffenheit.

Unter den bei der biologischen Bestimmung der Kalkbedürftigkeit gegebenen Verhältnissen (Anwendung einer Nährlösung, welche Mannit und Kaliumphosphat enthält) lässt sich die Grösse der Mannitvergärung in den "geimpften" Kulturen wesentlich als eine Reaktion auf den Gehalt des Bodens an dem spezifischen Bakteriennährstoff *Kalk* auffassen Verf. (7) u. (8), und es ist ferner bei anderen Untersuchungen wo man die Bodenproben mit reinem Mannit versetzte und dann den Grad der Mannitvergärung quantitativ bestimmt hat, festgestellt worden, dass die Reaktion des Bodens und dessen Gehalt an leichtlöslichen Phosphorsäureverbindungen einen aussergewöhnlich grossen Einfluss auf den Verlauf dieses Prozesses ausüben (Verf. (9) u. (11). Der Einfluss der Phosphorsäure ist sogar ein so hervortretender, dass es möglich ist, bei Umsetzungsversuchen dieser Art den verschiedenen Gehalt der Böden an leichtlöslichen Phosphorsäureverbindungen deutlich zum Ausdruck zu bringen. Weil nun die Mannitumsetzung in kalkbedürftigen (pufferarmen) Böden stets sehr langsam verläuft, wird ein Zusatz von einwenig Calciumkarbonat zu solchen Böden notwendig sein, bevor sie der betreffenden biologischen Phosphorsäurebestimmung unterzogen werden. Eine langsame Mannitzersetzung ist bei den nicht kalkbedürftigen Kulturböden beinahe immer als Phosphorsäurearmut aufzufassen Verf. (9) u (11).

Untersuchungen bezüglich der peptonzersetzenden Fähigkeit des Bodens in ihrem Verhältnisse zur Bodenbeschaffenheit.

Im Pepton sind sämtliche für die Peptonzersetzung notwendige Bakteriennährstoffe enthalten, und ehe man das Studium des Einflusses der Bodenbeschaffenheit auf den Abbauprozess dieser Substanz in Angriff nehmen konnte, erschien vor allem die Untersuchung der Fragen notwendig, wie weit der Abbau sich ohne Zugabe fremder Substanzen führen lässt, und welchen Einfluss verschiedene Substanzen auf des Abbauprozess ausüben können. Diese Untersuchungen (Verf. (7) u. (8) wurden mittelst Peptonlösungen durchgeführt, die mit Rohkulturen peptonzersetzender Mikroben geimpft wurden. Das Hauptergebnis dieser Untersuchungen war, dass ganz besonders die Phosphorsäure und die Humus stoffe die Geschwindigkeit der Peptonzersetzung beeinflussen. Die Einwirkung der letzteren Substanzen ist teilweise, aber bei weitem nicht ausschliesslich durch deren Eisengehalt bedingt. Der Verf. hat durch eine frühere Untersuchung (4) nachweisen können, dass zuch bei der Harnstoffzersetzung den Humusstoffen eine eingreifende Bedeutung zuzuschreiben ist).

Es geht aus der Untersuchung einer grossen Anzahl von Böden hervor, dass die peptonzersetzende Fähigkeit derselben eine äusserst wechselnde ist. Die Ursachen dieser Verschiedenheiten können sowohl chemischer als mikrobiologischer Natur sein Von den chemischen Faktoren hat besonders die Phosphorsäure Bedeutung; eine Zugabe von Humusstoffen konnte in keinem Falle dem Peptonabbau in günstiger Weise beeinflussen, und es scheint demnach, dass in sämtlichen gebauten Böden die vorhandene Humusmenge für eine maximale Peptonzersetzung zureichend ist. Eine Impfung mit Fäulnisbakterien war bei den kalkbedürftigen und ganz besonders bei den sauer reagierenden Böden oft von auffällig begünstigendem Einflusse, während sie bei den nicht kalkbedürftigen Böden ganz belanglos oder jedenfalls von sehr geringer Bedeutung für den Verlauf des Peptonzersetzungsprozesses war, und die Mikroflora der letzteren Böden scheint demnach auf einen schnellen Abbau der stickstoffhaltigen organischen Substanzen speziell eingestellt zu sein.

Bei der Untersuchung von Torf aus Hochmooren, bzw. Niedermooren findet man einen der obenerwähnten Verhältnissen ganz entsprechenden Unterschied. Während eine Extrazugabe von Fäulnisbakterien bei Anwendung von Torf aus einem Niedermoor wirkungslos blieb, wurde die Peptonzersetzung bei Anwendung von Torf aus Hochmooren durch eine solche Zugabe ganz wesentlich gefördert.

Untersuchungen bezüglich der zellulosezersetzenden Fähigkeit des Bodens in ihrem Verhältnisse zur Bodenbeschaffenheit.

Reine Zellulose enthält — im Gegensatz zum Pepton — keine derjenigen Aschensubstanzen, bzw. Stickstoffverbindungen, welche die bei deren Abbau tätigen Mikroben als Nährstoffe benötigen, und die zellulosezersetzende Fähigkeit des Bodens wird daher nicht nur von dem Vorhandensein zellulosezersetzender Bakterien, sondern auch von der chemischen Beschaffenheit des Bodens abhängig sein (Verf. (7) u. (8)).

Die Untersuchungen bezüglich der die Zellulosezersetzung in gebauten Ackerböden (Mineralböden) bedingenden Verhältnisse zeigen uns, dass es in sämtlichen Fällen ausschliesslich die chemische Beschaffenheit dieser Böden ist, die in dem Verlauf des genannten Prozesses zum Ausdruck kommt, indem die "geimpften" und die "nicht geimpften" Kulturen sich völlig übereinstimmend verhalten. Von den chemischen Faktoren spielen ferner die basischen Kalkverbindungen und die leichtlöslichen Phosphorsäureverbindungen bei der Zersetzung die Hauptrolle. Was die Humusböden betrifft, kann zuweilen der mikrobiologische Faktor ausschlaggebend sein, indem eine Impfung mit zellulosezersetzenden Bakterien die Zellulosezersetzung des Hochmoortorfes ganz wesentlich beschleunigte, wenn erst die dieselbe bedingenden chemischen Faktoren auch vorhanden waren; beim Torf aus Niedermooren hat diese Impfung keine solche Wirkung. Es mag ferner nicht unerwähnt bleiben, dass man durch Anwendung der "geimpften" Zellulosekulturen eine äusserst wechselnde Aufnahmefähigkeit des Humusstickstoffes in Hochmoortorf aus verschiedenen Lokalitäten nachweisen konnte.

Untersuchungen bezüglich der nitrifizierenden Fähigkeit des Bodens.

Obige Untersuchungen wurden unter Anwendung der gewöhnlichen Nährflüssigkeit ausgeführt, in welcher sämtliche von den nitrifizierenden Bakterien benötigten chemischen Faktoren vorhanden sind; es ist demnach nur der mikrobiologische Faktor, d. h. das Vorhandensein der Salpeterbakterien, dessen wechselnden Verhält-

nisse hier zum Ausdruck kommen. Bei sämtlichen gebauten Ackerböden (Verf. (7) und (8) ist die Nitrifikation mit fast gleicher Geschwindigkeit durchgeführt worden, und es scheint demnach die Annahme berechtigt, dass diese Böden stets die für die maximale Nitrifikation notwendige Anzahl von Salpeterbakterien enthalten. Bei den Humusböden liegen die Verhältnisse anders, indem der Torf aus Hochmooren — im Gegenzatz zum Niedermoortorf — anscheinend keine Salpeterbakterien enthält (Verf. (6). Werden solche Bakterien eingimpft, so wird sich aber auch in den mit Hochmoortorf versetzten Lösungen ein schnell verlaufender Nitrifikationsprozess einstellen, und das Ausbleiben dieses Prozesses ist also auf Nichtvorhandensein dieser Mikroben, nicht aber auf Gegenwart etwaiger den Prozess hinderlichen Substanzen zurückzuführen. Uebrigens scheint die Nitrifikationsbakterie einen so geringen Bedarf an mineralischen Substanzen zu haben, dass es kaum möglich sein wird, durch eine besondere Gestaltung der Nitrifikationsuntersuchung den Gehalt des Bodens an solchen Substanzen in deutlicher Weise zum Ausdruck zu bringen.

Es geht aus sämtlichen hier erwähnten Untersuchungen deutlich hervor, dass die für Pflanzenbau wichtigen Stoffumsetzungen im Erdboden ganz besonders von *der Reaktion und der Pufferwirkung des Bodens* abhängig sind, dann auch von dessen *Gehalt an leichtzugänglichen Phosphorsäureverbindungen.*

Das bei diesen Untersuchungen in Anwendung gebrachte Verfahren lässt zu wünschen übrig, und hoffentlich wird es bald gelingen, dasselbe zu verbessern, damit wir unsere Kenntnisse bezüglich des von den verschiedenen Faktoren auf das Bakterienleben und die Stoffumsetzung im Erdboden geübten Einflusses erweitern können. Wahrscheinlich werden aber die auf diesem Gesamtgebiete auszuführenden Untersuchungen auch zur Beleuchtung der augenblicklich vielleicht wichtigsten Frage des Pflanzenbaus : *Bestimmung der in dem Boden vorhandenen, den Pflanzen leicht zugänglichen Nährstoffe*, nicht unwesentliche Beiträge liefern können.

LITERATURVERZEICHNIS

(1) CHRISTENSEN, HARALD R. Nyere Principper i Jordbundsforskningen. *Tidsskrift for Planteavl*, XIII, p. 172 ; 1906.
(2) Ueber das Vorkommen und die Verbreitung des Azotobacter chroococcum in verschiedenen Böden. *Centralbl. f. Bakt. II*, XVII p. 109. 1906.
(3) Eine biologische Methode für die Bestimmung von Alkalikarbonaten im Erdboden. *Centralblatt f. Bakt. II*, XIX, p. 735 ; 1907. *Tidsskr. f. Landbr. Planteavl* XIV, p. 292 ; 1907.
(4) Uber den Einfluss der Humusstoffe auf die Ureumspaltung. *Centralbl. f. Bakt. II*. XXVII ; 1910 ; *Tidsskr. f. Landbr. Planteavl* XVII, p. 79 ; 1910.
(5) Ein Verfahren zur Bestimmung der zellulosezersetzenden Fähigkeit des Erdbodens. *Centralblatt f. Bakt. II*, XXVII, p. 449 ; 1910 ; *Tidsskr. f. Landbr. Planteavl*, XVII, p. 356 ; 1910.
(6) Mikrobiologische Untersuchungen von Hoch. u. Niederungsmoortorf. *Centralblatt. f. Bakt.* II, XXXVII, p. 414 ; 1913.
(7) Studier over Jordbundsbeskaffenhedens Indflydelse paa Bakterielivet og Stofomsaetningen i Jordbunden. *Tidsskr. f. Planteavl* XXI, S. 395 ; 1914.
(8) Studien über den Einfluss der Bodenbeschaffenheit auf has Bakterienleben und den Stoffumsatz im Erdboden. *Centralbl. f. Bakt. II*, XLIII, p. 1 ; 1915.
(9) Studier over Jordbundsbeskaffenhedens Indflydelse paa Bakterielivet og Stofomsætningen i Jordbunden : II. Undersögelse over Jordens mannitomsættende Evne. *Tidsskr. f. Planteavl*, XXVIII, p. 1 ; 1922.
(10) Untersuchungen über das Kalkbedürfnds des Bodens. *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Düngung, Teil A.* I ; 1922.
(11) Influence of soil condition on bacterial life and changes in soil substance : II. Ability of soil to break down mannite. *Soil Science* XV, p. 329 ; 1923.

(12) Untersuchungen über einige neuere Methoden zur Bestimmung der Reaktion und des Kalkbedürfnisses des Erdbodens. *Intern. Mitt. f. Bodenkunde* XIII ; 1923.
(13) CHRISTENSEN, HARALD R. u. LARSEN, O. H. : Undersögelser over Jordens Kalktrang. *Tidsskr. f. Landbr. Planteavl*, XVII, p. 407 ; 1910.
(14) Untersuchungen über Methoden zur Bestimmung des Kalkbedüfnisses des Bodens. *Centralbl. f. Bakt. II*. XXIX, p. 347 ; 1911.
(15) CHRISTENSEN, HARALD R. u. BONDORFF, K. A. : Determination of organic matter in decomposition experiments with soil. *Soil Science*, XV, p. 361 ; 1023.
(16) CHRISTENSEN, HARALD R. u JENSEN, S. TOVDORG : Undersogelser vedrörende elektrometriske Metoder til Bestemmelse af Jordreaktionen. *Tidsskrift for Planteavl*, XXIX, 1923.
(17) GAINEY, P. L. u. BATCHELOR, H. W. : Influence of the hydrogen-ion concentration on the growth and fixation by cultures of Azotobacter. *Journ. of Agric. Research*. XXIV, p. 759 ; 1923.
(18) LIFMAN, CH. B. u. JOHNSON, H. W. : The effect of the reaction on the fixation of nitrogen by Azotobacter. *Agricultural Sciences*, IV, p. 397.
(19) REMY, TH. : Bodenbacteriologische Studien. *Centralbl. f. Bakt. II*, VIII, p. 657 ; 1902.

Dr. HARALD CHRISTENSEN, *Lyngby (Danemark)*. — **Le principe de l'inoculation dans l'étude de la microbiologie du sol.**

RÉSUMÉ.

Le principe de l'étude microbiologique du sol indiqué en 1902 par REMY, a été très important pour les recherches pédologiques en général ; selon ce principe, on s'efforce d'exprimer l'état microbiologique du sol en mesurant directement l'intensité avec laquelle se produisent les transformations de matières dans le terrain.

L'auteur a démontré autrefois, que les méthodes se rattachant au principe de REMY, ne permettent pas de définir l'action des différents facteurs séparément par rapport à la transformation des matières, et les résultats ne sauraient donc être généralisés.

L'Auteur a proposé un principe d'inoculation, selon lequel on peut comparer les milieux nutritifs (électifs) ordinaires additionnés de terre, avec des milieux auquels on ajoute non seulement de la terre, mais aussi une quantité de microbes, causant la transformation des matières dans les milieux nutritifs. Les microbes sont tirés de cultures crues. Selon ce principe on peut aujourd'hui répondre à la question suivante : « La conduite différente des sols dépend elle d'une composition différente de la microflore ou d'une composition chimique différente ? ». Car, en inoculant les milieux, on arrive à éliminer les différences dans les compositions microbiologiques des différents sols. En faisant varier les conditions des cultures inoculées, nous avons en outre la possibilité de déterminer la nature des facteurs chimiques, qui, dans ces conditions décident de la composition de la microflore et du degré de transformation des matières.

L'auteur a étudié selon ce principe la vie bactérienne et la transformation des matières dans le sol, études qui ont été publiées par séries. Les recherches suivantes ont été effectuées :

1) Recherches sur l'influence des conditions du sol sur la présence et la propagation des Azotobacters. Ces recherches ont conduit à un essai microbiologique du besoin en chaux des sols minéraux.

2) Détermination biologique des carbonates alcalins du sol.

3) Détermination de la teneur en composés d'acide phosphorique facilement assimilables, en appliquant l'essai à l'Azotobacter.

4) Recherches sur la capacité du sol à décomposer la mannite.

5) Recherches sur la capacité du sol à décomposer le peptone.
6) Recherches sur la capacité du sol à décomposer la cellulose.
7) Recherches sur la capacité du sol a la nitrification.

Il résulte de ces recherches que les variations dans la capacité du sol de transformer certaines substances, ne dépendent pas uniquement de la composition de la microflore, mais aussi — et surtout — de la composition chimique du sol. Il résulte clairement de toutes ces recherches que les transformations des matières dans le sol, qui sont importantes pour l'agriculture, dépendent spécialement de la réaction du sol et de son action-tampon, puis aussi de sa teneur en acide phosphorique facilement assimilable.

Ces études seront intéressantes pour la résolution du problème de la détermination des matières nutritives presentes dans le sol et facilement assimilables par les plantes.

Dr. HARALD CHRISTENSEN, *Lyngby (Denmark)*. — **The Principle of Inoculation in Microbiological Research.**

ABSTRACT.

The principle of a microbiological study of the soil, proposed by REMY in 1902 has been shown to be very important for pedological research in general; with this principle an attempt has been made to express the microbiological condition of the soil, by direct measurement of the rate at which transformation of soil matter takes place.

The author has proved before that the methods relyingen REMY'S principle, do not allow us to establish the effect of separate factors on the transformation of soil matter, and the results can therefore not be generalised.

The author has proposed in 1906 and again in 1914 a principle of inoculation, through which it is possible to compare elective culture media (mixed with soil), with media, not only mixed with soil, but also with a large number of micro-organisms, causing the transformation of nutrition matter in the media. The micro-organisms are taken from crude cultures. Thanks to this principle it is possible today to answer the question, whether the different behaviour of soils depends upon the different composition of the micro-flora or upon the different chemical composition of soils.

Besides, in varying the conditions of the inoculated cultures, there is a possibility to determine the nature of the chemical factors acting, which under these conditions have been most important for the composition of the microflora and for the degree of transformation of soil matter.

The author has made use of this principle in his study of bacterial life and the transformations in the soil matter, and has published his results in a series of papers.

The following studies have been undertaken: Study of the influence of soil condition on the presence and propagation of Azotobacter. These studies have led to a microbiological test of the lime requirement of mineral soils.

Biological determination of alcali carbonates in the soil.

Biological determination of the amount of easily soluble phosphoric acid compounds, by means of the Azotobacter test.

Studies on the mannite decomposing power of the soil in connection with soil conditions.

Studies on the peptone decomposing and cellulose decomposing power of the soil.

Studies on the nitrification power of the soil.

The results of these studies show that, the variations in matter-transforming power of the soil do not depend only on the microflora, but also — and chiefly — on the chemical composition of the soil. Most important changes in soil matter depend on soil reaction and buffer-action, and also on the amount of available phosphoric acid present in the soil.

The studies will be interesting in the resolution of the problem of determination of easily available plant nutrients in the soil, one of the most important questions in connection with plant growth.

Prof. R. PEROTTI.

Laboratorio di Batteriologia Agraria e R. Università di Roma.

SOPRA LA MISURA DEL POTERE DI NITRIFICAZIONE DEL TERRENO AGRARIO [1].

I due metodi fino al presente proposti per la misura delle funzioni microbiochimiche del terreno, quello cioè delle soluzioni inoculate con un limitato peso di terra e quello dell'aggiunta al campione di terreno di un limitato volume di soluzione, hanno dato risultati che non sono stati ritenuti soddisfacienti; tanto che, oltre a questi due metodi, in questi ultimi giorni se ne deve annoverare un terzo: «il metodo diretto» proposto da S. Winogradsky [2].

Di questo non possiamo presentemente occuparci. Degli altri uno di noi fece già una breve rassegna, riferendo i risultati di un suo studio sopra la misura del potere di ammonizzazione [3]. In essa fu chiarita la ragione delle ricerche, intendendosi con queste, anzitutto, di controllare i due metodi quali sono oggidì formulati e di determinare le condizioni ottime della loro esecuzione, per poi procedere, in un secondo tempo, ai necessarii confronti per determinare il loro valore in rapporto ai risultati delle prove di vegetazione.

Le ricerche furono allora limitate al metodo delle soluzioni: ed è a questo stesso che, per il medesimo scopo, abbiamo voluto ora rivolgere la nostra attenzione per la misura del potere di nitrificazione, riferendone i risultati nella presente Nota.

Come punto di partenza si adottarono alcune delle norme fissate dal Barthel [4].

1 In collaborazione con il Sig. G. GRANDIS.

2 WINOGRADSKY S. — La méthode directe dans l'étude microbiologique du sol - « *Chimie et industrie* », II, n. 2, p. 215.

3 PEROTTI R. — Sopra la misura del potere ammonizzante del terreno agrario. « *Rend. Acc. Lincei* », XXIX, sez. 59, I. sem., fasc. 6, seduta del 21 marzo 1920.

4 BARTHEL CHR. — Bodenbakteriologische Untersuchungen. « *Centr. f. Bakt.* » II, XXV, pag. 108. 1909.

In beute da cmc. 100 si ripartiva, nella misura di cmc. 25, una soluzione acquosa al 2 % di solfato ammonico e di fosfato bipotassico con l'aggiunta del 40 % di carbonato di magnesio in polvere, inoculando il liquido con pesi determinati di terra o del suo stemperamento in acqua e coltivando per vario tempo a 25° C.

Smesse le colture, i nitrati venivano dosati con il reattivo solfofenico adottando una scala colorimetrica basata sulla soluzione di gr. 7,22 di KNO_3 in 1000 di acqua.

Le ricerche eseguite riguardavano diverse circostanze:

I. — *Il peso di terra impiegato.*

	HNO_3 prodotto in giorni 20 (media di 4 analisi) gr. per litro
1.	0.2500
2.	0.2000
5.	0.2000
Controllo	0.0000

Risulta quindi che a maggior produzione di nitrato corrisponde un minore impiego di terra, e perciò si presentava necessario d'indagare se fosse opportuno ridurre ancora di più il peso di questa.

II. — *L'impiego di quantità minimali di terreno.*

A tale scopo si pesò gr. 1 di terra e si stemperò in cmc. 100 di acqua, e le beute contenenti il substrato dell'anzidetta composizione s'inocularono con un volume di liquido corrispondente alle seguenti minime dosi di terra:

	HNO_3 prodotto in giorni 20 (media di 4 analisi) gr. per litro
0,01	tracce
0,05	0.0168
0,10	0.0150
0,25	0.0237
0,50	0.0720
0,75	0.1100
Controllo	0.0000

Confrontando questi dati con quelli della prima ricerca, risulta che il massimo di HNO_3 formatosi si è avuto impiegando gr. 1 di terra per cmc. 25 di soluzione nitrificabile. Quindi le seguenti prove furono tutte eseguite *pesando direttamente, per l'inoculazione di ciascuna delle beute, 1 gr. di terreno.*

III. — *Il tempo di coltivazione.*

La determinazione dei nitrati prodottti in 6 gruppi si colture di esegui alla distanza di 5 in 5 giorni dalla data dell'inoculazione.

	HNO_3 prodotto (media di 4 analisi) gr. per litro
5	tracce
10	tracce sensibili
15	0.0075
20	0.0100
25	0.0213
30.	0.0112
Controllo	0.0000

Si constata adunque che la massima produzione di HNO_3 di verifica in corrispondenza del 25° giorno di coltura; le successive ricerche furono perciò condotte *smettendo le colture alla distanza di 25 giorni dalla inoculazione.*

IV. — *L'aereazione delle colture.*

Come mezzi per fornire di sufficienti quantità di ossigeno le colture, si adottò il lento attraversamento di esse con una corrente di aria privata dalla eventuale presenza di vapori nitrosi e nitrici facendola attraversare una soluzione di potassa, o l'aggiunta, in seno al liquido, di scorie calcinate residue della distillazione secca del carbon fossile.

I risultati ottenuti, in una prima ricerca, impiantando le esperienze secondo le norme precedentemente fissate, dopo 25 giorni di coltura, furono:

	HNO_3 prodotto (media di 4 analisi) gr. per litro
senza trattamento	0.0270
in corrente d'aria	0.0125
con scorie	0.0487

Adottando il trattamento con le scorie comparativmente a quello senza aereazione, in una seconda ricerca si ebbero:

	HNO_3 prodotto (media di 4 analisi) gr. per litro
senza trattamento	0.0375
con scorie	0.0375

Senonchè, essendosi osservato come in presenza di scorie la quantità di cmc. 25 di soluzione nitrificabile si dimostrasse insufficiente, fu istituita una terza ricerca portando a cmc. 50 il liquido colturale trattato con le scorie, ottenendosene questi risultati:

	HNO_3 prodotto (media di 4 analisi) gr. per litro
senza trattamento	0.0525
con scorie	0.0775

Si esclude quindi l'utilità dell'attraversamento delle colture con la corrente gassosa, mentre si dimostra opportuno *aggiungere ad esse una certa quantità di scorie, portando il volume del liquido a cmc. 50, in modo che le scorie non restino del tutto sommerse.*

V. — *L'epoca del prelevamento del campione.*

Le ricerche sull'ottimo di durata del tempo di coltivazione furono compiute due volte: una volta prelevando il campione nel mese di maggio, con i risultati riferiti al capo III; l'altra volta prelevandosi il campione nel mese di giugno, con questi reperti:

	HNO_3 prodotto (media di 4 analisi) gr. per litro
5	tracce minime
10	tracce
15	0.0010
20	0.0018
25	0.0100
Controllo	0.0000

Confrontando i risultati ottenuti con le due ricerche, si dimostra la grande sensibilità dei nitrificanti all'influenza dell'epoca in cui viene fatto il prelevamento del campione, e quindi la indispensabilità di tener presente questa circostanza volendosi studiare i metodi di misura del potere di nitrificazione del suolo.

Conclusione. — Le condizioni ottime, nelle quali il metodo delle soluzioni possa impiegarsi nella determinazione del potere nitrificante del terreno, risultano, dalle nostre esperienze, le seguenti:

« Cmc. 30 di soluzione acquosa di solfato ammonico e di fosfato bipotassico, « entrambi nelle proporzioni del 2 % si versano in beute di cmc. 100, in cia- « scuna delle quali è stato pesato gr. 1 di carbonato di magnesio in polvere e posti « frammenti di scorie in quantità tale da non essere complemamente ricoperti « dal liquido. Ogni beuta s'inocula con gr. 1 di terra da esaminare e si coltiva in « termostato a 20-25° C. per 25 giorni. Per ciascun esame si fa il calcolo della media « delle analisi su quattro colture. I nitrati si determinano sul filtrato dei liquidi « colturali e sul lavaggio delle scorie, con reattivo solfofenico ».

Prof. R. Perotti (*Rome*). — **Sur la manière de mesurer le pouvoir de nitrification du terrain agricole.**

Résumé.

Le premier de ces deux auteurs s'est déjà occupé ailleurs de la mesure du pouvoir ammonisant du terrain [1]. Son intention est maintenant d'effectuer, avec la collaboration de M. G. Grandis, étudiant, le contrôle de la méthode des solutions pour la mesure du pouvoir de nitrification, et cela dans le but de déterminer les conditions optimum de sa mise en pratique et d'arriver, dans une autre occasion, à la discussion de la valeur de cette méthode en comparaison des méthodes analogues proposées.

Les recherches dont il est question ici furent faites en employant la solution nitrifiable suivante: eau potable 100, sulfate d'ammoniaque 2, phosphate bipotassique 2, plus carbonate de magnésium en poudre 2, à petites doses et à basse couche, en ucltivant à 25° C. Elle fut expérimentée par rapport à diverses circonstances:

1) Par rapport au poids de terre d'inoculation employé;
2) par rapport à l'emploi de quantités minimum de terrain;
3) par rapport au temps de culture;
4) par rapport à l'époque de prélèvement de l'échantillon;
5) par rapport à l'aération des cultures.

Résumant brièvement les résultats, on peut affirmer que la proportion plus favorable de terre d'inoculation à employer est de 1 g. par 25 cm. c. de solution nitrifiable; que la durée de la culture à 25° C doit être de 25 jours; que l'aération en faisant traverser les cultures par un courant d'air n'accélère pas davantage le processus que ce que la solution permet d'obtenir en couche mince ou en présence de scories; qu'en se servant de scories, la quantité de liquide à employer doit être doublée; enfin que pour obtenir une nitrification active, l'échantillon de terrain à employer dans l'inoculation des essais culturaux, doit être prélevé au printemps.

[1] Cfr. *Rend. Acc. Lincei*, vol. XXIX, 5e série, 1er sem., fasc. 6.

Perotti R. (*Rome*) — **On the Method of estimating the Nitrification Power of Agricultural Soil.**

Abstract.

In connection with the work, the first of these authors had already done in estimating the ammonification of the soil [1] the said authors in collaboration with G. Grandis (student), tested the solution method of estimating the soil power of nitrification with a view to determining the optimum conditions for nitrification and with the intention of discussing on some future occasion the value of this method as compared with that of other similar methods suggested.

In the researches of which we now refer, the follow nitrificable solution was employed: tap-water 1000, ammonium sulphate 2, bipotassic phosphate 2, powdered carbonate of magnesium 2. Small shallow vessels were used; the cultures were kept at 25° C. The experiments were conducted in relation to various circumstances:

1) the weight of the soil employed for inoculation;
2) the minimum quantities of soil;
3) the time of cultivation;
4) the season of taking the soil samples;
5) the aeration of the cultures.

The results obtained may be summarised as follows: — the best proportion of soil to be used for inoculation is 1 gm. per 25 cc. of nitrifiable solution; the cultivation should last 25 days; the aeration of the culture by passing a current of

[1] Cf. *Rend. Acc. Lincei*, Vol. XXX, Series 5, First Half-year, Part 6.

air through it does not accelerate the process more than the employment of a shallow layer of the solution, or the presence of scoria ; when scoria is used, the amount of solution must be doubled ; finally, in order to obtain active nitrification, the samples of soil to be used for inoculation in culture experiments must be taken in the spring.

Prof. J. ZÓLCINSKI,

Lemberg, Poland.

TITRE :

NITRIFICATIONS UND DENITRIFICATIONS PROZESSE IM LICHTE DER NEUEN PHYSIKO-CHEMISCHEN ERFAHRUNGEN.

Dr. Ing. J. C. GERRETSEN,

Groningen, Holland.

TITRE :

SOME OBSERVATIONS ON THE INFLUENCE OF THE pH IONS ON NITRIFYING BACTERIA.

Prof. R. PEROTTI.

R. Laboratorio di Batteriologia Agraria, Università di Roma.

SUL POTERE AMMONIZZANTE DEL TERRENO AGRARIO[1].

In una precedente nota [2] uno di noi ha determinato le condizioni ottime per la misura del « potere di ammonizzazione » del terreno agrario, con il metodo delle soluzioni nutritive. La ricerca venne fatta con lo scopo di applicare il metodo

[1] In collaborazione con il sig. F. Aureli.

[2] R. PEROTTI, « Sopra la misura del potere di ammonizzazione del terreno agrario ». *Rend. Acc. Lincei*, XXIX, ser. 5°, 1° sem., fasc. 6°.

a numerose analisi, per constatare : in un primo tempo se esso potesse svelare apprezzabili differenze del potere di ammonizzazione dei diversi terreni e in varie circostanze ; in un secondo tempo di determinare quale rispondenza eventualmente vi fosse fra i reperti forniti dal metodo e i risultati delle prove colturali. E ciò nell'intento finale di stabilire definitivamente quale valore intrinseco debba attribuirsi al metodo delle soluzioni per la misura delle proprietà microrganiche del suolo e giustificare o meno la modifica del metodo stesso o la proposta di nuovi metodi.

Il gruppo delle esperienze, di cui nella presente Nota si riferiscono riassuntivamente i risultati, ha per iscopo di rispondere alla prima parte del quesito propostoci ; quella, cioè, di mettere in evidenza le differenze del potere di ammonizzazione svelate dal metodo delle soluzioni in varie circostanze.

Si eseguirono pertanto ricerche :

1° in rapporto alla varia natura dei terreni ;

2° in rapporto alle varie epoche dell'anno ;

3° in rapporto allo stato colturale dei terreni stessi.

Il metodo seguito si riassume nei seguenti termini : « Si misurano cmc. 10 di « una soluzione di peptone Witte all'1,5 % in più provette, che dopo sterilizza- « zione s'inoculano con cmc. 5 di una diluizione a pesi uguali di acqua e terreno « da esaminare. Le prove, in quadruplo, si coltivano a 20°-25° C. per quattro giorni, « trascorsi i quali, si determina l'azoto ammoniacale prodottosi distillando su « magnesia usta ».

I. — *In rapporto alla varia natura dei terreni.*

Terreno esaminato	NH_3 prodotta (gr. per litro) (media di quattro analisi)	Medie
Valle del Tevere (terreno argilloso profondo e fresco)	0,7860	1,0204
» » »	0,7140	
» » »	1,1090	
» » »	1,1730	
» » »	1,3200	
Altipiano di pozzolane	0,5690	0,5660
» » »	0,5740	
» » »	0,5550	
Altipiano di tufi	0,9430	1,0763
» » »	1,2750	
» » »	1,0110	
Valle di Altipiano	1,7340	1,4320
» » »	1,1300	
Terreno sabbioso (vicino al mare)	0,8130	0,8995
» »	0,9860	
Terra da giardino	0,5720	0,6982
» » »	0,5780	
» » »	0,6027	
» » »	1,1220	
» » »	0,8440	
» » »	0,6300	
» » »	0,5390	
» » »		

I valori medii, che risultano pertanto notevolmente differenti a seconda dei terreni, si riferiscono a prelevamenti di campioni eseguiti entro un periodo di tempo compreso fra il novembre e il giugno ; ma, dato il numero delle prove, l'influenza del tempo si ritiene sufficientemente elisa dal *valore medio* calcolato.

II. — *In rapporto alle varie epoche dell'anno.*

Una prima indagine con la quale svelare l'influenza del tempo di prelevamento sul decorso del processo di ammonizzazione fu eseguita con terra di giardino proveniente da uno stesso vaso, prelevata in quattro tempi diversi.

Data del prelevamento	NH_3 prodotta (gr. per litro) (media di quattro analisi)
novembre	0,7220
gennaio	1,1569
marzo	1,3810
maggio	1,3050

Con una seconda indagine si ampliò ancora di più il campo della ricerca su di un altro vaso di terra di giardino, eseguendo misure sul potere di ammonizzazione, più numerose, con i seguenti risultati :

Data del prelevamento	NH_3 prodotta (gr. per litro) (media di quattro analisi)
7 gennaio 24 (pioggia)	9,6635
14 » »	0,5225
21 » »	0,5230
28 » »	0,5390
4 febbraio »	0,6290
8 maggio 23	0,5780
15 » »	0,5860
22 » »	0,6020
29 » » (pioggia)	1,1220
5 giugno »	0,5885
12 » »	0,5940
11 dicembre 11 (pioggia)	0,8440
18 » »	0,6675

Si dimostra adunque variare notevolmente il potere di ammonizzazione, entro limiti per altro meno ampi di quelli riscontrati con la varia natura dei terreni. Sono particolarmente sensibili le variazioni avvenute in seguito alle pioggie ; ed esse presentano valori abbastanza elevati anche nel periodo invernale, in conseguenza, evidentemente, della mitezza del clima in cui si è sperimentato.

III. — *In rapporto alle pratiche colturali.*

Condizioni del terreno	NH_3 prodotta (gr. per litro) (media di quattro analisi)	Medie
Incolto (dicembre-gennaio)	0,7860	0,6500
»	0,7140	
»	0,5690	
»	0,6630	
»	0,5230	
coltivato (dicembre-gennaio)	1,1500	0,8960
»	1,1560	
»	0,8440	
»	0,6670	
»	0,6630	

Dunque si dimostrano anche molto sensibili le differenze del potere di ammonizzazione fra terreno coltivato e terreno incolto.

Conclusione. — Il metodo delle soluzioni per la misura del potere ammonizzante del suolo svela sensibili differenze di esso, che trovano riscontro nello stato di vegetazione del terreno agrario. Resta però meglio da determinare siffatto rapporto ; comunque, può fin da ora affermarsi che nei *terreni normali* (intendendosi per essi, quelli a reazione alcalina) l'attitudine a produrre, per via microbiochimica, l'azoto ammoniacale *è generalmente sufficiente ai bisogni della vegetazione.*

Sono in corso ricerche per stabilire lo svolgimento del processo nei terreni a reazione acida.

Prof. R. PEROTTI (*Rome*). — **Sur le pouvoir d'ammonification du terrain agricole.**

RÉSUMÉ.

M. A. PEROTTI, en collaboration avec M. F. AURELI, étudiant, a appliquée à un grand nombre de terrains romains la méthode de mesure du pouvoir d'ammonification, qu'il a fixée dans un travail précédent (*Rend. Acc. Lincei*, vol. XXIX, 3mèe série, 1° sem., fasc. 6).

Ces déterminations furent effectuées : par rapport aux diverses époques de l'année, par rapport à la nature différente des terrains et par rapport aux pratiques culturales.

Il fut constaté en premier lieu que le pouvoir d'ammonification varie sensiblement selon les circonstances susmentionnées, et cela en désaccord avec ce que certains expérimentateurs ont affirmé. En effet, ce pouvoir diminue beaucoup à partir du mois de mars pour reprendre en octobre ; il est moins fort dans les terrains des plateaux que dans ceux des vallées, surtout si ceux-ci sont pourvus d'une certaine quantité de calcaire ; il augmente avec le travail mécanique du sol.

Il faut observer cependant, qu'à la différence d'autres fonctions microbiochimiques, et spécialement de la nitrification et de la dénitrification, le pouvoir d'ammoni-

fication doit toujours être jugé suffisant pour les exigences de la culture, pourvu que le terrain soit *normal*, à savoir qu'il ne soit pas à réaction acide.

Les AA. étudient en ce moment la manière dont se développe le processus d'ammonification dans les terrains acides.

Prof. PEROTTI R. (*Rome*). — **The Ammonifying Power of Agricultural Soil.**

ABSTRACT.

The first of the above two authors, in collaboration with one of his students F. AURELI, has applied to a large number of the soils of the province of Rome the method for measuring the ammonifying power of agricultural soil which he adopted in a preceding research (*Rend. Acc. Lincei*, Vol. XXIX, Series 5, First Half-Year, Part. 6).

The estimations were made in relation to the different seasons of the year, the various nature of the soils and the cultural operations.

In the first place, it was found that the ammonifying power of soils varies perceptibly according to the above mentioned conditions contrary to what has been maintained by some experimentalists. In fact, it falls from March and rises again in October; in plateaux soils, the ammonifying power is less than in valley soils (especially if the latter contain amount of lime), while it is increased by the mechanical working of the soil.

It should, however, be mentioned that ammonification, unlike other microbiochemical processes, especially nitrification and denitrification, must always be sufficient to satisfy the requirements of cultivation if the soil is *normal* viz., has an acid reaction.

The process of ammonification in acid soils will form the object of separate experimentation by the authors.

A. WAKSMAN AND H. HEUKELEKIAN,

New Jersey Agricultured Experiment Stations, New Brunswik, N. J., U. S. A.

CELLULOSE DECOMPOSITION BY VARIOUS GROUPS OF SOIL MICROORGANISMS.

Cellulose is decomposed in the soil by various groups of microorganisms, including fungi, actinomycetes and bacteria. A definite correlation has even been observed (Cleveland) between the wood-feeding habit of termites and the presence of intestinal protozoa; these investigations may perhaps lead to the addition of another group of soil microorganisms capable of decomposing cellulose. The bacteria capable of decomposing cellulose are usually divided into 4 groups: 1. aerobic bacteria, 2. bacteria decomposing cellulose and utilizing the oxygen

of nitrates which are reduced in the process, 3. anaerobic bacteria, both the hydrogen and methane forming organisms, 4. thermophilic bacteria. The earlier idea that bacteria are the organisms primarily concerned with the decomposition of cellulose in the soil is contradicted by several of the more recent investigations (MÜTTERLEIN, DASZEWSKA, SCALES, etc.), where it has been pointed out that fungi and possibly also actinomycetes may even be more powerful cellulose decomposing organisms than the bacteria.

In the great majority of investigations on cellulose decomposition by soil microorganisms, the actual decomposition has been measured by methods primarily qualitative in nature; quantitative information on the amount of cellulose that various organisms will decompose in a definite length of time under comparable conditions is rather insufficient and unconvincing. Without reviewing the various contributions to the subject, which has been done by PRINGSHEIM, MÜTTERLEIN and others, we need only call attention to some of the more recent investigations.

Although cellulose decomposition by fungi has been demonstrated by MARSHALL WARD, DE BARY and various other plant pathologists, VAN ITERSON deserves the credit of being the first (1904) to demonstrate that a number of soil-inhabiting fungi are capable of decomposing cellulose under aerobic conditions. Among the strongest cellulose decomposing organisms, VAN ITERSON found *Trichocladium asperum* Harz, *Mycogene piccinoides* (Preusz) Sacc., *Stemphylium macrosporoideum* (B and Br.) Sacc., *Chaetomella horrida* Ond., *Botrytis vulgaris* Fr. and *Epicoccum purpurascens* Ehrenb. Various species of *Sporotrichum*, *Chaetomium*, *Cladosporium herbarum* were found to be among the weak cellulose decomposing forms. A few Mucorales tested were not found capable of decomposing cellulose at all.

The Fusaria belong also to the strong cellulose decomposing fungi, as shown by APPEL, who found *F. vasinfectum* capable of decomposing 9.65 gm. of cellulose out of 20 gm. when added to 100 cc. of medium within 7 weeks. 50 cc. of a solution of a medium containing K_2HPO_4, $MgSO_4$, KNO_3, and 10 gm. of dry filter paper was used; some Fusaria were found capable of decomposing 80 % of the cellulose in 14 days.

MCBETH and SCALES as well as SCALES added to the above list a large number of other fungi, including various species of Penicillium, especially *P. pinophilum*, and Aspergilli; the ability of these organisms to decompose celluloses, has been demonstrated by the plate method. DASZEWSKA found that various species of *Verticillium*, *Sporotrichum* and *Monosporium* as well as certain *Fusaria* are strong cellulose decomposing organisms. It is interesting to point out in this connection that PRINGSHEIM and LICHTENSTEIN used *Aspergillus fumigatus* for increasing the protein content of feed with straw as a source of energy.

The cellulose decomposing power of actinomycetes has been demonstrated by KRAINSKY, FOUSEK, SCALES and WAKSMAN.

The largest number of contributions to the subject of cellulose decomposition are devoted to the study of bacteria. We need only mention the work of OMELIANSKI on the anaerobic forms, the work of KELLERMAN and associates on the aerobic bacteria, of KROULIK, PRINGSHEIM and LANGWELL and FLOYD HIND on the thermophilic organisms and of GROENEWEGE on the process of cellulose decomposition accompanied by denitrification.

The methods used for demonstrating cellulose decomposition by microorganisms included a study of disintegration of cellulose 1. in solution (VAN ITERSON, OMELIANSKI), 2. upon the plate, as indicated by the formation of a clear zone around the colony (KELLERMAN, SCALES), 3. in the soil (MÜTTERLEIN, CHRISTENSEN) whereby a piece of weighed filter paper was placed in the soil, and after a definite period of incubation reweighing the residual paper. The latter method could even furnish information on the quantitative decomposition of cellulose. This was, however, in many cases not free from criticism, since the mycelium of fungi and actinomycetes would adhere to the paper in solution and in soil, and some of the fine fibrils of the broken down cellulose might have been left in the soil in attempting to remove the latter from the undecomposed paper.

CHARPENTIER was the first to introduce an accurate quantitative method for the determination of cellulose decomposition in the soil. This was based upon the extraction of the undecomposed cellulose with ammoniacal copper solution, precipitating the cellulose with 80 % alcohol, washing and drying.

We have studied the decomposition of cellulose both in the soil itself, whereby the natural soil flora and fauna was unmodified, and by pure cultures of microorganisms. It is only the latter part of the subject which we are going to report here.

Cellulose decomposition by pure cultures of microorganisms was studied in solution media, in sand media or in sterile soil. Sufficient nitrogen and mineral elements necessary for the growth and metabolism of the organisms decomposing the cellulose was added to the liquid and sand media. The solution method offers certain advantages, since the growth of the organisms and cellulose decomposition can be watched more carefully; however, the conditions for the activities of the organisms are entirely artificial and may not be strictly applicable to what is actually taking place in the soil; this is especially true of certain obligate aerobic organisms like the actinomycetes and certain fungi. Sterile soil, to which 1 per cent of cellulose in the form of finely cut filter paper has been added, offers a much better medium for the growth of cellulose decomposing organisms than the solution or the sand, but the presence of organic matter, as well as the variable content of available nitrogen and minerals in the soil, do not allow us as clear an understanding of the chemical processes of cellulose decomposition as the use of a sand medium. Although more cellulose would be decomposed by the same organism in soil than in sand, the fact that the studies are carried out under the same conditions makes the results comparable; we are more interested in learning about the comparative cellulose decomposing power of the organisms rather than obtain any absolute figures, since the latter will vary greatly, for the same organism, with the conditions of the experiment.

One of the methods so far developed for the study of cellulose decomposition by pure cultures of microorganisms is carried out as follows:

100 gm. of pure washed sand, 1 gm. of $CaCO_3$ and 1 gm. of finely cut filter paper are placed in 250 cc Erlenemyer flasks and 20 cc of a nutrient solution is added. Solution I is used for the study of fungi and actinomycetes and solution II (a modification of KELLERMANN'S medium) for the bacteria.

Solution I

$(NH_4)_2SO_4$	10.0 gm.
K_2HPO_4	3.0 »
$MgSO_4.7H_2O$	2.0 »
NaCl	1.0 »
$FeSO_4$	0.02 »
Distilled water	1000 cc.

Solution II

$(NH_4)_2SO_4$	2.5 gm.
K_2HPO_4	2.5 »
Peptone	5.0 »
Soil extract	500 cc.
Distilled water	500 »

10 gm. $NaNO_3$ may be used in place of the ammonium sulfate; in that case, the $CaCO_3$ may be left out from the medium.

The flasks are plugged with cotton and sterilized, at 15 lbs. pressure, for 2 hours. They are then inoculated with pure cultures of the organisms to be tested and incubated for 3 and 6 weeks at 25-28° C. At the end of the period of incubation, the amount of cellulose left is determined quantitatively in 20 gm. of material and calculated on the basis of dry material.

By determining the amount of ammonia left, we can readily calculate the relation between the nitrogen assimilation and the amount of cellulose decomposed. This relation was found to be rather definite, especially for fungi, which synthesize a considerable quantity of mycelium. It is possible, therefore, in the case of fungi at least, to calculate the amount of cellulose decomposed from the amount of ammonia-nitrogen converted into fungus protein.

The following table indicates the cellulose decomposing power of a few typical soil organisms:

TABLE I.

Decomposition of cellulose by various microorganisms in a sand medium.

Name of organism.	Period of incubation *days*	Cellulose decomposed *per cent*
Trichoderma Koningi (?) No. 7	21	46.8
Trichoderma Koningi (?) No. 7	42	95.0
Fusarium No. 115	21	36.8
Penicillium sp. (group II)	21	8.5
Zygorhynchus Mölleri	21	0
Actinomyces violaceus ruber 366	21	6.8
Bacterium fimi	42	29.0

The cellulose decomposing power of a few representatives of each of the three groups of microorganisms is compared with the amount of ammonia nitrogen that has disappeared (transformed into microbial proteins) in Tables 2-4.

TABLE II.

Decomposition of cellulose by fungi.

Organism	Period of incubation 21 days			
	Cellulose left in 100 gm. of sand medium	Cellulose composed in 100 gm. of medium	Ammonia-nitrogen present in 100 gm. of medium	Ammonia-nitrogen used up in 100 gm. of medium
	mgm.	*mgm.*	*mgm.*	*mgm.*
Control	982.0	—	36.96	—
Trichoderma Koningi (?) No. 7	47.0	935.0	7.72	29.24
Fusarium No. 115	216.0	766.0	13.92	23.04
Penicillium No. 134 (*Citr. pfefferianus?*)	104.8	877.2	10.42	26.54
Penicillium, Soil Group N. II	833.8	148.2	32.34	4.62
Aspergillus fumigatus	61.1	920.9	7.54	29.42
Aspergillus glaucus	477.4	504.6	22.27	14.69
Aspergillus wentii	957.0	25.0 (?)	37.84	0
Aspergillus fuscus	892.5	89.5 (?)	37.18	0
Mucor racemosus (?)	979.5	2.5 (?)	38.39	0
Cunninghamella elegans	966.4	15.6 (?)	38.83	0

TABLE III.

Cellulose decomposition by actinomycetes.

Organism	Period of incubation 42 days			
	Cellulose left in 100 gm. of sand medium	Cellulose decomposed in 100 gm. of medium	Ammonia-nitrogen left in 100 gm. of medium	Ammonia-nitrogen used up in 100 gm. of medium
	mgm.	*mgm.*	*mgm.*	*mgm.*
Control [2]	982.0	—	36.96	—
A. viridochromogenus	1045.0[1]	0	36.96	0
A. californicus	1078.0[1]	0	36.96	0
Actinomyces cellulosae (?) (222)	538.0	444	24.20	12.76
Actinomyces (292)	691.0	291	32.12	4.84
A. violaceus ruber (365)	954.8	27.2	32.80	4.16
A. violaceus ruber (366)	702.0	180	32.34	4.62
Act. flavus	1084.0[1]	0	—	—

[1] Slight excess over check due probably to non-uniformity of the sand-cellulose mixture and, therefore, improper sampling, where no cellulose decomposition has taken place. — [2] 63 days incubation.

TABLE IV.

Cellulose decomposition by bacteria.

Organism	Period of incubation 60 days	
	Cellulose left in 100 gm. of medium	Cellulose composed in 100 gm. of medium
	mgm.	*mgm.*
Control	982	—
Bact. fimi	663	319
Bact. udum	922	60
Bact. subalbus	980	0
Bact. cereus	1105[1]	0
Bact. vulgatus	987	0
Bact. amyliolyticus	1032	0

[1] See footnote 1 on table 3.

The above results indicate that, by the use of the given method, the fungi are found to be by far the most active cellulose decomposing organisms in the soil. However, not all the fungi are capable of decomposing cellulose; the Mucorales, for example, including representatives of the three genera Mucor, Cunninghamella and Zygorhynchus, are incapable of decomposing any cellulose. The most active cellulose-decomposing fungi are the Trichodermae, Fusaria, certain Penicillia and Aspergilli. On comparing the ratio between the amount of cellulose decomposed and nitrogen assimilated, we find it to be, in the case of the five strongest cellulose decomposing fungi, about 30-35 to 1, *i. e.* for every milligram of nitrogen assimilated by a fungus, 30-35 milligrams of cellulose are decomposed. This shows that the fungi are greatly influenced, in the amount of cellulose decomposed, by the available nitrogen. This ratio is wider for actinomycetes and bacteria, which would lead us to several interesting considerations: 1. If a rapid decomposition of cellulose in the soil is wanted, the activities of the fungi should be stimulated; this can be done by the presence of a sufficient amount of available nitrogen to enable the organisms to carry on the process rapidly. 2. When there is no excess of available nitrogen in the soil, the actinomycetes and bacteria may be more active than the fungi in the process of cellulose decomposition, but this will then take place only slowly.

When the above method is used for determining the cellulose decomposing power of fungi, it is sufficient to determine the amount of nitrogen used, *i. e.* transformed from a soluble form (either in the form of ammonium sulfate or sodium nitrate) into an insoluble form, *i. e.* fungus protein, to have an accurate measure of cellulose decomposition. The actual amount of the latter can be obtained by a certain figure, which shows the relation between cellulose decomposition and

nitrogen assimilation; this was found to be 30 in our experiments. When cellulose is added to the soil directly, together with an available source of nitrogen, it is found that between 40 to 50 mgm. of cellulose are decomposed for every mgm. of nitrogen assimilated, whether it is in the form of nitrate or ammonia.

The data on the actinomycetes are not sufficient to enable us to draw sweeping conclusions; they indicate, however, that some of these organisms are capable of decomposing cellulose, but this process takes place only very slowly, in comparison with the action of filamentous fungi.

Some of the aerobic bacteria isolated by the cellulose plate method (cultures obtained from KELLERMANN'S laboratory) are capable of decomposing cellulose. This is particularly true of *B. fimi*. Typical bacteria commonly found on the common agar plate (like *B. cereus*) were found to be unable to decompose any cellulose. The ratio between the amount of cellulose decomposed by actinomycetes and bacteria and nitrogen assimilated is much wider than 30 : 1. The fact, however, that in crude cultures (soil itself), the ratio is only 40-50 : 1 would lead us to conclude that at least, in a number of soils in the humid regions, the fungi are the most important group of organisms concerned in cellulose decomposition in the soil.

In determining the amount of cellulose decomposed, the amount of carbon given off as CO_2, the amount of carbon reassimilated by the organism for the synthesis of the cells (this can be done readily when we know the ratio between the amount of carbon and nitrogen assimilated by the particular organism), we can obtain an insight into the chemistry of cellulose decomposition by microorganisms, and the processes of transformation of organic matter in the soil.

Figures 20, 21 and 22 show the relation between cellulose decomposition, nitrogen assimilation and evolution of carbon dioxide. The data in Figure 20 have been obtained from the decomposition of cellulose in three soils differently treated for the last 15 years. 5A is a heavily manured soil, very fertile and biologically very active (pH = 5.6); 7B received only lime (pH = 6.4) and 7A received no manure, fertilizer or lime (pH = 5.2). The nitrogen used in this case was in the form of $NaNO_3$. Figure 21 and 22 show the course of cellulose decomposition, CO_2-evolution and nitrogen assimilation by a species of green *Trichoderma* (*T. koningi ?*), growing in sterile sand with a nutrient solution and $CaCO_3$ (Fig. 21) and in sterile soil with a nutrient solution, but without $CaCO_3$ (Fig. 22). The CO_2 evolved from the decomposition of $CaCO_3$ in the sand was accounted for. The nitrogen used was NH_4NO_3 (35 mgm. of nitrogen for 100 gm. of sand or soil containing 1 gm. cellulose). The ammonia radicle was assimilated much more rapidly than the nitrate radicle.

It has been found in various experiments on the metabolism of fungi that the dry fungus mycelium consists of about 45 per cent carbon and of about 4 to 8 per cent nitrogen, depending on the nitrogen content of the medium. The higher nitrogen content is obtained when the organisms are grown on nitrogen-rich, especially on protein media. The low nitrogen content is obtained when the organisms are grown on nitrogen poor media. It was found that when soil fungi, especially Trichoderma, were grown in nutrient solutions containing an available

carbohydrate as a source of energy, the nitrogen content of its mycelium was about 5 per cent, in other words the ratio between the carbon and the nitrogen of the mycelium, is about 9 to 1.

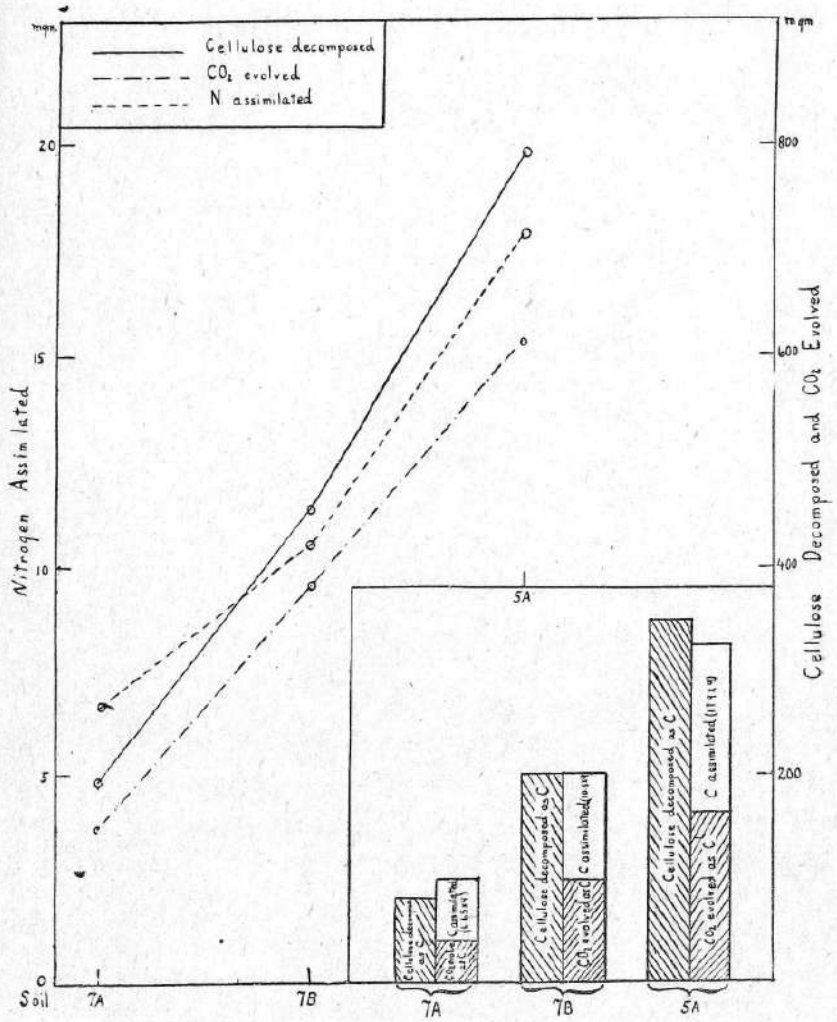


FIG. 20. — Relation between cellulose decomposition, nitrogen assimilation and evolution of carbon dioxide.

If we assume, therefore, that the carbon-nitrogen ratio of the fungus mycelium will also be 9 : 1, when the organisms are grown in sand and soil media, we can calculate, from the amount of nitrogen that has been assimilated, the amount of fun-

gus mycelium synthesized or the amount of carbon stored away in the fungus mycelium. By comparing the amount of carbon in the cellulose decomposed (Fig. 21

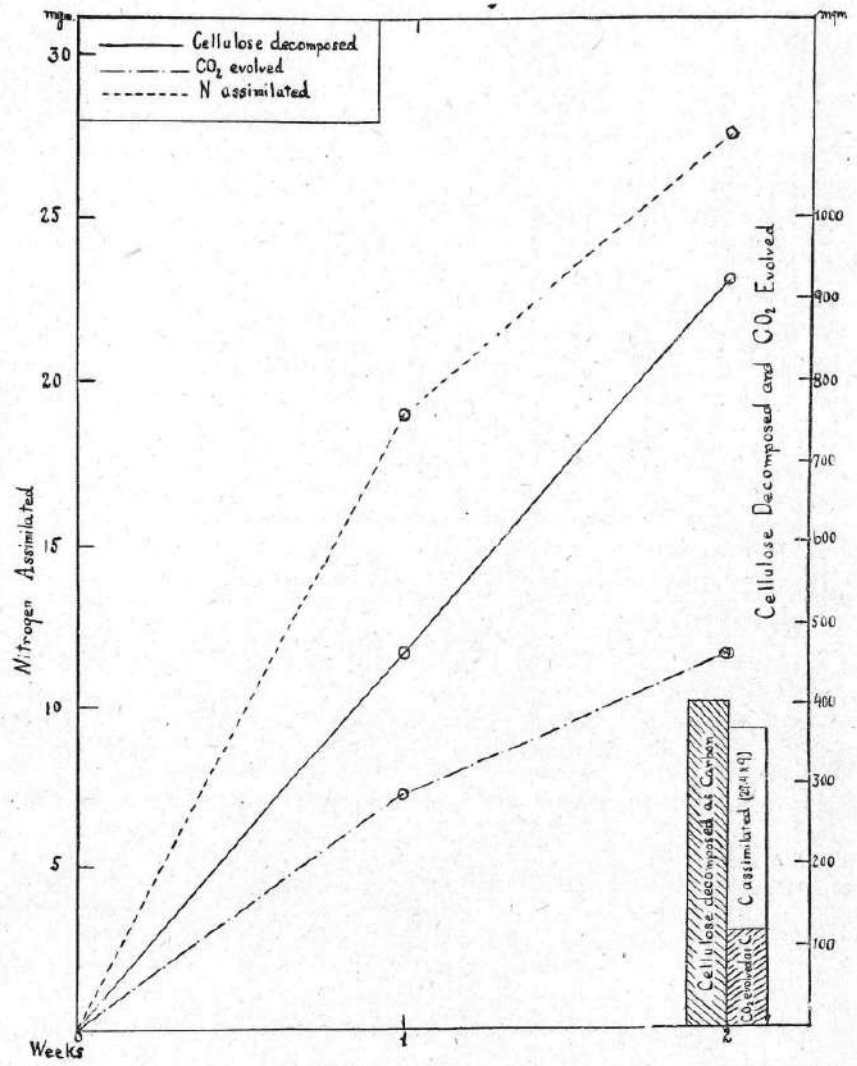


FIG. 21. — Relation between cellulose decomposition, nitrogen assimilation and evolution of carbon dioxide.

and 22), on the one hand, and the carbon evolved as CO_2 the carbon assimilated by the organism, we find that these are about equal. In other words, there are no intermediate products nor cellulose derivatives left in the soil as a result of cellulose decomposition by fungi; the only organic materials left in the soil, as a result of decomposition of pure cellulose, are the undecomposed cellulose and the

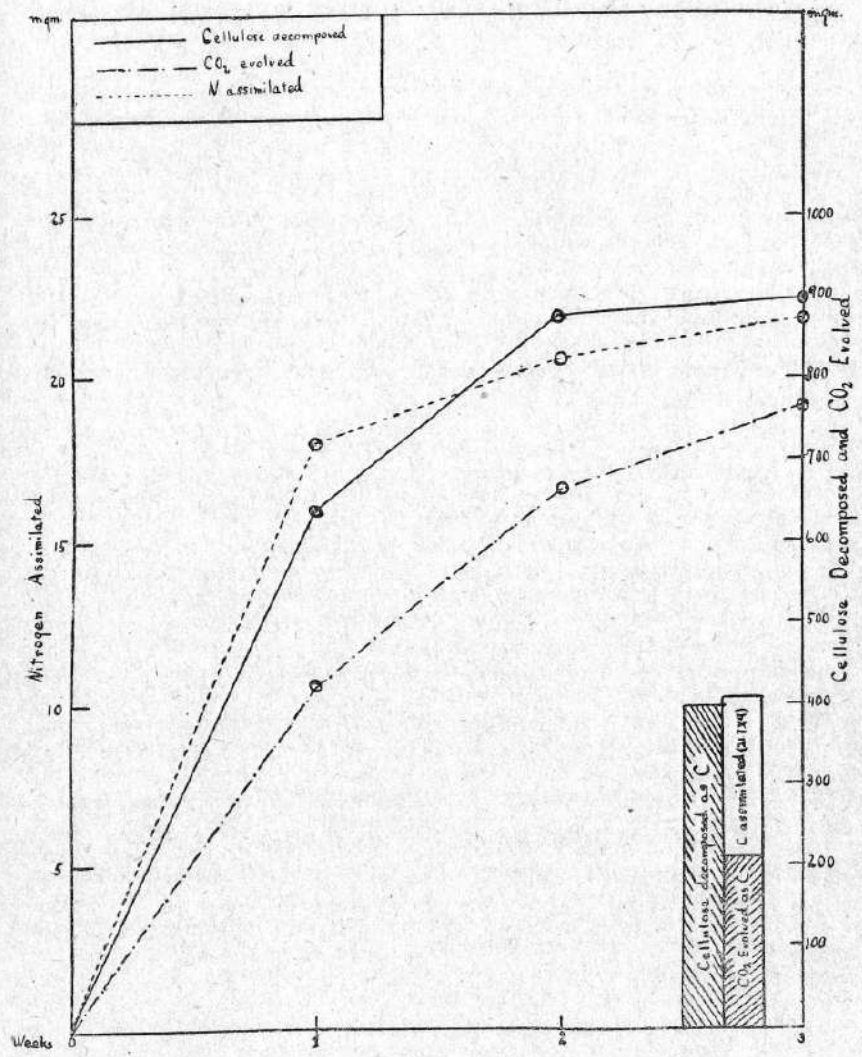


FIG. 22. — Relation between cellulose decomposition, nitrogen assimilation and evolution of carbon dioxide.

fungus mycelium synthesized. Since a pure culture of a fungus decomposed most of the cellulose in two-three weeks, in the presence of sufficient available nitrogen

and minerals, we would be led to conclude that all the cellulose will be rapidly decomposed in the soil, if sufficient nitrogen and minerals are available for the metabolism of the micro organisms concerned. This would lead us to the important conclusion that the residual organic matter in the soil, as far as the decomposition of cellulose are concerned, may consist largely of the cells of microorganisms developing in the soil.

By calculating, in a similar manner, the results obtained from the decomposition of cellulose in the soil itself, we obtain a similar series of results (Fig. 20) which may lead us, as a result of great similarity of the curves, to conclude that fungi are among the most important groups of microorganisms concerned in the decomposition of cellulose in the soil.

S. A. WAKSMAN et H. HEUKELEKIAN, *New Brunnswick, N. J. (Etats-Unis).* — **La décomposition de la cellulose par les différents groupes de microorganismes du sol.**

RÉSUMÉ.

La cellulose est décomposée dans le sol par les bactéries, les champignons et les actinomycètes. La méthode quantitative pour le dosage de la cellulose, proposée par CHARPENTIER, a été modifiée et employée par l'A. dans l'étude de la décomposition de la cellulose par des cultures pures de microorganismes. Cette décomposition a été étudiée en solution, sur sable et dans de la terre.

La meilleure méthode est effectuée comme suit : on introduit dans des fioles coniques de 250 cc, 100 g. de sable pur et lavé et 1 g. de papier filtre sans cendres, coupé finement ; on ajoute ensuite 20 cc d'une solution de la formule suivante : 10 g. $SO^4(NH^4)^2$, 3 g. PO^4K^2H, 2g. $SO^4Mg.7H^2O$, 1 g. NaCl, 0.02 g. SO^4Fe et 10 g. CO^3Ca dans 1000 cc d'eau distillée. Agiter afin de bien mélanger.

Pour les bactéries on emploie 20 cc. d'une solution qui est une modification de celle de KELLERMANN : 500 cc. d'extrait du sol, 2.5g de $SO^4(NH^4)^2$, 2.5g de PO^4K^2H, 5g de peptone, 10 g. de CO^3Ca, 500 cc. d'eau distillée.

Pour mesurer le pouvoir des microorganismes de décomposer la cellulose on peut encore se servir de 1 g. de cellulose et 50 mg. $SO^4(NH^4)^2$ ajoutés à 100 g. de sol, ainsi que de la solution indiquée ci-dessus, diluée 5 fois avec de l'eau et additionnée de 2 g. de cellulose.

Les fioles sont bouchées avec du coton et stérilisées pendant 2 heures à une pression de 15 livres. Ensuite elles sont inoculées avec des cultures pures des organismes à essayer, et incubées pendant 3 et 6 semaines à 25-28°C. A la fin de la période d'incubation la quantité de cellulose non décomposée est dosée dans 20 g. de matière et calculée en pourcentage de la matière sèche.

En dosant la quantité d'ammoniaque non décomposée, on peut aisément calculer la relation entre l'assimilation d'azote et la quantité de cellulose décomposée. Ce rapport paraît être assez défini, spécialement pour les champignons, qui synthétisent une quantité considérable de mycelium. Ainsi il est possible, au moins dans le cas des champignons, de calculer la quantité de cellulose décomposée en partant de la quantité d'azote ammoniacal transformé en proteïne.

Nom du microorganisme	Période d'incubation — jours	Cellulose décomposée — pour cent
Trichoderma 7	21	46.8
Trichoderma 7	42	95.0
Fusarium 115	21	36.8
Penicillium sp.	21	8.5
Zygorhynchus Möllori	21	0
Actinomyces 366	21	6.8
Bacterium fimi	42	29.0

Les champignons décomposant la cellulose, tels que *Trichoderma, Fusaria, Cephalosporia, Verticillia,* certains *Penicillia,* etc., semblent être les organismes du sol, les plus actifs à décomposer la cellulose, lorsqu'ils sont en présence d'une quantité suffisante d'azote. Dans le cas où les conditions ne sont pas favorables au développement des champignons, par exemple dans les sols neutres ou alcalins, ou partiellement stérilisés, ainsi qu'en l'absence d'azote, les actinomycètes et les bactéries jouent le rôle le plus important dans la décomposition de la cellulose.

A. WAKSMAN and H. HEUKELEKIAN, *New Brunswich, N. J. (U. S. A).* — **Cellulose Decomposition by Various Groups of Soil Microorganisms.**

ABSTRACT.

Cellulose is decomposed in the soil by bacteria, fungi and actinomycetes. The quantitative method for cellulose termination suggested by CHARPENTIER has been modified and used in the study of decomposition of cellulose by pure cultures of microorganisms. This has been studied in solution, sand and soil. The best method so far developed is carried out as follows : 100 gm. of pure washed sand and 1 gm. of finely cut quantitative filter paper are introduced into 250 cc. Erlenmeyer flasks, and 20 cc. of a solution consisting of 10 gm. $(NH_4)_2SO_4$, 3 gm. K_2HPO_4, 2 gm. $MgSO_4.7H_2O$, 1 gm. NaCl, 0,02 gm. $FeSO_4$ and 10 gm. $CaCO_3$ in 1000 cc. distilled water, are added and contents well mixed. For bacteria, 20 cc. are used of a solution consisting of a modification of KELLERMANN's medium : 500 cc. of soil extract ; 2.5 gm. $(NH_4)_2SO_4$ 2.5 gm. K_2HPO_4 5.0 gm. peptone 10.0 gm. $CaCO_3$ 500 cc. distilled water. 1 gm. of cellulose and 50 mg. $(NH_4)_2SO_4$ added to 100 gm. of soil, as well as the above liquid media diluted five times with water, with 2 gm. of cellulose, can also be used for testing the cellulose decomposing power of microorganisms. The flasks are plugged with cotton and sterilized for 2 hours at 15 lbs. pressure. They are then inoculated with pure cultures of the organisms to be tested and incubated for 3 and 6 weeks at 25-28° C. At the end of the period of incubation, the amount of cellulose left is determined quantitatively in 20 gm. of material and calculated on the basis of dry material.

By determining the amount of ammonia left, we can readily calculate the relation between the nitrogen assimilation and the amount of cellulose decomposed. This relation was found to be rather definite, especially for fungi, which synthesize a considerable quantity of mycelium. It is possible, therefore, in the case of fungi at least, to calculate the amount of cellulose decomposed from the amount of ammonia-nitrogen converted into fungus protein.

Name of organism	Period of incubation *days*	Cellulose decomposed *per cent*
Tricoderma 7	21	46.8
Tricoderma 7	42	95.0
Fusarium 115	21	36.8
Penicillium sp.	21	8.5
Zygorhynchus Möllerí	21	0
Actynomices 366	42	6.8
Bacterium fimi	52	29.0

The cellulose decomposing fungi, such as *Trichodermae*, *Fusaria*, *Cerphalosporia*, *Verticilia*, certain *Penicillia*, etc., are found to be the most active cellulose decomposing organisms in the soil, when sufficient available nitrogen is present. When conditions are not favorable for the development of fungi, such as neutral or heavily limed soils, or soils partially sterilized as well as in the absence of available nitrogen, actinomycetes and bacteria play the most important part in the decomposition of cellulose.

REFERENCE

APPEL O. *Arb. K. Biol. Anst. Land u. Forst wirt. V.* p. 155, 1906.; VI. 33. 1907.
CHRISTENSEN, H. R. *Centrbl. f. Bakt.* 2 Abt., XLIII. 1. 1915.
GROENEWEGE, J. *Bull. Jard. Bot. Buitenzorg.* Ser. 3 II, 261. 1920.
CLEVELAND, L. R. *Amer. J. Hyg.* III. 444. 1923.
PRINGSHEIM & LICHTENSTEIN.
DASZEWSKA, W. *Univ. Genève Inst. Bot.* ser. 8, fas. 8, 238. 1913.
FOUSEK, A. *Mitt. Landw. Lehrkanz. K. K. Hochsch. Bodenk.* Vienna. 1, 217. 1912.
KRAINSKY, A. *Centrbl. f. Bakt.*, 2 Abt., XLI, 639. 1914.
MC BETH, I. G., and SCALES, F. M. *U. S. Dept. Agr. Bur. Pl. Ind. Bul.* 266, 1913.
MÜTTERLEIN, C. Inaug. Diss. Leipzig, 1913.
KELLERMANN, K. F., and MC BETH, I. C. *Centrbl. f. Bakt.*, 2 Abt., XXXIV, 485, 1912; XXXIX, 502, 1914.
KROULIK, A. *Centrbl. f. Bakt.*, 2 Abtl, XXXVI. 439. 1913.
OMELIANSKI, V. L. *Centrbl. f. Bakt.* 2 Abt., VIII. 193, 225, 257 etc; 1902.
OMELIANSKI, V. L. *Centrbl. f. Bakt.* 2 Abt., VIII. 193, 225, 257 etc.; 1902. XI. 369, 36; 1913 472, 1904.
LANFWELL and FLOYED HIND *Woch. f. Brau* XI,. 123, 1923.
PRINGSHEIM, H. Die Polysacchardide. Berlin, 1923.
SCALES, F. M. *Bot. Gaz.* LX. 159, 1915.
VAN ITERSON, G. *Centrbl. f. Bakt.*, 2 Abt., XL. 689, 1904.
WAKSMAN, S. A. *J. Bact.*, IV. 307, 1919.

Dott. Prof. COSTANTINO GORINI,

Direttore del Laboratorio di Batteriologia, R. Scuola Superiore di Agricoltura, Milano, Italia.

LA COLTURA ASCENDENTE NELLE RICERCHE DI MICROBIOLOGIA PEDOLOGICA.

Il metodo della coltura ascendente, che io ho introdotto nel 1903 [1], è stato adottato in seguito da varî Autori, fra cui nel 1911 CHOUKEWITCH [2] (al quale è da alcuni erroneamente attribuito) e CANTÙ [3], nel 1914 METCHNIKOFF [4] e BERTRAND [5], nel 1916 PUNTONI [6], nel 1920 PUPILLI [7], e VENTURELLI [8].

Tutti finora l'hanno applicato a ricerche di microbiologia medica; io solamente

nel 1917 [9] ho accennato alla sua utilizzazione anche nel campo della microbiologia agraria e industriale.

Ora credo opportuno approfittare della IV Conferenza Internazionale di Pedologia per riferire brevemente alcuni saggi che ho istituito sui microbi del terreno, onde lumeggiare il valore del metodo.

L'allestimento della coltura ascendente è stato da me descritto come segue: « Se si prende una provetta di agar a becco di clarinetto e, invece di seminarla per strisciamento come di consueto, la si innesta direttamente nel liquido di condensazione che si raccoglie sul fondo di essa, badando di non toccare coll'ago la superficie obliqua dell'agar e di mantenere la provetta in posizione verticale acciocchè il liquido di condensazione non si spanda sulla superficie stessa, si osserva che alcuni batteri, *fin dall'inizio dello sviluppo*, si arrampicano sulla superficie obliqua dell'agar; per cui già entro 18-24 ore di incubazione questa superficie appare ricoperta uniformemente, per un'altezza più o meno considerevole, da una patina di cultura. Se invece si seminano nell'egual modo altri batteri, essi, pur sviluppandosi rapidamente nel liquido di condensazione, non invadono affatto nelle prime ore di sviluppo la superficie dell'agar; tutt'al più si limitano a formarvi, presso al margine del liquido di condensazione, un orlicino di cultura o qualche puntina di cultura che nei giorni successivi possono avanzarsi più o meno lentamente e irregolarmente sull'agar. Ma l'ascesa che si verifica contemporaneamente all'inizio dello sviluppo nell'acqua di condensazione è qualcosa di essenzialmente diverso dalla comune progressione delle colonie sulle superfici solide, onde è meritevole di essere considerata quale un vero fenomeno di arrampicamento attivo del batterio dal medium liquido sulla superficie solida »

Ho dimostrato poi come tutto concorra a mettere il potere arrampicante dei batteri in rapporto essenzialmente colla mobilità ma con quella dovuta a ciliatura diffusa o peritrica, mentre poco o punto vi contribuiscono la mobilità a ciliatura polare o lofotrica e la filamentosità dei germi, le quali invece possono influire sulla comune facoltà di traslazione o di espansione dei batteri.

Ho dimostrato poi che la coltura ascendente si presta a varî scopi e cioè: *a*) all'isolamento di determinati microbi (B. del tifo, *Proteus vulgaris* etc.); *b*) a studî di fisiologia microbica, specialmente relativi alla mobilità (distinzione fra batteri a ciliatura diffusa e batteri a ciliatura polare; riconoscimento della mobilità in batteri che sono mobili solamente negli stadî giovanili di sviluppo per cui la loro mobilità è passata o può passare bene spesso inosservata); *c*) allestimento di preparati di ciglia le quali possono permanere anche in bacilli che appaiono divenuti immobili.

* * *

Ecco ora il risultato di mie ulteriori investigazioni che interessano la microbiologia pedologica e che vengono a conferma delle precedenti.

È noto che nel terreno abita comunemente una serie di bacilli sporigeni aerobi, che si possono raggruppare sotto quattro tipi: *B. subtilis*, *B. mycoides*, *B. megaterium*, *B. mesentericus*. Essendo essi mobili peritrichi, sono, in conformità alle mie ricerche, presumibilmente atti all'arrampicamento. Per andarne alla ricerca, si suole approfittare della speciale termo-resistenza delle loro spore, allestendo culture piatte

con emulsioni di terriccio che siano state bollite per qualche minuto Ora io ho sottoposto alla cultura ascendente goccie di tali emulsioni che contenevano un milligrammo di terriccio umido per centimetro cubico. Il terriccio esaminato era quello del prato della Scuola Superiore d'Agricoltura di Milano ; il numero delle prove ammonta a tredici. Tenendo le culture a trentasette centigradi, ho osservato che il più spesso (in undici prove) già dalla sera alla mattina la superficie obliqua dell'agar si ricopriva totalmente, fino all'apice, di una patina biancastra, asciutta, sottile, grinzosa, adesiva o, meglio, coesiva, in quanto essa si lascia bensì staccare con una certa facilità dell'agar, ma a brandelli, come se non fosse una patina, sibbene una pellicola in continuazione colla pellicola che si forma sull'acqua di condensazione. Esaminata al microscopio, detta patina dava l'impressione di una cultura pura di bacilli slanciati a estremità arrotondate, lunghi da 1,5 a 5 micron e larghi 0,7 a 0,8 micron, senza forme filamentose ; i bacilli apparivano pressochè tutti immobili e in gran parte sporificati. Ai controlli di identificazione questo germe mostrò di appartenere al gruppo del *B. mesentericus*.

Nelle altre due prove, la cultura ascendente del terriccio si ricoprì non interamente, ma fino a discreta altezza (2-3 cm. in 24 ore a 37° C.) di una patina sottilissima, quasi impercettibile, liscia e umida, che esaminata al microscopio diede l'impressione di una cultura pura di bacilli corti (1,2 a 2,5 micron × 0.9 a 1,2 micron), con tendenza però a filamenti, discretamente mobili, tranne che nella zona superiore, dove si presentavano immobili e sporificati. Alle prove di identificazione questo germe mostrò di appartenere al gruppo del *B. subtilis*.

In nessuna prova mi occorse di osservare nella cultura ascendente del terriccio rappresentanti degli altri due gruppi di bacilli aerobi, cioè nè il *Mycoides*, nè il *Megaterium*, neppure quando (in 5 prove) l'uno o l'altro di questi si sviluppavano nelle culture a piatto allestite col medesimo terriccio.

Per darmi ragione del fatto, ho cimentato direttamente i quattro tipi di bacilli nelle culture ascendenti usando degli stipiti puri di laboratorio, ed ho verificato che, a dir vero, tutti salgono nelle ventiquattr'ore, ma il *Megaterium* e il *Mycoides* si adergono molto meno del *Mesentericus* e del *Subtilis*. Laonde il diverso comportamento dei quattro germi viene a rinsaldare la concezione che il potere rampicante dei bacteri stia anzitutto in rapporto col grado di loro mobilità ; infatti si sa che mentre il *Subtilis* e il *Mesentericus* stanno fra i bacilli più vivaci, il *Megaterium* è piuttosto pigro e il *Mycoides* ancora di più, talchè qualche autore l'ha giudicato addirittura immobile.

Ho verificato altresì che nella patina ascendente i bacilli possono apparire immobili pur conservando le ciglia, verosimilmente perchè sono in via di sporificazione; mentre poi la mobilità permane nell'acqua di condensazione della cultura. Ho infine ribadito il rilievo già fatto nei precedenti lavori che l'arrampicamento avviene anche quando il batterio non forma filamenti (vedi sopra il caso del *Mesentericus*).

* * *

Speravo di poter aggiungere qualche dato anche sulla possibilità di rintracciare i protozoi del terreno, che due volte ho sorpreso in culture ascendenti allestite con terriccio non pastorizzato ; ma mi è mancato il tempo per l'identificazione. Dirò solamente che a questo genere di indagini fui guidato dal comportamento del-

l'*Ameba zymophila* Beyerinck associata al *Saccaromyces apiculatus*, che nel 1896 10) ho coltivato per il primo sopra substrato solido e precisamente su patate ; infatti in culture ascendenti su agar al succo di patate verificai che l'*Ameba* sola si arrampica celeremente, trascinando soltanto qualche cellula di blastomicete entro il proprio corpo, poichè di esso si nutre.

BIBLIOGRAFIA.

(1) GORINI C. Sul potere di traslazione del B. di Eberth (Rend. R. Ist. Lomb. Sc. e Lett, 1903, Vol. 36, p. 601).
(2) CHOUKEWICH I. Annales Pasteur, 1911, Vol. 25, p. 255.
(3) CANTÙ CH. Annales Pasteur, 1911, Vol. 25, p. 852.
(4) METCHNIKOFF E. Annales Pasteur, 1914, Vol. 28, p. 101 e 102.
(5) BERTRAND D. M. Annales Pasteur, 1914, Vol. 28, p. 123.
(6) PUNTONI V. Annali d'Igiene, 1916, anno 26, p. 293.
(7) PUPILLI G. Annali d'Igiene, 1920, anno 30, p 20.
(8) VENTURELLI G. Contributo allo studio batteriologico delle ferite di guerra. Zara, Tip. E. de Schönfeld, 1920.
(9) GORINI C. La cultura ascendente nelle ricerche batteriologiche. Rend. R. Ist. Lomb. Sc. e Lett. 1917, Vol. 49, p. 986.
(10) GORINI C. Die Kultur der Amoeben auf festem Substrate. Centralbl. f. Bakter, I Abt., XIX Bd. 1896, No. 20.

Prof. COSTANTINO GORINI, *Milan* (*Italie*). — **La culture ascendante dans les recherches de microbiologie pédologique.**

RÉSUMÉ.

La culture grimpante ou ascendante, que l'auteur a introduite en 1903 et qui est erronément attribuée à Choukewich (1911) et qui a trouvé bien des applications en microbiologie médicale, se montre également utilisable en microbiologie pédologique.

Une première série de recherches a été effectuée, sur le comportement des divers types de bactéries aerobies, sporigènes, qui se rencontrent couramment dans le sol.

Une seconde série de recherches concerne le comportement des protozoaires.

Prof. COSTANTINO GORINI, *Milan* (*Italy*). — **The upward-growth culture for the researches of pedological microbiology.**

ABSTRACT.

The author has introduced in 1903 the method of ascendant culture, (evveneously attributed to houkewich 1911) which has found many applications in medical microbiology. The method can be very well used in pedological microbiology also.

A first series of experiments have been made respecting the behaviour of the different types of aerobic bacteria, which are generally found in the soil.

A second series of experiments concerns the behaviour of protozoa.

Prof. E. PANTANELLI,
Stazione Agraria Sperimentale, Bari, Italia.

DETERMINAZIONE BIOCHIMICA DEL FOSFATO ASSIMILABILE DEL TERRENO.

La determinazione del fosfato nel terreno non sempre fornisce dati persuasivi, anche se si ha cura di ossidare completamente il fosforo organico mediante prolungato riscaldamento con acido nitrico concentrato, secondo il vecchio metodo di GRANDEAU, o con miscela di acido nitrico e solforico secondo MÄRCKER, o con l'acqua regia secondo SESTINI. Nei terreni ricchi di ferro, come le terre rosse e le sabbie rosse, è difficile separare il fosfato dal ferro, e anche nei terreni marnosi una parte dell'acido fosforico può restare assorbita, come dimostra l'attacco ripetuto e alternato di acidi minerali concentrati e di soda.

Inoltre l'attacco con acidi minerali concentrati non dà un'idea adeguata del fosfato assimilabile dai vegetali e l'estrazione con acidi deboli o con acqua satura di acido carbonico, per quanto prolungata, indica talvolta assenza di fosfato in terreni che invece ne contengono, come prova lo sviluppo delle piante che vi si coltivano.

Il metodo più razionale per giudicare la ricchezza del terreno in fosfato assimilabile è di farlo assorbire dalle piante stesse, determinando poi il fosforo nella messe, e questo metodo è indubbiamente preferibile quando si tratti di stabilire il contenuto in fosforo di un terreno destinato a culture sperimentali [1].

Ma un tal metodo non può naturalmente seguirsi per determinazioni abbastanza rapide di fosfato nel terreno, quali sono richieste dagli agricoltori, ed è perciò che invece delle piante verdi è preferibile ricorrere a funghi e precisamente a talune muffe che si sviluppano rapidamente ed in condizioni facilmente controllabili.

DE GRAZIA e CERZA [2] hanno per i primi mostrato qual forte potere solubilizzante hanno talune muffe sul fosfato tricalcico. Poco dopo BUTKEWIC [3] traeva partito da questa osservazione per consigliare di aggiungere alla soluzione nutritizia, in cui si alleva *Aspergillus niger*, il terreno in cui si vuole determinare l'acido fosforico e la potassa, insolubili in acidi deboli o in acqua satura di acido carbonico.

Non sembra però che la proposta di BUTKEWIC abbia avuto seguito. Egli stesso del sesto non impiegava l'*A. niger* nelle condizioni più adatte per averne il massimo e più rapido sviluppo e il maggiore dissolvimento dei priccipi minerali.

E' noto che quasi tutti i funghi secernono acidi organici, fra cui prevale l'acido ossalico, e che la produzione di acido è favorita dalla neutralizzazione che ha luogo all'esterno delle cellule del fungo da parte di basi che si trovino nell'ambiente specialmente se queste formano sali insolubili con gli acidi escreti dal fungo.

Il principio su cai si basa il metodo di determinazione del fosfato del terreno

[1] Cfr. WRANGELL, *Landwirtsch. Jahrbücher*, LVII, 1, 1922.
[2] *Staz. Sperim. Agrarie*, XXXIX, p. 817, 1906.
[3] *Journ. f. exper. Landwirtschaft*, X, p. 136, 1909.

mediante la coltivazione di adatte specie fungine, è di metterle in condizioni di compiere con la maggior rapidità il massimo sviiuppo possibile e di obbligarle a fornirsi del fosforo assorbendolo dal tetreno

È noto che i miceli fungini fino alla formazione dei conidi o di altri organi di moltiplicazione sono molto ricchi di fosforo, se il substrato nutritizio ne permette l'assorbimento. Secondo MARSHALL [1] l'*A. niger*, allevato in soluzione di peptone, brodo di carne, acido tartarico e glucosio, contiene il 6 % di cenere, il *Penicillium glaucum* ne ha il 6,2 e il *Rhizopus nigricans* il 6,9. Non si conoscono determinazioni dei singoli componenti della cenere nel corpo vegetativo di questi organismi; ASO [2] nei conidi di *A. oryzae* trovò il 5,15 % di cenere, di cui 39,64 % erano anidride fosforica. Secondo IVANOFF [3] circa la millesima parte del peso secco di *Aspergillus* e di *Penicillium* è fosforo, ma le sue determinazioni riguardavano colture piuttosto vecchie, in cui già aveva avuto luogo una notevole fuoruscita di sostanze dal micelio ormai morto in gran parte [4].

Per stabilire la portata del metodo che propongo, ho analizzato la cenere di 4 specie di muffe che si sviluppano più rapidamente e regolarmente, coltivandole in eoluzione nutritizia contenente:

Solfato ammonico	2 %
Saccarosio	10 »
Fosfato di potassico	0,25 »
Solfato di magnesio	0,25 »
Acido tartarico	0,25 »

il tutto sciolto in acqua di condotto (calcarea). Queste colture furono fatte in bevute da 1 litro, su 200 cc. di soluzione nutritizia, aila temperatura di 25°. In queste condizioni la formazione dei conidi o rispettivamente degli sporangi non ha luogo fin verso il sesto a nono giorno, e quindi si può ottenere una copiosa formazione di micelio prima che il grosso feltro miceliare sia coperto di organi di moltiplicazione, i quali facilmente potrebbero disperdersi durante le manipolazioni asportando il relativo fosforo.

Con la detta quantità di soluzione si calcola una somministrazione di 301,2 mg. di ione fosfato (PO_4). Nelle dette condizioni ottenni, ad esempio, in una serie parallela di prove:

	Et giorni	Peso secco g	Cenere		Fosfato PO_4	
			mg	% del secco	mg	% della secco
Aspergillus niger	6	6,692	558,2	8,34	208	37,27
Penic. glaucum	7	6,043	492,6	8,15	168	34,10
Botrytis cinerea	9	5,650	475,7	8,42	195	40,98
Mucor mucedo	6	5,650	388,6	7,50	172	44,26

[1] *Archiv f. Hygiene*, XXVIII, p. 16, 1897.
[2] *Bull. of Agric. College*, Tokyo, IV, p. 81, 1900.
[3] *Zeitschrift f. Physiolog. Chemie*, XXXIX, p. 21, 1903.
[4] Cfr. WATERMAN, *Verslag Kon. Akad. Wetenschappen*. Amsterdam, p. 1004, 1912.

Nessuno di questi funghi asportò completamente il fosfato dalla soluzione nutritizia ; esso era però fornito in dose rilevante. Somministrato in quantità minore, esso funziona da fattore limitante e su ciò si fonda il metodo, perchè non si tratta di determinare lo sviluppo massimo che il fungo adoperato assume a contatto di un determinato terreno, bensì di obbligarlo ad estrarre la massima quantità possibile di fosfato.

Le specie più adatte per questa applicazione sono le più energiche produttrici di acido. I risultati migliori si hanno infatti con le specie di *Aspergillus* e soprattutto preferibili sono *A. niger*, *oryzae* e *flavus*. I primi due si sviluppano più regolarmente e più rapidamente. L'*A. oryzae* ha sul *niger* il vantaggio che nelle dette condizioni tarda a fare i conidi, ma produce meno acido. La precocità della sporificazione dipende dalla presenza di calcare nel terreno ; nei terreni privi di calcare è ritardata. Non bisogna però prolungare troppo la coltura, altrimenti il micelio invecchia e lascia fuoruscire composti fosforati.

Si poteva temere che in presenza del terreno e soprattutto dei terreni contenenti calcare facilmente solubile lo sviluppo di questi funghi fosse ritardato dall'impossibilità di stabilire, pur con le loro escrezioni acide, una reazione debolmente acida, quale ad essi si confà, ma l'esperienza ha dimostrato che questo inconveniente non si verifica. Essenziale è che la sterilizzazione delle colture prima della semina sia completa, in modo che non si sviluppino batteri.

Dopo numerosi tentativi fatti per scegliere le specie e le condizioni più adatte di sviluppo e di acidificazione, mi sono fissato — salvo ulteriori perfezionamenti — sul seguente metodo :

200 cc. di soluzione nutritizia, contenente il 10 % di saccarosio e il 2 % di solfato ammonico, quindi di composizione esattamente controllabile, si aggiungono a 100 g. della terra di cui si vuol conoscere il fosfato assimilabile, passata per lo staccio di 1 mm. e seccata a 100°. La terra viene sparsa uniformemente sul fondo di un doppio cristallizzatore di 20 cm. di diametro (scatole di Koch). Il tutto viene sterilizzato in autoclave a 120° per tre volte in tre giorni consecutivi e poi inseminato con 5 cc. di sospensione di conidi in acqua distillata, per ottenere una nascita simultanea su tutta la superficie. Dopo 7 giorni a 25° si solleva la coperta miceliare, che di solito aderisce lassamente alla terra, e si calcina con l'aggiunta di soda per impedire perdite di fosforo.

Riporto alcuni esempi. In terra magra, rosso-bruna (sabbia 65,3 %), riposante su tufo vulcanico (Campagna Romana), fu determinato :

	Estrazione con acido citrico norm.	Estrazione con acido nitrico e solforico conc.
	%	%
Calce (CaO)	0,52	1,54
$Fe_2O_3 + Al_2O_3$	3,48	11,72
Fosfato (PO_4)	0,0092	0,162

Le tre citate specie di aspergillo vi dettero :

	Peso secco g	Cenere %	Fosfato (PO) mg	Fosfato (PO) in 100 di cenere	Rapporto di assorbimento
A. niger	2,073	9,45	52	26,80	32,44
A. oryzae	2,206	9,08	56	27,95	34,56
A. flavus	2,194	9,46	48	23,12	29,63

Un terzo del fosfato solubile in acidi concentrati era stato assorbito dal fungo, ma ben sei volte più di quanto accusava l'estrazione con acido citrico normale. Ciò si spiega perchè il fungo assorbe e trasforma il fosfato in composti organici a mano a mano che si scioglie. In taluni casi ho ottenuto il dissolvimento anche di metà del fosfato solubile in acidi concentrati.

Il metodo dà cifre abbastanza costanti, se si ha cura di tenere sempre in coltivazione nelle stesse condizioni il materiale da cui si prelevano i conidi, come mostra il seguente esempio :

	Terreno fluviale del Tevere	Terra marnosa di Monte Mario	Terra di pozzolana
	%	%	%
Sabbia	68,9	18,6	65,2
Limo	14,4	38,5	12,4
Argilla	10,8	42,4	16,8
Solubili in acido citrico normale :			
$Fe_2O_3 + Al_2O_3$	1,78	1,15	3 18
CaO	12,45	24,60	0,12
PO_4	0,0075	0,0082	0,0094
Solubili in acido nitrico + solferico concentrati :			
$Fe_2O_3 + Al_2O_3$	3,14	2,86	12,40
CaO	15,40	28,92	1,14
PO_4	0,178	0,108	0,180

Assorbito da *Asp. niger* :	I	II
Terra A	0,076	0,084 % PO_4
» B	0,065	0,059
» C	0,054	0,057

Gli scarti fra due colture parallele non arrivano al 10 %. Si noti p. es. che l'analisi chimica indicava il terreno fluviale più povero di fosfato assimilabile, mentre l'*A. niger* ne estrasse di più che dalle altre terre.

Molti particolari del metodo debbono essere controllati con ulteriori ricerche e il metodo stesso è suscettibile di perfezionamenti, però già in questa forma può servire per apprezzare la proporzione assimilabile del fosfato della terra.

Prof. E. PANTANELLI. *Bari (Italie).* — **Dosage biochimique du phosphate assimilable dans le sol.**

RÉSUMÉ.

La culture des moisissurer acidifiantes, dans un milieu standardisé, en présence de la terre, permetde doser le phosphate assimilable des terres, en dosant le phosphore accumulé par la moisissure.

Jusqu'à présent, les meilleurs résultats ont été obtenus par l'usage de *Aspergillus niger* ou *oryzae*, cultivés dans une solution à 10 % de saccharose et 2 % de sulfate d'ammoniaque.

On obtient par cette méthode en peu de jours des chiffres supérieurs à ceux donnés par l'extraction à l'aide des acides dilués et qui donnent une idée plus appropriée de la richesse du sol en phosphate assimilable par les végétaux.

Prof. E. PANTANELLI, *Bari (Italy).* — **Biochemical Determination of the available Phosphates in Soil**

ABSTRACT.

The cultivation of acidifying fungi, in a standardised medium in the presence of soil, allows us to determine the quantity of available phosphates in the soil ; to this end we measure the accumulated phosphorus in the fungi. Until now the best results were obtained with *Aspergillus niger* or *oryzae*, grown in a solution of 10 % saccharose and 2 % ammonium sulphate.

With this method we can obtain in a few days data, superior to those given by extraction with diluted acids, and giving a more accurate idea of the richness of the soil in phosphates available for plants.

Prof. CORRADO LUMIA,

Roma.

NUOVO METODO DI VALUTAZIONE DELLA ASSIMILABILITÀ DI MATERIALI DIVERSI CONCIMANTI.

È noto quante difficoltà s'incontrano praticamente quando si vuol determinare il grado di assimilabilità di un elemento non solubile nell'acqua, faccia parte di un materiale concimante o del terreno. Infatti, se s'impiega come solvente un acido, si è sperimentalmente dimostrato che la dissoluzione dei materiali dei terreni e dei concimi è influenzata, per lo stesso acido, dalla concentrazione, dalla temperatura e dalla durata dell'azione solvente. Ma a parte ciò, nasce spontanea questa domanda : l'azione solvente delle radici delle piante è paragonabile a quella degli acidi mineral i

adoperati nelle analisi, agendo essi per contatto su tutte le particelle del campione di terra o di concime anzichè su di alcune soltanto di esse ? e la loro azione solutiva è paragonabile a quella dei peli assorbenti radicali ? É appunto per queste ragioni che i varii autori hanno proposto solventi differentissimi, e così sin dal 1880 il DEHÉRAIN proponeva un contatto a freddo per 24 ore del campione di terra con acido acetico allungato ed il SESTINI proponeva l'acido acetico al 5 %. Nel 1910 il FRAPS propose di determinare l'acido fosforico attivo trattando per 5 ore il campione di terra con 10 volte il proprio peso di una soluzione al 5° normale di acido nitrico a 40°; e fin dal 1894 il DYER aveva proposto di trattare il campione di terra per 7 giorni con 10 volte il proprio peso di una soluzione di acido citrico all'1 %, previa scomposizione del calcare con acido citrico aggiunto in quantità corrispondente al calcare da scomporre. Il DYER, nel proporre il detto metodo, si basava sul fatto che il titolo acido medio del succo contenuto nelle radici d'un gran numero di vegetali è di 0,85 %. Invece ENGELS raccomandò l'uso di una soluzione citrica al 2 %; KUDOSCHEW propose una soluzione di acido ossalico al 5 % in base a prove fatte sulle terre nere in Russia ; qualche altro propose il citrato ammonico in debole soluzione ed il PLOT una soluzione salina ed acida corrispondente al succo della barbabietola. Ma, come osservano i professori BERTHELOT e ANDRÉ, il trattamento con gli acidi allungati o concentrati, minerali od organici, non attacca il fosforo organico, il quale si ossida a poco a poco sotto l'influenza di agenti microbici, costituendo gradatamente del fosforo attivo. Le stesse difficoltà sussistono per la determinazione della potassa attiva, sia dei terreni che dei materiali concimanti. É noto infatti che l'acqua pura ne discioglie quantità piccolissime, e circa il doppio ne discioglie l'acqua satura di CO_2 mentre notevoli quantità nello stesso campione sono disciolte dall'acido nitrico bollente. Ora il metodo ch'io propongo consiste nel determinare il fosforo attivo e la potassa attiva di un terreno o di un materiale concimante con l'impiego di organismi viventi ; e propriamente con l'impiego di forme microrganiche atte a funzionare da fermenti, i cui mezzi di dissoluzione non sono dissimili da quelli di cui dispongono le piante superiori. Fra tutte le forme microrganiche il *Saccharomyces cerevisiae* risponde molto bene allo scopo, perchè esso esige per la sua nutrizione forti dosi di fosforo e potassio, e perchè l'anidride carbonica che esso emette rappresenta uno dei solventi quasi sempre in atto nel terreno agrario. Il fermento alcoolico non può svilupparsi in assenza di fosforo e di potassio, e nemmeno può svilupparsi in presenza di materiali fosfatici e potassici non assimilabili Ciò risulta da molte esperienze e anche da quelle fatte dallo scrivente e pubblicate in una Nota presentata ai Lincei dal defunto ed illustre Prof. CUBONI il 3 maggio 1914. Su questa premessa si fonda il seguente metodo di analisi biochimica da me proposto : si prepara una soluzione nutritiva cosi costituita : acqua distillata gr. 1000, glucosio chim. puro gr. 40, solfato ammonico gr, 10, solfato di magnesio gr. 0,300, cloruro di sodio gr. 0,100, cloruro ferrico gr. 0,010. É una delle comuni soluzioni nutritive proposte per il fermento alcoolico ; soltanto che mancano l'acido tartarico ed il fosfato potassico. Si esclude l'acido tartarico, perchè esso potrebbe esercitare un'azione solvente sui materiali insolubili in esperimento e sui quali si vuole agire con un'azione esclusivamente biochimica. Supponiamo che si voglia determinare il grado di assimilabilità di un materiale fosfatico ; ecco come si procederà : si preparano due tubi graduati della capacità di circa 60 cm^3 In ciascuno di essi si versano cm^3 5 della detta soluzione nutritiva e cm^3 1 di un'emulzione di lievito, ot-

tenuta con gr. 0,8 di lievito di birra fresco in cm³ 100 di acqua distillata sterile. Si potrebbe aggiungere a ciascun tubo gr. 0,008 di lievito in pasta, ma è preferibile il primo metodo, a condizioni che si tenga l'emulsione in agitazione quando si preleva il liquido d'innesto. Al liquido di uno dei due tubi si aggiungono mg. 6 di fosfato bipotassico e nell'altro un materiale fosfatico in quantità equimolecolare del fosfato alcalino impiegato, ciò che richiede la conoscenza del titolo in anidride fosforica del materiale concimante. Si aggiunge inoltre del solfato di potassio nella quantità di mg. 6. Giò fatto i due tubi vengono capovolti sopra bagni a mercurio e posti in termostato a 28° o, se d'estate, alla temperatura dell'ambiente. Se il materiele fosfatico aggiunto al tubo N. 2 è assolutamente inassimilabile ed i prodotti adoperati sono chimicamente puri, non si avrà alcun processo fermentativo, ovvero esso sarà insignificante, mentre sarà rapido e completo nel tubo N. 1. Se invece il materiale in prova è assimilabile, si dovranno seguire i due processi fermentativi annotando con ripetute osservazioni i volumi di gas che si vanno svolgendo. Quando il processo declina, in ciascuno dei due tubi si segna il volume totale del gas raccolto ed il tempo decorso dall'inizio, volume che si corregge per ridurlo a 0° ed a 760 mm. Il volume di CO_2 corretto, diviso per le ore occorse allo sviluppo completo del processo, dà il *gas-ora* ; e dividendo questo risultato relativo al tubo 2 per quello fornito dal tubo di controllo, si ottiene il coefficiente di assimilabilità del materiale in esperimento, che sarà percentuale se si considera eguale a cento l'assimilabilità del fosfato alcalino. Esperimentando con fosfati neutri insolubili, bisognerà aggiungere al gas raccolto nel tubo graduato la CO_2 necessaria per trasformare in fosfato monobasico il fosfato tribasico e che è di circa cm³ 0,85 per i 6 mg. di fosfato neutro di calcio puro.

Se si volesse determinare il grado di assimilabilità di un materiale potassico si dovrebbe procedere in maniera analoga, però al tubo di prova si aggiungerebbe fosfato sodico e in quantità equimolecolare ai mgr. 6 di di fosfato potassico aggiunto nel tubo di controllo, e più il materiale potassico in quantità equivalente al fosfato di potassio del controllo stesso ; e perciò fare bisogna conoscere il titolo in K_2O del materiale potassico in esame. Anche in questo caso, se non si svolge nel tubo di prova alcuna fermentazione o si sviluppa una fermentazione trascurabile, si deduce che il materiale potassico in esperimento è del tutto inassimilabile. Se, invece, il materiale è assimilabile, se ne misura il grado con lo stesso procedimento indicato per i fosfati. Ai due tubi si potrebbe aggiungere un terzo tubo in cui si esclude ogni forma di composto fosfatico e potassico, e tale tubo servirà a controllare la purezza dei prodotti adoperati, perchè dovrà dare una fermentazione insignificante, che si esplica a spese delle piccole quantità di fosforo e di potassio nel lievito impiegato.

Il metodo sopra descritto è stato da me sperimentato con fosfato tricalcico chimicamente precipitato, che è risultato con un grado di assimilabilità di 65 % rispetto al fosfato alcalino solubile. Altri materiali dei quali è nota la scarsa o nessuna assimilabilità, cimentati col metodo indicato, hanno rivelata la loro condizione ; così, ad esempio, la leucite macinata, da sola o mescolata con la fluorina, non ha dato alcun sviluppo gassoso.

L'impiego del metodo da me proposto richiede che il materiale da valutarsi non contenga materie tossiche per il lievito ; infatti il perfosfato ha dato risultati negativi per l'acido solforico libero che contiene ; ma lo stesso perfosfato, con aggiunta di carbonio, di calcio, ha dato invece una rapida fermentazione.

Finisco la presente relazione con l'augurio che l'argomento sia ripreso dai cultori di pedologia ed esteso non solo ai vari materiali concimanti, ma anche ai terreni, facendo esperimenti di campo e prove coi metodi chimici di analisi, al fine di controllare i risultati del metodo da me proposto.

Prof. C L- MIA, *Rome*. — **Nouvelle méthode d'estimation de l'assimilabilité des engrais phosphoriques et potassiques.**

RÉSUMÉ.

Pour l'estimation du phosphore et du potassium actifs contenus dans les engrais et dans les terres on a proposé plusieurs méthodes qui ne réalisent pas exactement leur but. La méthode que je vais proposer se fonde sur la propriété de la levure d'utiliser en grande quantité le phosphore et le potassium actifs et de ne pas utiliser ces éléments lorsqu'ils affectent une forme non assimilable. Cette méthode est préférable aux dissolutions acides minérales ou organiques, puisque on peut supposer, par analogie, que si un matériel n'est pas utilisé par la levure, il ne sera pas utilisé par les plantes supérieures.

Pour estimer le degré d'assimilabilité d'un matériel de la terre ou d'un engrais, avec la méthode proposée, on opère de la manière suivante : On prépare une solution nutritive contenant 4 % de glucose et les élements minéraux, sauf le phosphate de potassium, et l'acide tartarique, et on la verse dans les tubes, cm³ 5 par tube ; on ajoute cm³ 1 d'une émulsion de levure obtenue avec gr. 0,08 de levure et cm³ 100 d'eau stérile. Au tube nº 1 (témoin) on ajoute mgr. 6 de phosphate potassique et au tube nº 2 d'épreuve on ajoute le matériel phosphaté (analysé auparavant) en quantité correspondante aux mgr. 6 de phosphate de potassium, et mgr. 6 de sulfate de potassium. On met les tubes a 28° C. On suit le dégagement de CO_2 faisant plusieurs observations par jour. Lorsque la fermentation décline, on mésure CO_2 dégagé et récueilli dans les tubes renversés sur le bain à mercure On réduit les volumes à 0° et à 760 mm., et on les divise par les heures employées ; le quotient est le *gaz-heure*. Le rapport entre le gaz-heure du tube d'épreuve et le gaz-heure du tube témoin donne le dégré d'assimilabilité du matériel essayé. Lorsque manque la fermentation dans le tube d'épreuve ou qu'elle est négligeable, on peut dire que le matériel n'est pas assimilable. Pour la potasse de la terre ou des engrais, on procède de la même manière : dans le tube d'essai on met le matériel potassique en quantité correspondante au phosphate de potassium et on ajoute du phosphate de soude. Pour appliquer a méthode décrite il faut que le matériel ne contienne pas de substances toxiques pour la levure.

Prof. CORRADO LUMIA, *Rome (Italy)*. — **New Method to estimate the Availability of phosphoric and potassic Fertilisers.**

ABSTRACT.

For the estimation of active phosphorus and potassium in fertilisers and soil several methods have been proposed, without good results.

The authors' method is based on the property of yeast to use up the greater

part of actifve phosphoric acid and potassium, and not to use these elements when they are present in unavailable form. This method is preferable to solution in mineral or organic acids, because we may suppose that these matters are not absorbed by higher plants if they are not absorbed by yeast.

Practical execution of the method :

A nutritive solution is prepared with 4 % glucose and mineral elements except potassium phosphate, and without tartric acid. This solution is put in tubes, 5cm³ in every tube ; an emulsion of yeast is made with 0.8 gr. yeast and 100 cm³ sterile water, and 1 cm³ of this emulsion added to each tube. To tube nº I (check) 6 mgr. bipotassic phosphate is added ; and to test-tube nº II a quantity (corresponding to 6 mgr. potassium phosphate) of the material to be tested and also 6 mgr. potassium sulphate. The tubes are heated to 28ºC. The production of CO^2 is followed, making several observations a day. When fermentation diminishes, the produced CO^2, which has been captured in glass tubes in a mercury bath, is measured. The volumes are reduced to 0º and 760 mm., and the numbers are divided through the the number of hours used. The quotient is the *gas-hour*. The ratio of the gas-hour of the testing tube and the check tube gives the degree of availability of the tested material.

When there is little or no fermentation in the test-tube, the material is not available.

For the determination of potassium in fertilisers or soil, the proceeding in similar : in the test-tube is added the potassic material in a quantity corresponding to the potassium phosphate and some sodium phosphate.

For the application of this method it is of course necessary, that the material does not contain any substance toxic for yeast.

Professors J. G. LIPMAN and S. A. WAKSMAN,
New Jersey Agricultural Esperiment Station, New Brunswick, N. J., U. S. A.

BACTERIA CONCERNED IN THE OXIDATION OF SULFUR IN THE SOIL.

It has been suggested elsewhere, that a good workable basis for the study of the bacteria capable of oxidizing sulfur and its compounds is offered by a division of all the organisms concerned into three physiological groups, namely : 1. sulfide bacteria, 2. thiosulfate bacteria, and 3. sulfur bacteria ; or those bacteria which oxidize primarily hydrogen sulfide, thiosulfate and elementary sulfur.

The first group of organisms includes (*a*) the thread forming sulfur bacteria accumulating sulfur within their cells, (*b*) the non-thread forming bacteria accumulating sulfur within their cells and (*c*) the purple bacteria, in so far as they have anything to do with the oxidation of sulfur. Organisms belonging to these three subgroups have been found chiefly in sulfur springs, sea water and curative muds. There is very little information available on the existence and activities of these bacteria in normal soils, and it is quite probable that very few representatives of the whole first group play any part at all in the transformation of sulfur compounds in the soil.

The second group, or the thiosulfate bacteria (thionic acid bacteria, according to OMELIANSKI) have been found in sea water, river water, soil, atmosphere, etc. Although only two species have been described as belonging to this group, namely *Thiobacillus thioparus* Beij. and *Thiobacillus denitrificans* Beij., it is probable that many more forms exist, as indicated by distinct differences in the physiological activities of the organisms reported by the various investigators. It is also probable, that we are dealing here with one variable organism or group of organisms closely related in their morphological and physiological characteristics. In relation to energy, the representatives of this group vary from obligate autotrophic to facultative autotrophic. In relation to sulfur, they all oxidize thiosulfate with the formation of elementary sulfur or transformation of the thiosulfate to sulfates and persulfates, and are favoured by an alkaline reaction. In relation to oxygen, they vary from aerobic to anaerobic : the *Th. denitrificans* is capable of deriving its oxygen by the reduction of nitrate, under anaerobic conditions. The second group of bacteria oxidizing sulfur and sulfur compounds can thus be divided also into two subgroups : (*a*) those that oxidize thiosulfate into sulfate and elementary sulfur and probably also oxidize elementary sulfur to sulfuric acid (*Th. thioparus*) and (*b*) those that oxidize thiosulfate to sulfates and persulfates, capable of growing under anaerobic conditions and utilizing the oxygen of the nitrate molecule. These organisms, especially the second subgroup, are of wide occurrence in the soil, will grow readily in media having an alkaline reaction and will oxidize elementary sulfur comparatively slowly.

Group three is so far known to consist of a single species, namely *Thiobacillus thiooxidans*. This organism prefers acid media, is obligate autotrophic, oxidizes very rapidly elementary sulfur to sulfuric acid. It is found around sulfur mines and in soils which have received applications of elementary sulfur.

In addition to these sulfur bacteria, there are many other organisms in the soil capable of oxidizing small amounts of sulfur. It remains to be seen, whether these organisms are heterotrophic, as reported by some investigators, or whether they belong to one of the three groups enumerated above.

Thiobacillus thiooxidans can readily be isolated from soil containing this organisms, as in the case of soils treated with elementary sulfur, soil around sulfur mines, or rock-phosphate-sulfur-soil composts, in the following manner :

1 to 10 gm. portions of soil are added to 100 cc portions of a medium having the folloving composition :

Distilled water	1000 cc.
$(NH_4)_2\ SO_4$	0.20 gm.
$MgSO_4\ 7H_2O$	0.50 »
$CaCl_2$	0.25 »
KH_2PO_4	3.00 »
$FeSO_4$	Trace
Sulfur	10.0 »

The sulfur is weighed out separately into the flasks, the proper amount of

medium is added, the flasks are plugged with cotton and sterilized, in flowing steam, on three consecutive days for 30 minutes each.

After the flasks are inoculated with the proper amount of soil, they are incubated at 25°-28° C. The presence of the organism will be indicated by turbidity of the medium, which takes place in 4 to 8 days, according to the abundance of the organism. After the culture has developed for a few days, as indicated by the turbidity, increase in acidity and sulfate content in the medium, transfers are made into fresh flasks of medium. By repeated transfer, a pure culture can be obtained, especially if a large amount of acid is allowed to accumulate in the medium, when the culture is grown for 20-25 days before transferring, by using a high dilution or by adjusting the initial reaction of the medium to a pH = 2.0 during a few transfers.

However, the organism can also be obtained pure by streaking out upon a solid medium of the following composition :

Distilled water	1000 cc.
$Na_2S_2O_3$	5.0 gm.
NH_4Cl	0.1 »
$CaCl_2$	0.25 »
KH_2PO_4	8.00 »
Agar	20.00 »

The organism forms on this medium minute pale colonies, in contradistinction to the *Th. thioparus*, which form sulfur yellow colonies on the original BEIJERINK medium, which is alkaline in reaction.

Thiobacillus thiooxidans Fig. 23 is a short rod, with rounded ends, looking in stained preparations almost like a coccus ; it is about 0.5-0.75 μ. long by about 0.3-0.5 μ. wide. It stains readily with common stains. No flagellae have been demontratsed, the organism is usually non-motile, although in young cultures slight motility has sometimes been observed. The organism is aerobic ; it is obligate autotrophic, deriving its carbon from carbon dioxide either in the atmosphere or in solution and its energy primarily from the oxidation of elementary sulfur, but also from thiosulfates and certain sulfides. The sulfur is oxidized to sulfuric acid, according to the formula

$$S + 3\,O + H_2O = H_2SO + 142.3 \text{ cal}$$

For every gram of carbon assimilated from CO_2, about 32 parts of sulfur are oxidized, the ratio being wider in the presence of injurious substances like nitrates, or about 6.7 per cent of the energy liberated in the oxidation of sulfur is utilized for the chemosynthetic assimilation of carbon from carbon dioxide.

Thiosulfate is oxidized as follows :

$$Na_2S_2O_3 + 2\,O_2 + H_2O = Na_2SO_4 + H_2SO_4$$

The ratio of sulfur oxidized, in the form of thiosulfate, to the carbon assimilated is about 64, or twice as high as in the case of elementary sulfur, due to lower amount of energy liberated.

The organism obtains its nitrogen readily from ammonium salts, but also from nitrates and organic sources ; nitrates become, however, toxic in concentrations of 0.02 molar. Peptones and amino acids also exert an injurious influence

PLANCHE IV.
PLATE IV.
TAFEL IV.
TAVOLA IV.

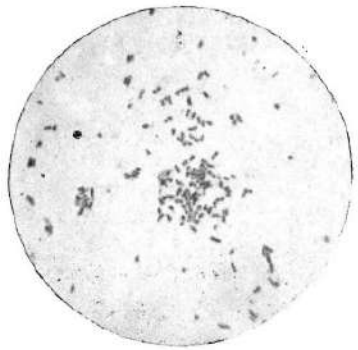


FIG. 23. — Thiobacillus thiooxidans.

upon the growth of the organism in certain concentrations (about 0.5 per cent).

This injurious influence of nitrates and protein derivatives is exerted primarily upon the respiration of the organism. Dextrose and other carbohydrates, however, do not exert any injurious influence even in concentrations up to 5 per cent, in some cases even a slight stimulating effect has been observed. The organism will act in reactions ranging from pH 1.0 to 6.0 with a drop at both ends of the series. Here again it is distinctly different from *Th. thioparus* and *Th. denitrificans* which act best in alkaline ranges. With elementary sulfur as a source of energy and an initial reaction of pH = 4.0, there will be a continued increase in acidity till the pH goes down to 1.0 or less. With thiosulfate as a source of energy, the final pH is about 1.6 to 1.8 due to the nature of the salt.

When calcium phosphate is present in the medium or is added during the period of active growth, it will interact with the sulfuric acid formed to give gypsum and soluble phosphates and later phosphoric acid.

$$Ca_3(PO_4)_2 + H_2SO_4 + 2\,Ca\,HPO_4 + CaSO_4$$
$$2CaHPO_4 + H_2SO_4 + Ca(H_2PO_4)_2 + CaSO_4$$
$$Ca(H_2PO_4)_2 + H_2SO_4 = 2H_3PO + CaSO_4$$

The gypsum will accumulate in the medium in the form of a layer of crystals at the bottom of the flask and the phosphate will go into solution.

These activities of the organism, namely the formation of the sulfuric acid from elementary sulfur and the action of the acid in the soil and upon tri-calcium phosphate suggest its possible economic importance.

The facts noted above suggest certain important applications. The oxidation of elementary sulfur in soils may be made a potent means for increasing the hydrogen ion concentration of the soil solution to a point where the microbiological flora may be profoundly affected. In the case of certain diseases, like potato scab or sweet potato scurf, the use of sulfur has been shown to be an effective remedy, wherever adequate quantities were used to lower the hydrogen ion exponent to a sufficient degree. The use of sulfur has been recommended also for the control of soil-infesting insects, of nematodes and of troublesome weeds. The reclamation of alkali soils by means of applications of sulfur has also been considered in an experimental way, and much interesting and valuable information on the subject developed. In some localities sulfur has been shown to be effective as a plantfood for certain crops. In other instances it has been found that small quantities of sulfur may exert a stimulating effect on plant growth. These and oher applications have, therefore, made the study of the relations of sulfur to crop production an interesting and many-sided one. It has been shown, among other things, that pure cultures of sulfur-oxidizing bacteria, when added to sulfur increase the effectiveness of the latter in causing the changes noted above. Sulfu inoculated with cultures of *Thiobacillus thiooxidans* is already extensively used in the United States for the control of diseases of potatoes and sweet potatoes.

The commercial uses of inoculated sulfur have, incidently, raised many interesting questions from the point of view of the soil microbiologist. How long does *Thiobacillus thiooxidans* remain viable on dry sulfur? How is it affcteed by

atmospheric conditions? What methods may be employed for the restoring of cultures that had been weakened by culture under artificial conditions? What is the relation of sulfur to the effectiveness of ingredients commonly present in commercial manures? To what extent to physical and chemical properties of soil influence the oxidation of sulfur by *Thiobacillus thiooxidans*? It is obvious, that these and many other questions offer to the soil microbiolgist an abundance of interesting problems.

J. G. LIPMAN et S. A. WAKSMAN, *New Brunswick, N. J. (Etats-Unis).* — **Les bactéries participant à l'oxidation du soufre dans le sol.**

RÉSUMÉ.

L'auteur a proposé déjà ailleurs de diviser en trois groupes physiologiques les bactéries capables d'oxyder le soufre et ses composés : 1) Les bactéries des sulfures ; 2) celles du thiosulfate ; et 3) celles du soufre, ou bien les bactéries qui oxydent en premier lieu l'hydrogène sulfuré, le thiosulfate et le soufre élémentaire.

Le premier groupe comprend : *a*) les bactéries formant des fils, et accumulant le soufre dans leurs cellules, *b*) les bactéries, ne formant pas de fils et accumulant du soufre dans leurs cellules et *c*) les bactéries pourpres qui ont quelque chose à faire dans l'oxydation du soufre. Ces bactéries ont été trouvées principalement dans les sources sulfureuses, dans l'eau de mer, et dans les boues curatives. Il y a peu de données sur l'existence et l'activité de ces bactéries dans les sols normaux et il est probable que fort peu de représentants de ce groupe jouent un rôle quelconque dans la transformation du soufre dans le sol.

Les bactéries du thiosulfate, ont été trouvées dans l'eau de mer, l'eau de rivière dans le sol, dans l'atmosphère, etc. Seules deux espèces de ce groupe ont été, décrites, c'est à dire, *Thiobacillus thioparus* Beij. et *Thiobacillus denitrificans*, Beij., mais il est probable qu'il existe une grande quantité de formes différentes, vu les différences marquées dans l'activité physiologique des organismes rapportés par les différents savants. Il est également probable que nous avons à faire ici à un organisme variable ou un groupe d'organismes se touchant de près dans leurs caractéristiques morphologiques et physiologiques. Par rapport à l'énergie vitale ils varient d'autotrophiques à facultativement autotrophiques.

Par rapport au soufre, ils oxydent tous le thiosulfate, en formant du soufre élémentaire, ou bien en transformant le thiosulfate en sulfates et persulfates. Ils préfèrent une réaction alcaline. Ils varient d'aérobies à anérobies, et dépendent de la présence de nitrate, dont ils tirent leur oxygène. Le second groupe de bactéries oxydant le soufre, peut donc être subdivisé en deux groupes: *a*) celles qui oxydent le thiosulfate en formant du sulfate et du soufre élémentaire; *b*) celles qui oxydent le thiosulfate en formant du sulfate et du persulfate, capables de se développer dans des conditions anaérobiques et capables d'utiliser l'oxygène de la mollécule de nitrate. La seconde subdivision se rencontre généralement dans les sols, elle se développe dans les milieux à réaction alcaline et oxyde le soufre élémentaire avec une lenteur relative.

Le troisième groupe ne comprend jusqu'ici qu'une seule espèce : *Thiobacillus thiooxydans*. Cet organisme préfère les milieux acides, il est obligatoirement autotrophique et il oxyde très rapidement le soufre élémentaire en formant de l'acide sulfurique. On le rencontre dans le voisinage des mines de soufre et dans les sols qui ont été traités avec du soufre élémentaire.

A part ces bactéries, il existe dans le sol bien d'autres organismes, capables d'oxyder de petites quantités de soufre. Reste à savoir si ces organismes sont hétérotrophiques, comme le prétendent certains auteurs, ou s'ils appartiennent à un des trois groupes décrits ci-dessus.

JACOB G. LIPMAN and SELMAN A. WAKSMAN, *New Brunswick, N. J. (U. S. A.).*

— Bacteria concerned in the Oxidation of Sulfur in the Soil.

ABSTRACT.

It has been suggested elsewhere to divide the bacteria capable of oxidizing sulfur and its compounds into three physiological groups : 1. Sulfide ; 2. Thiosulfate ; and 3. Sulfur bacteria, or those bacteria which oxidize primarily hydrogen sulfide, thiosulfate and elementary sulfur.

The first group of organisms includes (*a*) the thread forming sulfur bacteria accumulating sulfur within their cells, (*b*) the non-thread forming bacteria accumulating sulfur within their cells and (*c*) the purple bacteria, in so far as they have anything to do with the oxidation of sulfur. These bacteria have been found chiefly in sulfur springs, sea water and curative muds. There is very little information available on the existence and activities of these bacteria in normal soils, and it is quite probable that very few representatives of this group play any part at all in the transformation of sulfur in the soil.

The second group, or the thiosulfate bacteria, have been found in sea water, river water, soil, atmosphere, etc. Although only two species have been described as belonging to this group, namely, *Thiobacillus thioparus* Beij. and *Thiobacillus denitrificans* Beij., it is probable that many more forms exist, as indicated by distinct differences in the physiological activities of the organisms reported by the various investigators. It is also probable that we are dealing here with one variable organism or group of organisms closely related in their morphological and physiological characteristics. In relation to energy, they vary from obligate autotrophic to facultative autotrophic. In relation to sulfur, they all oxidize thiosulfate, with the formation of elementary sulfur, or transformation of the thiosulfate to sulfates and persulfates, and are favored by an alkaline reaction. They vary from aerobic to anaerobic, depending on the presence of nitrate from which they derive their oxygen. The second group of bacteria oxidizing sulfur can thus be divided also into two subgroups : (*a*) those that oxidize thiosulfate to sulfate and elementary sulfur and (*b*) those that oxidize thiosulfate to sulfates and persulfates, capable of growing under anaerobic conditions and of utilizing the oxygen of the nitrate molecule. The second subgroup is of wide occurrence in the soil, grows in media having an alkaline reaction and oxidizes elementary sulfur comparatively slowly.

Group three is so far known to consist of a single species namely *Thiobacillus thiooxidans*. This organism prefers acid media, is obligate autotrophic, oxidizes very rapidly elementary sulfur to sulfuric acid. It is found in the vicinity of sulfur mines and in soils which have received applications of elementary sulfur.

In addition to these sulfur bacteria, there are many other organisms in the soil capable of oxidizing small amounts of sulfur. It remains to be seen whether these organisms are heterotrophic, as reported by some investigators, or whether they belong to one of the three groups enumerated above.

DR. L. PETRI,

Direttore del Laboratorio di Patologia e Fisiologia, Istituto superiore forestale, Firenze, Italia.

INFLUENZA DELLA LAVORAZIONE DEL TERRENO SOPRA I MICRORGANISMI DEL SUOLO.

Dalla R. Stazione Sperimentale di Selvicultura mi sono stati dati in esame dei campioni di terreno, provenienti dai dintorni di Cagliari, dove da alcuni anni vengono eseguiti rimboschimenti a base di Leccio (*Quercus ilex*). Una parte dei campioni corrispondeva al terreno non lavorato, sul quale, prima della semina *a spaglio*, era stata solo tagliata la vegetazione spontanea di *Cistus*; l'altra parte corrispondeva al terreno lavorato assai profondamente *a buchette*. Mentre nel primo la germinazione delle ghiande era avvenuta normalmente e le piantine erano cresciute vigorose, nel secondo terreno la germinazione era avvenuta solo in minima parte e le poche piantine nate erano rapidamente deperite e disseccate senza presentare traccie d'attacchi parassitari. Il fatto è stato constatato in più località a diverse altitudini e sopra terreni di diverse formazioni geologiche.

Notevole è la perdurante sterilità del terreno lavorato anche dopo due anni dalla lavorazione.

L'analisi bacteriologica, eseguita sulla terra superficiale, ha dato i seguenti resultati per quanto riguarda le tre categorie di microrganismi quí sotto indicati:

I. Terreno seminato *a spaglio* (strato superficiale):

Batteri	fissatori di Azoto (*Azotobacter*) N. dei germi p. gr. terra	2800-4000
»	nitrificanti (Nitrobacteri) . . » » » » »	4000-5000
»	ammoniacali . . . . . » » » » »	2500-3000

II. Terreno seminato *a buchette* (strato superficiale):

Batteri	fissatori di Azoto (*Azotobacter*) N. dei germi p. gr. terra	0
»	nitrificanti (Nitrobatteri) . . » » » » »	1000
»	ammoniacali . . . . . » » » » »	300

Le mucoracee sono state trovate quasi nella identica quantità nei due campioni di terreno; nel secondo si è sviluppata una *Streptothrix* a colonie gialle, riferibile alla *S. aurantiaca* ROSSI-DORIA. I germi di questo microrganismo, sviluppatosi nelle colture piatte destinate all'isolamento dell'*Azotobacter*, sommavano a 65.000 per

gr. di terra. L'estratto acquoso del terreno era reso sensibilmente più giallo dal pigmento di questa *Streptothrix* che mancava completamente nel terreno non lavorato.

Sembra che la composizione chimica dei due campioni esaminati non differisca in modo apprezzabile, anche la reazione [1] è quasi identica essendo risultato il valore di PH = 7,0 per il terreno non lavorato e = 7,2 per quello lavorato. Merita piuttosto tutta la nostra attenzione, nella ricerca di una spiegazione dei risultati qui riferiti, l'effetto che la siccità prolungata ed eccessiva ha avuto nel terreno lavorato sulla vita di molti microrganismi, sia direttamente nell'alterarne i reciproci rapporti di sviluppo, sia indirettamente col modificare più o meno profondamente le proprietà fisiche del terreno.

L'analisi batteriologica, ripetuta su campioni prelevati dopo pochi mesi dalla lavorazione del terreno, ha dato i resultati seguenti, che dimostrano la lenta e progressiva influenza che la lavorazione stessa ha sullo sviluppo dei microrganismi.

I. Terreno seminato *a spaglio* (strato superficiale):

Batteri	fissatori di Azoto (*Azotobacter*) N. dei germi p. gr. terra	2000-3000
»	nitrificanti (Nitrobatteri) . . . . » » » » »	4000-5000
»	ammoniacali . . . . . » » » » »	3000-5000

Idem (strato profondo a 50 cm).

Batteri	fissatori di azoto (*Azotobacter*) » » » » »	0
»	nitrificanti (Nitrobatteri) . . . » » » » »	0
»	ammoniacali . . . . . » » » » »	1000

II. Terreno seminato *a buchette* (strato superficiale)

Batteri	fissatori di azoto (*Azotobacter*) N. dei germi p. gr. terra	0-300
»	nitrificanti (Nitrobatteri) . . . » » » » »	1000
»	ammoniacali . . . . . » » » » »	1500-2000

Idem (strato profondo a 50 cm.):

Batteri	fissatori di azoto (*Azotobacter*) » » » » »	0
»	nitrificanti (Nitrobatteri) . . . . » » » » »	0
»	ammoniacali . . . . . » » » » »	1000

Manca completamente la *Streptothrix aurantiaca*. Le *mucoracee* si trovano nella stessa quantità nelle due sorta di terreno.

Confrontando i resultati dell'analisi batteriologica relativa al terreno lavorato da pochi mesi con quelli dell'analisi del terreno lavorato da due anni, risulta assai evidente la dipendenza dello sviluppo di alcuni microrganismi utili dalle condizione fisiche determinate nel terreno dalla lavorazione. I fatti osservati sono dovuti senza dubbio alla più rapida evaporazione dell'acqua nel terreno lavorato, mentre questa perdita non è compensata in modo sufficiente dall'interrotta ascesa dell'acqua per capillarità dagli strati più profondi.

[1] Determinazione cortesemente eseguita dal DR. L. ELDMANN del Laboratorio di Geologia del R. Istituto Superiore Forestale.

Dr. L. PETRI. *Florence (Italie).* — **Influence du labourage du terrain sur les microorganismes du sol.**

L'année dernière, l'auteur reçut de la Station expérimentale forestière deux échantillons de sol, des environs de Cagliari, pour en faire l'analyse bactériologique. Sur ces terrains avaient été semés des chênes-verts. Un des échantillons avait été prélevé dans un terrain non labouré, sur lequel on avait simplement coupé la végétation spontanée de *Cistus*, avant la semence à la volée. L'autre avait été prélevé dans un terrain labouré assez profondément. Tandis que sur le premier terrain la germination s'était faite normalement et les plantes s'étaient bien développées, sur le second la germination avait eu lieu dans quelques endroit seulement et les quelques plantes avaient dépéri, et s'étaient désséchées. Ce fait a été constaté dans plusieurs régions, a diverses altitudes et sur des terrains de formation géologique différente. La stérilité du terrain labouré s'est même montré permanente pour deux ans après le labourage. L'analyse bactériologique du terrain superficiel a donné en moyenne les résultats suivants :

	Nombre d'organismes pour 1 gr. de sol	
	non labouré	labouré
Bactéries ammonifiantes	2 500	300
Fixateurs d'azote (azotobacter)	4 000	0
Bactéries nitrifiantes (nitro-bactéries)	5 000	1 000

Tandis que les mucoracées ont été trouvées à peu près en quantité égale, dans les deux échantillons, une énorme quantité d'un *Streptothrix* s'est développée dans le terrains labouré. Cela serait *S. aurantiaca Rossi-Doria*, en colonies jaunes. Les germes de ce microorganisme, développés sur les cultures destinées à l'isolation d'*Azotobacter*, montent à 65.000 par gr. de terre.

L'extrait acqueux du terrain est rendu sensiblement plus jaune par le pigment de ce *Streptothrix*, qui manque totalement dans le terrain non labouré.

Des résultats analogues ont été obtenus par l'analyse du sol prélévé à 50 cm. de profondeur. La composition chimique des deux échantillons paraît être pareille ; aussi la réaction [1] fut presque identique : pH = 7.0 pour le terrain non labouré et pH = 7.2 pour le terrain labouré.

En cherchant une explication des résultats susdits, l'effect de la siccité prolongée et excessive du terrain, mérite d'être considérée. Cette siccité influa sans doute sur la vie et le développement des microrganismes, soit en agissant directement, soit en modifiant les propriétés physiques des constituants du terrain, spécialement des colloïdes. Naturellement cette question demande d'être étudiée expérimentalement. L'auteur ne veut ici qu'attirer l'attention sur l'influence bienfaisante ou nuisible, que le labourage peut avoir, selon les conditions locales sur les microorganismes du sol.

[1] Le docteur L. EDLMANN, du Laboratoire géologique du R. Istituto Superiore Forestale, a bien voulu exécuter cette détermination.

L. PETRI, *Florence (Italy).* — **Influence of Ploughing on Soil Micro-organisms.**

Last year the author received from the Forestal Experiment Station, two soil samples from the neighbourhood of Cagliari, to make the bacteriological analysis. On these fields green-oaks had been sown. One of the samples had been taken in a field which had not been ploughed, on which the natural vegetation of *Cistus* had been cut, before the sewing. The other sample had been taken in a rather deeply ploughed field. On the first field germination has been natural, and the plants had grown well, whereas on the second field germination had only taken place on a few spots and the rare plants had perished or dried up. This fact has been noted in several other regions, at different altitudes, and on soils of different geological types. The sterility of the ploughed field was even permanent for 2 years after the ploughing. The bacteriological analysis of the surface soil gave the following average results :

	Number of organisms per 1 gm. soil	
	not-ploughed	ploughed
Ammonifying bacteria	2 500	300
Nitrogen fixing bacteria (azotobacter)	4 000	0
Nitrifying bacteria (nitro-bacteria)	5 000	1 000

Mucoracae have been found in about equal amounts, in both samples ; whereas a large amount of a *Streptothrix* had developped in the ploughed field. This is supposed to be *S. aurantiaca Rossi-Doria*, in yellow colonies. These micro-organisms, developed on cultures made for the purpose of isolating *Azotobacter*, ammounted to 65.000 for each gm. of soil.

The water-extract of this soil is more yellow through the pigment of this *Streptothrix*, which is totally lacking in the un-ploughed field.

Similar results have been obtained with soil samples taken at a depth of 50 cm. The chemical composition of both samples seems to be similar, and also the soil reaction (1) was nearly identical : pH = 7.0 for the un-ploughed field, and pH = 7,2 for the ploughed field.

In looking for an explanation of the above results, the effect of an excessive and prolonged drought might be considered. This drought certainly influenced the life and growth of the micro-organisms, either directly or by modifying the physical properties of the field, especially of the colloids.

Of course this question ought to be studied experimentally. The author notes here only the beneficial or injurious influence which ploughing has on the soil micro-organisms, depending on local conditions.

[1] Dr. L. EDLMANN of the geological laboratory of the R. Istituto Superiore Forestale, has kindly made his determination.

Dr. J. ZIEMIECKA,

Ecole centrale d'Agriculture, Varsovie, Pologne.

L'INFLUENCE DE L'ALCOOL ÉTHYLIQUE SUR CERTAINS PROCESSUS MICROBIOLOGIQUES DU SOL.

En suivant le travail du prof. J. M. POMORSKI [1], qui vient de constater que l'alcool ajouté au sol arable produit une diminution des récoltes, l'auteur s'est proposé d'en chercher les causes par voie microbiologique.

On a donc fait des épreuves sur la nitrification et l'assimilation de l'azote libre, avec des sols de plusieurs types, en les soumettant à l'influence de l'alcool à concentrations diverses.

Les épreuves furent exécutées pour la nitrification en des vases contenant des sols frais, auxquels on avait ajouté 0,5 % de sulphate d'ammonium et 0 ou 0,2 % d'alcool.

Pour la culture de l'azotobacter et d'autres microbes assimilateurs on s'est servi du milieu de BEIJERINCK ou bien de simples mélanges d'eau avec 10 % de sol frais, auxquels on ajoutait : 0.0, 0.1, 0,2 . . . . . 10 % d'alcool.

Résultats : I. L'influence de l'alcool sur la nitrification dans le sol :

1) La quantité des nitrates, obtenue dans le sol par la nitrification du sulphate d'ammonium, était considérablement inférieure lors de la présence de l'alcool que sans ce facteur.

2) On a constaté en même temps la disparition rapide d'ammoniaque dans le sol avec l'alcool.

3) Tout en influençant le processus de nitrification, l'alcool ne diminuait pas la quantité des microbes nitrificateurs dans le sol.

4) Ce facteur causait un developpement frappant de moisissures (même à l'œil nu) ainsi que de microbes ammonifiants et de l'Azotobacter.

5) La quantité de l'azote total, déterminée au commencement et après un mois de culture, augmentait considérablement avec l'alcool, tandis que sans ce facteur les variations du bilan d'azote étaient relativement petites. C'est donc une preuve de plus que l'alcool favorise la fixation de l'azote libre dans le sol.

II. L'influence de l'alcool en concentrations diverses sur le développement de l'Azotobacter et du Clostridium dans les cultures liquides crues :

1) Le nombre de l'Azotobacter (formation de pellicules sur les cultures) augmentait à partir de 0.5 % d'alcool.

La quantité de 1,0 à 2,0 % causait le développement maximum; à 2,5 % il y eut une légère diminution, et à 5,0 % d'alcool on constatait à peine la présence du microbe en question.

[1] Prof. J. MIKULOWSKI POMORSKI. Działanie nawozów azotowych w rozmaitych warunkach. Krakow. Cracovie, 1923.

2) Le nombre des Clostridiums n'augmentait pas en ces cultures liquides sous l'influence de l'alcool, et il a fallu des quantités plus grandes que 5,0 % de ce composé pour arrêter le développement du microbe cité, mais on le trouve parfois même en présence de 10 % d'alcool dans la culture.

Dr. J. ZIEMIECKA, *Warsaw (Poland)*. — **The Influence of Ethyl Alcohol on certain Microbiological Processes in the Soil.**

In continuance of the work of Prof. J. M. POMORSKI[1] who has recently stated that the addition of alcohol to arable land causes a reduction in the crops, the writer has endeavoured to discover the causes of this phenomenon in the light of microbiology.

He has therefore carried out experiments on the nitrification and assimilation of free nitrogen with different types of soils under the influence of alcohol of different degrees of strength.

The nitrification experiments were carried out with samples of fresh soil to which were added 0.5 % of sulphate of ammonia and 0 or 0.2 % of alcohol.

For cultures of Azotbacter and other nitrogen assimilating microbes the BEIJERINCK conditions were used or simple mixtures of water with 10 % of fresh soil to which were added 0.0, 0.1, 0.2 of 10 % alcohol.

Results :— I. The influence of alcohol on nitrification in the soil.

1. The quantity of nitrates produced in the soil by the nitrification of sulphate of ammonia was considerably lower when alcohol was present than when it was absent.

2. At the same time the rapid disappearance of ammonia in the soil when heated with alcohol was observed.

3. Although exercising an influence on the process of nitrification the alcohol did not diminish the number of nitrifying organisms in the soils.

4. This factor caused a striking increase in moulds, visible even to the naked eye, and also of ammonifying organisms and of Azotobater.

5. The quantity of nitrogen as a whole, as determined at the beginning and after a month of culture, increases considerably with alcohol, while in absence of this factor the variations in the amount of nitrogen were relatively small. Here may be found as further proof that alcohol encourages the fixation of free nitrogen in the soil.

II. The influence of alcohol of different strengths on the development of Azotobacter and Clostridium in crude liquid cultures.

1. The number of Azotobacter (formation of films on the cultures) increased with from 0.5 % of alcohol upwards.

The addition of 1-2 % causes the maximum development : at 2.5 % there was a slight decrease and with 5 % of alcohol the presence of the microbe was scarcely perceptible.

2. The number of Clostridium did not increase in these liquid cultures under the influence of alcohol and quantities higher than 5 % were required to check the development of the microbe and it is sometimes found with as much as 10 % of alcohol in the culture.

[1] Prof. J. MIKULOWSKI POMOSKI. Działanie nawozów azotowychw rozmaitych warunkach. Cracow, 1923.

Dr. J. PĚKAVA,

Wissenschaftliche Mitarbeiter des radiologischen Institutes der Tschechoslowakischen Republik, Prag.

DIE RADIOAKTIVITÄT DES BODENS UND DER LUFT UND DER EINFLUSS AUF DIE BIOCHEMISCHEN VORGANGE IM BODEN.

REFERAT.

Durch die Untersuchungen, welche in dem Radiologischen Institut in Prag von Dr. STOKLASA, sowie seinen Mitarbeiter ausgeführt worden sind, ist es deutlich erwiesen, dass die Radioaktivität der Luft und des Bodens ein wichtiger Vegetationsfaktor ist. Der Boden, sowie die Bodenluft, enthält verschiedene Radioaktivität, namentlich in den Eruptivgesteinen, ist die Radioaktivität des Bodens und der Luft viel grösser, als in dem Boden und der Luft des Sedimentärgesteins.

Meine Untersuchungen haben dokumentiert, dass die Lebensprozesse der Microorganismen in dem radioaktiven Boden viel schneller vor sich gehen, als in nicht radioaktiven Böden. Namentlich die Atmungsprozesse der Mikroorganismen gehen mit grösserer Energie vor sich, was bei der Bildung von Kohlendioxyd und Bikarbonaten im Boden eine grosse Rolle spielt, weil dadurch die Fruchtbarkeit des Bodens erhöht wird.

Dr. J. PENKAVA, *Prague. (Tchécoslovaquie)* — **La radioactivité du sol et de l'air et son influence sur les processus biochimiques du sol.**

RÉSUMÉ.

Les recherches exécutées à l'Institut radiologique de Prague par le Dr. STOKLASA et ses collaborateurs ont démontré clairement, que la radioactivité de l'air et du sol est un facteur de végétation très important. Le sol, ainsi que l'air du sol, contiennent différentes sortes de radioactivités. Dans les roches éruptives la radioactivité du sol et de l'air est bien plus marquée que dans le sol et l'air des roches sédimentaires.

Les recherches de l'auteur ont démontré que les processus biologiques des microorganismes ont lieu bien plus rapidement dans le sol radioactif que dans le sol non radioactif. Surtout la respiration des microorganismes a lieu avec plus d'énergie, ce qui par la production de bioxyde de carbone et de bicarbonates dans le sol, a une grande importance, puisque la fertilité du sol en est augmentée.

Dr. J. PENKAVA, *Prag (Tcheko-Slovakia).* — **Radioactivity of the Soil and the Air and its Influence on biochemical Processes in the Soil.**

ABSTRACT.

The investigations made at the radiological Institute in Prague, by Dr. STOKLASA and his assistants, have proved distinctly that radioactivity of the air and the soil is an important factor for vegetation. The soil, as well as the soil air, has different sorts of radioactivity. Especially in the volcanic rocks the radio-activity of the soil and the air is much more pronounced than in the soil and air of sedimentary rocks.

The authors investigations have shown, that biological processes of microorganismes take place more rapidly in radioactive soils, than in non-radioactive soils. Especially the respiration of microorganisms takes place with more energy which is of great influence on the production of carbodioxide and bicarbonates in the soil, as the fertility of the soil is increased.

J. E. GREAVES and E. G. CARTER,

Department of Bacteriology, Utah Agricultural Experiment Station, U. S. A.

THE INFLUENCE OF ARSENITES ON THE MICROFLORA OF THE SOIL.

Sodium arsenite, when added to a fine sand, a calcareous loam, and a calcareous loam well supplied with organic matter, greatly increased the number of various soils microorganisms y which would develop on synthetic agar.

Sodium arsenite was toxic to the ammonifiers in two of the soils, in all the concentrations tested. On the other hand, the calcareous loam, high in organic matter, was stimulated in the lower concentrations but the arsenite was toxic in higher concentrations. Hence, if the number of ammonifying organisms in a soil is increased by sodium arsenite, their physiological efficiency is reduced to such an extent that there is a decrease in the accumulated ammonia over that found in similar soils without sodium arsenite. Sodium arsenite is toxic to nitrifiers when added to a soil in a concentration of only one part in a million, whereas 85 parts per million of arsenic in the form of sodium arsenate stimulates.

Sodium arsenite is less toxic to ammonifiers and nitrifiers in a silt loam soil than in a sand and still less toxic in a silt loam soil well supplied with organic matter than in a silt loam. The organic colloidal material probably lessens toxicity by forming a loose chemical combination with the arsenite, thus protecting the soil microflora against its action. The results show that although comparatively large quantities of arsenates may accumulate in a soil without injuring its beneficial microflora, only small quantities of sodium arsenite may be present without producing ill effects.

J. E. GREAVES et E. G. CARTER, *Utah (Etats-Unis)*. — **L'influence des arsénites sur la microflore du sol.**

L'arsénite de sodium ajouté a du sable fin, à une argile calcaire, et à une argile calcaire additionnée abondamment de matière organique, augmente considérablement le nombre de microrganismes de différents sols, se développant sur l'agar synthétique.

L'arsénite de sodium s'est montré toxique pour les ammonifiants dans deux sols, à toutes les concentrations essayées. D'autre part, l'argile calcaire contenant beaucoup de matière organique, se trouva stimulée par les concentrations inférieures, mais l'arsénite était toxique lorqu'il était employé en concentrations plus fortes. Lorsque le nombre d'organismes ammonifiants dans un sol est augmenté par l'arsénite de sodium, leur action physiologique est réduite à tel point, qu'il y a une diminution dans l'ammoniaque accumulé, comparé avec la quantité trouvée dans des sols semblables sans arsénite de soude.

L'arsénite de sodium est toxique pour les microorganisme nitrifiants, lorsqu'on l'ajoute au sol dans la proportion d'une partie sur un million ; par contre 85 parties par million d'arsenic sous forme d'arséniate de sodium agissent comme stimulant.

L'arsénite de sodium est moins toxique aux ammonifiants et aux nitrifiants dans un sol d'argile d'alluvions, que dans le sable et moins encore dans une argile d'alluvions additionnée de matière organique que dans une argile d'alluvion ordinaire.

La matière organique colloïdale probablement diminue la toxicité en formant un composé chimique avec l'arsénite, et ainsi protégeant la microflore contre son action. Les resultats démontrent que des quantités relativement grandes d'arséniates peuvent s'accumuler dans le sol sans nuire à sa microflore utile, tandis que seulement de très petites quantités d'arsenite de sodium sont tolérables.

S. A. WAKSMAN and R. L. STARKEY,

New Jersey Agricultural Experiment Stations, New Brunswick, N. Y., U. S. A.

INFLUENCE OF PARTIAL STERILIZATION OF SOIL UPON THE NUMBERS AND ACTIVITIES OF VARIOUS GROUPS OF MICROORGANISMS.

The question of partial sterilization of soil as influencing the activities of microorganisms has recently received wide attention due to the stimulating investigations of RUSSELL and his associates. According to these investigators the favorable influence of soil treatment with volatile antiseptics and heat upon the growth of cultivated plants is due to the destruction of protozoa. The bacterial flora in an ordinary soil is considered abnormal since it is kept in check by the development of protozoa ; however, when the protozoa are eliminated as a result of partial sterilization, an initial temporary depression of bacteria is soon followed by a great increase in the numbers of bacteria developing on the plate. The increased numbers of bacteria bring about a greater decomposition of the soil organic matter with the liberation of larger amounts of ammonia, which serves as a source of nitrogen for higher plants.

[1] Paper No. of the Journal Series, *New Jersey Agricultural Experiment Stations, Department of Soil Chemistry and Bacteriology.*

This theory is substantiated by the fact that the protozoa are at least temporarily destroyed by the volatile antiseptics and heat, and as a result of this treatment, the bacteria develop rapidly in the soil and ammonia accumulates. The recent observations of CUTLER and associates show that an inverse relationship exists between the numbers of bacteria and active amoebae in the soil in 86 per cent of observations made on 365 consecutive days. However, NAZMIR found that in 33 cases out of 36, there was greater nitrogen fixation by Azotobacter in the presence than in the absence of protozoa.

The protozoan theory was refuted by various investigators, who either denied the activity of protozoa in the soil or attempted to substitute other theories to explain the phenomena observed as a result of partial sterilization. Among these we may mention destruction of plant pathogenic organisms suggested by BOLLEY, and the bacteriotoxin theories suggested by GREIG-SMITH, direct stimulation theory and others. In general the American investigators (FRED, SHERMAN, GAINEY, KOPELOFF, COLEMAN and LINT, WAKSMAN) not denying the existence of protozoa in the soil refused, however, to recognize their activities as the agent which brings about the limitation of soil bacteria and, therefore, of soil fertility. The French investigatiors (BRUNO, TRUFFAUT and BEZSSONOFF) are inclined to accept the protozoan theory.

The authors approached the study of the subject from a somewhat different angle than that taken by other investigators. In addition to the bacteria and protozoa in the soil, extensive studies have also been conducted on the influence of partial sterilization on the soil fungi and actinomycetes. Also in addition to determining the ammonia and nitrate formation, carbon dioxide evolution has been taken as an index of the activities of micro-organisms. BOLLEY and MOORE were the first to call attention to the probable role of fungi in the phenomenon of partial sterilization of soil. These organisms were entirely overlooked in the studies carried on by RUSSELL and his associates. HILTNER and STÖRMER pointed out as far back as 1902 that carbon bisulfide depresses the actinomycetes in the soil and it takes almost two years before their former ratio is re-established. GREIG-SMITH has called attention to the possible role of the slow-growing actinomycetes in explaining the phenomena of partial sterilization. Evolution of carbon dioxide was taken as an index of biological activities in the soil, in addition to ammonia accumulation, because it is not subject to as great variations as ammonia accumulation, since the former is an end product in the respiration of all organisms, while the latter may be again utilized by other organisms or transformed into nitrates.

The methods used in these investigations as well as the experimental details were reported elsewhere. We need call attention here only to some of the outstanding results.

A small amount of disinfectant. (1 per cent toluene) was found to exert a destructive influence upon the soil fungi, a decided stimulating effect upon the bacteria, and a temporary depression of the soil protozoa. Greater concentrations of the disinfectant produced a greater depression of bacterial numbers and complete temporary elimination of nitrifying bacteria and protozoa. The soil treated with a disinfectant is made a much better medium for the development of fungi, once they are re-introduced or as soon as they become re-established. The majority of soil fungi are eliminated by the treatment and the few surviving forms multiply to very large numbers; among these belong *Zygorhynchus Moelleri, Cunninghamella elegans*, a species of *Penicillium* (soil group II) and a few others.

The destruction of protozoa and fungi was followed by a rapid increase in numbers of bacteria, accompanied by an increase in the amount of ammonia accumulated in the soil. The accumulation of ammonia is, however, directly dependent on the organic matter content of the soil and is not necessarily correlated with the increase in the numbers of bacteria, so that a limed soil, low in organic matter, will allow a much greater increase in numbers of bacteria, but a much lower accumulation of ammonia than an acid soil rich in organic matter. In other words, although an increase in bacterial numbers is followed by an increase in ammonia, the two may not coincide, since conditions favoring the two are not necessarily the same.

This is brought out clearly in Table 1, *5A*-a soil rich in organic matter, but acid in reaction, allowed, after partial sterilization, a decided increase in the development of bacteria accompanied by an accumulation of available nitrogen (in the form of ammonia and nitrate-nitrogen); there was also a decided increase in the numbers of fungi both in the toluene treated and heated soils, their most rapid increase corresponding somewhat to the decrease in bacteria. *7A*-a soil poor in organic matter and acid in reaction, allowed only a comparatively small increase in the development of bacteria, as a result of toluene treatment, an abundant development of fungi and a smaller increase in available nitrogen. *7B*-a soil also low in organic matter but limed and less acid in reaction, allowed a very abundant development of bacteria as a result of partial sterilization and only a very scant development of fungi; there were also appreciable increases in the available nitrogen. In general, the increase of the available nitrogen in the soil corresponded with the increase in the development of bacteria, but not of fungi.

The fungi are known to be able to assimilate large amounts of nitrogen and convert it into microbial protein. When the soil treated with a disinfectant or heated, is reinoculated, a more rapid development of the fungi will usually take place. The greater numbers of fungi in the reinoculated soil can often be readily correlated with the somewhat smaller accumulation of ammonia.

Heating of soil at 65°-75° C. for 1 hour resulted in phenomena similar to those obtained by toluene treatment. The actinomycetes were destroyed to a lesser extent than the bacteria by toluene treatment, but to a greater extent by heat. The actinomycetes developed rapidly in soils rich in organic matter, but only slowly in soils poor in organic matter, in comparison with the development of bacteria.

It is interesting to note that Truffaut and Bezssonoff found that the maximum effect of partial sterilization takes place only when the acidity of the soil is neutralized by the addition of $CaCO_3$, since the best effects were observed in neutral or slightly alkaline soils.

TABLE I. — *Influence of toluene and heat upon numbers of micro-organisms in the soil and their activities.*

Plot No.	Length of incubation period	Bacteria [1] millions per gram			Fungi thousands per gram			$NH_3-N + NO_3-N$ milligrams in 100 grams			pH	Carbon content %	Nitrogen content %
	days	C [3]	T	H	C	T	H	C	T	H			
5 A [2]	0	14.1	5.1	1.6	34	0.06	0	1.74	2.45	2.26	5.5	1.73	0.15
	7	15.0	9.7	10.6	38	1	8	2.24	4.11	3.99			
	15	12.0	13.0	12.0	35	35	43	2.26	4.96	4.91			
	31	9.5	21.8	11.0	34	132	68	3.68	6.05	5.38			
	43	7.8	31.0	24.0	31	470	56	4.96	6.07	5.25			
	60	8.6	39.5	33.0	29	363	57	5.03	6.19	5.22			
	105	5.1	15.2	18.5	30	490	146	6.94	9.90	7.70			
7 A	0	6.8	2.1		43	0.2		1.88	2.17		4.8	0.96	0.08
	7	6.7	4.6		35	2		1.96	1.57				
	15	6.6	15.0		38	44		1.31	1.86				
	31	6.9	12.0		36	68		1.84	2.70				
	43	4.8	9.4		48	110		2.06	1.95				
	60	4.9	15.6		42	133		1.56	1.55				
	105	4.7	7.7			200							
7 B	0	10.9	3.8	1.7	12	0	0.06	1.73	1.71	1.74	6.3	1.18	0.09
	7	14.1	4.2	27.0	10	0	0.6	1.39	2.33	2.38			
	15	10.2	35.0	42.0	12.5	0	1	1.72	2.59	2.43			
	31	7.8	30.0	33.0	16	2.6	0.7	2.06	2.30	3.23			
	43	8.4	36.0	26.0	11	3	3	2.16	3.17	3.14			
	60	7.9	48.0	35.5	10.6	3	0.7	1.89	2.45	2.27			
	105	7.6	30.6	26.0	8	2.6	0.7	2.70	3.50	3.40			

[1] Including the actinomycetes.
[2] All these plots belong to Sassafras series of soils differing in fertilizer treatment, *5A* receiving yearly applications of manure and minerals, *7A*-nothing at all, *7B*-2 tons of limestone every 5 years.
[3] *C* = control soil, *T* = treated with 2 % toluene for 48 hours then evaporated, *H* = soil heated at 65-75°C for 1 hour.

When a soil is kept in the laboratory under optimum moisture and temperature conditions for a considerable length of time, there is a gradual drop in the carbon dioxide evolution, numbers of bacteria, actinomycetes and fungi and also the proportion of the actinomycetes to the total flora developing on the plate. The nitrate gradually accumulates, while the ammonia is always present only in small quantities. This course continues until a certain level is attained which may be considered as a microbiological balance or a certain condition of equilibrium when the changes in the CO^2 evolution and numbers of micro-organisms are only negligeable for brief periods of time. After this level has been reached, which took place in our experiments after 11 months, the soil was treated in various ways,

as by air-drying, use of volatile antiseptics (toluene and carbon bisulfide), heat, calcium oxide, small amounts of mineral fertilizers, sulfur, tillage or exposure to outside conditions. Some of the soils were reinoculated after treatment with the same fresh soil. The changes produced by these treatments upon the numbers and activities of micro-organisms were carefully recorded. The results obtained from air drying of soil and treatment with calcium oxide were similar to those obtained by use of heat and volatiles antiseptics. Tillage, addition of sulfur or minerals produced only slight disturbances in the balance of micro-organisms.

The results obtained from partial sterilization of the soil were characterized as follows: initial depressions of bacteria, actinomycetes, protozoa and fungi (the latter two groups were practically eliminated by the antiseptics and heat), followed a rapid increase. The bacterial numbers were the first to rise, attaining numbers greatly in excess of the untreated soil. After some time the maximum was attained and the numbers began to diminish. The maximum was in the inoculated soil as a rule greater and the decrease set in at an earlier date. The protozoa soon re-appear, especially in the air-dried soil, where they have not been appreciably affected; it seemed that the development of protozoa in the partially sterilized soil was even greater than in the control soil, long before an active diminution of bacterial numbers began to take place. The fungi, at first depressed, increased to much greater numbers than in the original soil, this increase often coinciding with the decrease of bacteria. The ratio of actinomycetes to the bacteria rapidly diminished with the rise in numbers of bacteria, but with the fall of the latter, they began to increase.

The course of evolution of carbon dioxide was similar to that of bacterial numbers, the initial rise and also the rapid fall, preceding that of bacteria. No correlation was found between the course of bacterial development and that of protozoa in the case of air dried soil, calcium oxide treated soils and soil to which a small amount of organic matter has been added. However, the correlation between the course of actinomycetes and fungi on the one hand and the bacteria on the other was very interesting. The calcium oxide brought about the greatest stimulus to the development of bacteria and the greatest depression of actinomycetes.

In general, the results lead us to believe that the phenomena observed as a result of partial sterilization of soil are due to two factors: 1. a change in physical and chemical condition of soil, making the soil organic matter more readily available as a source of energy for the soil micro-organisms; 2. a change in the balance of the various groups of soil micro-organisms especially the bacteria, fungi, actinomycetes and protozoa, which results in the rapid development of the majority of soil bacteria and temporary repression of the majority of soil fungi. The rapid rise of the bacteria is followed by a decrease and is accompanied by an increase in the ratio of actinomycetes, while the depression of fungi is followed by a rapid rise to numbers greatly in excess of those in the original soil.

Bacterial numbers are at a standstill in normal soils; a gradual diminution will even take place, when the soil is kept under optimum conditions of moisture and temperature. This is due not to a lack of nitrogen, since these soils always contain enough ammonia and nitrate-nitrogen for the activities of micro-organisms, but it is due to a lack of available energy. When a source of energy is added, there

is a rapid increase in the development of micro-organisms followed by an increase in the evolution of carbon dioxide and accumulation of ammonia, if the nitrogen content of the energy source is above the needs of the growing organisms. One of the chief phenomena resulting from partial sterilization of soil is the making of the organic matter a more available source of energy for the activities of micro-organisms.

S. A. WAKSMAN et R. L. STARKEY. *New Brunswick, N. J. (Etats-Unis).* — **L'influence d'une stérilisation partielle du sol sur le nombre et l'activité des différents groupes de mierorganismes.**

RÉSUMÉ.

Les Auteurs ont étudié l'influence d'une stérilisation partielle du sol au moyen de la chaleur, d'antiseptiques et d'oxyde de calcium sur le nombre de bactéries, d'actinomycètes, de champignons et de protozoaires du sol; ainsi que sur l'activité microbiologique, indiquée par la formation d'acide carbonique, l'accumulation d'azote ammoniacal ou nitrique, et dans certains cas, par la décomposition de la cellulose.

La stérilisation du sol parait avoir une influence destructive non seulement sur les protozoaires, mais aussi sur les champignons et, en partie, sur les bactéries. Le sol partiellement stérilisé devient un meilleur milieu pour le développement de ces organismes, surtout pour les bactéries et les champignons; la dépression originelle des bactéries est suivie d'une augmentation rapide, qui dure pendant quelque temps et qui, à son tour, est suivie d'une chute.

La courbe de dégagement de l'acide carbonique précède quelque peu celle des bactéries, elle monte plus rapidement, et descend également plus rapidement. La courbe des nombres de champignons monte beaucoup plus tard que celle des bactéries et est également terminée en chute. La montée ainsi retardée de cette courbe est peut-être due au fait que la méthode employée pour dénombrer ces organismes ne permet pas de différenciation entre le mycelium produit et l'abondance des spores. L'abondance de champignons pourrait indiquer uniquement une abondance de formation de spores, et l'augmentation du nombre pourrait ainsi indiquer que la période de développement maximum est déjà passée. La formation et l'accumulation d'ammoniaque comme résultat d'une stérilisation partielle est directement dépendante de la teneur en matière organique du sol et ne correspond pas nécessairement à l'augmentation du nombre de bactéries. L'abondance des matières organiques, la réaction du sol, le genre de désinfectant employé, influent tous sur la courbe des actinomycètes. Le séchage du sol à l'air montre un ensemble de phénomènes semblables à la stérilisation partielle. Aucune correspondance n'a été constatée entre le cours de développement des bactéries et des protozoaires du sol, séché à l'air, du sol traité à l'oxyde de calcium et du sol auquel une petite quantité de matière organique a été ajoutée. Des correspondances intéressantes ont été obtenues entre le cours de développement des bactéries d'une part et des champignons et actinomycètes d'autre part.

S. A. WAKSMAN and R. L. STARKEY, *New Brunswick N. J. (U. S. A.).* — **Influence of partial Sterilisation of Soil upon the Numbers and Activities of various Groups of Microorganisms.**

ABSTRACT.

A study has been made of the influence of partial sterilization of soil by means of heat, antiseptics and calcium oxide upon the numbers of bacteria, actinomycetes, fungi and protozoa in the soil ; also upon the microbiological activities as indicated by the evolution of carbon dioxide, accumulation of ammonia and nitrate nitrogen and, in some cases, of cellulose decomposition.

Partial sterilization of soil was found to have a destructive influence not only upon the protozoa but also upon the fungi and to some extent upon bacteria. The soil partially sterilized is made a better medium for the development of these organisms especially of the bacteria and fungi once they are reestablished ; the original depression of bacteria is soon followed by a rapid rise lasting for some time, and is then followed by a fall. The curve of evolution of carbon dioxide precedes somewhat that of bacteria, rises more sharply and also falls more rapidly. The curve of numbers of fungi rises only much later than that of bacteria and is also followed by a fall. The considerably later rise of fungi may be due to the fact that the plate method used for counting these organisms does not allow the differentiation between the actual mycelium produced and abundance of spores. Since an abundance of fungi may merely indicate abundant spore formation, the great rise of numbers may indicate that the period of maximum growth has already passed. The formation and accumulation of ammonia, as a result of partial sterilization, is directly dependent on the organic matter content of the soil and may not be necessarily correlated with the increase in the numbers of bacteria. The abundance of organic matter, soil reaction and kind of disinfectant all influence the curve of actinomycetes.

Air drying of soil results in a group of phenomena similar to partial sterilization. No correlation was found between the course of development of bacteria and protozoa in air dried soil, calcium oxide-treated soil and soil to which a small amount of organic matter has been added. Interesting correlations were obtained between the course of development of bacteria on the one hand and fungi and actinomycetes on the other.

Dr. Ing. A. NÉMEC

Chef de l'Institut Biochimique, Prague, Tchécoslovaquie.

ÉTUDE BIOCHIMIQUE DES SOLS FORESTIERS.

Les sols forestiers diffèrent très nettement dans leurs caractéristiques principales de ceux des grandes cultures agricoles. Tandis que la fertilité des sols agricoles, par suite de la culture mécanique, de l'usage du fumier et des engrais artificiels et par suite de la rotation des cultures, est maintenue artificiellement par la main

de l'homme à un certain niveau presque constant, sur le sol forestier nous voyons la végétation se continuer en permanence et se répéter sans aucune discontinuité. Le sol forestier est la résultante d'une sorte de travail social, de la vie grégaire d'un grand nombre d'arbres sur un même territoire pendant de longues années. C'est ainsi que, dans la forêt, un certain équilibre entre la végétation et le sol s'établit et c'est surtout la couverture morte et l'humus forestier qui sont le régulateur principal de la productivité.

La décomposition naturelle de l'humus forestier par l'action de la population microbienne du sol (comme p. ex. les bactéries, les moisissures, les protozoaires, algues, etc.), présente la principale ressource de matières alimentaires pour la nutrition des peuplements. Les processus biochimiques qui ont lieu pendant la destruction des matières organiques de l'humus forestier et dont l'intensité peut être considérée comme une mesure de l'activité créatrice qualitative et quantitative de la vie grégaire du peuplement sont jusqu'à présent relativement peu connus, quoique l'étude des propriétés biochimiques des sols forestiers offre un intérêt vraiment particulier, non seulement au point de vue de la science pure, mais surtout à celui de la pratique sylvicole.

Il est surtout d'une grande importance de se rendre compte de la manière dont les diverses essences et formes des peuplements forestiers réagissent sur l'érémacausis et les propriétés biochimiques du sol. C'était notamment l'étude de l'acidité des sols forestiers qui nous a intéressé avant tout, parce que la concentration des ions hydrogène est un des facteurs les plus importants, qui exercent une influence notable sur la composition et l'activité de la population microbienne du sol. Dans ce but, nous avons étudié en commun avec M. le conseiller forestier KVAPIL la réaction des diverses stratifications des sols forestiers, c'est-à-dire la concentration des ions hydrogène dans les diverses couches d'humus, de la terre végétale et minérale et du sous-sol sous l'influence des diverses espèces et formes des peuplements forestiers. Il faut remarquer que les échantillons des sols examinés qui ont été mis en comparaison, furent prélevés toujours dans la même région, d'endroits peu éloignés, parfois seulement de quelques mètres, afin de pouvoir exclure pratiquement les variabilités possibles dans le caractère du sol même, de façon qu'on pouvait être assuré que les changements intervenus dans les propriétés biochimiques de l'humus ou de la terre sont bien dues seulement aux réactions des peuplements examinés.

En conséquence de nos expériences, que nous avons faites sur les échantillons de nombreux sols des forêts tchécoslovaques, nous avons pu constater que l'humus des peuplements serrés des essences à feuilles persistantes montre une acidité plus élevée que celui des peuplements feuillus de la même région. Dans les peuplements clairs de conifères, l'humus ou les couches superficielles de la terre végétale montrent une acidité moins grande que celle des stratifications correspondantes dans les peuplements serrés de la même essence et dans la même région. De même, l'humus ou la terre végétale des peuplements feuillus clairs se présentent moins acides que les couches correspondantes des essences serrées. L'humus des sols portant des mélanges d'espèces feuillues et de conifères a montré une concentration d'ions hydrogène moins grande que les stratifications d'humus des peuplements purs à feuilles persistantes, en s'approchant par son degré d'acidité de l'humus des peuplements clairs aciculaires ou de celui des essences feuillues serrées.

Le degré d'acidité des couches d'humus dans les peuplements serrés de conifères est toujours plus élevé que celui des stratifications minérales sous-jacentes. Sous les peuplements serrés des essences feuillues, le degré d'acidité des couches de la terre minérale incline plutôt vers les données plus élevées. La terre minérale sous les peuplements mixtes des essences feuillues et des conifères montre une acidité moins grande que les stratifications correspondantes sous les peuplements purs aciculaires et parfois aussi que celles des peuplements feuillus purs. La diminution du degré d'acidité de l'humus et de la terre minérale par suite du mélange des essences feuillues avec les conifères offre à la population microbienne du sol forestier des conditions plus favorables de développement, et c'est pourquoi les processus biologiques de la minéralisation procèdent plus favorablement dans les sols des peuplements mixtes.

Un effet pareil à celui qu' exerce sur l'acidité des sols forestiers le mélange précité est celui exercé par l'accès plus favorable de la lumière dans le peuplement, parce que la lumière est un des facteurs notables qui règlent constamment la composition et l'activité de la population microbienne du sol.

Il est très intéressant de noter que le degré d'acidité de l'humus et de la terre minérale varie d'une façon continue pendant le cours de l'année. La concentration des ions hydrogène dans les échantillons des sols forestiers qui ont été pris vers la fin de l'automne sous diverses essences des peuplements, était beaucoup plus élevée que celle des échantillons du même endroit prélevés au printemps. On peut considérer ces changements saisonniers en relation avec la fluctuation de la population microbienne (édaphon) du sol par suite de l'action variable de la température, de l'eau tombée sous forme de pluie et de la lumière au cours de l'année. Aussi longtemps que le sol forestier reste ouvert, une vie intense y a lieu, encore pendant la saison automnale. Mais avec la première gelée presque tous les organismes vivant dans le sol meurent, les protozoaires s'enkystent, c'est-à-dire passent de la phase d'activité à la période de repos, pendant laquelle l'animal secrète une enveloppe mince, mais pouvant résister aux conditions extérieures qui ne lui sont pas favorables. Seul le *Cladosporium humifaciens*, ainsi que d'autres moisissures, reste actif pendant toute l'année. Par suite du dépérissement des micro-organismes, les processus de la destruction naturelle de la couverture morte se ralentissent, et les produits intermédiaires formés pendant la décomposition et d'une nature plus ou moins acide causent une augmentation notable de la concentration d'ions hydrogène dans l'humus et dans la terre minérale des sols forestiers. L'extinction de la vie dans les sols forestiers arrive déjà peu de temps avant que le sol soit gelé, au commencement du mois de novembre.

Le réveil spontané de la vie microbienne dans la terre s'effectue, dans les conditions normales du temps, au milieu du mois de mars. Le décroissement du degré d'acidité dans les échantillons que nous avons examinés vers la fin d'avril est dû à l'activité intense de la population microbienne du sol, travaillant avec toute leur force à la destruction et à la minéralisation naturelle de la couverture morte et de l'humus des sols forestiers.

Il est intéressant de noter que la richesse en azote des humus forestiers dépend aussi du caractère de l'espèce et de la forme du peuplement. Tandis que l'humus des peuplements serrés d'épicéa, montrant la plus haute acidité, contenait une quantité

d'azote relativement très grande (0,957-1,274 p. 100), la richesse en azote de l'humus des futaies claires est remarquablement moins élevée (0,519-0,786 p. 100). L'humus des peuplements de pin sylvestre montrait dans la plupart des cas examinés une quantité d'azote plus faible que celui des futaies d'épicéa, montrant aussi une concentration d'ions hydrogène moins élevée. La relation entre la teneur en azote des humus des peuplements serrés et celle des éclaircies reste la même comme dans le cas d'épicéa.

La nutrition azotée des peuplements forestiers dépend de la rapidité de la destruction naturelle et de la composition chimique de l'humus qui prend naissance par la décomposition naturelle des feuilles mortes après leurs chute. Il serait très intéressant de connaître le degré d'assimilabilité des composés azotés qui sont préformés dans les différentes formes d'humus des divers peuplements forestiers. En suivant cette idée, nous avons déterminé quelques formes des composés azotés contenus dans l'humus et dans les couches minérales sous-jacentes des divers peuplements, en traitant les échantillons des sols forestiers par l'acide chlorhydrique concentré, en dosant la quantité d'azote des amides et en déterminant la quantité d'azote des acides diaminés dans le précipité obtenu avec l'acide phosphotungstique. Les résultats obtenus, qui sont rassemblés dans le tableau suivant, méritent un intérêt particulier :

Essence et forme du peuplement :	Quantité d'azote total p. 100	Quantité d'azote p. 100 d'azote total			
		des amides	des acides diaminés	des acides monoaminés	du reste insoluble
Épicéa, gaulis, humus	1,221	7,58	5,21	64,33	22,65
terre minérale	0,185	22,65	8,36	39,80	29,19
Pin silvestre, futaie de 80 ans, humus	0,958	13,62	7,72	54,16	29,19
terre minérale	0,084	29,23	9,91	36,20	30,66
Chêne pédonculé futaie de 80 ans humus	1,266	20,89	14,84	41,85	22,42
terre minérale	0,258	10,00	24,86	42,25	22,89
Jeune taillis de frêne, 15 ans, humus	0,965	18,22	9,73	53,28	18,77
terre minérale	0,418	15,20	9,84	61,53	12,43

L'humus d'un gaulis d'épicéa contenait seulement 7 % d'azote d'amides, l'humus d'une futaie de pin sylvestre en avait 13 %, tandis que dans la couche d'humus d'une futaie de chêne pédonculé nous avons pu constater 20 % d'azote amidique. La teneur en azote des acides diaminés était : épicéa 5 %, pin sylvestre 7 % et chêne 14 %. L'étude des formes d'azote préformées dans l'humus forestier nous rendra peut-être possible de conclure à la formation probable des composés azotés plus ou moins accessibles dans la nature et de nous amener ainsi à la connaissance du degré d'assimilabilité plus ou moins favorable des matières azotées que les diverses espèces et formes des peuplements trouvent préformées dans le sol pour leur nutrition.

Dr. Ing. A. NÉMEC, *Prague (Tchécoslovaquie)*. — **Étude biochimique des sols forestiers.**

RÉSUMÉ.

Les propriétés biochimiques des sols forestiers sont jusqu'à présent relativement peu connues, quoique cette connaissance offre un intérêt vraiment particulier, non seulement au point de vue de la science pure, mais surtout à celui de la pratique sylvicole.

Il est d'une grande importance de se rendre compte de la manière dont les diverses essences et formes des peuplements forestiers réagissent sur l'érémacausis et les propriétés biochimiques du sol. J'ai étudié, en commun avec M. Karel KVAPIL, la réaction des divers humus, terres végétales et minérales sous l'influence des diverses espèces et formes des peuplements et nous avons pu constater que l'humus des futaies feuillues montre une acidité moins grande que celui des espèces à feuilles persistantes de la même région. Les sols portant des mélanges d'espèces feuillues et de conifères se présentent moins acides que ceux des peuplements feuillus ou aciculaires purs sur le même terrain. La concentration des ions hydrogène dans les sols forestiers est en général très grande. Cependant nous avons pu constater exceptionnellement la réaction vraiment alcaline pH = 7,2 de la terre végétale du frêne, qui contenait aussi une quantité notable de chaux. L'humus et la terre minérale des futaies éclaircies montre un degré d'acidité moins élevé que celui des futaies serrées.

La richesse en azote des humus forestiers dépend aussi du caractère de l'espèce et de la forme du peuplement : tandis que l'humus des futaies pleines d'épicéa, montrant la plus haute acidité, contient une quantité d'azote relativement très grande (0,957-1,274 p. 100), la richesse en azote de l'humus des futaies éclaircies est remarquablement moins élevée (0,519-0,786 p. 100). L'humus des peuplements de pin sylvestre montre dans la plupart des cas une quantité d'azote plus faible que celui des futaies d'épicéa, montrant aussi une concentration d'ions hydrogène moins grande.

La relation entre la teneur en azote des humus des futaies pleines de pin sylvestre et celle des éclaircies reste la même que dans le cas de l'épicéa. Il semble ainsi que le jeu des transformations biochimiques des matières azotées dans l'humus des divers peuplements forestiers dépende beaucoup de la réaction de l'humus examiné. Et comme l'humus est la principale source de la nutrition azotée des peuplements forestiers, il serait très intéressant de connaître le degré d'assimilabilité des composés azotés qui sont préformés dans l'humus des divers peuplements forestiers. En suivant cette idée, nous avons déterminé les formes des composés azotés contenus dans l'humus et dans les couches minérales sous-jacentes des divers peuplements forestiers en traitant les échantillons des sols forestiers par l'acide chlorhydrique concentré, en dosant la quantité d'azote des amides dans le filtrat et en déterminant la quantité d'azote des acides diaminés dans le précipité obtenu avec l'acide phosphotungstique.

L'étude des formes d'azote dans l'humus et les terres végétales des sols forestiers nous rendra possible de conclure à la formation probable des composés azotés plus ou moins accessibles dans la nature et d'arriver ainsi à la connaissance des différentes conditions plus ou moins favorables à la nutrition que les diverses espèces et formes des peuplements trouvent dans le sol.

Dr. Ing. A. NÉMEC, *Prag (Tcheko-Slovakia)*. — **Biochemical Study on forestry Soil.**

ABSTRACT.

Biochemical properties of forest soils have been little known, until now: however, they present a particular interest, not only from a purely scientific point of view, but more especially from the practical sylviculture standpoint.

It is very important to know how the different forest species and stocking forms behave towards the eremacausis and biochemical properties of the soil. The author has investigated, together with M. Karel KVAPIL, the reaction of different sorts of humus, plant and mineral soils under the influence of the different species and forms of stocking, and they have found that humus from fully grown deciduous trees is more acid than the humus from evergreens in the same regions. Soils planted with a mixture of deciduous and conifers are less acid than soils with only deciduous or only needle-shaped leaf trees, on the same soil. The concentration of hydrogen-ions in forest-soils is generally very high. However, the authors have found an exception in the distinctly alcaline reaction pH = 7.2 of the soil of a beach-forest, which contained also a considerable quantity of chalk. The humus and the mineral soil of cleared forests is more acid than the soil of forests of lofty trees, fully stocked.

The amount of nitrogen in forest-humus depends also upon the character of the species and upon the form of stocking; the humus of fully stocked forests of pitch-fir, with the highest acidity, contains a rather large quantity of nitrogen 0.957 — 1.274 %, whereas the percentage of nitrogen in the humus of cleared forests is much lower 0.519-0.786 %. The humus of populations of *Pinus sylvestris* generally shows a smaller amount of nitrogen than pitch-fir forests, and also a smaller concentration of hydrogen-ions. The relation between the nitrogen content of the humus of fully stocked forests and cleared forests remains the same as in the case of pitch-fir.

Apparently the biochemical transformations of the humus substances containing nitrogen in the different stocking forms, depends much upon the reaction of the examined humus. And where humus is the chief source of nitrogen in forests, it would be very interesting to know the degree of availability of the nitrogen compounds which are produced in the different forms of stocking. Following this idea, the authors have determined the forms of nitrogen compounds contained in the humus and underlying mineral layers of the different stocking forms, treating the soil samples with concentrated hydrochloric acid and estimating the amount of amide-nitrogen in the filtred solution and the amount of di-aminatic acids in the precipitate by means of phospho-tungstic acid.

The study of the different forms of nitrogen in the humus of forest soils will allow us to conclude at the probable formation of nitrogen-compounds in nature, more or less available, and in this way it will be possible to get to know the more or less favorable conditions for nutritions, which the different species and stocking forms find in the soil.

ARAO ITANO,

Soil Microbiologist of the Massachussetts Agricultural College and Experiment Station, U. S. A.

BIOLOGICAL INVESTIGATION OF PEAT.

ABSTRACT.

This paper deals with an investigation as to some micro-organisms present in the peat and the decomposition of nitrogenous constituent of peat. A method described by the author seems to give the promising results, so far as the increase of amino-acids and the active water-insoluble organic nitrogen is concerned.

ARAO ITANO, *Massachusetts (Etats-Unis).* — **Recherches biologiques sur la tourbe.**

Ce travail traite des recherches sur quelques microorganismes, qui se trouvent dans la tourbe, et de la décomposition des constituants azotés de la tourbe. Une méthode décrite par l'auteur semble donner des résultats intéressants en ce qui concerne l'augmentation des amino-acides et de l'azote organique actif et insoluble dans l'eau.

Prof. J. ZOLCINSKI,

Lemberg Poland.

TITRE :

NEUE PHYSIKO-CHEMISCHE GRUNDSÄTZE DER HUMUS-TORF UND STEINKOHLEN BILDUNG UND DIE ROLLE DER MIKROBIOLOGISCHEN FAKTOREN IN DIESEN PROZESSEN.

Prof. C. J. WHITTLES

Cambridge, England.

TITRE :

THE DETERMINATION OF THE NUMBER OF BACTERIA IN SOIL

Dr. J. DUFRENOY,

Directeur de la Station de Pathologie Végétale. Brive, France.

TITRE :

INFECTION FUSARIENNE DES SOLS.

Dott. GINO BARGAGLI-PETRUCCI,

Firenze, Italia.

NECESSITÀ DI COORDINARE ED ORGANIZZARE GLI STUDI DI MICROBIOLOGIA DEL SUOLO.

Quando la Chimica incominciò a muovere i primi passi sulla via di quel progresso che in poco più di un secolo l'ha resa così utile e grande, non mancò chi su tali meravigliosi progressi basò, per l'avvenire, speranze che era temerario nutrire. Si sperò che molti dei problemi della Vita sarebbero stati risolti senz'altro da questa scienza rinnuovata che già faceva sentire i suoi benefizi nel campo della terapeutica, dell'igiene, ed anche in quello dell'agricoltura.

Si pensò che gli antichi farmachi di origine vegetale potessero sempre essere sostituiti dalle sostanze chimicamente pure che da essi sà trarre la nuova tecnica chimica, ed anche, spesso, da sostanze sinteticamente ottenute, e sembrò possibile che potesse presto giungere il giorno in cui l'alimentazione umana potesse essere concentrata in pillole, in estratti ed in tabloidi che avrebbero sostituito gli alimenti naturali in uso da che l'uomo esiste. Ma si dovè riconoscere che non sempre i prodotti chimici sostituivano utilmente i decotti e le tinture, e che l'uomo non avrebbe goduto mai di buona salute se soltanto di sostanze chimicamenre preparate si fosse alimentato.

Alle scoperte chimiche si associarono importanti scoperte nel campo della fisiologia vegetale che apparvero subito piene di interesse per le pratiche agricole, e di qui ebbe origine tutta la serie dei precetti che vennero dettati dalla scienza agli agricoltori, specialmente riguardo alle concimazioni chimiche dei campi.

Se non che, come i problemi dell'alimentazione umana non sono problemi esclusivamente chimici e fisiologici, ma sono invece complessi problemi più vasti, biologici, e sopratutto microbiologici, così anche i problemi agricoli e specialmente quelli che riguardano il suolo, in se stesso ed in relazione con la vita delle piante superiori, non si possono risolvere con semplici ricerche chimiche e neppure con

sole ricerche di fisiologia vegetale sulle suddette piante, ma devono essere esaminati tenendo conto di tutto il vastissimo complesso dei fenomeni biologici che si verificano nel terreno.

Se nei fenomeni della digestione, negli animali, hanno gran parte i fenomeni dovuti alla Flora microscopica normale del canale digerente; se le alterazioni che si verificano per cause diverse nelle associazioni biologiche normali portano spesso ad alterazioni notevoli nella salute dell'animale ospite, fino a determinare stati patologici notevolissimi, lo stesso può dirsi per le piante superiori. Le sostanze alimentari ad esse necessarie sono generalmente sottoposte alla elaborazione dei microorganismi che compongono la Flora microscopica del suolo, e questa elaborazione non è affidata ad una o a poche specie, ma verosimilmente a moltissime, che per di più non agiscono indipendentemente una dall'altra, ma agiscono come anelli di una catena che non si può impunemente spezzare.

Nello stesso modo che il Medico avveduto, quando si trova di fronte a certe affezioni che hanno la loro origine nel perduto equilibrio normale della Flora microscopica del canale digerente, non ricorre a farmachi o ad antisettici che con la loro azione danneggerebbero ad un tempo germi dannosi ed utili ed anche necessari, ma cerca con i mezzi a sua disposizione di ricondurre il consueto equilibrio, sia introducendo germi che suppone mancanti, sia cercando di favorire il ristabilimento di quelle condizioni che sono indispensabili al normale prosperare di tutti i componenti la microscopica Flora normale ed allo svolgersi delle abituali trasformazioni della materia, così deve operare anche l'Agronomo avveduto, che sà quanto la vita delle piante che egli coltiva dipende dalla normale elaborazione delle materie organiche ed inorganiche del suolo.

È vero che le piante superiori possono con i propri mezzi assumere dall'ambiente che circonda le loro radici e le altre parti del loro corpo le sostanze necessarie alla loro vita (purchè esse vi si trovino in forma assimilabile), anche se questo ambiente è sperimentalmente privato di ogni sorta di microorganismi, ma questo non è il caso che si verifica normalmente in natura, dove le piante vivono in rapporti più o meno stretti con gli esseri dai quali sono circondati, rapporti che vanno dalla semplice coesistenza fino alla vera simbiosi.

Questi rapporti, purtroppo, ci sono in gran parte ignoti, ed è perciò che anche le norme tecniche agricole non possono essere perfette.

Già in altra occasione, davanti alla R. Accademia dei Georgofili di Firenze, nel richiamare su questa grave lacuna delle nostre conoscenze l'attenzione di quella illustre Accademia, sostenni che nessuno scienziato mai, per quanto illustre e valente, potrà abbracciare con la mente l'insieme dei fenomeni che avvengono nel terreno, sotto i più diversi climi, nelle più differenti condizioni chimiche e geologiche, a contatto con le più diverse vegetazioni spontanee e coltivate, nei diversi periodi dell'anno, e così via. Anche l'esperimento, in materia così complessa, può non aver valore che nelle particolari condizioni in cui esso si è svolto e riuscir del tutto fallace se una sola di quelle condizioni viene ad esser variata. Ogni sforzo isolato sarà sempre, perciò, insuffic ente al bisogno.

Ecco perchè io sostengo che sia uno dei bisogni più urgenti della Scienza e della Tecnica quello di coordinare e disciplinare tutte le forze che verso un tale scopo si dirigono. Questo coordinamento moltiplicherà le forze esistenti, altre ne farà sorgere prontamente per l'importanza che ben presto potranno assumere gli studii, per i resultati pratici che rapidamente ne deriveranno con una tale probabilità che si può chiamare certezza.

Io credo che davanti ad un'accolta di studiosi che del suolo sono conoscitori profondi e ciascuno dei quali può essermi senza dubbio maestro, il problema enunciato può essere senz'altro compreso ed apprezzato, ma poichè temo di non aver saputo esporlo così chiaramente come si delinea nella mia mente, io spero che sarò perdonato se m'indugio un momento a portar qualche esempio banale ed a tutti noto per giustificar meglio la mia tesi.

I.

La R. Accademia dei Georgofili di Firenze giustamente si preoccupò, qualche anno fa, dei gravissimi danni che subivano in varie zone della Toscana le culture del « Trifolium pratense » per opera di quella malattia che vien designata col nome di « incappucciamento », La Commissione nominata dalla R. Accademia studiò, il problema sotto i più importanti punti di vista, quello fisiologico-botanico (per opera del compianto Prof. P. Baccarini, direttore del R. Istituto Botanico fiorentino), quello entomologico-agrario (affidato al Prof. G. Del Guercio della R. Stazione di Entomologia agraria) e quello microbiologico (affidato al sottoscritto).

Le ricerche eseguite portarono alla conclusione che la causa della malattia risiedeva in un germe che veniva introdotto nei tessuti della pianta dagli insetti che in essa ospitavano e dalla falce dell'agricoltore che ad essi apriva larghe vie di accesso. Il germe non fu ulteriormente studiato per mancanza di opportunità e di mezzi e non credei perciò neppure di designarlo con un nome nuovo, data la imperfetta conoscenza che ancora di esso si aveva. E poi poteva esso essere indicato come un germe del tutto sconosciuto fino allora? Di dove esso proveniva? Era realmente un germe pervenuto chi sa da dove, o non era che uno di quei germi abituali del terreno che in gergo batteriologico-medico si chiaman « banali » (come se qualche cosa di *banale* esistesse in natura), il quale, per circostanze che non è possibile precisare aveva improvvisamente acquistata una diffusione ed una virulenza insolite?

Poichè, pur non avendone le prove assolute, io propendevo proprio per quest'ultima ipotesi, si presentavano subito alla mente altre domande:

a quali cause si poteva attribuire l'insolita diffusione del germe?

forse a circostanze favorevoli al suo sviluppo, o a circostanze sfavorevoli ad altri germi antagonistici che con la loro diminuzione avevano lasciato ad esso libero il campo?

e se il germe aveva assunto, più che una maggior diffusione numerica, una insolita virulenza che lo aveva trasformato in patogeno, a quali cause si poteva attribuire questo fatto?

a circostanze esterne che lo avevano modificato nella sua attività?

o a circostanze inerenti ai rapporti con altri germi abitualmente associati od in antagonismo con essi?

Queste e molte altre domande rimasero senza risposta: nè potevo sperare di venirne a capo da solo e nell'ignoranza in cui siamo della Flora normale del

terreno su cui si stava studiando. Ma se questa fosse stata più nota ; se ugualmente nota fosse stata quella di altri terreni sui quali la malattia non si era manifestata ; se fosse stato possibile sperimentare in luoghi e condizioni diverse, per opera di vari operatori, con mezzi adeguati allo scopo, si poteva ben sperare di pervenire alla conoscenza dell'interessante fenomeno che si presentava di tanta importanza scientifica e pratica.

Intanto la previsione allora fatta, che con il tempo e dietro la sospensione temporanea della cultura del trifoglio nei terreni infetti, si sarebbe presto riequilibrata la normale Flora microbica e la virulenza del germe si sarebbe attenuata, si è puntualmente verificata, rivelandosi con una diminuzione della grave malattia.

II.

Ancora in tema di patologia vegetale, un'altra malattia ha stretti rapporti (per generale consenso) con i fenomeni microbiologici del suolo, quella designata col nome di « arrabbiaticcio » dei cereali.

Vari studiosi si sono occupati dell'argomento, ed anche di questo si preoccupò a suo tempo la R. Accademia dei Georgofili che bandì uno speciale concorso per lo studio della malattia.

Tolgo da un pregevole e recente manuale di « Granicultura » le principali notizie che l'autore (Dr. A. De Rosa) crede utile fornire agli agricoltori. L'arrabbiaticcio potrebbe derivare :

1°) da arresto di nitrificazione (ipotesi del Dr. Peglion)

2°) da intensificazione del processo di nitrificazione (ipotesi del Dr. Pasquinucci)

3°) da una vera denitrificazione (ipotesi del Prof. Tolomei).

Tre ipotesi assai diverse fra loro, come ognuno vede, ma che tutte e tre attribuiscono la malattia ad una alterazione dei processi microbiochimici del terreno. E poichè il processo di nitrificazione è quello più noto (per non dire il solo meno ignoto) di tutti i processi del genere che hanno sede nel terreno, tutti i ricercatori hanno dirette in tale direzione le loro ricerche : ma il processo di nitrificazione è proprio il solo che debba essere preso in esame ? I risultati contraddittori ottenuti credo rendano legittimo il dubbio.....

Lo stesso manuale detta le norme da seguire per evitare il danno del male, basandole necessariamente più su dati suggeriti dalla pratica che su ben fondate teorie scientifiche. E la pratica degli stessi agricoltori può infatti fornire dati interessanti che dovranno essere tenuti presente dai futuri ricercatori.

Si dice, per esempio, dagli agricoltori che « non si deve procedere alla sementa dei cereali in autunno, finchè nei prati, lungo i margini delle viottole erbose ecc. *nascono le vescie* ». Nè si ha intenzione di attribuire una diretta influenza alle fruttificazioni dei Lycoperdon : si aggiunge infatti che la nascita delle vescie è indizio « che la terra è ancora in bollore ».

Frase altamente espressiva di contadini toscani che improvvisamente rivela a chi l'ascolta che il contadino avvicina nella sua mente i fenomeni che avvengono nel terreno a quelli che egli osserva nel tino ricolmo di uva. Se si riflette un poco, con la scorta delle conoscenze attuali in materia di fermentazioni, non si

trova poi tanto strana l'idea di avvicinare il terreno ad una immensa cultura in fermentazione. Come in molte culture non pure, attivi fenomeni si svolgono alla superficie, ed altri, non meno attivi, ma diversi, si svolgono al di sotto del velo superficiale. Distruggete questo velo, ed i fenomeni prenderanno immediatamente un aspetto ed un indirizzo diverso, conducendo spesso a resultati opposti a quelli iniziali. Nulla di inverosimile che altrettanto avvenga nel terreno, e che il perturbamento che un'azione, anche puramente meccanica, induce nei normali fenomeni fermentativi possa condurre al prodursi dell'arrabbiaticcio. Non ai soli fenomeni di nitrificazione si deve quindi rivolgere chi vuole studiare il fenomeno, ma a tutti i fenomeni microbiologici che l'accompagnano.

Ma come conoscerli, per ora, finchè così arretrati sono gli studi in proposito ? E questi fenomeni sono, d'altra parte, uguali in tutti i climi, in tutti i terreni, in tutte le stagioni ? E quali possono essere i germi le cui condizioni di sviluppo e di funzione sono tanto simili a quelle che i Lycoperdon richiedono per produrre i loro corpi fruttiferi ?

Domande senza risposta per ora, e che solo potranno averla da lunghi studii ben fatti e ben coordinati.

III.

Studiando alcuni microorganismi isolati dal suolo caldo della zona boracifera toscana ebbi occasione di osservare come uno di essi, caratteristico di quell'ambiente tutto speciale, era fornito di proprietà energicamente ossidanti, che esso esplicava anche sopra sostanze puramente minerali, o minerali combinate con sostanze organiche, quali l'acido solfidrico ed i suoi sali, il ferro combinato con acidi organici (citrati, tartarati, bicarbonati) forse il manganese ed i composti boro-organici. Constatai che l'ossidazione biologica dei sali organici di ferro era così intensa da dare origine, come in altri casi di energiche ossidazioni del ferro a quantità apprezzabili di ozono.

Su tali osservazioni sperimentali basai alcune ipotesi secondo le quali ritenevo si potesse ammettere che in certe determinate condizioni, germi del tipo di quello studiato potessero aver contribuito, ed anche essere la causa principale dei depositi di solfo, del ferro nelle paludi, delle terre gialle e bolari del Monte Amiata, e potessero essere la causa dell'ozonizzazione di certe acque ed anche dell'atmosfera in certi casi.

Ricerche ulteriori mi informano che il fenomeno dell'ossidazione biologica del ferro è assai più frequente di quanto sulle prime avevo ragione di ritenere, e che microorganismi capaci di produrla più o meno intensamente si incontrano non di rado in certi terreni, specialmente ricchi di sostanze allo stato colloidale, mentre sono assai più rari in altri.

È questo un esempio dell'importante azione che certi microorganismi possono avere anche su sostanze minerali ; ed è evidente che azioni così energiche debbano avere importanza anche per la vita degli altri microorganismi e delle piante superiori. Ed anche su argomenti di questo genere quasi tutto è da fare per conoscere la Flora dei vari terreni, l'azione che hanno i vari microorganismi e le caratteristiche differenze fra un terreno e l'altro.

Riguardo all'ozono, che, come ho detto, può avere origine per energica azione biologica ossidante sui composti del ferro, mi richiamo a quanto trovo esposto in un manuale di chimica agricola (ANDRÈ).

L'ozono, vi è detto, si trova nell'aria in quantità variabile secondo le stagioni, *con maximum nel mese di giugno*, ed aumenta sotto l'influenza dei venti del sud, mentre diminuisce sotto l'azione di quelli del nord. Questo avviene, secondo l'A. perchè i venti del sud, soffiando spesso con intensità di tempesta (?) sconvolgono maggiormente gli strati atmosferici e conducono in basso aria più ricca di ozono, il quale si forma nelle alte regioni dell'aria.

Però, egli aggiunge, la quantità di ozono aumenta durante la pioggia, perchè questa lo trasporta in basso dalle regioni più elevate dell'atmosfera; ed aumenta poi nei tempi calmi e limpidi, per effetto, si afferma, delle radiazioni solari.

Io non intendo confutare e neppure discutere tutte queste affermazioni, che a dir vero non appaiono del tutto concordanti fra loro: noto soltanto che ove si ammettesse che tale piccola quantità di ozono potesse avere un'origine biologica, si spiegherebbero per lo meno ugualmente bene il maximum che si verifica nel mese di giugno (mese in generale favorevole alle intense vegetazioni, specialmente in climi più settentrionali del nostro), e l'aumento sotto l'azione di pioggie che possono stimolare la vegetazione microorganica; mentre l'aumento durante le stagioni calme si potrebbe spiegare con la minor dispersione da parte dei venti di quell'ozono che si formasse in via biologica nel suolo.

Resterebbe a spiegare la maggior quantità di ozono presente nell'aria sotto l'azione dei venti del sud, ma non credo che l'ipotesi che ossidazioni biologiche capaci di produrre ozono siano più frequenti in regioni meridionali sia molto più gratuita dell'altra, che cioè i venti del sud sconvolgano maggiormente gli strati atmosferici.

Ma queste non vogliono essere affermazioni, ma semplici rilievi che incoraggino a tentare più accurate ricerche in questo campo.

IV.

Non è il caso di parlare qui della complessa ed importantissima questione della influenza che possono avere le sostanze che la vita microbica versa nel terreno agricolo. Si sa che un accumulo eccessivo, nel substrato, di prodotti del metabolismo di un microorganismo, produce un rallentamento e magari una sospensione e perfino una cessazione dell'attività biologica di esso: si sa che molte tossine secrete da microorganismi possono avere effetti deleteri sopra altri microorganismi e sopra gli altri esseri vegetali.

La « stanchezza del terreno », l'impossibilità di far prosperare una data pianta nel punto dove da poco tempo è morta un'altra della stessa specie, i danni che, per esempio, producono i detriti di legno, la segatura ecc, quando si abbandonano nel terreno, vicino alle radici di viti o di ulivi, ai processi microbiologici propri di queste sostanze, sono altrettanti dati che ci dimostrano l'influenza, tutt'altro che ben nota, delle azioni indirette microbiche.

V.

Ritornando a parlare delle sostanze che l'agricoltore immette nel terreno sotto forma di concimazioni, e lasciando per un momento da parte le sostanze di origine organica (letame, acque putride ecc.), vien fatto di domandarsi se sono molto avanzate le nostre conoscenze sulle conseguenze che le concimazioni chimiche, con sostanze di natura minerale, devono necessariamente avere, non tanto direttamente sulle piante coltivate, quanto sulla Flora microscopica del terreno che tanta influenza ha sulla vita di queste.

Le sostanze concimanti possono trovarsi, di fronte alle piante coltivate, in due casi diversi: o sono da esse direttamente utilizzabili, senza che occorra una previa elaborazione da parte dei microorganismi del suolo, oppure questa elaborazione è necessaria perchè la pianta possa usufruirne.

Riguardo alle sostanze della prima categoria (della quale sono esempio tipico i nitrati) non occorre, naturalmente prendere in esame l'azione che su di esse può avere la Flora batterica, altro che per esaminare se questa Flora possa produrre una distruzione o una dispersione di essa. Per quelle della seconda categoria occorrerebbe conoscere a fondo le trasformazioni alle quali esse vanno incontro per azione microbiologica: per tutte poi occorrerebbe studiare in modo completo l'azione che le soluzioni che esse vanno a formare nel terreno hanno sopra i microorganismi attivi, sia dal punto di vista puramente chimico, sia da quello chimico-fisico, sia da quello biologico.

Entrando in soluzione nelle acque circolanti del suolo, le sostanze chimiche apportate come concimi possono modificare la reazione di esse, e chiunque abbia appena un poco eseguite culture batteriche di laboratorio su terreni artificiali, sa quanto siano sensibili la maggior parte dei germi a tali modificazioni. E non vale il dire che tali modificazioni di reazione sono transitorie e localizzate a quei punti, relativamente pochi, nei quali le acque si trovano a contato diretto o quasi con la sostanza apportata. Supponiamo che una specie microbica viva e lavori solo alla superficie del terreno, per una profondità di soli pochi millimetri, e che sia sparsa alla superficie una sostanza capace di modificare la reazione delle soluzioni per quei pochi millimetri, mentre poco più sotto la reazione ritorna normale. Quella sostanza sarà, ciò non ostante, capace di arrestare tutto il processo affidato a quel microorganismo, e magari di ucciderlo e farlo scomparire del tutto.

Ho già detto che ho avuto occasione di constatare grandi differenze fra un terreno e l'altro, in fatto di Flora microbica, per esempio riguardo ai microorganismi ossidanti, capaci di ossidare energicamente i composti organici del ferro. Altre osservazioni mi fanno ritenere che questi esseri preferiscono terreni ricchi di sostanze allo stato colloide a quelli ricchi di soluzioni di sostanze elettrolitiche: ed alla forma colloide essi stessi riducono l'idrato ferrico che contribuiscono a formare. Esistono dunque specie eminentemente gelicole ed altre alicole, come del resto avviene per le piante superiori. Sarà mai possibile studiare in modo abbastanza completo la distribuzione geografica e l'ecologia dei microorganismi del suolo?

Ma oltre alle eventuali modificazioni della reazione delle soluzioni circolanti

nel terreno, ed oltre alle modificazioni che si possono verificare dal punto di vista chimico-fisico (pressione osmotica ecc.) nelle soluzioni stesse, anche la pura azione chimica diretta è naturalmente da tenere nel massimo conto: ma io penso che sia per la maggior parte dei microorganismi e per la maggior parte delle sostanze concimanti chimiche, ancora ignota l'azione che queste hanno su quelli, e che la Scienza non sia affatto in grado finora di stabilire dati precisi e sicuri; che essa non sia affatto in grado di garantire che certe sostanze, vantaggiose in apparenza in un primo tempo, non siano poi dannose nel progresso del tempo, ed in seguito a frequenti ripetizioni di trattamento.

Distribuendo per esempio in un campo, abbondantemente e ripetutamente nitrati, non vi è alcun dubbio che otterremo un immediato vantaggio per le piante coltivate (per esempio cereali), ma secondo ogni verosomiglianza esalteremo nel terreno stesso i microorganismi della denitrificazione che eserciteranno la loro influenza, non solo sui nitrati stessi che sono stati introdotti sotto forma chimica, ma anche sulle sostanze organiche azotate che generalmente si sogliono portare nel terreno stesso, provocando forse una dispersione di azoto che anderà in detrazione dei vantaggi che si volevano ottenere.

Ed inoltre la ripetizione frequente di simili trattamenti orienterà probabilmente l'insieme della Flora batterica del suolo in modo opposto a quello che si deve desiderare, perchè all'esaltazione dei denitrificanti corrisponderà una depressione dei nitrificanti che in un ambiente artificialmente arricchito di nitrati prospereranno assai male ed attenueranno la loro potenzialità; in modo che al cessar dei trattamenti accennati il terreno avrà diminuito il suo potere nitrificante e mostrerà una forma di esaurimento e di stanchezza di cui l'analisi chimica non saprà forse rivelarci la ragione, e che farà sentire i suoi effetti per un certo tempo.

Soltanto i trattamenti con sostanze organiche azotate che non solo riattivino la cessata funzione ma portino nel terreno una nuova quantità di germi nuovi non attenuati da precedenti trattamenti depressivi (come si può ottenere con i letami) potrà, col tempo, ricondurre il normale equilibrio microbiologico e microchimico.

Io penso che ai fatti sopra accennati si debba attribuire la convinzione (che non sarebbe quindi infondata) che hanno molti coltivatori, che cioè, come essi dicono, la terra, per i trattamenti con concimi-nitrati, *si sforza*.

VI.

Non ho l'intenzione di negare l'opportunità, in molti casi, dell'uso delle concimazioni chimiche, ma nell'esporre le osservazioni di cui sopra ho inteso mettere in evidenza che la loro applicazione deve essere fatta con infinite cautele, che purtroppo ora non è possibile neanche suggerire ai coltivatori, perchè le nostre cognizioni scientifiche non sono sufficienti al bisogno; ed ho inteso riaffermare il principio, del resto non contrastato nè contrastabile, che le concimazioni organiche con letame ecc., non sono soltanto utili ed importanti per le sostanze che con esse si introducono nel terreno, ma sono altrettanto utili ed importanti per gli

esseri microscopici che le accompagnano e perchè esse favoriscono lo sviluppo e la prosperità di quelli che già trovano nel terreno, cosa che è ancora assai dubbia per le concimazioni chimiche.

Dato ciò, e pensando alle enormi differenze di clima, di composizione chimica e geologica dei terreni coltivati, ed alle differenze microbiologiche che certamente le accompagnano e che ci sono ancora ben poco note, vien fatto di domandarsi se è proprio giusto il giudicare del maggiore o minore grado di perfezione delle culture agricole dalla quantità di concimi chimici che vengono consumati in un data regione: se è proprio giusto il ritenere poco evoluta l'agricoltura toscana, per esempio, o quella di altre regioni più meridionali ancora, solo perchè in queste regioni si consuma, per ettaro, meno concimi chimici di quello che si consumi in Olanda o in Germania...

E sarebbe poi da domandarsi se è opera saggia il disperdere come sempre più si tende a fare, i detriti della vita delle città, che sottoposti ai sistemi igienici di purificazione vengon poi dispersi nei nostri fiumi (con un criterio igienico che non mi sembra assoluto) e sottratte quindi ad ogni possibile utilizzazione.

Si tutelan così, senza dubbio, le delicate nari dei passanti mattinieri, si evitano strappi alle leggi contro il lavoro notturno, ma si sperpera, a mio modo di vedere, una enorme quantità di sostanze che elaborate opportunamente ed usate con le dovute cautele potrebbero costituire una vera ricchezza. In compenso però si importano sempre maggiori quantità di concimi chimici preparati nelle officine straniere...

VII.

Un appunto gravissimo si può fare a queste mie osservazioni; un appunto di tale gravità che mi ha reso dubbioso a lungo sull'opportunità di esporle, ed è che, tutte queste, sono osservazioni generiche ed imprecise, sono osservazioni che generan dubbi e non risolvono questioni, e che non sono accompagnate da dati di fatto, da resultati di esperimenti, da cifre precise e da laboriose statistiche.

Ma io ritengo che i numerosi dubbi sian legittimi; e nella scarsità delle nostre cognizioni i dati, le cifre e le statistiche fanno talmente difetto che spero di trovare in questo fatto un'attenuante valida, e mi affido che l'indeterminatezza delle osservazioni ed i dubbi stessi non vorranno essere del tutto attribuiti alla mia probabile ignoranza della materia.

Anche i più dotti e più completi lavori, eseguiti da eminenti scienziati lasciano, almeno nella mia mente, il dubbio se i resultati stessi siano da generalizzarsi sempre e sian validi sempre e dovunque senza un precedente rigoroso controllo. Chi si dedica a nuove ricerche preferisce più spesso andare in cerca di nuove verità per vie nuove o poco note, piuttosto che dedicare i propri sforzi al controllo paziente e sistematico che permetta di concludere se e fino a che punto le verità scoperte da un valente studioso che ha operato in certe condizioni si ripetano o si modifichino in condizioni diverse.

Ne resulta un lavoro saltuario ed incompleto, se anche importantissimo; ne resultano spesso nuove scoperte di non dubbio valore, ma nell'applicazione pratica, purtroppo si difetta, perchè si tende naturalmente a generalizzare troppo

e ad applicare dovunque le norme pratiche che sono state trovate giuste in uno o in pochi casi.

Le osservazioni meteorologiche di un solo osservatorio (per servirmi di un paragone che ho usato in altra occasione) a ben poche conclusioni potrebbero portare, se non fossero messe in relazione, integrate e coordinate con quelle degli altri, ormai numerosissimi, osservatôri.

Sostengo quindi, ancora una volta, la necessità e l'urgenza che si inizi senza indugio una ben intesa coordinazione degli istituti e laboratori dedicati a questo genere di ricerche, che si estenda poi il più possibile anche agli studiosi isolati (che ne ritrarranno grandi vantaggi) e che, per ogni nazione, faccia capo ad un istituto centrale che funzioni da centro coordinatore, propulsore e sintetizzatore. Facili saranno poi i rapporti fra gli istituti centrali delle varie nazioni.

Osservatôri utilissimi di fenomeni di alta importanza per la nostra agricoltura e per la nostra economia, questi istituti si renderebbero ben presto benemeriti della Scienza e della Vita, e non mancherebbero certamente studiosi pronti a sacrificare una parte della loro individualità al servizio di un'opera che si rivela sempre più indispensabile per il bene comune.

Al Congresso, ai Rappresentanti delle Nazioni, a quelli delle Accademie e Società Agricole, ai Governi, e sopratutto al Governo italiano che in ogni campo vuole affermare la sua opera di restauratore e di stimolatore verso alte ed ampie idealità raccomando quindi il programma che forse troppo audacemente e con troppa poca competenza ho cercato di esporre, e che viene riassunto nel seguente ordine del giorno:

ORDINE DEL GIORNO.

La IV Conferenza internazionale di Pedologia, riunita in Roma il.....

udita la comunicazione del Dr. Gino BARGAGLI PETRUCCI su la « Necessità di coordinare ed organizzare gli studi di microbiologia del suolo »,

presa cognizione dell'ordine del giorno votato dal VII Congresso della Società italiana per il progresso delle Scienze, riunito in Siena nel settembre 1913, e dell'azione svolta dalla R. Accademia dei Georgofili di Firenze in favore degli studi di microbiologia del suolo,

convinta che una più completa conoscenza dei fenomeni microbiologici del suolo è uno dei più urgenti bisogni della Scienza e della Tecnica Agricola,

convinta che solo un assiduo e ben coordinato lavoro collettivo di tutti gli studiosi potrà condurre a tale sufficiente conoscenza,

FA VOTI

1) che dai Governi delle Nazioni, dalle Accademie e Società scientifiche, dagli Enti e Consorzi Agrari ecc. vengano con ogni mezzo incoraggiati e favoriti gli studi di microbiologia del suolo, specialmente in relazione con l'Agricoltura,

2) che vengano istituiti il maggior numero possibile di *laboratori-osservatori* dei fenomeni microbiologici del terreno agricolo e forestale,

3) che gli studi e le osservazioni in questo campo vengano quanto più è possibile coordinati ed organizzati, in ogni Nazione, sotto la guida di un *laboratorio centrale*, in modo che non vada dispersa nessuna forza diretta a questo altissimo intento,

e RACCOMANDA

specialmente al Governo Italiano ed all'Istituto Internazionale di Agricoltura che ha sede in Roma di farsi promotori di tutti i provvedimenti e le intese opportune al raggiungimento dello scopo sopra esposto.

ALLEGATI.

Relazione della Commissione nominata dalla R. Accademia dei Georgofili di Firenze con l'incarico di studiare i modi « per promuovere gli studi di microbiologia », nell'adunanza del 3 aprile 1921.

La Commissione nominata da questa Reale Accademia per studiare i modi più opportuni e proficui a promuovere gli studi sulla *Microbiologia del suolo*, e specialmente del terreno agricolo e forestale, pur non avendo la pretesa di avere, in così breve tempo, esaurito il suo mandato, crede utile di sottoporre intanto all'Accademia alcune delle sue idee e delle proposte che possono già fin da ora, a suo giudizio, essere di immediata e pratica attuazione.

E per adempiere nel miglior modo possibile al suo compito, la Commissione ha creduto di sentire in proposito l'opinione di autorevoli scienziati che hanno avuto la cortesia di aderire all'invito della Commissione. Queste persone sono: il Conte Senatore Napoleone Passerini, il Prof. Arrigo Serpieri, Direttore del R. Istituto Forestale, ed il Prof. Lionello Petri, dello stesso Istituto. In seguito anzi a questi colloqui la Commissione ha creduto utile di aggregarsi il suddetto Prof. Petri, che con la sua autorità e competenza poteva dare valido appoggio e consiglio.

* * *

Trova dunque la Commissione che l'Accademia può dare impulso agli studii di cui si tratta in varii modi, e cioè:

1) Dando modo agli studiosi che già si occupano della materia di continuare e completare le loro ricerche, e di rendere di pubblica ragione i resultati ai quali essi giungono.

2) Facendo pratiche perchè studiosi delle discipline più affini abbiano modo di perfezionarsi negli studi microbiologici senza sacrifizio personale finanziario.

3) Facendo pratiche perchè sorga un ufficio o laboratorio che abbia per scopo precipuo di formulare le più importanti questioni relative alla microbiologia del terreno, e di coordinare i resultati che possano essere ottenuti dagli Istituti della materia e dagli studiosi isolati.

* * *

Al primo degli scopi sopra accennati può l'Accademia cooperare in modo diretto, e già nella pubblica adunanza del 13 marzo decorso fu da qualcuno accennato all'opportunità che l'Accademia bandisse un concorso a premi da conferirsi al miglior lavoro che le venisse presentato su tali argomenti.

Dopo matura riflessione però, è sembrato alla Commissione che, per il raggiungimento dello scopo, fosse più opportuno seguire un criterio un poco diverso; e ciò principalmente in considerazione dello stato attuale di questo genere di studi in Italia.

Pochissimi sono infatti coloro che si occupano attualmente di questi argomenti, che richiedono una lunga preparazione tecnica e mentale che non si acquista certamente nè in pochi mesi nè in qualche anno. Proponendo quindi un concorso a premi, sia pure a scadenza non breve, si faciliterebbero forse lavori affrettati da parte di persone non ancora preparate come si conviene a questi difficilissimi lavori, dei quali, per di più è assai difficile un conveniente controllo da parte di una commissione giudicante.

Perciò crede la Commissione che sia più utile favorire la pubblicazione ed il completamento di quegli studi che sembrino ad una Commissione giudicante più degni di essere approfonditi e resi di pubblica ragione, e propone che l'Accademia inviti gli studiosi che già si occupano di ricerche microbiologiche del terreno a comunicare all'Accademia un cenno degli studi che stanno compiendo o hanno in animo di compiere. Una

commissione all'uopo nominata proporrà che l'Accademia si assuma la pubblicazione di quei lavori che sembrino conformi alle sue intenzioni, e potrà pure proporre che l'Accademia stessa assegni un sussidio, in proporzione dei propri mezzi e dell'importanza del lavoro da compiere, ove risulti che al compimento delle ricerche sia utile che l'Accademia concorra nell'interesse degli studi.

* * *

Se nell'avanzare la precedente proposta la Commissione ha in animo di proporre che l'Accademia venga in aiuto di quegli studiosi che incontrano gravi difficoltà sia a proseguire in costosi studi già iniziati, sia a pubblicare i risultati di studi già compiuti la cui pubblicazione talvolta importa spese non lievi, è naturale che la Commissione si preoccupi di fare in modo che altri studiosi possano trovare occasione di specializzarsi nelle difficili ricerche.

Perciò la Commissione prega l'Accademia di trasmettere al più presto possibile al Ministero di Agricoltura un suo voto affinchè alcune delle Borse di studio che il Ministero stesso sta per assegnare, siano conferite a studiosi che dichiarino di volersi dedicare a studii di microbiologia del suolo.

Queste Borse di studio (assai vantaggiose) daranno modo a qualche giovane volonteroso di dedicarsi a questi studi, prima in qualche Istituto italiano per la necessaria preparazione, poi in qualche Istituto estero, specializzato in materia, come ne esistono per esempio, in Belgio ed in Germania.

Con questo mezzo si procura di aumentare il numero degli studiosi di questi argomenti, e di preparare buoni elementi per le ricerche ulteriori che l'Accademia si augura di veder compiere in Italia con serietà di propositi ed alti intendimenti scientifici e pratici.

* * *

Le due proposte sopra esposte dovrebbero, nel concetto della Commissione, preparare la via alla terza proposta che tende ad ottenere che in Italia si incominci un lavoro assiduo e sistematico sulla microbiologia dei nostri terreni. Per giungere a questo scopo occorre che gli studiosi possano trovare in Italia un istituto scientifico che possa funzionare da ufficio centrale e da centro per questi studi, e che possa coordinare e predisporre le ricerche in proposito, analogamente a quanto fanno, in campi affini, la Stazione di Entomologia agraria e l'Istituto Forestale.

Anzi, poichè i due Istituti ora nominati (unici in Italia nel loro campo) sono stati dal Ministero di Agricoltura costituiti in Firenze, sembra alla Commissione che in questa città, tranquilla sede di studi, debba eventualmente sorgere il nuovo erigendo Istituto, il quale inizialmente potrebbe trovare degna sede appunto presso l'Istituto Forestale, che di questi studi grandemente potrebbe giovarsi.

Il parere favorevole che a questa proposta hanno dato il Prof. SERPIERI ed il Prof. PETRI, incoraggia la Commissione a pregar l'Accademia di fare vive premure presso il Ministero competente perchè aderisca a questo desiderio.

Qualora in seguito l'erigendo Istituto di Microbiologia del terreno assumesse, come giova sperare, lo sviluppo e l'importanza che comportano gli scopi che si dovrebbe proporre, potrà l'Istituto stesso rendersi autonomo e trovare, occorrendo, una sede propria in una città come Firenze che è già importante centro di cultura e che, oltre all'Istituto Forestale ed alla Stazione di Entomologia agraria, è sede di uno dei più importanti Istituti Botanici di Europa, quale è quello del R. Istituto di Studi Superiori.

Nel sottoporre all'Accademia questo voto, la Commissione ha pure tenuto presente la importante ed opportuna mozione presentata al Senato del Regno il 16 marzo 1921 da autorevoli Senatori, alcuni dei quali fanno parte di questa Accademia, e cioè dai Senatori PATERNÒ, GOLGI, VOLTERRA, CIAMICIAN, LEONARDI-CATTOLICA, FANO, FERRARIS MAGGIORINO, MARCHIAFAVA, GINORI-CONTI, CORBINO E SANARELLI.

* * *

Sembra dunque alla Commissione, che l'Accademia ha onorata della sua fiducia, che i propositi che l'Accademia si prefigge trovino già negli autorevoli Membri del Senato sopra ricordati il migliore appoggio che si possa sperare e che anche ad essi debba l'Accademia rivolgersi pregandoli di volersi unire alle pratiche che essa si propone di svolgere.

Naturalmente la Commissione si tiene a disposizione dell'Accademia, se questa crede che la sua opera possa essere utile nelle ulteriori pratiche destinate al raggiungimento di uno scopo altamente scientifico e pratico.

Firenze, 25 maggio 1921.

La Commissione.

Firm. Prof. GIORGIO ROSTER. *Presidente*
Prof. ALESSANDRO MARTELLI
Dott. GUSTAVO GASPERINI
Prof. ROBERTO SALVADORI
Prof. LIONELLO LETRI
Dott. GINO BARGAGLI PETRUCCI. *Segretario.*

Invito rivolto dalla R. Accademia dei Georgofili di Firenze agli studiosi di microbiologia del terreno agricolo e forestale.

La R. Accademia dei Georgofili di Firenze, ritenendo utile che siano promossi e intensificati studi di microbiologia del suolo e specialmente del terreno agricolo e forestale, invita gli studiosi che già si occupano di ricerche microbiologiche del terreno a comunicare all'Accademia un cenno degli studi che stanno compiendo o che hanno in animo di compiere.

Il termine utile per tale comunicazione scade col 31 dicembre 1921 e dovranno esser in particolar modo indicate le condizioni di località, di ambiente, di mezzi coi quali gli studi sono o verranno eseguiti.

L'Accademia, in seguito alle proposte di speciale Commissione, delibererà sui modi coi quali facilitare mediante contributi, sussidi o premi, i lavori e le ricerche che gli studiosi abbiano in corso di esecuzione o intendano di compiere.

Ordine del giorno votato dal VII Congresso della Società per il Progresso delle Scienze riunito in Siena nel Settembre 1913.

Il Congresso ...

considerando che la Flora batterica del suolo esercita una importantissima azione sulla vegetazione sia spontanea che coltivata, per le trasformazioni ed azioni chimiche e fisiche che essa è capace di produrre ed esercitare,

considerando inoltre, che tali Flore batteriche possono variare profondamente per effetto delle condizioni geografiche, geologiche, climatiche, fisiche e chimiche del suolo,

FA VOTI

che venga intrapreso uno studio sistematico e preciso delle Flore batteriche dei vari terreni nelle regioni d'Italia e delle Colonie italiane, nell'interesse della Scienza e dell'Agricoltura Nazionale e Coloniale.

* * *

Mozione presentata al Senato del Regno d'Italia il 16 marzo 1921.

Il Senato,

convinto che per il risorgimento economico ed industriale dell'Italia sia necessaria una efficace collaborazione della Scienza con la tecnica,

convinto che a questo fine sia indispensabile la creazione di Istituti destinati allo studio dei problemi di scienza applicata ed alla preparazione di persone sapientemente adatte alla direzione ed al funzionamento delle maggiori industrie,

convinto che di tali Istituti bisogna dare la precedenza a quelli destinati:

a) alla chimica applicata ;
b) alla fisica ed alla elettrotecnica ;
c) alla biologia nelle sue attinenze con l'agricoltura, l'igiene e l'alimentazione ;

convinto che ogni ritardo metterebbe l'Italia in una inferiorità sempre maggiore rispetto agli altri paesi meglio preparati ed in continuo e rapido perfezionamento ;

invita il Governo a presentare un progetto di legge che provveda con urgenza a questo bisogno imperioso e preponderante.

Firm. : PATERNÒ, GOLGI, VOLTERRA, CIAMICIAN, LEONARDI-CATTOLICA, FANO, FERRARIS MAGGIORINO, MARCHIAFAVA, GINORI-CONTI, CORBINO, SANARELLI.

Dr. G. BARGAGLI-PETRUCCI, *Firenze (Italia)*. — **Nécessité de coordonner et organiser les études microbiologiques du sol.**

RÉSUMÉ.

L'A. après avoir mis en lumière et discuté les questions très importantes qui au point de vue agronomique se rattachent à la biologie des microorganisme du terrain, a proposé un ordre du jour, par lequel la Conférence a émis le vœu :

1) que les études microbiologiques du sol doivent être encouragées et favorisées par tous les moyens possibles, par les Gouvernements des différentes Nations, les Académies et Associations scientifiques, les diverses Institutions agronomiques, etc. ;

2) que l'on doit créer le plus grand nombre possible de *laboratoires-observatoires* des phénomènes microbiologiques du terrain agricole et forestier ;

3) que les études et les observations dans ce champ doivent être coordonnées et organisées, de la façon la plus complète possible, sous la direction d'un *laboratoire* central, pour éviter toute dispersion des efforts, que l'on fait pour atteindre ce but.

Dr. I. BARGAGLI-PETRUCCI, *Florence (Italy)*. — **Necessity for the Coordination and Organization of microbiological Experiments on the Soil.**

ABSTRACT.

The writer described and discussed the importance of soil microbiology from the point of view of agriculture and on his proposal the Conference resolved : —

(1) That microbiological soil studies should be encouraged and assisted in all possible ways by the Governements of the different Nations, Scientific Academies and Associations, the various Agricultural Institutions, etc. ;

(2) That there should be established as large a number as possible of observatory-laboratories for the microbiological phenomena of agricultural and forest land ;

(3) That the studies and discoveries in this field should be as completely organized and coordonated as possible, under the direction of a *central laboratory*, in order to avoid any waste of effort in this important work.

SELMAN A. WAKSMAN,

New Jersey Agricultural Experiment Station, New Brunswick, N. J. U.S.A.

A TENTATIVE OUTLINE OF STUDY OF THE MICROBIOLOGY OF SOILS AND MANURES WITH SPECIAL REFERENCE TO THE METHODS IN SOIL MICROBIOLOGY.

ABSTRACT.

A. Methods :

I. A critical study of the present methods used in soil microbiology investigations :

1. Methods for determination of numbers of microorganis
   (*a*) Plate method for bacteria.
   (*b*) Plate method for fungi.
   (*c*) Direct microscopic method for bacteria and fungi.
   (*d*) Dilution method for the study of numbers of soil microorganisms.
2. Methods for the study of physiological activities of soil microorganisms
   (*a*) Solution and soil methods.
   (*b*) Decomposition of organic matter :
      (*a'*) Protein decomposition.
      (*b'*) Ammonia formation.
      (*c'*) Cellulose decomposition.
      (*d'*) CO_2 production.
   (*c*) Nitrification and other oxidation phenomena.
   (*d*) Nitrogen-fixation and mannite decomposition.
   (*e*) Oxidation phenomena.
   (*f*) Denitrification and other reduction phenomena.
   (*g*) Other methods.

II. Modifications of the present methods.

III. New methods.

B. Numbers and kinds of microorganisms.

I. Relative numbers and importance of the different groups of microorganisms.

II. Bacterial flora of the soil :
   1. Numbers :
      (*a*) Spore forming.
      (*b*) Non-spore forming.
   2. Kinds of bacteria.
   3. Life cycle of bacteria in the soil.

III. Fungus flora of the soil.
   1. Occurrence of fungi in spore and mycelial forms.
   2. Fungus numbers.
   3. Kinds of fungi.
   4. Life cycle of fungi in the soil.

IV. Numbers and kinds of Actinomycetes in the soil.
V. Protozoa in the soil:
1. Numbers and kinds.
2. Life cycle of protozoa in the soil.
VI. Soil algae.
VII. Variability studies in the occurrence of microbes in the soil.

C. Activities of soil microorganisms.

I. Studies on soil sterilization without modifying the physical and chemical conditions of the soil.
II. Comparison of soils by biochemical tests.
III. Nitrogen cycle in the soil.
IV. Carbon cycle in the soil.
V. Energy requirements of microbes and the utilization of various carbon compounds as sources of energy for microbes.
VI. The carbon-nitrogen ratio and its effect on microbial activities.
VII. Pure culture studies:
1. Metabolism of the organisms-bacteria, fungi, actinomycetes:
(*a*) Energy requirements.
(*b*) Sources of nitrogen.
2. Chemical changes produced by the organisms:
(*a*) On nitrogen.
(*b*) On carbon.
(*c*) On other constituents of soil.

D. Microbiology of manure:

I. Numbers and kinds of microorganisms.
II. Decomposition of manure:
1. Nitrogen changes.
2. Carbon changes.
3. Carbon-nitrogen ratio.

E. Practical application:

1. Soil inoculation:
1. Nitrogen-fixing bacteria:
(*a*) Symbiotic.
(*b*) Non-symbiotic.
2. Sulfur-oxidizing bacteria.
3. Microorganisms decomposing organic substances readily, thus making the minerals and nitrogenous substances more readily available for higher plants.
II. Modifying soil conditions to control microorganisms.
III. Handling of manures and composts.

S. A. WAKSMAN, *New Brunswick, N. J. (Etats-Unis).* — **Projet pour l'étude de la microbiologie du sol et du fumier, spécialement au point de vue des méthodes d'analyse microbiologique.**

I. — Etude critique des méthodes actuellement en usage dans les recherches microbiologiques.
1) méthodes pour la détermination des nombres de microrganismes:
a) méthode à plaques pour bactéries;
b) méthode à plaques pour champignons;
c) méthode microscopique directe pour bactéries et champignons;
d) méthode de dilution pour l'étude des nombres des organismes du sol.
2) méthodes pour l'étude des activités physiologiques des microrganismes du sol.
a) Méthodes pour solutions et sols;
b) Décomposition de matière organique:
a') Décomposition de protéine;
b') Formation d'ammoniaque;
c') Décomposition de cellulose.
d') Production d'acide carbonique.
c) Nitrification et autres phénomènes d'oxydation;
d) Fixation d'azote et décomposition de mannite;
e) Phénomènes d'oxydation
f) Dénitrification et autres phénomènes de réduction.
g) Autres méthodes.
II. Modifications des méthodes actuelles.
III. Nouvelles méthodes.

B) *Nombres et genres de microrganismes.*

I. Nombres relatifs et importance des différents groupes de microrganismes.
II. Flore bactérienne du sol:
1) Nombres.
a) Formant des spores
b) Ne formant pas de spores.
2) Genres de bactéries.
3) Cycle de vie des bactéries dans le sol.
III. Champignons du sol.
1) Champignons sous forme de spores et de mycelium.
2) Nombres de champignons.
3) Genres de champignos.
4) Cycle de vie des champignons dans le sol.
IV. Nombres et genres d'actinomycètes dans le sol.
V. Protozoaires du sol.
1) Nombres et genres.
2) Cycle de vie des protozoaires du sol.
VI. Algues du sol.
VII. Etude de la variabilité dans la présence de microbes dan le sol.

C) *Activité des microrganismes du sol.*

I. Etude de la stérilisation du sol sans modifier les conditions physiques et chimiques du sol.
II. Comparaison des sols au moyen d'essais biochimiques.
III. Cycle de l'azote dans le sol.
IV. Cycle du carbone dans le sol.
V. Sources d'énergie des microbes et utilisation des différents composés du carbone.
VI. Le rapport carbone-azote et son effet sur l'activité des microbes.
VII. Etude des cultures pures.
1) Metabolisme des organismes — bactéries, champignons, actinomycètes:
a) sources d'énergie.
b) sources d'azote.
2) Changements chimiques produits par les organismes:
a) sur l'azote;
b) sur le carbone;
c) sur d'autres constituants du sol.

D) *Microbiologie du fumier.*

I. Nombres et genres de microrganismes.
II. Décomposition du fumier:
1) Changements en azote;
2) Changements en carbone;
3) Le rapport carbone-azote.

E) *Applications pratiques.*

I. Inoculation du sol.
1) Bactéries fixant l'azote:
a) Symbiotiques;
b) Non-symbiotiques.
2) Bactéries oxydant le soufre.
3) Microrganismes, qui décomposent rapidement les matières organiques, rendant ainsi les matières minérales et azotées facilement assimilables pour les plantes supérieures.
II. Modification des conditions du sol dans le but de régler l'action des microrganismes;
III. Emploi de fumiers et de composts.

Prof. G. ROSSI,
Laboratorio di Batteriologia Agraria, R. Istituto Superiore Agrario, Portici, Italia.

PROPOSTA PER UNA INTESA FRA TUTTI I BATTERIOLOGI AGRARI DEL MONDO PER LO STUDIO SISTEMATICO DEI TERRENI AGRARI LOCALI.

Signori,

Spero che le idee che avrò l'onore di esporvi a sostegno della mia proposta non riusciranno del tutto nuove a molti di voi in quanto abbia, già in precedenti articoli [1], cercato di mettere in luce le principali difficoltà presentate dalla batteriologia del terreno agrario e i più importanti errori di raziocinio e di deduzione che si commettono continuamente in questo campo.

Le osservazioni della prima serie sono perciò il fondamento principale della mia proposta, avvalorate da quelle della seconda, in quanto, appunto perchè siamo in pochi a studiare in tutto il mondo, sarebbe bene che procedessimo di conserva e con piani prestabiliti, allo scopo di non sciupare le forze. Ed ho anche fatto vedere come gli studi di batteriologia agraria siano scarsi, scarsissimi anzi, ed affatto insufficienti di fronte alla vastità ed importanza dei problemi da risolvere.

Comunque mi limiterò qui, anzitutto, a riassumere quanto altrove ho esposto diffusamente, avvegnachè a voi tutti siano ben note:

a) Le incertezze riflettenti la conta dei microbi nel suolo, per cui, cambiando appena metodo, si cambia enormemente il risultato numerico.

b) Gli ostacoli derivanti dall'antagonismo che numero e qualità possono, durante lo sviluppo, esercitare fra di loro.

c) L'influenza dei metodi riflettenti l'isolamento delle singole specie microbiche del terreno, essendo ormai ben dimostrato che lo esame speciografico del terreno stesso è relativo al metodo d'isolamento impiegato e sopratutto al terreno nutritivo scelto. Per ogni categoria dobbiamo ognora ricorrere a colture elettive di arricchimento, le quali non ci dicono nulla, assolutamente nulla, del numero reale dei germi relativi e quindi della importanza di dette categorie nel terreno.

d) L'insufficienza dei metodi relativi all'isolamento di date specie.

e) La difficoltà enorme di sterilizzare il terreno in modo assoluto, sia coll'autoclave che colla stufa a vapore del KOCH, sia coll'arrostimento a fuoco diretto, sia con la stufa ad aria calda.

f) Le alterazioni che subisce il terreno durante la sterilizzazione al calore ed anche coll'uso degli antisettici.

1 Notizie su alcune serie di lavori di microbiologia in corso. *Annali della R. Scuola Sup. Agric. Portici*, XV, 1920. — Gli studi di microbiologia del terreno in Italia e all'Estero. Giornale di *Agricoltura della Domenica*, 21, I, 1923. — Delle difficoltà e degli errori della batteriologia del terreno agrario. *Rassegna internazionale di agronomia*, N.S., I, 1923.

g) La poca sensibilità di certi metodi chimici, che sono viceversa gli unici di cui possiamo disporre per renderci conto delle reazioni cagionate dai microbi; quali il metodo del KJELDALL e sue modifiche per la determinazione dell'azoto ed il ben poco sensibile metodo di LUNGE-LUVOFF per ricercare dell'acido nitrico accanto a grandi quantità di acido nitroso.

h) L'impossibilità di sperimentare con probabilità di successo, coll'aggiungere colture di microbi direttamente al terreno, dovendo i microbi aggiunti lottare contro troppi altri microbi preesistenti e troppe categorie.

i) L'impossibilità di poter usare la *pasteurizzazione* prima dell'immissione delle colture pure nel terreno.

E se queste sono difficoltà, per ora insuperabili, sono invece errori di raziocinio:

1) Attribuire *nel terreno*, ad un microbo isolato dal terreno, tutte le proprietà che esso rivela in *vitro* e solamente quelle.

2) *Attribuire* tutto un processo *del terreno* (anche ben conosciuto chimicamente) *ai pochi microbi* che, dotati delle proprietà corrispondenti, riusciamo ad isolare *dal terreno* solamente per mezzo di colture elettive e di arricchimento.

3) Fare agire un microbo (per riconoscere le proprietà che esso microbo *deve avere nel terreno*) in condizioni affatto differenti da quelle che troverà nel terreno stesso.

Aggiungerò ora alcune osservazioni che ho trascurato fin qui anche perchè comuni forse al resto della batteriologia: ma che non devono essere dimenticate perchè nella batteriologia del terreno acquistano maggiore importanza che altrove: e queste riflettono anzitutto la insufficienza delle *descrizioni* batteriche, per cui non è sempre, per non dire quasi mai, possibile sapere non solo se due o più microbi affini siano da riferirsi alla stessa specie o a specie differenti, ma anche per poter riferire o avvicinare un microbo a qualche specie già conosciuta. Tali insufficienze ripetono la loro origine da varie cause.

Anzitutto succede molto spesso che le descrizioni batteriologiche, anche di microbi importantissimi, siano date da ricercatori *che si sono improvvisati batteriologi*. Andazzo questo più comune di quello che non si creda (perchè si nutre da molti il pregiudizio che la batteriologia sia, non già una scienza, ma una tecnica e come tale di così facile e comune apprendimento da essere alla portata di tutti) e che si vede più comunemente nei Laboratori di chimica, in cui spesso si studiano fenomeni chimici di natura biologica e sopratutto quelli del terreno: ed in cui perciò si ha bisogno di maneggiare i microbi relativi. In questi casi sarebbe assai preferibile che la descrizione fosse fatta da specialisti anzichè dal chimico.

Quale disdoro o quale vergogna c'è a rivolgersi a specialisti in casi di questa natura? Non si fa così forse in tanti altri campi e anche fra sistematici? Chi può pretendere che uno studioso sia ugualmente versato in tutte le branche dello scibile?

Ma se in botanica vi sono specialisti non solo per intere classi di piante (Lichenologi, Briologi, Algologi) ma anche specialisti per date famiglie e perfino per dati generi (Gen. Hyeracium), non è forse logico pretendere che le descrizioni batteriche siano fatte almeno da batteriologi, diciamo così, di razza e non da batteriologi improvvisati? E poichè i batteriologi improvvisati, sono, bene inteso, ben lungi dal poter orizzontarsi, nella maggior parte dei casi, per riuscire a classificare uno schizomiceta, identificandolo con qualcuno già conosciuto, ovvero dichiarandolo nuovo,

così non si evitano quel numero infinito di ripetizioni e di descrizioni incomplete che si hanno (e in che tutti cadiamo) e quel numero enorme di sinonimi che faranno perdere la testa ai sistematici. In questo modo l'applicazione di un sano principio; quello della divisione del lavoro, è completamente trascurato e spesso sacrificato solo al già accennato pregiudizio contro il quale è doveroso da parte nostra insorgere: essendo tutti ben fermi nel ritenere che la batteriologia non è un semplice sussidio sperimentale, ma una branca ben individuata della biologia; e forse più difficile delle altre perchè in via di formazione.

Dunque *i batteri ai batteriologi*! Ma io sogno già qualche cosa di più e cioè la specializzazione anche fra di noi e non solo una categoria di ricercatori e dei gabinetti di pura sistemazione batteriologica, ma la sistematica specializzata dei vari aggruppamenti, la cui necessità è dimostrata da quei giganteschi lavori di revisione che ogni tanto compaiono e che cercano di mettere un po' di ordine nei *caos* sistematici esistenti: come sono rimasti famosi quelli compiuti dal BREDEMANN a proposito sia del *B. asterosporus* che, e molto più, del *B. amylobacter*. Chi potrebbe perciò negare la necessità di tale divisione di lavoro?

Nella descrizione delle specie batteriologiche occorre poi evitare altri due errori, nei quali molto spesso cadiamo e che non di rado sono la causa prima della incompletezza delle nostre descrizioni.

Il primo, nel quale è più facile incappare, è il cosidetto *punto di vista*: una varietà del *prisma* personale attraverso il quale siamo soliti considerare quanto ci circonda, che perciò si deforma a seconda dell'angolo individuale.

Il punto di vista è, per lo più, in batteriologia, dato dal genere degli studi cui un ricercatore si dedica in quel momento e che hanno generato la scoperta del microbo nuovo o creduto tale. Se il ricercatore studia la *fissazione dell'azoto*, ove trovi qualche specie che ritenga non ancora nota in tale campo, dopo una descrizione sommaria (o anche senza) lo studierà da tale *punto di vista*, ne determinerà le variazioni del relativo potere, le influenze degli agenti esterni e magari anche le relative variazioni morfolologiche sempre in tale rapporto: ma non si curerà delle altre attività per cui tale microbo può anche essere importantissimo per altre proprietà che rimarranno ignorate.

Chi avrebbe mai detto per es., a noi studiosi della fermentazione pectica e della cellulosa (pur così importante nel terreno) che il nostro *Bacillus amylobacter*, l'amilobatterio di TRECUL, VAN THIEGEM, e di PRAZMOWSKI, sarebbe stato riconosciuto addirittura una cosa sola col *Clostridium pasteurianum* del WINOGRADSKY? Eppure sono passati ben cinquanta e più anni di ricerche parallele in due campi che sembravano affatto separati, ignorandosi che avessero a base la stessa unità sistematica. E con quale danno della ricerca e della pratica ognuno ben sa e ben pensa, perchè tale ignoranza ci ha vietato di costruire prima una teoria capace di interpretare, in un modo completo, la fissazione dell'azoto nel terreno da parte degli schizomiceti: chè non a caso, o per lo meno non inutilmente, si trovano riunite dette due proprietà nello stesso microbo: come gli studi sull'influenza che gli idrati di carbonio ed i loro derivati hanno sul potere azoto-fissatore del terreno stanno a dimostrare.

Il più importante dei *punti di vista* (che molto spesso svia il ricercatore da molti altri) è senza dubbio il patogeno, umano o veterinario che sia, più difficilmente il vegetale. Ed è innegabile che ciò sia accaduto con una certa e plausibile ragione.

La batteriologia moderna è tutta, in quanto al metodo di ricerca, figlia della batteriologia medica ed igienistica e molto spesso il ricercatore agrario (in Italia, per es, la cosa è oltremodo evidente) proviene da questo campo. Subito dopo le prime scoperte del Pasteur si formarono due correnti di ricerche che procedettero parallele, ma quasi ignorandosi l'una e l'altra.

È il caso di usare qui quella immagine, tanto cara ai filosofi dello spazio, delle due pagine che trattano argomenti differentissimi e che, pur essendo a contatto materiale l'uno dell'altro, una sul *verso* e l'altra sul *tergo* del *foglio*, sono affatto indipendenti quanto a contenuto.

Eppure questo è un errore fondamentale di ricerca: conosciamo troppi microbi importanti contemporaneamente nel campo agrario, nell'industriale e nel patologico, perchè dobbiamo esitare nello ammettere come esiziale che le nozioni che acquistiamo al suo proposito in uno di questi campi siano perdute per gli altri. Alla fin fine le proprietà chimiche di una specie sono sempre fondamentalmente le stesse e non possono variare solo perchè hanno per substrato una sostanza viva, una sostanza morta od un' altra sostanza chimica, mentre che le variazioni di tale potere sono *contingenti* e si riferiscono agli individui, alla specie, alla razza, all'ambiente, e non preordinati teleologicamente. Il microbo, o meglio la specie microbica, è una entità oltre che sistematica, fisiologica, ed ogni nozione che lo definisca meglio quale entità, deve essere conosciuta da tutti coloro che se ne occupano, perchè una volta o l'altra ne potranno approfittare.

È inutile dare esempi in proposito.

A buon conto il più chiaro ed il più istruttivo di essi esempi è quello dato dal *B. coli*, famoso nei fasti della patologia più assai che non nell'agraria, ma nella quale ultima è destinato ad essere putrefacente nel terreno e nel letame, agente della panificazione, agente di fermentazioni del latte, del burro, del formaggio, dei *krauti*, delle olive, delle pelli, de l'indaco, e via dicendo, mentre che i patologi umani lo additano causa di enteriti e di paratifi, di setticoemie e di suppurazioni, i veterinari dell'*hog-holera*, del tifo dei topi; ed i patologi vegetali del *bud-rot*, del marciume delle cipolle e di altre malattie delle piante ancora.

Ed è forse qui il caso di rammentare per di più che forse è legge generale che le forme parassitarie non siano che adattamenti delle saprofitarie, per cui di ogni patogeno potremo, e forse dovremo, trovare i corrispondenti nel terreno, come gli studi di GRASSBERGER e SCHATTENFROH nel gruppo dei butirrici incomincerebbe forse a provare.

Ma vi ha di più e cioè che gli agronomi non dovrebbero dimenticare che quando un microbo è importante per le loro ricerche e contemporaneamente anche nella patologia, è sempre in questa ultima che è meglio conosciuto: chè delle due correnti di studi, cui abbiamo accennato, una è un filone enorme di lavori ed osservazioni, l'altro appena un sottile vena.

Il PASTEUR stesso, che pur era chimico e non medico (come dimostrò lasciando cogliere al LISTER la gloria di avere fondato l'antisepsi chirurgica), abbandonò subito il campo agricolo-industriale per darsi al campo patogenetico, in cui eccelse fino agli ultimi anni della sua vita.

Per cento laboratori di batteriologia medica ed igienistica, non ve ne ha nemmeno uno agrario od industriale. In Italia, ove avremo 70 laboratori batteriologici

municipali (uno per provincia) forse 100 e più universitari (cattedre di patologia e clinica, medica e chirurgica, umana e veterinaria, igiene, anatomia patologica) ed un numero enorme annesso ai grandi ospedali, non si annoverano che poche Cattedre governative (e una Stazione) di Batteriologia agraria e pochissime sezioni di altri laboratori; come quello della Stazione di Patologia Vegetale di Roma! I Laboratori privati si trovano nelle stesse condizioni numeriche: enormi quantità di laboratori batteriologici per produzione di prodotti relativi per diagnosi, cure e profilassi; nulla o quasi nulla nel campo agrario ed industriale. Qualche timida Sezione di Sieroterapico, il Laboratorio Mezzadroli ed un Laboratorio (Scandicci) per la produzione di fermenti del vino.

In Francia le cose vanno nello stesso modo e sarebbe anche peggio se l'Istituto Pasteur e le sue sezioni non bastassero da sole a fare contrappeso, per quanto. anche negli Istituti Pasteur, la parte patologica predomini considerevolmente sull'agricolo-industriale. Nè credo che vadano le cose molto differentemente nel resto di Europa.

Tutto ciò porta non solo che i microbi patogeni sono i meglio studiati ma anche che di molti microbi non si conosce che il lato parassitario e se ne disconosce il lato saprofitario.

Nulla del resto convince quanto le cifre: orbene, se nel 1898 si conoscevano 900 lavori di patologia aventi per oggetto quella grande unità batteriologica, già nominata, del *B. Coli*, e se nel 1913 io ed il Prof. E. CALENDOLI abbiamo elencato una bibliografia di 44 pagine, pari a 970 lavori, *sulla sola stazione idrica* del *Bacterium Coli*, nei primi trenta volumi della seconda parte del C. f. B., il B. Coli è *citato* solamente un centinaio di volte!

Volendo darne un secondo esempio dirò che, a distanza di pochi mesi, sono, in Italia, comparse due riviste critiche sulle streptotricee (actinomiceti) quella del Dr. G. Ciani e quella del mio assistente Dr. S. RICCARDO: ebbene, per quanto si trattasse molto spesso dello stesso microrganismo, il primo lavoro che registra 80 lavori non ha comuni col secondo, che ne conta 53, che 4 citazioni bibliografiche!

Ed i giornali batteriologici per conto loro sono una dimostrazione anche più evidente di questo stato di cose: e tutti sappiamo che il C. f. B., se credette necessario scindersi in due parti nel 1895, pubblica tre volumi per la parte patologica all'anno contro un volume per la parte agraria ed industriale, nella quale sono compresi anche tutti i lavori di fitopatologia parassitaria animale e vegetale!

E se gli agrari dimenticano volentieri i dettati della patologia, i patologi hanno escogitato la parola *banale* per sbarazzarsi di tutti i microbi che non rientrano in quei pochissimi che sono stati riconosciuti causa di malattie!

Ne ciò è da meravigliare: se l'uomo cerca sempre, anzi tutto, il proprio interesse e la propria utilità, l'utilità immediata è e sarà sempre la propria salute, che sta al disopra di tutto, anche della ricchezza. E non per nulla il nostro primo poeta civile, GIUSEPPE PARINI, cantava al BICETTI, famoso propagandista delle inoculazioni Jenneriane, in un tempo in cui il vaiolo menava strage o deturpava irrimediabilmente molta parte del genere umano:

Più dell'oro Bicetti, all'uomo è cara
Questa del viver sua lunga speranza
Più dell'oro possanza
Ha sugli animi umani la bellezza!

E quindi la lotta contro la malattia infettiva, è e sarà ancora per molto tempo, la vera molla spingente delle ricerche batteriologiche, anche perchè se la batteriologia molto ha dato all'agraria ed all'industria (sopratutto nelle teorie e nell'interpretazione dei fenomeni) è molto lungi dall'avere riportato, in questo campo, i trionfi della antisepsi chirurgica, della sieroterapia e della immunologia.

Questa derivazione, inconscia ma inevitabile, della batteriologia agraria dalla patologia, è stata, ed è ancora, contemporaneamente fonte di male e di bene.

Il male noi lo vediamo sopratutto nelle difficoltà che abbiamo tutti a liberarci di certe abitudini sperimentali, prima di ogni altra quella di credere che esistano terreni nutritivi fondamentali e, per così dire, tipici: l'agar e la gelatina a base di brodo peptonizzato o anche semplicemente (come si propone ora dalla Scuola americana) d'albuminati alcalini o di caseina, sono ancora la pietra di paragone della ricerca: è sterile un materiale che nulla dà alla ricerca con tali agar e gelatine; è ricca di batteri quella terra, quell'acqua, quella conserva alimentare, a seconda del modo onde si svela sull'agar e sulla gelatina, a base di brodo pasteuriano o suoi derivati. Tutto questo per i batteriologi agrari sono *eresie*: essi sanno che basta un pó di carbonato di calcio per fare crescere o no l'*Azotobacter chroococcum* in un terreno che pur gli è elettivo. Il concetto che l'agar e la gelatina a base di albumina, quale Roberto Koch ci ha insegnato a fare, sono, per conto loro, dei terreni *elettivi*, capaci di rilevare solo dati gruppi batterici, non è ancora penetrato nella coscienza di tutti i ricercatori.

E anche i ricercatori americani quando parlano di procedimento parallelo fra la fertilità del suolo e il numero dei *microrganismi* sarebbero più nel vero ove trovassero tale rapporto fra fertilità del suolo e microbi putrefacenti, ossia una delle condizioni della decomposizione della materia organica e sopratutto albuminata, la quale però ben sappiamo, rimarrebbe inutilizzata se, una volta mineralizzata, ossia giunta al massimo grado di riduzione, non trovasse nei nitrificanti chi la ossidasse.

Ma i vantaggi non sono meno considerevoli: anzitutto quel po' di sicurezza scientifica che annovera la batteriologia ci viene quasi tutta dalla patologia, la quale, animale o vegetale, si trova, in quanto a terreni elettivi, in migliori condizioni che l'agraria, perchè essa ha, come terreno di cultura e di confronto, l'ambiente naturale, ognora uguale e costante. Gli animali sopratutto, sono, ad un tempo, terreno e termostato sempre i *medesimi* o, per lo meno, già naturalmente molto più *standardizzati* che qualunque ambiente artificiale: solo le lievi differenze di resistenza individuale possono influire e quindi, dei due elementi della reazione biologica, uno si può considerare costante. Inoltre gli è grazie ai patologi che possediamo strumenti diagnostici di indole generale quali la *sieroreazione agglutinante* che non sarebbe mai venuta in mente ad un batteriologo non patologo e dobbiamo pure ai patologi la nozione dell'invisibile e filtrabile *batteriofago*, la cui esistenza nel terreno è più che possibile e di enorme importanza, anche se la sua natura biologica dovesse dimostrarsi inesistente e si dimostrasse invece trattarsi di un principio diastasico di azione estremamente potente.

È, del resto, tutto quello che la sierologia e l'immunologia sono venute scoprendo a proposito delle reazioni fra ambiente interno dell'animale e microbo patogeno, non tarderà ad essere trasportato nel campo, non solo della pianta, ma anche del terreno agrario, quell'ambiente non meno delicato e sensibile, in cui, per giunta,

non più due entità, una macro ed una microscopica, vengono a singolare tenzione, come nel caso della maggior parte delle malattie infettive, ma 10 ; 100 ; 1000 entità, più o meno macro o microscopiche, si trovano continuamente in lotta, e disputantisi l'acqua, l'alimento, il calorico, aiutandosi o intralciandosi reciprocamente il cammino!

Ed è strano che mentre sto lamentando che la batteriologia patologica abbia quasi insegnato *troppe* cose all'agraria, debba anche lamentare, come ho già fatto altrove, che, invece, nella batteriologia del terreno non siasi abbastanza tenuto conto di ciò che sulle attività schizomicetiche abbiamo appreso dalla patologia e cioè che i caratteri chimici (che tali sono anche i patogeni) sono altrettanto variabili dei morfologici e come questi si possono facilmente perdere da qualsiasi specie!

Il secondo errore da evitare nella descrizione delle specie batteriologiche non meno del primo (e innegabilmente con lui direttamente legato) è quello di dare una parte troppo preponderante allo studio delle proprietà chimiche di un microbo in confronto delle proprietà morfologiche o viceversa. Anche questo deriva per così dire dall'equazione *individuale* del ricercatore, il quale può essere preponderatamente colto in chimica (come la maggior parte degli agrari) anzichè in morfologia (come i botanici ed i batteriologi medici ed igienisti): chè anche questo non manca di provocare dei grossi inconvenienti. A seconda della proprietà che ha colpito la psiche e la coltura dello sperimentatore, la descrizione prenderà una impronta piuttosto che un'altra. Così, per es., del famoso *Bacillus macerans* dello Schardinger noi sappiamo che forma acetone e che è un fermento pectico, ma ci mancano dati sufficienti morfologici per identificarlo con gli altri pectici conosciuti.

Da tutto quello che ora sono venuto esponendo parmi si possa concludere a buon diritto che:

1) Le descrizioni attuali degli schizomiceti sono, molto spesso, unilaterali perchè fatte, sia a proposito del terreno agrario come a proposito di qualunque altro campo batteriologico, da punti di vista speciali.

2) Le stesse descrizioni sono anzi assai spesso incomplete ed insufficienti perchè fatte da batteriologi poco pratici.

E poichè noi siamo qui riuniti per trovare i rimedi ai nostri mali parmi così che facilmente si debbano intravedere le proposte che (limitatamente a questo campo che può anche stare da sè) sto per fare e cioè:

1) Che i ricercatori che si accingono a lavori sperimentali sul terreno curino, assai più di quello che attualmente non facciano, la determinazione delle specie con cui hanno a che fare.

2) Che per queste determinazioni non abbiano rossore di ricorrere a colleghi specialisti non solo in sistematica schizomicetica ma anche nella sistematica dei singoli aggruppamenti funzionali.

3) Che i batteriologi specialisti o anche quelli che vogliono specializzarsi facciano sapere ai colleghi di essere pronti a coadiuvarli da questo punto di vista.

4) Che, col tempo, possano sorgere addirittura dei laboratori di pura sistematica batteriologica.

5) Ed infine che si venga ad un accordo internazionale di schema di descrizione, dando i caratteri che devono essere studiati e i metodi per ricavarli.

Di questi schemi, quello che, secondo me, si avvicina dippiù all'ideale è, attualmente, quello di LEHMANN e NEUMANN (quello del MATZUSHITA, al pari di ogni al-

tra chiave sistematica dicotomica e anche dei tentativi di descrizione decimale, è troppo insufficiente). Lo schema di LEHMANN e NEUMANN è eminentemente morfologico e poco chimico, ma è anche corredato da un primo elenco di *termini* descrittivi che potrebbero essere usati con vantaggio da tutti. Ha, naturalmente, il difetto del *punto di vista*, non potendosi dimenticare che gli AA. hanno lavorato anzitutto per i medici, e in fatto i microbi agrari in genere, e terricoli in specie, non entrano che di straforo nella elencazione delle specie. Ma è sopra uno schema analogo che occorre contare per l'avvenire.

Ed ora, che credo di aver segnalato almeno la maggior parte delle difficoltà e degli errori dello studio del terreno agrario, veniamo al vivo della mia proposta, quale già fu diramata.

Non pretenderò però affatto di additare io stesso come si possa venire a questa intesa, chè per conto mio mi sono limitato ad esporvi, qui ed altrove, quello che io ritengo le ragioni della sua necessità.

Secondo me solo una Commissione che risiedesse presso l'Istituto Internazionale di Agricoltura (in cui tutte le nazioni civili sono rappresentate) potrà risolvere questo compito con la necessaria ponderatezza, seppure non la vorremo affidare alla futura Società Internazionale di Pedologia. Ma chiunque sarà deputato a tracciare le linee di questo accordo dovrà certo proporsi dei quesiti che in ultima analisi saranno :

1) Che cosa abbiamo bisogno di conoscere in pro dell'agricoltura, e in modo più urgente, sul terreno agrario ?

2) Sono tutti i terreni agrari fondamentalmente uguali dal punto di vista batteriologico ?

3) Quali sono i metodi per venire più rapidamente a conoscenza di quello che ci necessita sapere ?

E credo di non andare molto lontano dal vero dicendo che al primo quesito potremo rispondere solo quando conosceremo esattamente gli agenti dei 5 massimi processi batterici del terreno e cioè ammonizzazione (putrefazione), nitrificazione, denitrificazione, fissazione dell'azoto, decomposizione della cellulosa e degli idrati di carbonio, ai quali perciò dovremo volgere la nostra attenzione, determinando i metodi migliori per l'isolamento delle specie batteriche relative al loro conteggio, lo studio delle loro proprietà, la conservazione e l'esaltamento della loro virulenza.

E a tutti è nota la mia opinione al riguardo : questi processi non si possono studiare contemporaneamente in tutti i terreni. Occorre trovare, e studiare da questo punto di vista, dei terreni in cui questi processi siano in via di formazione : il che è tutt'altro che difficile come le svariate *stazioni* da me indicate nei lavori citati stanno a provare.

Il secondo e terzo gruppo di quesiti racchiudono poi, fra l'altro, due altri punti anche essi da me già indicati e cioè.

1) La *standardizzazione* dei terreni nutritivi e dei metodi di ricerca speciali. A questo proposito faccio già piena adesione, almeno di massima, alle proposte avanzate dai Colleghi WAKSMAN e FRED e già diramati a tutti i batteriologi del mondo, per la conta dei microrganismi del suolo, proposte che, come ho già detto, si possono anche ritenere, secondo il mio modo di vedere, la standardizzazione dei metodi di isolamento e conta degli ammonizzatori o putrefacenti del suolo.

2) Lo studio *delle flore locali batteriche*, perchè solo da tale studio saremo condotti a sapere quanti e quali microrganismi si possono chiamare universali ed ubiquitari ed a quanti ed a quali si deve attribuire importanza e significato limitato.

Non lieve perciò sarà il compito della Commissione che ho l'onore di proporvi di nominare : in quanto che ad essa spetterà, oltre che di rispondere ai quesiti sopradetti, anche il cercare i mezzi pratici per coordinare gli sforzi, distribuire il lavoro fra i laboratori che si offriranno, ed infine vagliare i risultati.

È una vera *rete di osservatori batteriologici del terreno* quella che, in ultima analisi, contiene la proposta che io faccio e che ho già dichiarato di riconoscere dallo Ing. GUILLEN GARCIA, Direttore della Stazione di Patologia Vegetale di Barcellona, non avendo avuto sentore di quella antecedente del Prof. LIPMANN. Rete di gran lunga in condizioni di inferiorità rispetto a quelle, p. e. degli osservatorii meteorologici, perchè ad ogni stazione od osservatorio spetterà anzitutto di sottoporre al controllo della pratica gli strumenti segnalatori e regolatori, nel nostro caso dati dai metodi standardizzati che sarà compito della nostra Commissione di indicare.

Ma, procedendo di conserva, segnalandoci a vicenda gli errori, i successi e gli insuccessi, e sopratutto facendo coordinare da un centro imparziale i risultati, arriveremo in un tempo relativamente breve a renderci padroni dei misteri ancora nascosti dietro i veli di quell'Iside misteriosa che è il terreno agrario, forse con immensi vantaggi della pratica dei campi.

E tali scoperte faranno certamente accelerare la definitiva conversione dell'agricoltura in scienza, nobilitando così sempre più quell'arte che Marco Tullio Cicerone definiva : l'arte migliore, la più dolce e la più degna di un popolo libero.

Prof. G. ROSSI *Portici (Italie)*. — **Proposition pour un accord entre les bactériologistes agricoles du monde en vue de l'étude systématique de sols agricoles locaux.**

RÉSUMÉ.

L'orateur rappelle d'avoir déjà en maints articles et mémoires relevé les principales difficultés de la bactériologie des sols agricoles et les erreurs de déduction les plus communes et les plus fréquentes qui sont continuellement commises dans ce champ. Il résume ses idées à ce sujet et ajoute quelques observations négligées jusqu'à ce jour. La 1ère de ces observations se rapporte à l'insuffisance des descriptions bactériologiques, dues à des causes variées, dont la 1ère dépend des personnes elles-mêmes qui font ces descriptions et qui souvent sont des bactériologistes non préparés ; tandis qu'il serait préférable que, là où il n'y a pas un bactériologiste spécialiste et que l'on veut décrire un nouveau microbe ou supposé tel, on fît appel à un spécialiste. Et à des spécialistes (aussi de groupes déterminés) doit être laissée toujours la mission de décrire et de classer les espèces.

En cette matière il faut éviter les répétitions et les descriptions incomplètes et faire en sorte que les études de révision ne soient plus nécessaires.

La seconde observation, toujours en ce qui concerne les descriptions bactériologiques, a trait à ce que l'on appelle le « point de vue » : la diversité du prisme personnel à travers lequel nous avons l'habitude de considérer ce qui nous entoure, le-

quel se déforme lui-même d'après l'angle individuel, dont le point de vue est donné généralement, en bactériologie, par le genre d'études dont le chercheur s'occupe à un moment donné. Le point de vue le plus important est, sans aucun doute, le point de vue de la pathologie, humaine ou vétérinaire et aussi végétale, ce qui est justifié suffisamment par le fait que la bactériologie moderne est entièrement la fille de la bactériologie médicale et hygiénique, sous le rapport des méthodes de recherche. Les deux courants avancent absolument séparés l'un de l'autre, même inconnus l'un de l'autre, tout comme les deux pages d'un même feuillet imprimées l'une sur la partie antérieure et l'autre sur le dos. Il est fâcheux qu'il en soit ainsi parce que les connaissances acquises dans un des champs, s'il s'agit d'un même microbe, ne peuvent pas manquer d'être importantes pour l'autre également. L'A. donne comme exemple le *Bacterium coli*, fameux dans les annales de la pathologie non moins que dans celles de l'agriculture, mais dont les connaissances et les études sont absolument indépendantes. Il regrette aussi que des importants microbes soient connus beaucoup mieux du côté parasitaire que du côté saprophytique et que les instituts de bactériologie agricole et spécialement ceux s'occupant de la bactériologie du sol, sont une fraction presqu'insignifiante du nombre des laboratoires de bactériologie et que les recherches en bactériologie pédologique (comme le montrent les journaux sur la matière) sont à peu près négligeables auprès de celles faites en bactériologie pathologique.

Cette origine est source de bien en ce que la grande partie des certitudes scientifiques possédées par la bactériologie est presqu'entièrement donnée par la pathologie qui a à sa disposition des méthodes plus sûres de recherches et des sures cultures de sélection que constituent les animaux pour l'expérimentation : mais cela présente aussi quelques désavantages, comme est montré par l'usage, que l'on tarde trop d'abandonner, d'un substratum albuminoïde alimentaire propre à la pathologie, dans le champ agricole et pédologique.

Une autre erreur dans les descriptions bactériologiques, d'après l'auteur, est celle de la prépondérance des études des activités chimiques sur celles des propriétés morphologiques.

De ces points de vue, il propose donc ce qui suit :

1) que les chercheurs qui commencent des études expérimentales sur les sols s'occupent plus qu'ils ne l'ont fait jusqu'ici de la détermination des espèces avec lesquelles ils ont à faire ;

2) Que pour ces déterminations ils n'aient pas honte de faire appel à des collègues spécialistes, non seulement pour la systématique des schizomycètes, mais aussi pour celles de chaque groupe fonctionnel ;

3) que les spécialistes en bactériologie ou aussi ceux qui entendent se spécialiser eux-mêmes fassent connaître à leurs collègues qu'ils sont disposés à les aider à ce point de vue ;

4) que, à son temps puissent même se fonder des laboratoires de pure bactériologie systématique ;

5) qu'il soit conclu un accord international sur un schéma de description indiquant les caractères qui doivent être étudiés et les méthodes pour les trouver.

D'après ces propositions fondamentales l'orateur affirme que ce qui doit être tenté de résoudre dans la voie internationale est :

1) que devons nous connaître en faveur de l'agriculture et qu'y-a-t-il de plus urgent au sujet des sols agricoles ?

2) Tous les sols agricoles sont-ils égaux au point de vue bactériologique ?

3) Quelles sont les méthodes pour arriver le plus rapidement possible à connaître ce qu'il est nécessaire pour nous de connaître ?

Il ajoute que, naturellement, en ce qui concerne la 1ère question, doivent être la fixation de l'ammoniaque, la nitrification, la dénitrification, la fixation de l'azote, et la décomposition de la cellulose, les procédés pour y arriver et que la seconde et la troisième question comprendent aussi, entre autres arguments, l'étude de la flore locale et la standardisation des méthodes et des substrata de cultures (milieux de culture).

Il propose que ces propositions émises soient dévolues à une commission spéciale qui puisse avoir aussi la mission de rechercher les moyens pratiques de coordonner les efforts, de répartir le travail parmi un réel réseau d'observatoires bactériologiques des sols et d'en examiner les résultats.

Prof. G. Rossi, (*Portici, Italy*). — **Proposition of an Agreement between all agricultural Bacteriologists of the World for the systematic Study of the local agricultural Soils.**

ABSTRACT.

The orator reminds to have already in several articles and memoirs relieved the principal difficulties of the bacteriology of agricultural soil and the more common and important errors of ratiocination and of deduction, that are continuously committed in this field. He reassumes his ideas on the regard and adds then some observations till now neglected.

The first one concerns the insufficience of the bacteriological descriptions, due to various causes, the first of which depends upon the persons that accomplish them and who are, often, unprepared bacteriologists, whilst it would be preferable that who is not an expert bacteriologist, when he must describe a new microb or believed such, would apply to a specialist. And to specialists in systematics (also of determined groups) should be left always the charge of description and classification of the species. In this way would be avoided all repetitions and incomplete descriptions and would become unnecessary the studies of revision.

A second observation, always for what regards bacteriological descriptions, reflects the so-called point of view : a variety of the personal prism, through that we are used to consider what surrounds us, that therefore deforms itself according to the individual angle, which point of view is given generally, in bacteriology, by the kind of studies that a researcher applies to in a given moment. The most important point of view is, doubtless, the pathogenic one, human, veterinarian and also vegetable, what is, however, sufficiently justified by the fact that the modern bacteriology is entirely a daughter of the medical and hygienical bacteriology, as to methods of research. The two currents advance absolutely separated one from the other, almost unknowing each other, and like the two pages of a single sheet, printed one on the fore part and the other on the back. That is bad so, because the knowledges acquired in one field, if there is in question the same microb, cannot be not important also for the other ones. He adduces as an instance the *Bacillus coli*, famous in the annals of pathology not less than in those of agriculture, but the knowledges and the studies of which are absolutely independent. He laments then that also of important microbs is known much better the parasitarian side than the saprophytic one and that the institutes of agricultural bacteriology and specially of soil bacteriology are a nearly insignificant fraction

of the total number of the laboratories of bacteriology, medical and hygienical, and that the researches in pedological bacteriology (as show the journals on the matter) are almost neglectable in face of those in pathological bacteriology.

This origin is source of good in as much as the little part of scientific certainty possessed by bacteriology is almost entirely given by the pathology, that has at its disposition surer methods of research and sure elective cultures, as are the animals for experimentation, but there is also some disadvantage as is shown by the use, that we delay to give up, of albuminated nutritive (media) *substrata* proper to pathology, in all the agricultural and pedological fields.

An other error in the bacteriological descriptions, according to the orator, is that of the preponderance of the study of the chemical activities over that of the morphological properties.

From these points of view he proposes therefore :

1) That the researchers who begin experimental studies on soils may occupy themselves much more than now they do with the determination of the species that they have to do with.

2) That for these determinations they may not blush for applying to colleagues specialists, not only in systematics of schizomycetes, but also in systematics of the single functional groups.

3) That the specialists in bacteriology or also those who intend to specialize themselves may notify to the colleagues that they are disposed to assist them from this point of view.

4) That, in time, may issue even laboratories of pure bacteriological systematics.

5) And finally that may be concluded an international accord on a scheme of description, indicating the characters that must be studied and the methods for finding them.

As to the fundamental propositions the orator asserts that what is to be attempted to resolve in an international way is :

1) What must we know in advantage of the agriculture, and more urgently, about the agricultural soils ?

2) Are all agricultural soils equal from the bacteriological point of view ?

3) Which are the methods for joining more rapidly to acknowledge what is necessary for us to know ?

He adds that, of course, for what concerns the first question should be the ammonification, the nitrification, the denitrification, the fixation of nitrogen and the decomposition of cellulose the processes to aim at and that the second and third question include also, between the other arguments, the *study of the local florae and the standardizing of the methods and of the substrata for cultures.*

He proposes that the concerning propositions may be devoted to a special Commission that would have also the office of looking for the practical means for coordinating the efforts, to distribute the work amongst a real net of bacteriological observatories for soils and to sift the results.

Dr. Ing. E. G. Doerell,

Deutsche technische Hochschule, Prag, Tschekoslovakei.

DIE BIOLOGISCHE BODENFORSCHUNG IN IHRER BEDEUTUNG UND VERWERTUNG FÜR DIE GÜTERTAXATION.

Hochverehrte Anwesende !

Wie schon der Titel meines Themas « Biologische Bodenforschung und deren Bedeutung für die Gütertaxation » sagt, greife ich damit ziemlich weit in die praktische landwirtschaftliche Betriebslehre hinein.

Soweit Bodenklassifikation bei der Taxation in Frage kommt, hat sich diese ausschliesslich auf die « natürlichen » Bodeneigenschaften zu stützen, also das Land- gut losgelöst von seinem wirtschaftlichen Milieu zu betrachten.

Welche Rolle kann und soll nun dabei die « *biologische* Bodenforschung » spielen ?

Die Bodenkunde als solche, hat schon immer ihre Bedeutung bei Taxationsfragen gehabt.

Wenn man sich dabei auch meistens auf die « mechanische Bodenuntersuchung » allein gestützt hat. Oft besteht diese Art mechanischer Untersuchung freilich nur in der sog. Fingerprobe (Reibprobe). So hat sich aber doch dieses Verfahren eingebürgert, weil es dem praktischem Gefühl und der Gewohnheit des Landwirtes entsprach, der oft direkt an Stelle der Bezeichnung « Ton-, Lehm-, oder Sandboden » von Weizen-, Rüben-, Gerste, und Roggenböden spricht.

Nicht zuletzt auch aus dem Grunde, weil diese Untersuchung in kurzer Zeit für eine grosse Zahl von Feldern beendet sein kann.

Das Bodenklassifikationsverfahren nach dem « Ertrage » an Pflanzensubstanz ist eigentlich schon eine Art biologischer Klassifikation. Es wird dabei der Boden durch die von ihm produzierte Pflanzenmasse charakterisiert, die ja das Resultat des Zusammenwirkens der physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften des Bodens ist.

Doch liefert uns diese Schätzungsmethode *keine* Aufklärung über Ursachen eines eventuellen, nicht durch klimatische oder sonstige deutlich erkenntliche Ereignisse bedingten Minderertrages.

Bis jetzt waren vorwiegend geologische und pflanzenphysiologische Gesichtspunkte für die Beurteilung der Fruchtbarkeit eines Bodens massgebend.

Dass gewisse Zusammenhänge zwischen « geologischem » Ursprung und der Fruchtbarkeit eines Bodens bestehen, ist ausser Zweifel. Wie die Untersuchungen von Ramann, Niklas und anderen Forschern dargetan haben.

Eine neuere wichtige Erklärung für diese Erscheinung, die gleichzeitig für die « biologischen Vorgänge » im Boden von allergrösster Bedeutung ist, gibt Prof. Stoklasa in seinen Forschungen über die « Radioaktivität » der Böden.

Böden vulkanischer Entstehung haben einen viel grösseren Gehalt an Radium und Thorium als die meisten Sedimentböden.

z. B. Granit	Radium in 1 gr. 10^{-12}	2.58
Basalt	. . . . .	2.04
Diluvialboden	. . . . .	0.46
Humusböden	. . . . .	0.37

Auch die hohe Radioaktivität des Chilisalpeters ist nach genanntem Forscher durch den vulkanischen Ursprung desselben bedingt.

Durch die Radioaktivität des Bodens werden die Assimilations- und Dissimilationsprozesse im Boden gesteigert und damit in « kausalem » Zusammenhange die « Fruchtbarkeit » des Bodens.

Nach meiner Ansicht ist auch die überaus günstige Wirkung der Hochgebirgsweide für die Ernährung unserer landwirtschaftlichen Haustiere darauf zurückzuführen, dass eben die Ausstrahlung der Radiumemanation in diesen Gesteinmassen, wie solche die Gebirge darstellen, eine bedeutende ist.

Die *biologischen* Vorgänge im Boden zur Beurteilung seiner Fruchtbarkeit heranzuziehen, hat man aber erst verhältnismässig spät begonnen.

Zwar hat schon vor mehr als 100 Jahren (1815) der Altmeister der Landwirtschaftswissenschaft ALBRECHT THAER auf Grund seiner Beobachtungen aufmerksam gemacht, dass der Boden *kein* « totes Substrat » ist, sondern dass ein Leben im Boden existiert.

Diese Erkenntnis wurde aber von LIEBIG verworfen und geriet in Vergessenheit. Da man nach LIEBIG glaubte, mit (reiner Chemie) alle landwirtschaftlich-bodenkundlichen Fragen lösen zu können.

Die einseitige Einstellung auf chemische Gesamtanalysen (die ja für wissenschaftliche Zwecke unerlässlich und von grösster Bedeutung ist und bleiben wird) erzeugte aber doch bei den praktischen Landwirten, die durch diese Art der Bodenuntersuchung nicht die Aufklärung erhalten, die sie brauchen, das Misstrauen gegen Bodenuntersuchungen überhaupt.

Von einer chemischen Gesamtanalyse zum Zwecke der Bodentaxation wird daher wohl immer abgesehen.

Als erster war es wieder der geniale PASTEUR, der in den 70er Jahren auf die hohe Bedeutung der Mikrobiologie des Bodens hinwies. Er erfuhr aber das Schicksal der meisten Forscher, die neue Ideen bringen, dass er damit nicht sogleich durchdringen konnte.

Erst seine und seiner Mitarbeiter DUCLAUX, WINOGRADSKY, BEIJERING, STOKLASA und anderer mehr, Arbeiten drangen durch.

Heute ist z. B. die Entdeckung von Hellriegel und Wilfahrt über die Synergie der Leguminosen mit Bakterien, Allgemeingut der praktischen Landwirtschaft geworden. So dass heute ein Feld, das noch nie Klee oder Luzerne getragen, wenn es nur sonst dafür geeignet, nicht deshalb als « nicht-kleefähig » minderbewertet wird. Durch Impfen mit Reinkulturen weiss dem heute der Landwirt schnell abzuhelfen.

Mit steigender Erkenntnis der Wichtigkeit der Bodenreaktion für den Landwirtschaftsbetrieb, wird die bekannte biologische Untersuchungsmethode von

CHRISTENSEN zur Bestimmung der Bodenacidität immer mehr zum Rüstzeug des Bodentaxators.

Die weitere praktische Verwertung der wissenschaftlichen Bodenbiologie hat in Europa noch nicht bei weitem die Verbreitung erfahren wie in Amerika.

Die Arbeiten von MIQUEL, STOKLASA, LEMMERMANN, ROSSI, PEROTTI, RUSSEL, CHRISTENSEN, LÖHNIS u. a. m. haben ungeahnte aber, noch durchaus nicht erschöpfte Perspektiven gegeben.

Schon vor 30 Jahren war es Professor STOKLASA, der sich mit dem Problem der Bedeutung der Bodenbakterien für den Lebensprozess der Pflanze beschäftigte. Welche Studien ihn zur Bodenimpfung mit « Luftstickstoffassimilierenden Bodenbakterien » auch für Halm und Hackfrüchte führten.

Wenn wir nun heute die Fruchtbarkeit eines Bodens bestimmen sollen, so kann *kein* Pedologe, es darf aber auch *kein* Güter-Taxator » das Bakterienleben im Boden, mit seinem überragenden Einfluss auf den Kraft und Stoffwechsel im Boden ausseracht lassen. (Sind doch nach den amerikanischen Bodenbiologen pro ha 2-400 kg. Bodenbakterien und in fruchtbaren Böden bis 10 q Lebewesen vorhanden).

Nun ist es zweifellos richtig, dass das Bakterienleben im Boden von manchen, heute vielleicht noch leichter zu bestimmenden Faktoren abhängig ist. Als da sind :

1) Klima.
2) Physikalische, chemische Zusammensetzung.
3) Bodenreaktion.
4) Zusammensetzung der Bodenluft.
5) Wasser u. Luftkapazität des Bodens.
6) Temperatur u. Jahreszeit.
7) Kolloidgehalt und die dadurch bedingte Adsorptionskraft.
8) Abbaufähige organische Substanz.
9) Pflanzen- u. Tierleben.
10) Art der Düngung u. Bodenbearbeitung.

So dass wir also mittelbar, wie dies NIKLAS am Prager Kongress ausführte einen Schluss auf das Bakterienleben aus der Feststellung « einzelner oder » aller genannter Faktoren ziehen können.

So richtig dies ist, so wenig soll und darf man aber auch für die landwirtschaftliche Praxis dabei stehen bleiben, nur einzelne Faktoren zu bestimmen. Alle Faktoren zu bestimmen, ist aber viel umständlicher als direkt das « Bakterienleben » und dessen Tätigkeit festzustellen.

Wir brauchen nur eine Parallele zwischen der Impfung mit Leguminosenbakterien zu ziehen, um zu wissen, wo die Praxis einzusetzen hat.

Denn mancher Boden bringt nur deshalb keine Vollernten, trotz mineralischer Düngung etc, weil er « bakterienarm » ist.

Dies festzustellen haben wir durch Anwendung der verschiedenen bakteriologischen Methoden in der Hand Für land. Zwecke, vor allem die von REMY und dessen Modifikationen, deshalb weil sie auch die chemischen und physikalischen Bodeneigenschaften zur Geltung kommen lassen.

Wir können aber auch, besonders durch die von Prof. STOKLASA erfundenen

Bakteriendünger « Phosphathumus und Stickstoffhumus, solche «bakterienarme » Böden, vor allem mit Stickstoffassimilierenden Bakterien bei gleichzeitiger Zufuhr mineralischer Düngemittel und organischer Substanz durch diese genannten Dünger anreichern. Um dadurch die biologische Tätigkeit und damit die Ernteerträge des Bodens zu steigern. Was ja letzten Endes der praktische Zweck sowohl der Bodenkultur als auch der Bodenkunde und ihrer verschiedenen Forschungszweige ist.

Wie sehr aber die Praxis solche Untersuchungen braucht, dafür sei nur das Beispiel erwähnt, das Direktor PETER TREITZ am Kongress in Prag mitteilte, wo ein neu übernommenes Gut, trotz Bodenbearbeitung und Düngung mit künsti. Düngemitteln sehr schlechte Erträge brachte solange, bis sich der Betriebsleiter aus den « besten » Gegenden und von den « fruchtbarsten » Böden Ungarns Boden besorgte, diesen sorgfältig kompostierte, d. h. deren Bakterienflora vermehrte und diesen Kompost oder richtiger Bakterienimpferde auf seine Felder brachte und überraschende Erfolge hatte.

Ein Verfahren, das trotz seiner Richtigkeit, abgesehen von den Kosten (von denen wir aber in der Praxis nicht absehen können), lange Zeit braucht und ausserdem erst durch die Fehlernten von zwei oder mehreren Jahren veranlasst worden war.

Durch ein sinngemässes Zusammenarbeiten von landwirtschaftlicher Praxis und bodenbiologischer Forschung, vor allem auch schon bei der Taxation des Bodens, auf der ja nicht selten die weitere Betriebsführung aufgebaut wird, sollen eben die Forschungswege und Resultate der Landwirtschaft und damit der Volksernährung nutzbar gemacht werden.

Wenn ich eine kurze Gliederung dieser Aufgaben geben will, so wäre zu beachten :

1) Als Voruntersuchung die Aciditätsbestimmung.

2) Die Bestimmung der biologischen Absorptionserscheinungen.

Denn diese steht in enger Beziehung zur Ernährung der Pflanzen und wird sicherlich für die Beurteilung der Fruchtbarkeit eines Bodens von grösster Bedeutung sein.

3) Oder aber die Methode von Prof. STOKLASA. Durch Feststellen der von 1 kg Boden innerhalb 24 Stunden ausgeatmeten Kohlensäure, bei bestimmter Feuchtigkeit und Temperatur auf die Intensität der biologischen Vorgänge im Boden zu schliessen. Diese Atmungsintensität ist nach den Untersuchungen Prof. STOKLASAS ein ausserordentlich scharfes Charakteristikum für die Fruchtbarkeit des Bodens.

Unfruchtbare Böden lieferten	in 24 h.	8-14 mg CO_2
Waldböden		10-16 » »
schlechte Roggen oder Haferböden		22-29 » »
gute Weizenböden		30-48 » »
gute Rübenböden		56-68 » »

Durchschnittswerte aus einer 20tägigen Beobachtung. Diese Untersuchungen STOKLASA's zeigten, dass Böden trotz eines hohen Gehaltes an abbaufähigen organischen Stoffen bei Bakterienmangel eine geringe Atmungsintensität hatten.

Ferner stellte Prof. STOKLASA fest, dass auf demselben Lehmboden, der also mechanisch als « gleich » zu klassifizieren wäre, von benachbarten Parzellen, der als

Weide benützte Teil eine Atmungsintensität zeigte, die nur ⅓ von der betrug, die der mit Rüben bebaute Teil aufwies. Es steht nach diesen Untersuchungen die Menge der ausgeatmeten Kohlensäure mit der Luftkapazität des Bodens im Einklang.

Doch scheint es mir *wichtiger*, auch hier statt der Feststellung der Luftkapazität im Boden, die ja auch eine laboratoriumsmässige Behandlung erfordert, gleich eine biologische Bodenuntersuchung einzuführen.

4) Die biologische Bodenuntersuchung zur Feststellung der Ursachen von Pflanzenkrankeiten, wie das für verschieden (Krankheiten) z. B. der Zuckerrüben bereits geschehen ist.

Zur Konstatierung der Schwefelwasserstoffbildenden und der Eisenbakterien im Boden. Was sowohl für den Landwirt als auch den Kulturingenieur wichtig ist. (Wurzelbrand der Rübe wird durch starke Verbreitung der Eisenbakterien in humusreichen Böden hervorgerufen).

Auf die Bedeutung biologischer Methoden zur Feststellung von Giftstoffen im Boden, die sich der chemischen Prüfung fast immer entziehen, hat bereits Dr. Ing. GERRESTEN am Prager Kongress hingewiesen.

5) Und endlich die biologische Methode zur Bestimmung, ob das Phosphat und Kaliion im Boden in leichtaufnehmbare Form vorhanden ist, unter Anwendung von Bakterien, welche elementaren Stickstoff assimilieren.

Die chemische Analyse liefert hier ebenfalls keine verlässlichen Resultate.

Lassen sich nun diese erwähnten Untersuchungen auch *nicht* am Felde, bei einer blossen « Felderbesichtigung » feststellen, bei welcher Art der Bodenklassifikation und Taxation ja immer die persönliche und vor allem örtliche Erfahrung und Ansicht den Ausschlag gibt, so sind doch gerade die « *biologischen* Untersuchungen » berufen eine immer grössere Rolle bei der « *Gütertaxation* » zu spielen, weil hier eben das *Leben* und die dadurch bedingte *Produktionsfähigkeit* eines Bodens *direkt* festgestellt werden kann.

Und das muss ja der Endzweck der landwirtschaftlichen Bodentaxation sein

---

Dr. Ing. E. G. DOERELL, *Prague* (*Tchécoslovaquie*). — **Les recherches biologiques des sols en rapport avec l'estimation des terres.**

RÉSUMÉ.

La classification du sol se fondera dans l'estimation des terres, sur les seules qualités naturelles du sol, donc le fonds sera considéré en dehors de son milieu économique.

Quelle importance prennent à cet effet les études biologiques du sol ?

Il est vrai que la pédologie comme telle a toujours été d'i portance dans les questions relatives à l'évaluation des terres. Toutefois on s'est borné pour la plupart à des recherches purement mécaniques de la plus grande simplicit .

Le procédé d'estimation des terres d'après " le rendement des substances végétales " constitue au fond déjà une espèce de " classification biologique ".

Ce sont cependant les point de vue géologiques et phytophysiologiques qui ont prévalu jusqu'ici dans l'appréciation de la bonté et de la fertilité du sol.

Certains rapports qui subsistent entre l'origine géologique des terres et leur fertilité ont trouvé une nouvelle explication grâce aux recherches de STOKLASA relatives à la radioactivité.

Les sols d'origine volcanique sont plus riches en radium et en thorium que la plupart des terres de sédiments. Tout surcroît de radioactivité hâte les assimilations et disassimilations qui se produisent dans le sol et, partant, en augmente la fertilité.

Ce n'est que bien tard que les phénomènes qui se produisent dans la terre ont été mis à contribution pour l'évaluation du sol.

Il est vrai que, dès 1815, A. THAER avait signalé " la vie dans le sol ". Toutefois ses idées ne se firent point jour. Ce n'est qu'à PASTEUR et à ses collaborateurs que ce mérite fut réservé.

Actuellement les découvertes de WILFAHRT et de HELLRIEGEL relatives à la synergie des légumineuses avec les bactéries sont universellement reconnues et constituent une grande ressource pour tous les agriculteurs pratiques.

Le fait qu'une terre n'a jamais porté jusqu'ici de luzerne ni de trèfle, ne saurait au moment de l'évaluation, la faire qualifier d'incapable à produire du trèfle " et, partant, en déprécier la valeur, pourvu que, le cas échéant, elle soit propre à produire ces plantes.

La fixation biologique de l'" acidité " du sol deviendra, elle ausssi, entre les mains de l'expert, une arme d'autant plus indispensable que l'on connaîtra mieux l'importance de la réaction du sol.

Si, de nos jours, nous voulons fixer la fertilité d'un fonds, il faudra que le pédologue aussi bien que l'éstimateur prennent en considération la vie des bactéries du sol dans toute l'étendue de son importance pour la fertilité en général.

Il est vrai que la vie des bactéries dépend d'éléments actuellement déterminables d'une façon plus simple, peut-être, tels que le climat, les matières colloïdales du sol, la réaction, la fumure, la culture, etc. de sorte que l'on peut tirer des conclusions, " indirectes ".

Toutefois, il importe davantage à l'agriculture pratique d'établir la vie et l'activité des bactéries d'une manière " directe ". Car il y a des sols qui, en dépit de l'engrais minéral, ne fournissent point de pleine récolte par le simple motif qu'ils sont pauvres en bactéries.

Les différentes méthodes bactériologiques nous permettent d'établir ces points avec facilité (REMY etc.).

Les engrais bactériens, inventés par STOKLASA, " l'humus phosphaté et l'humus azoté " nous mettent à même d'enrichir le sol à la fois de bactéries, de substance minérale et organique, recueillant l'azote libre de l'air et d'en accroître ainsi l'activité biologique et le rendement : ce qui constitue le but final de la culture du sol et de la géonomie.

Que de telles recherches soient d'une grande utilité pratique, l'exemple communiqué par le directeur TREITZ au congrès de Prague nous en fournit un éclatant témoignage : les terrains d'une propriété foncière, malgré l'usage d'engrais minéraux et une bonne culture, étaient d'un mauvais rendement : on y fit entrer de la terre confectionnée avec des échantillons tirés des sols les plus fertiles de Hongrie, et on remédia ainsi au manque de bactéries en obtenant de bons résultats.

Mais il faut avant tout que l'étude biologique du sol opère conjointement avec l'agriculture pratique dès le moment de l'évaluation du sol, afin d'établir les qualités réelles d'une terre, vu que l'évaluation sert souvent de base à l'exploitation ultérieure.

Voici les problèmes que l'on aura avant tout à résoudre.

1. Réaction du sol.
2. Constatation de l'absorption biologique du sol.
3. Méthodes du professeur STOKLASA : juger de l'activité des bactéries du sol par l'intensité respiratoire de la quantité de dioxyde de carbone dégagée de 1 kilogramme de terre en 24 heures, à une température et à une humidité déterminée.

Sols infertiles.	.en 24 heures	8-14 mg CO^2
Sols boisés	. . . . .	10-16 » »
Mauvaises terres à seigle ou à avoine	. . . . .	22-24 » »
Bonnes terres à froment	. . . . .	30-48 » »
Bonnes terres à betterave	. . . . .	56-68 » »

4. Constatation des bactéries nuisibles (bactéries de soufre, de fer), des causes des maladies des plantes, des principes virulents dans le sol.
5. Fixation, par voie bactérienne, des ions de potasse et de phosphate facilement absorbables.

Bien que ces recherches ne puissent se faire par une simple inspection du champ elles nous fournissent néanmoins des renseignements directs sur la " vie "et, partant, sur la productivité du sol.

Et voilà précisément ce qui doit constituer le but final de toute estimation agronomique du sol.

Dr. Ing. E. G. DOERELL. *Prag (Tcheko-Slovakia).* — **Biological Soil Investigation and their Application of Soil Values.**

Soil classification is based on an estimation of soil values, on the natural qualities of the soil alone, apart from consideration of the economic surroundings.

Of what importance then, in this relation, is the biologic study of the soil ?

It is true that soil science, as such, has always been of importance in questions concerning estimation of soil values. However, investigations are limited for the most part to purely mechanical researches of the greatest simplicity.

The method of soil valuation according to the plant yield, constitutes already, as a matter of fact, a sort of " biologic classification ". However, until the present time the geologic and phytophysiologic points of view have prevailed in estimations of the quality and fertility of soil.

Certain relations which exist between the geologic origin of soils and their fertility have found a new explanation owing to the work of STOKLASA with respect to radioactivity.

Soils of volcanic origin are richer as a rule, than sedimentary soils, in radium and thorium. Increase of radioactivity hastens the processes of assimilation and decomposition in the soil, and in consequence, adds to its fertility.

It is only recently that these phenomena which take place in the soil have been used in estimating its value. It is true that in 1815 A. THAER remarked on " life in the soil ", but no application was made of his suggestion, and the utilisation of these ideas was reserved for PASTEUR and his collaborators.

To-day, the discoveries of HELLRIEGEL and WILFARTH respecting the symbiotic relations of Leguminoseae and bacteria, are universally recognised, and are of great importance in practical agriculture. The fact that a soil had not, up to the present, grown lucerne or clover, would not he sufficient evidence at the

moment of estimating the soil value, to say that it is incapable of producing clover, and in consequence, to depreciate the value, if in that particular case it were require to produce these plants.

The biologic fixation of soil acidity will become also, in the hands of the valuer an indispensable indicator, as by means of it the reaction of the soil will be better understood.

If to-day, we wish to estimate the fertility of a soil, it is necessary for the soil scientist as well as the estimator, to take into consideration the bacterial life of the soil, in the full extent of its importance to fertility in general.

It is true that bacterial life depends upen factors which may perhaps be determined in a more simple manner, such as climate, soil colloids, the reaction, manuring, cultivation, etc., so that indirect conclusions can be drawn. However, it is of importance, in practical agriculture to show in a direct manner the existence and activity of bacteria ; there are soils which, in spite of fertilisers do not give good crops for the simple reason that they are poor in bacteria. The different bacteriological methods (REMY, etc.) enable these points to be easily investigated.

The bacterial fertilisers invented by STOKLASA, phosphatic humus and nitrogenous humus, enrich the soil simultaneously with bacteria and mineral and organic substances, and fix free nitrogen from the air, and thus increase both biological activity and crop yeld, the ultimate aim of soil cultivation and soil knowledge.

That such investigations may be of great practical utility is well shown by the example given by TREITZ at the Prague Congress : the estates of a landed proprietor notwithstanding customary good cultivation and mineral fertilisers, gave a poor return ; good results were obtained ultimately by mixing with the soils of these estates some samples of the most fertile soils of Hungary, and thus remedying the lack of bacteria.

But, above all, it is essential that biological study of the soil should be carried our in conjunction with practical agriculture, from the time of estimation of the soil values, in order to determine the actual quality of a soil, as such determinations often serve as the basis of subsequent valuations.

The following are the chief problems to be solved :

(1) The soil reaction.

(2) The biological absorption of the soil.

(3) Prof. STOKLASA'S method : to estimate the bacterial activity of the soil by the quantity of carbon dioxide evolved per 1000 gm. of soil in 24 hours, at a determined temperature and degree of humidity.

Infertile soil (in 24 hrs.)	8-14	mg. CO_2
Woodland soil.	10-16	» »
Poor soil under rye or oats.	22-24	» »
Good soil under wheat.	30-48	» »
Good soil under mangels.	56-68	» »

(4) Investigation of harmful bacteria (sulphur and is bacteria) which cause plant diseases and poisonous conditions of the soil.

(5) Fixation by means of bacteria of easily absorbable potash and phosphatic ions.

Although such investigations cannot be carried out by a simple field inspection, nevertheless, direct information is given by such means as to the life, and consequently, of the productivity of the soil.

IV^ÈME COMMISSION

NOMENCLATURE ET CLASSIFICATION DES SOLS

Note. — M. B. FROSTERUS, président de la Commission européenne pour la nomenclature et la classification des sols, a présenté à la Conférence un volume de mémoires, publié aux frais de la *Commission géologique de Finlande* et portant le titre de « Mémoires sur la nomenclature et la classification des sols dans les pays suivants : Allemagne, Autriche, Danemark, Egypte, Finlande, France, Grande-Bretagne, Hongrie, Irlande, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Roumanie, Russie, Suède, Tchécoslovaquie ». Le volume, de 320 pages, a paru à Helsinki. Partant, la Rédaction des « Actes » a reproduit le titre des mémoires susdits, en les distinguant par un astérisque (*) des autres travaux de la IV^ème^ Commission et renvoyant le lecteur au texte original du travail ainsi cité.

Prof. Dott. G. DE ANGELIS D'OSSAT,
R. Istituto Superiore Agrario, Perugia, Italia.

LA FASE LITOLOGICA DEL TERRENO, FONDAMENTO DI CLASSIFICAZIONE

Le insuperabili difficoltà che gli scienziati incontrano, dal vecchio VARRONE ad oggi, nel classificare i terreni agrari sono commisurate dalle continue nuove proposte di classificazione che non raccolgono mai l'universale consenso. Il nostro ultimo volume (*Mém. s. la classification des sols*. Helsingfors, 1924), con le dotte memorie dei Colleghi, sta a dimostrare che ci troviamo ancora così lontani dalla meta desiderata da dovere fondatamente temere di poterla raggiungere, per quanto la scienza del suolo vanti progressi veramente straordinari.

Il proteiforme terreno agrario risulta di tre fasi, animate della massima mobilità, come affermavo sin dal 1908 (*Rend. R. Acc. Lincei*), dovuta alla «paragenesi dei minerali in correlazione dei molteplici e svariati fenomeni meccano-fisico-chimico-fisiologici che in esso si avvicendano». L'incessante trasformazione da cui è involto il terreno agrario non permette a questo di prendere posto nel rigido casellario, nel quale la scuola si sforza vanamente di comporlo.

Lo stesso terreno, per vicenda di contingenze estrinseche ed intrinseche, varia profondamente da potersi ascrivere a gruppi lontani delle innumeri classificazioni proposte.

I caratteri che si assumono a fondamento di classificazione generalmente non vantano un valore assoluto ed intrinseco; ma estrinseco e relativo. Nè è dato abbracciare in sintesi legittima l'assieme dei caratteri, dacchè essi sono tanti e disparati, di natura e valore diversi e non ammettono che raramente subordinazione. Il vero carattere fondamentale delle terre sta nell'evoluzione incessante e senza fine. Il moto che le affatica non s'arresta con la definizione scolastica. Però non tutti gli elementi, di cui risulta il terreno agrario, percorrono le loro traiettorie, o libere o subordinate, con la stessa velocità, nella vicenda che non consente tregua. È ovvio pensare che la classificazione delle terre riuscirà meno instabile se si fonderà sopra gli elementi a moto più ritardato, specialmente se a questi risultano correlative tutte o gran parte delle evoluzioni degli altri componenti.

Trascurando presentemente le fasi — *gassosa* e *liquida* — per essere estremamente variabili (*Rend. R. Accad. Lincei*, 1910-1911), consideriamo la *solida*, suddividendola nella parte organica e minerale. La sostanza organica, massime la sua parte viva, soggiace a più numerose e meno note evoluzioni rispetto alla para-

genesi minerale ; quantunque fra loro intercedano scambi notevoli ed interessanti, fortunatamente in gran parte definiti in questi ultimi tempi. La classificazione adunque delle terre troverà il meno instabile fondamento nella parte minerale. E geognostiche, litologiche e persino geologiche, dal VARRONE al RISLER, furono la massima parte delle classificazioni.

Si conoscono regioni, anche estese, nelle quali le terre presentano caratteri specifici subeguali e sufficientemente determinabili. Ciò si verifica dove il sottosuolo, litologicamente uguale, fu originato dallo stesso grandioso fenomeno geologico e dove le condizioni ambientali, poco o punto variabili, suscitano nella medesima roccia le identiche traiettorie, le quali talvolta conducono a trasformazioni che si stimano falsamente finali a causa della monotonia e della lentezza del fenomeno. A queste terre calza meno impropria la definizione e chiaro emerge il concetto concreto della loro natura. Solo a grandissime distanze si colgono le differenze dovute alle cambiate azioni degli atmosferili. Ma la maggiore estensione delle terre agrarie, ad alto rendimento, sono quasi sempre discordanti con le formazioni geologiche del sottosuolo e spesso la loro somma eterogeneità fa riconoscere la natura allotigena. Da simile origine deriva una variabilità sorprendente delle terre anche entro spazi limitatissimi. Il capriccio delle geomorfe, insieme all'arruffata tettonica che porta a giorno le più diverse formazioni geologiche, — rappresentate dai più svariati tipi litologici, — capovolgono addirittura i valori, non assoluti, dei caratteri delle terre, le quali derivando tanto diversamente, sfoggiano una smisurata serie di tipi e varietà, che però non riescono a celare del tutto i tipi litologici da cui derivarono.

La stessa distinzione fra terre autoctone e di trasporto che pongono, con tanta semplicità, i trattatisti, non è sempre facile riconoscere in natura (*Rend. R. Acad. Lincei.* 1908). Il più tipico terreno di trasporto può talvolta aver subito meno profonde trasformazioni rispetto ad un altro tipicamente autoctono. Ciò si riscontra quando il primo risulta da una roccia che solo soffre l'attacco meccanico e quando il secondo proviene da rocce che risentono facilmente l'azione chimica degli atmosferili per essere costituite da minerali instabili e metastabili.

Tutte le ragioni, brevemente esposte, dimostrano che nella parte minerale dei terreni agrari si ha l'elemento meno instabile e più noto nelle sue vicissitudini. Inoltre le traiettorie che percorre il minerale sono correlative agli altri elementi, i quali per questa via vengono identificati. Infine la paragenesi, a causa della subordinazione, manifesta, in qualità e valore, la sollecitazione dovuta agli agenti ambientali.

Tornerei oltre ogni dire prolisso se solo mi accingessi ad una partita dimostrazione della riferita conclusione. Mi terrò pago di appoggiarmi sull'autorità degli illustri Colleghi, che nelle loro sapienti comunicazioni, più o meno direttamente, hanno affermato la preminenza della parte minerale nella classificazione delle terre od almeno ne hanno posto in evidenza le correlazioni con gli altri elementi costituenti. Fra i numerosi piacemi ricordare : A. A. J. DE SIGMOND (Com.ne II. n. 1 e 2, e), R. GANSSEN (2, b), G. WIENER (2, d), S. MERKE (2, f), TH. SAIDEL (3, g), O. ARRHENIUS (3, h), E. RAMANN (3, l), D. H. STREMME (4), M. Mc. COOL (13), P. E. BROWN (4), H. HARRASSOWITZ (36), ecc., ecc.

La parte minerale del terreno costituisce una vera e propria roccia che percorre, correlativamente agli atmosferili ed alla sostanza organica viva ed in decomposizione, molte complicate e profonde trasformazioni sino ad arrivare ad una roccia nuova fuori del terreno. Per quanto le metamorfosi siano svariate ed intime da rendere il terreno agrario talvolta diverso meccanicamente, fisicamente, chimicamente e litologicamente dalla roccia madre (*R. Acc. Lincei.* 1913, ecc.); pure le traiettorie elementari e le risultanti dell'evoluzione sono correlative, subordinate alle contingenze efficienti, al punto di partenza (roccia madre) ed a quello dell'arrivo (roccia novella). Al terreno agrario spetta la distanza fra i due punti, o meglio, fra le due rocce.

L'agro-geologia investiga positivamente, con l'aiuto della chimica agraria e della batteriologia, la vicenda incessante che trascina la vita dei minerali (paragenesi) e che ne unisce la nascita alla morte.

La classificazione scientifica più stabile possibile delle terre riuscirà quella che si fonderà sulla determinazione della fase evolutiva litologica.

Prof. G. DE ANGELIS D'OSSAT, Perouse (Italie). — **La phase lithologique du terrain comme base de la classification.**

RÉSUMÉ.

La partie minérale du terrain agricole, doit être considérée comme une roche, qui parcourt plusieurs transformations compliquées, partant de la roche mère pour aboutir à une roche nouvelle.

Bien que les métamorphoses soient variées et profondes et de nature à rendre le terrain agricole parfois différent (physiquement, chimiquement et lithologiquement) de la roche mère, cependant la trajectoire de l'évolution est liée, conformément aux contingences, au point de départ (roche mère) et au point d'arrivée (roche nouvelle). L'agrogéologue étudie la transformation incessante qui agit sur la mort et la vie des roches (paragenèse). La classification scientifique des terres doit considérer comme fondamentale la détermination de la phase évolutive lithologique.

Prof. DE ANGELIS D'OSSAT, *Perugia (Italy)*. — **The lithological Stage of Soil as a Basis of Classification.**

ABSTRACT.

The mineral part of agricultural soil should be regarded as a rock undergoing many and complicated transformations on its way from the parent rock to become a new rock. Although the changes are so varied and profound as sometimes to cause the agricultural soil to differ mechanically, physically, chemically ans lithologically from the parent rock, yet the course of evolution is limited by certain contingencies, by the point of departure (the parent rock) and by the point of arrival (derived rock). It is absolutely necessary for the Agro-geologist to investigate the incessant vicissitudes that attend the death and life of rocks (paragenesis). Scientific soil classification ought to be based on the determination of the evolutionary lithological stage.

Dr. B. AARNIO.
Helsinki, Finlande.

SUR LA FORMATION ET LA CLASSIFICATION DU SOL.

On peut observer deux grands processus de formation du sol: la désagrégation et le transport des produits de désagrégation. D'abord le sol rocheux est détruit par des forces différentes: les changements de température, qui entraînent des variations brusques de tensions à la surface des roches, les eaux courantes et de ruisseaux, les glaciers etc. Sous l'influence de ces forces extérieures et de leur composition, les espèces de roches se mélangent les unes aux autres et forment une masse dont les éléments peuvent être plus ou moins grossiers. Les influences chimiques ramènent les minéraux à des combinaisons plus simples. Ces processus donnent naissance à une masse dans laquelle les plantes peuvent prospérer et qui est désignée comme sol. Celui-ci peut rester sur la roche-mère ou bien en être entraîné et sédimenté de nouveau; en ce cas s'opère à l'ordinaire un triage qui permet aux grains de différentes grosseurs de se grouper. Le transport se fait ordinairement par ruissellement ou bien à l'aide des vents. Le sol est très hétérogène dans sa composition, car il contient, outre des grains de différentes espèces de roche, des matières organiques, de l'air et de l'eau.

Dans les couches géologiques supérieures naissent diverses espèces de sol. Ce qui les différencie c'est leur degré de décomposition et le transport des produits de décomposition. Les roches carbonatées sont trés solubles dans l'eau contenant de l'acide carbonique; c'est pourquoi les couches supérieures du sol sont souvent pauvres en carbonate de calcium et qu'il ne reste que les menus grains de silicate moins solubles. Les processus de décomposition des silicates sont moins connus. C'est un phènomène courant parmi ces derniers que les alcalis et les terres alcalines se dissolvent en partie et que l'acide silicique, les sesquioxydes et les composés de silice d'alumine passent à l'état colloïdal par l'hydrolyse. Cependant il est difficile de juger en général jusqu'où se développe la transformation des différentes roches siliceuses.

Les différents types du sol sont caractérisés par le groupement des produits de décomposition. Parmi ceux-ci les composés alcalins se dissolvent facilement dans l'eau et sont, par conséquent, meubles. Ils réagissent aussi aisément les uns sur les autres et en présence de terres alcalines. Ces dernières sont moins solubles dans l'eau et, par conséquent, moins meubles. La silice colloïdal, les sesquioxydes et les complexes de composés de silice d'alumine suivent leurs lois spéciales.

Un groupe spécial d'éléments de sols est formé par l'humus, dont la composition est peu connue. Mais, si nous ne considérons ces sols qu'au point de vue de leur formation, nous trouvons que leurs qualités sont plus importantes que leur

composition chimique. Selon leurs qualités on peut diviser les matières humiques en deux grands groupes. Dans les contrées où les sols sont pauvres en électrolytes, l'humus forme des pseudosolutions qui influent de façon préventive sur les matières colloïdales produites par la décomposition, ainsi que sur les éléments les plus ténus du sol; elles empêchent la coagulation et favorisent ainsi puissamment la lixiviation et l'entraînement des particules (contrées d'eau noire). De telles sortes d'humus sont représentées p. ex. par l'humus grossier et la tourbe. Si, au contraire, le sol est riche, surtout en bases doubles (Ca, Mg), les particules d'humus chargées négativement, se coagulent et forment des corps peu solubles dans l'eau. Ceux-ci ne protègent pas non plus les produits de décomposition et ne favorisent donc pas le délavement. Sous cette forme-là l'humus se rencontre p. ex. dans le tchernozium. Certaines associations de plantes entraînent aussi la formation de cette sorte d'humus. On la rencontre le plus souvent dans les forêts d'arbres à feuilles caduques (p. ex. les forêts de hêtres). Les arbres recueillent dans leurs feuilles des quantités considérables de chaux qui, lorsqu'elles tombent, pénètrent dans le sol, influent sur l'humus et le rendent plus apte à se coaguler.

La formation des différents types du sol dépend, en général, du climat. Si le climat est humide, en d'autres termes, si les pluies l'emportent sur l'évaporation, les types du sol produits par lixiviation, dominent. Dans ces sols l'eau se déplace de préférence suivant la verticale et entraîne ainsi vers le bas les matières solubles des couches supérieures. Dans les climats secs au contraire, le mouvement se fait en sens inverse, et les matières solubles s'accumulent dans les couches supérieures. Il faut cependant noter ici que les sels alcalins se déplacent dans la couche du sol, délavé par les périodes de pluie qui font descendre les sels dans les couches profondes. Dans la saison sèche ces sels facilement solubles s'accumulent de nouveau à la surface. Si le climat est très sec, il se forme des sols dits de croûte. Entre les types extrêmes se placent les sols dans lesquels les produits de décomposition non organiques demeurent sur place et qui se trouvent ainsi dans un état d'équilibre, p. ex. le tchernozium, dans lequel les combinaisons des terres alcalines seules s'accumulent un peu. Les autres types du sol sont intermédiaires entre ces types principaux (terre brune, sols de steppe etc.) ou en dehors de toute classification de climat (randzine). Ces différentes modifications de classement climatique (DOKUTCHAJEFF, SIBIRZEFF, GLINKA, RAMANN, WIEGNER) ont été jusqu'ici à peu près la seule classification des sols. Il n'y a que WYSSOTZKY qui a fondé sa classification sur d'autres principes de classement.

Le classement climatique ne peut s'appliquer qu'approximativement, car la formation d'un sol dépend d'agents autres que le climat.

Si nous considérons comment les sols se repartissent dans les différentes zones de climat nons remarquons que cette repartition est très hétérogène. Ainsi p. ex. elle se rencontre dans le gouvernement de Pétersbourg, en Russie et en Pologne, c'est-à-dire au centre de la région où l'on trouve le podsol, un type de terrain particulier qui se développe dans les calcaires tendres, la craie et la marne. Le randzine se caractérise par une couche de couleur foncée, riche en humus qui est peu soluble dans l'eau.

Le podsol typique où se produit une formation caractérisée de terre blanchâtre prend pour la plupart du temps naissance dans des sols siliceux pauvres en bases;

leur extrême variété se forme dans les sols les plus pauvres, p. ex. dans la lande de Lunebourg, où le sol contient plus de 90 % de silice et se compose ainsi principalement de quartz. Dans les sols riches en bases prennent naissance des sols moins delavés du type de la terre brune (RAMANN). L'exemple emprunté à la Suède par le Dr. TAMM, est très instructif à cet égard. Dans les forêts de hêtres les plus septentrionales on trouve de la terre brune due aux chutes abondantes de feuilles. Mais si les conifères déplacent les hêtres, la terre brune se change en podsol. Il y a donc là une dégradation analoque à celle qui se produit dans le district septentrional du tchernozium en Russie.

L'origine du tchernozium est, selon plusieurs savants, en rapport intime avec la végétation herbeuse des steppes, et la quantité considerable d'humus qu'on y rencontre est due sans aucun doute à la décomposition de l'herbe et ses racines. Grâce à la porosité du sol l'humification se développe rapidement et les matières d'humus sont complètement coagulées par des ions doubles. Si la forêt gagne du terrain et déplace la végétation herbeuse, le tchernozium se transforme en podsol.

Cependant on ne sait pas encore si l'absence de forêts dans les steppes ne dépend que de la quantité minime d'eau qui tombe ou si d'autres agents y participent. Cependant il faut noter que le district du tchernozium en Russie s'étend principalement sur un sol de loess (voir les cartes de RAMANN), et que, dans le district septentrional, la couche supérieure de la moraine tient aussi, d'après BOGOSLOVSKY, du loess. Le sol est aussi à petits grains et très poreux, il contient des quantités considérables de combinaisons d'alcali et terre alcaline; il est donc perméable et physiologiquement sec.

Les sols salins se rencontrent dans les districts secs et doivent leur origine principalement au climat. Mais on trouve aussi des sols salins sous des climats humides et les agents qui les déterminent ont alors la nature même du sous-sol et les eaux souterraines élevées.

Par conséquent, il est très difficile de s'en tenir à de tels facteurs indépendants pour fonder sur eux une classification des sols. Il serait peut-être plus avantageux pour la science, si on classifiait les sols comme tels, sans s'occuper de leurs rapports d'origine. Voilà pourquoi le professeur STREMME et moi, nous avons essayé de classifier les sols d'aprés leurs éléments caractéristiques et de recueillir à cet égard le plus possible de matériaux authentiques. D'après ce projet les sols sont classifiés en trois grands groupes:

I. Les sols de sesquioxydes.
II. Les sols d'humus et terre alcaline.
III. Les sols salins.

SYSTÈME DE SOLS.[1]

1. Sols avec déplacement des sesquioxydes
   a) — extension insignifiante de la précipitation des sesquioxydes:
      A) grande différence par rapport à la roche-mère calcaire: terra rossa;
      B) différence insignifiante par rapport à la roche-mère: podsol etc.;

[1] Dr. B. AARNIO und Prof. H. STREMME: Zur Frage der Bodenbildung und Bodenklassifikation. *Mémoires sur la Nomenclature et la classification des sols*, Helsinki, pag. 71, 1924.

   b) — forte extension et grande intensité de la précipitation des sesquioxydes: latérite suivant différents auteurs.

2. Sols avec déplacement des matières de grande solubilité, y compris les carbonates:
   a) quantités insignifiantes de carbonates plus ou moins transportés: sols unihorizon de couleurs variées (tchernozium),
   b) quantités considérables de carbonates plus ou moins transportés: randzine, sols d'humus calcaire.

3. Sols avec déplacement des sels solubles dans l'eau, précipitation de matiére à la surface et dans la couche du sol:
   sols salins.

4. Sols à eaux souterraines:
   a) avec précipitation de sédiments:
      A) dans la couche du sol: « gley »;
      B) à la surface: « Rasenerz, Seerz »;
   b) avec formation du terrain et décomposition du sous-sol:
      sols marécageux, terre bitumineuse.

Les sols de sesquioxydes (podsol, latérite, terra rossa et terre brune) sont caractérisés par la précipitation des sesquioxydes dans les coûches du sol; les sols d'humus et terre alcaline (tchernozium, randzine) par des combinaisons d'humus de solubilité atténuée et des combinaisons d'alcali (Cl', SO_4'', HCO_3', CO_3'', etc.).

Un groupe séparé est formé par les sortes de sols comme gley, « Seerz » et « Rasenerz » et les différentes formations de tourbe. Les formations de tourbe ne sont citées qu'autant qu'elles ont un certain effet sur les roches sous-jacentes.

Dans cette classification nous n'avons noté que les types principaux, un grand nombre des différentes formations du sol ne sont pas encore complètement explorées et c'est ce qui rend leur place dans la classification difficile à déterminer.

Dr. B. AARNIO, *Helsinki* (*Finland*). — **Soil Formation and Soil Classification.**

ABSTRACT.

Soils are formed above the subsoil by the disintegration of the rock and soils are characterized by the degree of decomposition and the transport of the products of decomposition. Carbonaceous rocks are rather easily soluble in water containing CO_2; accordingly the top layers of the soil are often deficient in calcium carbonate and only the silicate particles which dissolve with comparative difficulty, are left. The different processes of the recomposition of the silicates are less known. A phenomenon frequent in these is that alkalies and alkaline earths partly dissolve and that silicic acid, sesquioxides and the compounds of silica and aluminium pass into the colloidal state by hydrolysis

What characterizes the different types of the soil is the classification of the products of decomposition. The alkaline compounds are easily soluble in water and are consequently transportable. Colloidal silicic acid, sesquioxides and the compounds of silica and aluminium follow their special laws.

A separate group is formed by the humus materials, the composition of which is less known. According to their properties as soil forming factors the humus materials may be divided into two main groups. In countries where the subsoils are deficient in electrolytes, the humus materials form pseudosolutions which have a protective influence on the colloidal products of decomposition and the finest particles of soil are prevented from coagulation and their washing out (black water countries). On the contrary, when the soil is rich, especially in double bases (Ca, Mg) the negatively charged humus particles coagulate and forms substances which dissolve with difficulty in water (e. g. humus in the cernoziom). This kind of humus may also be produced by certain associations of trees e. g. forests of foliage trees which, by the fall of the leaves, supply the soil with a considerable amount of chalk.

The soil classification generally used nowadays is based on climatic conditions, divided into different modifications (Russian school, GLINKA, RAMANN, WIEGENER). The soil-zones are however very heterogeneous : in the podsol-country for instance we find several soil types engendered by subsoil, vegetation and conditions of subsoil water. In the province of Petersburg and in Poland i. e. in the central parts of the podsol-territory, there is found rendzina that is formed in soft limestone, chalk or marl. The typical podsol with distinct light-coloured earth originates mostly in silicates which are deficient of bases : the most extreme variety of podsol i. e. humus podsol arises in the poorest soils, as for instance in the heath of Luneburg where the soil contains more than 90 % of silicic acid, i. e. quartz. In subsoils, which are rich in bases, originate less washed out soils of the type of brown soil (RAMANN), for instance in the most northern beech forest of Sweden (Helgsjo) is found brown soil produced by the abundant fall of foliage. But if the pine trees displace the beeches the brown soil transforms itself into podsol.

The origin of the cernoziom stands, according to several investigators, in close relation to the grass vegetation, and its considerable humus content comes from the grass plant and especially from its roots which are soon transformed into humus and completely coagulated by the double ions. But whenever the forest overcomes the grass vegetation, the cernoziom is converted into posdsol soils.

Saline soils, which mostly occur in arid territories, are nevertheless to be found in a humid climate and the factors, which here have influence, are the subsoil and high subsoil water.

It is very difficult therefore to classify the soils in accordance with this prevailing factor. Consequently we ought to start from the objects of study themselves classifying them in accordance with their characteristic constituents without taking their genetic conditions into consideration. Our knowledge of the different soil types and their varieties is so incomplete that we can merely characterize the general types in order to establish a chemical classification. But when considering the soil horizon some characteristic qualities may be found in accordance with which the soils can be divided into groups :

I. Sesquioxide soils

- *a*) brown soil (Braunerde, RAMANN)
- *b*) podsol.
  - 1. ferruginous podsol.
  - 2. humus podsol.
- (*c*) laterite
- (*d*) terra rossa.

II. Humus and alkaline earth

- (*a*) cernorziom
- (*b*) rendzina.

III. Saline soils

- (*a*) neutral saline soils with chlorides and sulphates of alkali
- (*b*) alkaline saline soils with alkaline carbonates and bicarbonates of alkali
- (*c*) acid saline soils with sulphates of aluminium and iron.

IV. Peat soils.

Group I is characterized by enrichment of the sesquioxides in the B-layer. Brown soil without light-coloured earth, podsol with same. In the B-layer are enriched : Iron and aluminium oxide, silicic acid and humus materials with varying quantities of compounds of alkali and alkaline earth. Sesquioxides are rich in the laterites, in which silicic acid and bases are washed out, contents of humus unknown.

Group II is composed of single horizon soils with considerable quantities of humus materials which are soluble in water. The inorganic products of decomposition balance equally in cernoziom, in rendzina they are more or less washed out of the soil horizon.

Saline soils are characterized by soluble salts that are deposited at the soil surface or oscillate in the soil horizon (rainy and dry periods).

Prof. FRANCESCO TODARO,

Scuola Superiore di Agricoltura, R. Università, Bologna, Italia.

SULLA CLASSIFICAZIONE DEI TERRENI.

Era mio proposito di dare una impronta monografica alla trattazione di questo argomento ; ma il poco tempo concesso ed i gravosi impegni del mio lavoro abituale mi impongono una estrema limitazione, che è quasi una rinuncia. Dirò pertanto brevissimamente delle *finalità pratiche* della classificazione dei terreni e indicherò le direttive che possono, a mio avviso, a queste finalità meglio rispondere.

CLASSIFICAZIONE DEGLI AGRICOLTORI E DEI TECNICI DELL'AGRICOLTURA. — I pratici — è ben noto — distinguono e sommariamente classificano i terreni in base a qualcuna delle loro caratteristiche più appariscenti, come la *compattezza*, il *colore*, ecc. I gruppi che ne derivano corrispondono, almeno nelle grandi linee, ad attitudini culturali differenti, quantunque non sempre nettamente specifiche ed anzi il più spesso con ampie « sfumature », le quali *collegano* e quasi fondono — più che *separare* con una linea netta — i vari gruppi, tranne gli opposti od estremi, in tal modo stabiliti.

Lo stesso lento graduale passaggio — per sfumature — da un gruppo all'altro, e quindi la mancanza di una netta separazione — se si tolgano, anche qui i gruppi estremi, che hanno meno frequente ricorrenza — si riscontra anche nelle

classificazioni che potremo dire *tecniche* od *agronomiche*. Come le precedenti, anche queste hanno per base *un solo fattore* — e sia pure fra i più complessi ed importanti — della produttività del terreno.

Alcuni autori — come HILGARD, LYON, ecc. — impostano la classificazione su quello che potrebbe designarsi come « *giacimento* » dei terreni. Fatta una prima fondamentale separazione dei terreni *in posto* da quelli *di trasporto*, i gruppi stabiliti nei primi e quelli, più numerosi, costituiti nei secondi permettono di assicurare una notevole omogeneità fra gli elementi — che è quanto dire fra i terreni — compresi in ogni singola classe.

Tolti però i tipi estremi, neppure in questa ripartizione si riesce ad inquadrare i terreni di vario tipo — e quindi dotati di attitudini produttive differenti — in classi ben definite, nettamente separabili l'una dall'altra nella reale loro coesistenza in un determinato territorio.

Altri autori — che sono la maggioranza — prescindendo dal giacimento, classificano i terreni in base ai rapporti che intercorrono fra i loro *costituenti immediati* o principali : sabbia, argilla, calcare e sostanza organica. Ne risultano quattro classi fondamentali caratterizzate rispettivamente dal preponderare dell'uno o dell'altro di questi componenti principali ; e poi delle classi intermedie più o meno numerose, in cui la preponderanza nella massa viene a così dire disputata fra due dei componenti stessi.

Attraverso una scala di rapporti che può divenire anche molto lunga col vario graduale loro spostamento, si sbocca nel *terreno di medio impasto*, in cui nessuno dei costituenti principali riesce ad imprimere alla massa le proprie caratteristiche : il terreno dunque dell'equilibrio, dell'armonia, aperto a tutti i vegetali che il clima del luogo consente di coltivare.

Ma quanti mai *sottotipi* nel terreno di « *medio impasto* »! In ciascun paese l'agricoltore vi indicherà sotto questo nome i terreni più « ospitali », che gli lasciano la maggiore libertà di scelta fra le varie culture possibili ed assicurano le più alte rese a quelle su cui la scelta può essere caduta. Fra questi terreni — di un medesimo territorio, connesso ad un determinato quadro meteorico — saranno dall'analisi meccanica individuati, di regola, rappresentanti più o meno numerosi di sottotipi del medio impasto ; i quali, facendo corona a quello dimostratosi *ottimo* nel luogo, volgono grado a grado verso i tipi estremi. È quasi superfluo aggiungere che fra i tipi ottimi di differenti zone climatiche, differenze non piccole di tessitura meccanica potranno essere accertate dall'analisi.

Come vedesi, anche la classificazione fondata sui componenti immediati è lungi dal poter soddisfare le finanlità veramente pratiche connesse ad una classificazione di terreni. La quale — e ci limitiamo ad uno dei più salienti esempi — per rispondere adeguatamente a queste finalità dovrebbe consentire il netto riferimento di un terreno *dato* ad un tipo esattamente caratterizzato e determinato nelle sue attitudini produttive : ciò, ben inteso, nell'ambiente meteorico ed economico - sociale in cui il terreno stesso si trova.

Tanto meno alle predette finalità possono rispondere le classificazioni basate sulla *ricchezza* — provviste complessive di azoto, acido fosforico, potassa, ecc. — dei terreni. Restano qui affiancate delle terre che nella prova diretta potranno risultare di produttività anche *molto differenie*, inquantochè — pur disponendo in

egual misura di sostanze potenzialmente alimentari per le piante — può non essere uguale il loro comportamento nei rapporti della mobilizzazione delle sostanze stesse.

Pur limitatamente alla *misura quantitativa del prodotto* — a prescindere pertanto dal *reddito*, che è anche legato all'azione favorevole o contraria di fattori economico-sociali — sembra lecito constatare che nemmeno i recenti mirabili progressi nella conoscenza scientifica del terreno agrario siano ancora pervenuti a stabilire sicure e precise correlazioni fra le speciali caratteristiche — fisiche, chimiche e biologiche — di un terreno, anche singolarmente accertate ed assunte poi nel loro insieme — e il *grado* di produttività che nel terreno stesso potrà venire positivamente determinato da una *prova culturale diretta* : prova non facile, nè breve, inquantochè sarebbe da farsi per tentativi, fino a giungere alla specie che avrà mostrato di trovarvi le migliori condizioni di vita : non soltanto vegetativa ma anche « agraria », in relazione cioè al miglior esito tecnico della cultura.

Non avrebbe dunque alcun sicuro fondamento la classificazione — in base alla *presumibile* loro produttività — dei terreni di un paese totalmente incolto, all'infuori quindi di ogni nozione sui risultati di una « agricoltura *vissuta* ». Con pretese e vedute di semplice approssimazione, si potrebbe tentare in questo caso una graduatoria di merito dopo un diligente studio della vegetazione spontanea — considerata nel *grado di prosperità* più che nelle *forme specifiche*, salvo quelle che indicano salsedine, eccesso di umidità, ecc. — ed in base ad un rilievo *completo* delle varie condizioni d'ambiente che possono concorrere ad elevare o a deprimere la produttività. E così : delle caratteristiche essenziali del clima, e — rispetto al terreno — della profondità oltre che della tessitura del suolo, della natura del sottosuolo, della entità e costituzione delle provviste alimentari, della giacitura, della esposizione, inclinazione, ecc.

Oltre che completo, questo rilievo dovrebbe essere *specifico*, per ogni singolo terreno da classificare, perchè — data la estrema variabilità — sembra non ammissibile una qualsiasi estensione a terreni, anche limitrofi, non direttamente studiati. Ecco, a sostegno di ciò, le deduzioni cui è stato condotto G. KRAUS da un lungo studio (1911) sui terreni di Karlstadt, i quali hanno *in comune* — si noti bene — la origine da calcari triassici. Mi limiterò a riportare quelle che a me sembrano le più significanti :

1) « Anche su aree ristrette sono *molto variabili* le condizioni del suolo. Varia largamente la proporzione di calcare non soltanto fra terre vicine, ma anche nei vari strati di uno stesso terreno».

2) « La maggior parte delle specie studiate mostrano di poter vivere normalmente in tutte le terre della regione, nelle quali il contenuto in calce varia fra l'1 ed il 60 % ».

3) « Anche in aree vicinissime, differiscono molto nelle terre il contenuto in acqua e lo sviluppo delle piante ; e non sono sempre in relazione con la percentuale di terra fina ».

4) « A pari finezza del suolo, il contenuto in acqua nelle esposizioni di nord risulta *triplo* di quello delle esposizioni di sud. I terreni ricoperti di foglie e di erbe morte contengono una quantità di acqua una volta e mezzo quella contenuta in terreni analoghi, ma nudi ».

5) « La media di 65 osservazioni sulla temperatura del terreno alla profondità di 3 cm. risulta uguale a 12°4 nelle esposizioni di sud, eguale a 7° 9 in quelle di nord. Nell'inverno la differenza fu assai lieve, sorpassando raramente i 2°, mentre di estate raggiungeva anche i 20° ».

6) « In qualche caso il vento *rovescia* le differenze di temperatura risultanti dalla natura del suolo, dalle piante in vegetazione e dalla esposizione ».

Ammonitore — e vorrei dire simbolico — a me sembra particolarmente quest'ultimo rilievo, sull'« azione perturbatrice del vento ». A che potrà, dunque, giovare — toltane la utilità immediata in relazione al singolo..... « appezzamento » — il penoso e non breve lavoro di scrupolose rilevazioni su un campo tanto malfido, nel quale poche foglie morte od un soffio di vento possono determinare le suindicate tanto cospicue fluttuazioni ?

LA CLASSIFICAZIONE ECONOMICA. — È questa la classificazione che assume una vera — e comunque la massima — importanza pratica. Non ha per base, come le precedenti, la produttività *presumibile* delle terre, ma la produttività positivamente da queste *manifestata* — ed anzi la misura *media* di tale *produttività in atto* — nella coltivazione su di esse realmente fatta : base dunque molto sicura e quanto mai salda, che elimina qualsiasi incertezza di attribuzione o riferimento, qualora non manchi la necessaria diligenza nelle rilevazioni.

Può dirsi, in altri termini, che « la classificazione economica delle terre[1] è fondata sulla produttività che abbia avuto una *reale affermazione* sotto l'influenza delle particolari azioni meteoriche, sociali ed economiche, le quali — insieme alle azioni proprie del terreno — hanno condotto all'adozione di speciali *tipi* di cultura nelle singole sezioni del fondo » (frutteto, vigneto, arativo, ecc.), e nell'azienda — presa nel suo insieme — ad una « combinazione culturale » in cui non si verificheranno apprezzabili mutamenti fino a tanto che cambiamenti più o meno radicali non si siano avuti sopratutto nella natura e nella intensità d'azione dei fattori economico-sociali.

Escluse le terre che si ha motivo di considerare permanentemente improduttive e quelle che, per una causa qualsiasi, non sono ancora in possesso dell'agricoltura, la classificazione economica può esattamente impostare in una giusta *graduatoria* — nel presente reale loro stato di fatto — tutte le terre coltivate di un paese anche molto vasto.

Dato il suo riferimento al *presente*, e in conseguenza dei predetti possibili mutamenti, questa graduatoria, deve essere naturalmente di tanto in tanto aggiornata, a periodi più o meno brevi, a seconda del progredire più o meno rapido dell'agricoltura del paese.

Allo scopo di mettere in luce qualche particolare d'attuazione delle classificazioni economiche dei terreni, gioverà qui ricordarle nei loro rapporti con la *stima comparativa*. La quale, nelle più cospicue sue applicazioni, vuol giungere alla determinazione del reddito od a quella del prezzo di un *rilevante numero* di fondi col *minimo* di indagini estimative *dirette* su ciascuno di essi.

La più complessa e vasta applicazione della stima comparativa si ha certamente nella formazione dei catasti rurali. A questi pertanto vogliamo qui riferirci ; e particolarmente al nuovo Catasto italiano, attorno al quale si lavora ormai da un quarantennio circa e il quale — con l'aiuto di Dio ! — non tarderà forse ad essere compiuto in tutto il Regno.

[1] Vedi F. TODARO. Lezioni di Agricoltura, III, p. 257. Casalmonferrato, 1924.

Sono milioni i « fondi », o aziende agrarie, della campagna italiana. Per assumerli in Catasto era necessario accertare, fra altro, il *reddito imponibile* di ciascuno. Come accertarlo ? Si immagina facilmente quale forte dispendio si sarebbe avuto, e quanto tempo sarebbe occorso, in un accertamento diretto, su ogni singolo fondo.

A superare queste gravi difficoltà ha sussidiato la stima comparativa. Si sarebbe potuto applicarla agli interi fondi — o particelle di proprietà — oppure a singole sezioni di ciascun fondo (particelle di coltura) caratterizzate dal rispettivo particolare tipo di coltivazione. La nostra legge del Catasto ha giustamente preferito le *particelle di coltura*. Le quali, se portano un maggior dispendio nel rilievo topografico, consentono la maggior possibile rapidità — con un'adeguata fortissima riduzione di tempo e di spesa — nelle operazioni estimative.

La parte fondamentale e sostanziale di queste operazioni è da vedersi nella classificazione economica dei terreni da « catastare ».

Rilevate topograficamente in ogni territorio comunale tutte le particelle di cultura, se ne fa la *qualificazione* ; la quale concretasi nell'aggruppamento delle varie particelle attorno ai differenti tipi culturali (*arativo, prato, orto, vigneto, ecc.*) di cui nel territorio stesso fu accertata la esistenza .

Si procede in seguito alla *classificazione*, la quale consiste nel distribuire le particelle di una stessa qualità in gruppi più o meno numerosi, che diconsi *classi*, e tali che ciascuno comprenda particelle cui si ha ragione di attribuire — (in base ad indagini sulla produzione mediamente realizzata) — produttività pressochè pari e in una certa misura differente, in più od in meno, da quella delle particelle assegnate alle classi dirò così adiacenti — al disotto e al disopra — della medesima qualità.

È chiaro che, dopo aver fatto questo aggruppamento, nella classe in cui le particelle appaiono pressochè identiche — ciò che in pratica non si verificherà forse mai — la stima diretta si potrà limitare ad *una sola* delle particelle compresevi, le quali possono essere centinaia od anche migliaia. In una classe comprendente, come d'ordinario, particelle molto affini tra loro ma non identiche, la *particella tipo* sarà costituita da due o più — sempre poche — particelle le quali, prese nel loro insieme, possono rappresentare anche negli elementi secondari — da cui derivano variazioni relativamente lievi di produttività — tutte le particelle della classe.

Queste le positive e non piccole benemerenze della *classificazione economica dei terreni !* La quale potrà forse aver lumi e perfezionamenti dai progressi della Pedologia, ma conserverà sempre la sua struttura essenzialmente pratica, la sua cauta direttiva di indagine, per cui essa attende le piante coltivate al loro arrivo nel granaio, nella cantina, ecc., poco o punto curandosi delle condizioni in cui il loro faticoso viaggio si inizia.

Questo alto valore pratico che deve essere indiscutibilmente riconosciuto alla classificazione economica ed alla fondamentale sua direttiva — sintetica più che analitica — può far pensare alla opportunità di un impiego più largo e sistematico della « pianta » stessa, quale prezioso *strumento di indagine sintetica*, negli accertamenti sperimentali del potere produttivo del terreno. Sarà forse possibile per

questa via portare un contributo di valore non piccolo a quella tendenza al *livellamento del reddito* nelle terre di vario tipo — o quanto meno di tipo non estremo — che è uno dei più tangibili effetti della *buona coltura*. La quale implica fondamentalmente la assegnazione a ciascun terreno delle specie e razze vegetali più appropriate e l'adozione del processo colturale che alle medesime può meglio convenire in questo propizio — (ed anzi *il più propizio*) — ambiente di vita loro assegnato.

RIASSUNTO. — Ricordate le usuali indicazioni — più che classificazioni — dei pratici, vengono brevemente esaminate le classificazioni *tecniche* od agronomiche. Le quali, avendo per direttiva uno soltanto dei fattori della produttività delle terre, presentano lacune ed evidenti deficienze nei rapporti dell'applicazione pratica.

Non fornisce indicazioni praticamente concludenti, o comunque nette e precise, la classificazione dei terreni basata sulla loro *origine*, in posto o da trasporto. Altrettanto approssimativamente può dirsi della classificazione fondata sui rapporti fra i *costituenti immediati* dei terreni, più ancora — per deficienze anche maggiori — di quella basata sui *costituenti secondari*.

Conviene non dimenticare in ogni caso la grande variabilità di condizioni — rispetto all'umidità, alla temperatura, ecc. — che il terreno può presentare anche in tratti di limitatissima estensione: variabilità apparsa davvero impressionante in recenti indagini di G. KRAUS sui terreni di Karlstadt, pur tutti derivanti da una sola ed unica fonte geologica.

La classificazione economica ha salda base nelle positive concrete manifestazioni della produttività dei terreni e quindi su un reale indiscutibile *stato di fatto*. Trova le più larghe ed importanti applicazioni pratiche; e così nella formazione dei catasti rurali, nelle più corrette rilevazioni di statistica agraria, nelle grandi espropriazioni per opere di pubblica utilità, ecc.

La direttiva sintetica di questa classificazione ed i risultati positivi e pratici cui essa perviene, fanno pensare alla opportunità di servirsi — più largamente di quel che finora si sia fatto — della stessa « pianta » come *strumento di misura* nelle indagini sperimentali sul potere produttivo dei terreni. Si potrebbero, forse, raccogliere in tal modo elementi per una più corretta e significante loro classificazione; si recherebbe certamente un contributo di utilità immediata alla coltivazione dei singoli terreni oggetto di queste indagini — con la « pianta » per « misura ».

Prof. FRANCESCO TODARO, *Bologne (Italie)*. — **Classification des sols.**

RÉSUMÉ.

Après avoir rappelé les termes usuels, qui sont plutôt des indication que des classifications, les classifications *techniques* ou agronomiques sont brièvement examinées. Celles-ci, n'ayant pour base qu'un seul des facteurs de la productivité des terres, présentent des lacunes et des insuffisances évidentes sous le rapport de l'application pratique.

La classification des terrains basées sur leur *origine*, sur place ou de terrassement, ne fournit pas d'indications pratiquement concluantes, ou, en quelque manière, nettes et précises. On peut en dire autant approximativement de la classification fondée sur les rapports entre *constituants immédiats* des terrains, et plus

encore — pour des insuffisances plus grandes — de celles basées sur les *constituants secondaires*.

Il convient en tout cas de ne pas oublier la grande variabilité de conditions — relativement à l'humidité, à la température, etc. — que le terrain peut présenter même dans des parties d'un étendue très limitée, variabilité qui se manifeste vraiment impressionnante dans les recherches de G. KRAUS sur des terrains de Karlstadt, bien qu'ils dérivent tous d'une seule et unique source géologique.

La classification économique trouve une base solide dans les manifestations positives concrètes de la productivité des terrains et, par conséquent, dans un *état de fait* réel et indiscutable. Elle trouve les plus larges et importantes applications pratiques; et il en est ainsi dans l'établissement des cadastres ruraux, dans les relevés les plus corrects de statistique agricole, dans les grandes expropriations pour travaux d'utilité publique, etc.

La directive synthétique de cette classification et les résultats positifs et pratiques qu'elle atteint, font penser à l'opportunité de se servir — plus largement qu'on ne l'a fait jusqu'à présent — de la « plante » elle-même comme *instrument de mesure* dans les enquêtes expérimentales sur le pouvoir productif des terrains. Il serait peut-être possible de rassembler ainsi des éléments qui permettraient une classification plus correcte et significative des terrains; on apporterait certainement ainsi une contribution d'utilité immédiate à la culture de chacun des terrains où ces recherches seraient faites en se servant de la « plante » comme « mesure ».

Prof. FRANCESCO TODARO, *Bologna (Italy)*. — **Soil Classification.**

ABSTRACT.

The author mentions the usual suggestions — rather than classifications — of practical agriculturists, and briefly examines *technical*, or agronomic, methods of classification, which since they only consider one of rhe factors affecting soil productivity leave many lacunae and are evidently deficient from the standpoint fo practical application.

A classification of soils based on their origin, whether they have been formed *in situ*, or have been transported, fails to give any practically conclusive information, and frequently is neither clear nor accurate. The same criticism applies almost equally to a classification based on the primary constituents of the soil, while a classification on the basis of the *secondary constituents* is still less satisactory.

In every case, it is necessary to remember the great variation in the conditions (of moisture temperature etc.) that may obtain within very limited area. These variations have been strikingly brought out by the recent researches made by G. KRAUS, at Karlstadt, upon soils all derived fromo ne common geological source.

Economic classification has a firm foundation upon the positive, concrete manifestations of the fertility of soils and hence upon a real and indisputable *state de facto*. It has the widest and most extensive application being adopted in the assessment of rural land taxes, the compilation of the most accurate agricultural statistics and in expropriations on a large scale for works of public utility etc.

The synthetic character of this classification and the positive and practical results derived from it point to the expediency of making greater use than heretofore of the *plant itself* as a *means* of experimentally *estimating* soil fertility. It would perhaps be possible in this manner to collect data for a more accurate and

useful classification of the soils themselves, while the information obtained would form a contribution of immediate utility for the cultivation of the various soils in which these researches with the " plant " as the " measure " are about to be conducted.

Prof A. TILL,
Wien, Österreich.

ZUR FRAGE DER BODENKARTIERUNG UND KLASSIFIKATION.*

Zu meinem zweiteiligen Aufsatz in den Mémoires der IV. Kommission seien mir einige nachträgliche Bemerkungen gestattet.

1. Zum 1. Teile (S. 15 ff.) habe ich vergessen zu vermerken, dass er eine Fortsetzung meiner in der Druckschrift " Die Bodenkartierung und ihre Grundlagen „ (Verlag Seidel und Sohn, Wien 1923), S. 39-69 niedergelegten Ausführungen darstellt.

2. Einige sinnstörende *Druckfehler* seinen hiemit elimiert :

S. 18, Z. 14 u. 15 sollen die Worte Ton-, Lehm und-Sandböden mit gleichen Lettern gedruckt sein.

S. 20 Z. 21 soll (hinsichtlich der " lehmigen Staubböden „) vor II das Wort meist eingeschaltet sein ;

S. 24, Z. 12 statt F ein kleines f ; statt " Stenkboden „ Senkboden ;

S. 24, Z. 3 1. u. statt Px u. δx : Pa u. δa.

S. 25, Z. 5 statt Flussabschwemmungen : Flussanschwemmungen.

S. 25 Z. 21 statt p_x S_1 A_1 : p_1 s_1 A_1.

S. 25 Z. 23 statt δ_1 h_1 a_2 : δ_1 L_1 a_2.

S. 25 Z. 25 statt steilweise : stellenweise.

3. Den Ausdruck " Rohboden „ (RB) habe ich durch *Grobboden* (GB) ersetzt, um eine Verwechslung mit dem landwirtschaftlichen Begriff Rohboden = nicht genügend aufgeschlossener " toter „ Boden zu vermeiden.

4. Seit der Drucklegung meines Berichtes in der IV. Kommission habe ich in der Methode der Bodenuntersuchungen zum Zwecke der Kartierung einige *Ergänzungen* auf Grund der neueren Forschungsergebnisse eingeführt ; insbesondere :

a) Ich habe schon in meiner oberwähnten " Bodenkartierung „ darauf hingewiesen, dass auch Bodenuntersuchungen im Felde, die in erster Linie rein praktischen Zwecken dienen sollen, ohne erheblichen Mehraufwand an Zeit und Mühe mit *genetischen* Bodenstudien verbunden werden können. Ein vorzügliches Hilfsmittel dafür bieten Tabellen, wie sie von NABOKICH, FLOROW und MURGOCI angelegt und verwendet wurden (vgl. " Pedologische Arbeit im Felde „ *Beiblatt zu den Mémoires der V. Komm. d.(IV. Konf.)*. Ein solcherart oder den besonderen Bodenverhältnissen entsprechend eingerichtetes *Notizbuch* ermöglicht beim Studium der Bodenprofile in bester Weise das, was ich in " Bodenkartierung „ die *Differential-*

diagnose in der Bodenkunde genannt habe. Während sonst Beobachtungsdaten über die Morphologie der Böden stark subjektiv sein können, erreichen sie an der Hand der obgenannten erschöpfend genauen Tabellen einen Grad von Exaktheit, der sie den Daten der Laboratoriumsanalysen gleichwertig macht. Auch erlauben sie jederzeit eine genaue Nachprüfung der Profilstudien. Das Verfahren empfiehlt sich namentlich in denjenigen Ländern, in welchen die Feldaufnahmen nicht von gründlich geschulten Fachmännern, sondern durch Studenten, Agrarbeamte, gebildete Landwirte u. a. ausgeführt werden müssen.

b) In die *Laboratoriumsarbeiten* wird ausser den in meinen früheren Berichten dargelegten klassifikatorisch notwendigen Untersuchungen nun auch die Bestimmung der Bodenazidität und des sogenannten Kalkbedürfnisses der Böden einbezogen.

Das " *Protokoll* „ (vgl. *Mém. IV. Komm.* S. 27) ist insbesonders um folgende Zonen erweitert worden :

ad Physikal. Unters. : Reibprobe nach ATTERBERG (5 Grade) ;

ad Kalk : Austauschfähiger (= adsorptiv gebundener) Kalk (nach HISSINK, *Int. Mitt. f. Bodk.* S. 81 ff.) und ev. Azotobakterreaktion (nach CHRISTENSEN, *Mém. III. Konf.*, S. 289 ff.) ;

ad Humus : " Vermullungsgrad " (nach CHRISTENSEN, *Mém. IV. Konf.* S. 49) N - Gehalt (s. HISSINK, *Mém. IV. Kom.* S. 234) u. bei Torf auch das Ergebnis der botanischen Analyse ;

Dazu kommt die Angabe der vorläufig auf kolorimetrischem Wege bestimmten Bodenreaktion (pH).

5. Die von mir gebrauchte *Einteilung der Bodenarten* (Mém. IV. Komm. S. 18) beruht in erster Linie auf den landwirtschaftlich unmittelbar wichtigen physikalischen Eigenschaften.

In meiner demnächst in Druck erscheinenden Arbeit über die Musterbodenkarte " *Bisamberg bei Wien* " finden sich mehrere Belege dafür, dass eine Bodenartengliederung auf Grund der Schlämmanalyse ungenügend ist und oft zu den grössten Fehlurteilen führt. Ein Beispiel für den praktischen Wert meiner auf die *Atterbergischen* Methoden zurückgreifenden Beurteilung der Bodenarten gibt mein Aufsatz " Eine experimentelle Prüfung der halbimmunen Lössböden " (*Allgem. Weinzeitung*, Verlag Hitschmann, Wien 1923, S. 149)

Meine Arbeit, " Bisamberg " zeigt an der Hand zahlreicher Proben, wie u. in welcher Art die Daten der Schlämmanalyse mit den physikalischen Eigenschaften der Klebrigkeit, Plastizität und Druckfestigkeit in Beziehung stehen ; es gilt nun zu versuchen, die letztgenannten Werte mit den tatsächlichen Gehalten der Böden an Kolloidton zu vergleichen. Es ist ohneweiters klar, dass hiefür weder der " Rohton „ (D kleiner als 0.002 mm) noch das AL_2O_3 der Bauschananalysen verwendet werden können, da jener mehr weniger Quarzstaub enthält und dieses zum Teil aus unverwitterten Al-Silikaten stammt. Ich versuche eben, dass nach der Methode GANNSEN (*Mém. III Konf.* S. 209 ff) gewonnene " Verwitterungssilikat " für meinen Zwecke zu verwenden und die Klassifikation GANSSENS (auf Grund der durch HCl gelösten Tonerde (l. c. S. 214) ; mit meinen Bodenarten zu vergleichen.

Eine weitere Untersuchung erstreckt sich auf die Aenderung der physikalischen Eigenschaften mit dem Grade der Sättigung des Kolloidkomplexes. Dass Mergel-

böden mit 20 und mehr % $CaCO_3$ stark klebend und hochplastisch sein können, habe ich in " Bisamberg " aufgezeigt, es bestätigt sich die Richtigkeit der Auffassung VESTERBERG's (*II. Konf.* S. 23) " dass die Löslichkeit des $CaCO_3$ in der Bodenflüssigkeit nicht immer genügt, um die Tonkolloide zu koagulieren. " Ich setze jetzt bei meinen Versuchen an Stelle des Karbonates den " austauschfähigen Kalk " (HISSINK).

Ferner gilt es, die Beeinflussung der genannten physikalischen Merkmale durch Humus zu studieren, wofür ich einige allgemeine Beobachtungen schon in *Mém. IV. Komm.* S. 16 mitteilen konnte. Hier liegt eben ein Mangel in der ATTERBERG-schen Methode der Plastizitätsbestimmung, denn es wird durch höheren Humusgehalt die Plastizitätszahl nicht dadurch so ausserordentlich erhöht, weil Humus den Ton plastischer macht, sondern weil die Fliessgrenze zufolge der grossen wasserkapazität des Humus überhoch wird. Daher wird das Verfahren der Plastizitätsbestimmung humushaltiger Bodenarten wohl geändert werden müssen. Herr Kollege JOHANNSON war so freundlich mi letzthin eine deutsche Uebersetzung der jetzt in Schweden üblichen Viskositätsbestimmungen [1] zu übersenden, die mir grösster Beachtung wert erscheint.

6. Die Hauptaufgabe der bisherigen IV. Komm. besand darin, *internationale Bezeichnungen* für die verschiedenen Böden vorzuschlagen. Ich glaube, wir müssen in dieser Frage zwischen Bodenarten und Bodentypen wohl unterscheiden :

Für die letzten klassifikatorischen Einheiten, die *Bodenarten* hat bekanntlich schon einmal NOWACKI (Prakt. Bodenkunde, *Thaer Biblioth.*) *eine solche internationale Nomenklatur* mit lateinischen Bezeichnungen versucht. Ich glaube aber, dass die Bodenartengliederung doch länderweise verschieden sein muss ; eine Einigung wird hier in Anbetracht der so verschiedenen Zwecke und der schon geleisteten Vorarbeiten gewiss nicht zustande kommen ; auch sind internationale Namen auf Spezialarten und Bodenplänen, deren Hauptzweck es ist, nicht nur von Fachgelehrten, sondern insbesondere auch vom praktischen Land- und Forstwirt verstanden zu werden, wohl kaum zu verwenden. Wohl aber schiene es sehr wünschenswert, die in den einzelnen Ländern gebrauchten Bezeichnungen untereinander zu vergleichen, und ein umfassendes *Synonymenverzeichniss* auszuarbeiten. P. LARUE hat (*Mém.* IV. Komm. S. 179 ff.) in dieser Hinsicht schon einen dankenswerten Versuch unternommen.

Hinsichtlich der *Bodentypen* wird sich die Notwendigkeit internationaler Bezeichnungen bei der Herausgabe der Bodenübersichtskarte von selbst ergeben.

7. In Oesterreich hat sich eben unter besonderer Mitwirkung des Ministeriums für Land- und Forstwirtschaft, der Hochschule für Bodenkultur und der landwirtschaftl. chemischen Versuchsanstalt eine " *Arbeitsgemeinschaft für die österreichische Bodenkartierung* " konstituiert, über deren Arbeiten fortlaufende Berichte herausgegeben werden sollen. Im Sinne des gemeinsamen Beschlusses der IV. und V. Komm. der IV. Boden-Konferenz habe ich als ersten Programmpunkt der neuen " Arbeitsgemeinschaft " " Die Gewinnung einer Uebersicht über die Bodenverhältnisse Oesterreichs und im Zusammenhang damit die Ausarbeitung einer *Uebersichtsbodenkarte* (Bodentypenkarte) im Masstabe 1 :1.5 Mill. " aufgestellt.

[1] Aus " *Statens Järvägars Geotechniska Kommission* „ 1914-1922.

Prof. A. TILL, *Wienne (Autriche)*. — **Sur la carthographie et la classification des sols.**

RÉSUMÉ.

Dans le groupe de mémoires où la classification est traitée indépendamment du caractère qui fait ressortir le profil du sol, il y a un rapport sur les déterminations des méthodes physiques et chimiques qui sont importantes pour décider des propriétés du sous-sol : 1) la texture, 2) le caractère de consistance physique de la terre et 3) l'humus et la quantité calcaire. En se servant de la classification, différentes échelles sont établies pour :

a) les conditions physiques et la texture de la terre fine, par rapport auxquelles on distingue :

b) la quantité des parties grosses ;
c) la quantité calcaire ;
d) la quantité d'humus ;
e) la caractéristique d'après la texture.

Dans un résumé, dans lequel la question des sols est systématiquement traitée, l'auteur fait voir la nécessité de séparer la disposition proprement génétique, ayant le type du sol comme unité, des recherches physico-graphiques qui se rapportent au sous-sol. Quant à la classification des types de sol l'auteur soutient le principe de disposition selon les procèssus de formation de sol, mais il adhère du reste, pour ce qui est essentiel, au plan dressé par MURGOCI. Voici les groupes principaux que l'auteur nous présente :

A) sols sans profil ;
B) sols avec profil de formation incomplète ;
C) sols avec profil complet ;
D) sols avec profil formé, mais incomplètement conservé.

Prof. A. TILL, *Vienna (Austria)*. — **Soil Mapping and Classification.**

ABSTRACT.

TILL. The physical and chemical methods of determination, which are of importance for the statement of 1) the texture, 2) the physical ground qualities and 3) the percentage of humus and chalk in the earth, are here described.

At the classification different scales are established for

a. the physical nature and texture of the fine earth, at which
b. the contents of coarse constituent parts,
c. the percentage of chalk,
d. the percentage of humus,
e. characterization according to the texture, should be stated.

In a later paragraph where the systematics of the earths (sols) is dealt with, the author emphasized the necessity of making distinction between the pure genetical classification with the ground type as unit and the physiographical research which concerns the earth (sous-sol). As to the classification of the earth types (sols) the author recommends a division according to the soil forming processes, but otherwise agrees, principally to the scheme established by MURGOCI The author's main groups are :

A. soils without ground profile
B. „ with a not quite developed ground profile
C. „ with a complete ground profile
D. „ with a developed, but not well preserved ground profile.

Prof. Dr. H. STREMME,
Technische Hochschule, Danzig.

ÜBER EINIGE SYSTEME DER NATÜRLICHEN BODENEINTEILUNG NEBST DEM VORSCHLAGE EINER FÜR FELDPEDOLOGEN VERWENDBAREN.

Vor einem halben Jahrhundert hat W. DOKUTSCHAJEFF, dessen 20. Todestage kürzlich die Petersburger Akademie der Wissenschaften eine Gedenkfeier widmete, seine bodenkundlichen Arbeiten begonnen. Durch diese wurde in Russland eine neue Richtung der Bodenkunde mit begründet, welche eine Fülle systematischer und wertvoller Einzeluntersuchungen imFelde nebst zahlreichen Arbeiten mehr chemischer und mineralischer Natur und eine nicht unbeträchtliche Anzahl von Vorschlägen zur Systematik und Klassifikation hervorrief. DOKUTSCHAJEFF hat die Verbreitung der Böden unter dem Einflusse des Klimas zur Grundlage der modernen Bodenkunde gemacht und wird alle Zeit als einer ihrer Bahnbrecher gelten. Etwa gleichzeitig war F. v. RICHTHOFEN zu einer geographichen Uebersicht über die Bodenregionen der Erdoberfläche gekommen, welche ebenfalls eine gewisse Wirkung auf die Bodenkunde ausübte, wenn auch weniger als die Arbeiten DOKUTSCHAJEFFS in Russland. Mit deren Erfolg lässt sich etwa vergleichen die vor ebenfalls einem halben Jahrhundert geschehene Einführung der geologisch-agronomischen Bodenkartierung nach A. ORTHS Vorschlage in Preussen und später den anderen deutschen Bundesstaaten. Aber in DOKUTSCHAJEFFS Erkenntnissen war ein Kern vorhanden, welcher auf die Dauer wissenschaftlich fruchtbarer geworden ist als ALBERT ORTHS ebenfalls bedeutungsvoller Vorschlag: Die Erkenntnis der *gesetzmässigen* Verbreitung der Böden unter dem Einflusse des Klimas und der Verwitterung. A. ORTH waren Einzelheiten dieser Erkenntnis nicht fremd, aber ihm fehlte damals noch die Uebersicht, welche in die deutsche Bodenkunde erst vor 20 Jahren durch E. RAMANN eingeführt worden ist. Diese hat ihre Hauptwirkung auf die im Lehrberufe Deutschlands stehenden Geologen ausgeübt, welche seit einem Menschenalter durch J. WALTHER eindringlich auf den Vergleich der Gesteine mit den Bildungen der Gegenwart hingewiesen waren. Die Mehrzahl der Autoren ist mehr der geographischen Seite des Problems gerecht geworden, als der speziell bodenkundlichen. In den Vereinigten Staaten von Nordamerika hat Anfangs der neunziger Jahre E. W. HILGARD die grosse Bedeutung des Klimas für die Bodenbildung ebenfalls erkannt und durch die Prägung der Begriffe arid und humid nicht unerheblichen Einfluss ausgeübt.

Das Bedürfnis, für die Zwecke der Bodenkartierung eine Systematik der Böden zu besitzen, welche die Verwitterung als Grundlage und damit gesetzmässigen Charakter hat, veranlasste den Verfasser, z. T. in Gemeinschaft mit B. AARNIO-Helsingfors das vorhandene Material für eine Systematik des Feldpedologen zu sammeln und zu verwerten. Wir haben Profilanalysen und Bodenprofile verglichen und sind zu bestimmten Vorstellungen gekommen.

Wenn man die vorhandenen Klassifikationen, welche die Verwitterung oder deren Ursache, das Klima, zur Grundlage nehmen, zusammenstellt, so ergibt sich die folgende Uebersicht:

Es sind	die Klassifikationen von	Hauptleitsatze
1) bodenkundlich-geographisch	W. DOKUTSCHAJEFF . . .	auf festem Land oder im Wasser gebildet } normale Böden umgelagert = anormale Böden.
2) bodenkundlich-hydrologisch	K. GLINKA . . . . . B. FROSTERCUS	Durchfeuchtung verschiedenen Grades mit dynamometamorpher Oberteilung.
3) bodenkundlich - petrographisch-historisch-geologisch	RISPOLOSZENSKY	Verquickung der Einteilungen nach Thaer, Fallou und Dokutschajeff.
4) vorwiegend geographisch .	F. v. RICHTHOFEN . . . N. SIBIRTZEW	Verbreitung auf der Erdoberfläche in Regionen oder Zonen.
5) geographisch-klimatologisch	E. RAMANN . . . . . K. ANDRÉE - E. KRAUS .	Verbreitung auf der Erdoberfläche in Zonen oder Regionen unter besonderer Berücksictigung von deren ariden und humiden Teilen. Oertliche Ausnahmen in den Zonen als Ortsböden ausgeschieden.
6) klimatologisch	E. W. HILGARD . . . . H. FISCHER . . . . . G. WIEGNER . . . . . R. LANG . . . . . K. ANDRÉE - E. KRAUS .	trockenes und feuchtes Klima, z. T. mit Unterteilungen und Uebergängen, die "Exaktheit" bei R. Lang durch meteorologische Zahlenrechnung ausgedrückt.
7) chemisch	(WYSSOTZKY) . . . . . SLESKIN . . . . . G. TUMIN . . . . . R. LANG . . . . . B. AARNIO - H. STREMME	die verschiedenen chemischen Komplexe nach Einwirkung und Bewegung, teils die anorganischen, teils die organischen bevorzugt.

Die vorstehenden Systeme der deutschen, der finnischen und der russischen Literatur sind am Schlusse der Arbeit einzeln in einem Anhange mitgeteilt.

" Jede bisher gebrauchte Bodeneinteilung hat ihre Vorzüge, jede bringt bestimmte Bodeneigenschaften zur Anschauung; jedes System löst beim kundigen Hörer bestimmte Vorstellungen über eine Anzahl wichtiger Bodeneigenschaften aus.

Der Zweck der fortschreitenden Wissenschaften darf es nicht sein, gutes altes zu beseitigen, sondern es auf verbreiterter Grundlage einzuordnen und dadurch für das Verständnis erst recht nutzbar zu machen." Diese Worte E. RAMANNS [1] sollen den nachstehenden Zeilen vorangestellt werden. Alle die oben zusammengestellten Bodenklassifikationen haben ihren mehr oder weniger erheblichen Wert, dennoch ist naturgemäss möglich, zu jeder auch kritisch Stellung zu nehmen. Sohat A.NABOKICH [2] Bemerkenswertes zu den Klassifikationen von W. DOKUTSCHAJEFF und N. SIBIRTZEW, wie im ganzen zu den geographischen Einteilungen geäussert. "Das geographische Prinzip widerspricht den Grundbedingungen einer jeden natürlichen Klassifikation, welch letztere nur mit den Eigenschaften und mit dem Ursprung der zu erforschenden Körper zu rechnen hat". Nach seiner praktischen Erfahrung sind die wichtigsten Eigenschaftsen die morphologischen und physikochemischen, die auf das engste mit der Genesis zusammenhängen, während die Vorstellung von zonaler und nicht zonaler Verbreitung bereits auf zu weitgehenden Kombinationen natürlicher Faktoren beruht. Im einzelnen werden manche Mängel der genannten Klassifikationen nachgewiesen, wie sie naturgemäss die fortschreitende Erkenntnis immer finden wird. So ist auch K. GLINKA [3] in seiner Stellungnahme zu den Bodenklassifikationen nicht blind gegen solche Mängel bei DOKUTSCHAJEFF und SIBIRTZEW, wenn er auch nicht zur Ablehnung des geographischen Prinzips kommt wie A. NABOKICH. Dagegen hat sich G. TUMIN [4] wieder ganz von dem geographischen Prinzip gelöst, bleibt aber nicht wie A. NABOKICH bei der Kritik, sondern schlägt seine eigene Klassifikation auf chemischer Grundlage vor, welcher er die Beschaffenheit der Humusstoffe zugrundelegt.

Ausführlich hat sich A. JARILOW [5] über die Prinzipien der Bodenklassifikation geäussert. Er führt etwa aus: Wer als Boden die Verwitterungsrinde der Erdoberfläche ansieht, hat die Möglichkeit einer dreifachen Klassifikation. Erstens: Man kann das verwitternde Gestein als Grundlage ansehen, wie es die Vorgänger der heutigen Agrogeologen mit Fallou an der Spitze taten. Zweitens: Der Charakter des Verwitterungsprozesses selbst wird von den heutigen Agrogeologen zur Schaffung ihrer genetischen Klassifikationen benutzt. Drittens kann man das neue mineralische Aggregat stabilen Gleichgewichts, den versteinerten Boden, zu welchem der Verwitterungsprozess strebt, und mit dessen Erscheinen die Verwitterungsrinde zu existieren aufhört, zugrundelegen. Dieser unter 3. genannte Grundsatz ist ohne weiteres als unbrauchbar abzulehnen. Der unter 2. bezeichnete Charakter des „Verwitterungsprozesses" wird vielfach durch das Klima als vorwiegenden Charakter der Verwitterung ersetzt. Aber man darf dabei nicht die Hauptsache ausser acht lassen, nämlich, dass das Klima wie alle übrigen Verwitterungsfaktoren durchaus kein *unbedingter* Bodenbildner ist. Es kann im selben Maasse die Rolle eines Bodenzerstörers (Gesteinsbildners) spielen. Und dieser letztere negative Einfluss

[1] E. RAMANN, Bodenbildung und Bodeneinteilung. Berlin 1913 S. III.

[2] A. NABOKICH, Zur Frage über die Bodenklassifikation. *Ann. géol. min. de la Russie* IV, 4 S. 79/81 Nowo Alexandria 1905.

[3] K. GLINKA, Die Typen der Bodenbildung. Berlin 1914 S. 15-34

[4] G. TUMIN, Die Prinzipien der Klassifikationsschemen von DUKUTSCHAJEFG, RIZPOLOSZENSKY, SIBIRTZEW, GLINKA, SLESKIN, und KOSSOWITSCH. *Ann. géol. min de la Russie*, VIII 8 9 Nowo Alexandria 1903.

[5] A. JARILOW, Neue Strömungen auf dem Gebiet der Klassifikation der Böden. *La Pédologie* IV. 1912. Nr. 3 und 4.

des Klimas kann ebenso *gross*, ebenso *vorwiegend* sein, wie seine positive bodenbildende Arbeit. Das „Aufleben der Natur", die Entstehung und Entwickelung des Bodens kann nicht nur unter Mitwirkung des Klimas, sondern auch beim Entgegenwirken desselben, ihm zum Trotz, vor sich gehen. Wenn einerseits das verschiedenartige Material durch den Prozess der Bodenbildung. dank dem Klima zu einem gleichartigen „ariden Boden" (HILGARD) verarbeitet wird, so streben bestimmte Organismen und besonders der Mensch danach, dasselbe (RAMANN) dem Klima entgegen zu erreichen. Ja noch mehr, nicht nur das Klima als Ganzes kann einmal zur Bodenbildung beitragen, ein anderesmal dagegen wirken, bald den Boden beleben, bald ihn töten, sondern dasselbe können auch die einen oder anderen Naturfaktoren des Faktors „Klima", indem sie dabei in einem Kampf miteinander treten und einer dem anderen entgegenwirkt, zustandebringen.

Daraus folgt, dass, wie gross auch die Bedeutung des Klimas als Bodenbildner sei, es sich wesentlich jedoch durch nichts von der Bedeutung all der anderen Faktoren der Bodenbildung unterscheidet. Einerseits kann man nicht den notwendigen, unbedingten Parallelismus zwischen Boden und Klima konstatieren, anderseits muss man einen zweifellosen Parallelismus zwischen dem Boden und einem oder dem anderen einzelnen Elemente des Klimas oder einer Gruppe dieser, zwischen dem Boden und dem Muttergestein, Boden und Grundwasser, Relief usw. feststellen".

A. JARILOW hat hier mit Recht gezeigt, wie wenig brauchbar das äussere Klima für die Systematik der Böden ist. Das äussere Klima wirke erst durch das „innere", die „innere Atmosphäre" auf den Boden, und diese gelte es erst zu erforschen, mit dieser solle man die klimatische Klassifikation der Böden durchführen. Auch die geographische Systematik lehnt A. JARILOW ab.

Man kann gegen alle geographischen und klimatischen Systeme einwenden, dass man die einteilenden Prinzipen an den Böden selbst nicht unmittelbar feststellen könne. Es wird etwas im Boden an sich nicht vorhandenes zu seiner Einteilung verwendet. Bei der botanischen, zoologischen, paläontologischen, mineralogischen, petrographischen Systematik teilt man nach solchen Grundsätzen zweifellos nicht ein. So anregend gerade in der Bodenkunde die geographischen und klimatologischen Prinzipien für manche Fragen der Bodenbildung sind: weil man die Böden nicht an ihnen erkennt, da sie keine unmittelbare Bodeneigenschaft benutzen, so wird sie der Pedologe im Felde nicht verwenden können. In der Geologie haben die klimatologischen Bodenklassifikationen auch ungünstig gewirkt. In der einen oder anderen wurden Roterden als eine Bildung ariden Klimas angesehen. Jetzt werden vielfach von Geologen rote klastische Gesteine der verschiedenen Formationen (z. B. Carbon, Perm, Trias) für Böden oder umgelagerte Böden angesehen und daraus auf arides Klima für die genannten Formationen oder Teile von ihnen geschlossen. Da die Annahme, dass die Roterden eine Bildung ariden Klimas seien, ohnehin wenig begründet ist, so sind die geologischen Schlüsse daraus höchst anfechtbar. Jedenfalls ist diese Folgerung ein Kennzeichen für die Schwierigkeiten, die entstehen, wenn man bei der Systematik der Böden nicht von deren unmittelbaren Eigenschaften ausgeht.

K. GLINKAS Einteilung ist im Wesentlichen auf der Durchfeuchtung aufgebaut. Bei den Böden der übermässigen Durchfeuchtung ist sie direkt sichtbar, bei denen der übrigen Gruppen dagegen nicht. Sie ist bei diesen mehr oder weniger

eine klimatische Erscheinung, also auch für eine Klassifikation der Böden, welche dem Feldpedologen helfen soll, nicht brauchbar. Das System RISPOLOSZENSKYS ist durch die Verquickung so heterogener Dinge wie der Bodenarten THAERS, gewisser historisch-geologischer Bezeichnungen und der Bodentypen wie Tschernosem, Podsol, Solontschak uneinheitlich.

Es bleiben somit die chemischen Einteilungen. Sie bedürfen zu ihrer Ergänzung der chemischen Untersuchungen im Laboratorium. Ohne solche würde man sie nicht aufstellen können. Dazu kommt ein Umstand, der auch in der Mineralogie mit ihrer chemischen Klassifikation unerfreulich ist: man räumt einer anderen Wissenschaft, in beiden Fällen der Chemie, die Oberherrschaft über die Systematik ein (was natürlich auch für die geographischen und klimatologischen Einteilungen in der Bodenkunde ähnlich gilt). Eine gewisse Ausnahme macht die Einteilung SLESKINS. Sie ist nicht nach einem bestimmten Schema angelegt. Physikalische Zerstörung, Lateritbildung, biochemische Nitrat-Humusaufspeicherung, Versalzung, Auslaugung und Podsolbildung sind die wichtigsten Typen, die nur zum Teil chemischer Untersuchung bedürfen um ihre Verschiedenheiten klar erkennen zu lassen. Man sieht ihnen im Freien bei der Aufnahme mehr oder weniger den Typus an. Dies ist nicht nur bei den Haupttypen der Fall, sondern ebenso bei den zahlreichen von SLESKIN nicht angegebenen übrigen. Deren Einfügung würde SLESKINS Schema zu einem systemlosen nebeneinander von Einzelheiten werden lassen, wie ja auch bereits jetzt nicht recht ersichtlich ist, nach welchen Gesichtspunkten die Anordnung vorgenommen wurde.

Unter den vielen Merkmalen der Böden, welche man draussen sieht, ist zweifellos das wichtigste und eigenartigste die Horizontbildung in der Art und Weise der Aufnahme, wie sie von den russischen Forschern in die Bodenkunde eingeführt ist. Nur die von B. AARNIO und mir aufgestellte chemische Klassifikation berücksichtigt unmittelbar auch die Horizontbildung. Im ganzen genommen ist der Boden ja die Decke, welche die Verwitterung mit ihren unmittelbaren und mittelbaren Einflüssen auf den Gesteinen geschaffen hat. Die Decke auf den Gesteinen gliedert sich nach Horizonten und zwar, wie die russischen Forscher gezeigt haben, je nach der relativen Durchfeuchtung in recht verschiedener Weise. Infolgendessen sollte man zum mindesten versuchen, die Einteilung auch einmal allein auf die Horizontbildung zu gründen. Nachstehend gebe ich einen solchen Versuch wieder, nachdem bereits in der von B. AARNIO und mir aufgestellten chemischen Klassifikation der Horizontbildung ein breiter Raum gewährt war.

Die Horizontbildung ist nicht der Schichtung gleichzuachten. Kennzeichnend ist zwar für sie auch das deutliche Abheben vom Gestein, aus dem der Verwitterungshorizont entstanden ist. Dieses Abheben ist aber nicht einer Schichtfuge zu vergleichen, sondern bedarf überhaupt keiner Fugenbildung. Es kann durch eine Lockerung des Gesteins oder durch eine andersfarbige Beimengung hervorgerufen sein, kann aber auch in einer schichtähnlichen Anordnung gewisser Ausscheidungen und Zersetzungszonen bestehen. Die Mannigfaltigkeit der Horizontbildung ist also gross. Dennoch lassen sich gewisse Grundgegensätze unterscheiden: Wenn die Pflanzendecke fehlt, dann überwiegt die meist ziemlich unregelmässige mechanische Zertrümmerung, welche ziemlich stark durch die Gesteinsbeschaffenheit beeinflusst wird, über die chemische Zersetzung; es scheint aber durch

aufsteigendes Grundwasser auch in Gebieten mit Gesteinszertrümmerung ohne Pflanzendecke eine regelmässigere, fast schichtartige Ausscheidung von Gips, kohlensaurem Kalk, Eisenrost usw. an der Oberfläche erfolgen zu können. Man würde in dieser Rubrik zusammenbringen die Gebilde der periglazialen Verwitterung mit solchen der Wüstenverwitterung. Beide haben bisher in erster Linie die Geologen und Geographen, kaum die Pedologen beschäftigt, werden aber auch zumeist von diesen in der Systematik mitgeführt. Ob sie sich dauernd in der Bodenkunde halten werden, mag dahingestellt bleiben. Für die angewandte Bodenkunde sind sie ohne Bedeutung.

Zweifellos von überragender Wichtigkeit sind in der Bodenkunde die Böden, welche unter der Pflanzendecke gebildet und land-und forstwirtschaftlich genutzt werden, der eigentliche Inhalt der Bodenkunde, seitdem diese besteht. Hier ist eine mehr oder weniger deutliche Horizontbildung die Regel.

Die Hauptunterscheidungsmöglichkeit scheint mir in dem Fehlen oder Vorhandensein des Wasserstandes an der Pflanzendecke zu liegen. Wo der Wasserstand fehlt, kommt Luft in den Boden; wo er vorhanden ist, nicht. Infolgedessen ist die Humusbildung eine wesentlich verschiedene, und die Zersetzung der mineralischen Bestandteile, ihre Umlagerung und Neubildung verläuft in wesentlich anderer Richtung. Das ist an den Horizonten zu erkennen. Die dauernd nassen Humushorizonte sind stark, meist schwarz oder schwärzlich gefärbt, die Illuvial- oder Zersetzungshorizonte bleich oder grün oder blau. Oxydierte Bestandteile, namentlich der Eisenrost, fehlen als Illuvialstoffe, können aber vom Grundwasser abgelagert sein. Demgegenüber brauchen besondere Zersetzungshorizonte bei den Böden ohne Wasserstand nicht ausgeprägt zu sein. Je schwächer die Durchfeuchtung, desto weniger ist es der Fall. Sind sie aber ausgeprägt, so sind in den Zersetzungshorizonten unter den Humushorizonten Eisenoxydbildungen an den rostigen oder roten Farben zu erkennen. Diese sichtbaren Rostausscheidungen stammen, wie die Analysen gezeigt haben, in der Hauptsache aus der Oberkrume und sind auch stets mit Ausscheidungen von Tonerde, Phosphorsäure, Mangan- und anderen Oxyden oder von Humusstoffen vergesellschaftet. Aber alle diese chemischen Dinge sollen uns hier nicht weiter beschäftigen, sondern lediglich das, was im Felde am und im Horizont zu sehen ist. Wir haben demnach in den Böden ohne Wasserstand entweder nur Humushorizonte, d. h. Horizonte, bei denen eine gewisse Humusbeimengung, aber keine oder nur geringe Zersetzungs- oder Umlagerungserscheinungen zu erkennen sind, oder solche bei denen stärkere Zersetzungs- oder Umlagerungserscheinungen vorkommen. Diese sind an der Horizontbildung leicht voneinander zu unterscheiden. Jeder, der Böden draussen aufgenommen hat, ist damit vertraut, daher kann ich mich begnügen, auf K. GLINKAS eingehende Darstellung zu verweisen.

Eine Komplikation tritt bei diesen Böden dadurch ein, dass bei ihnen Grundwasserstände Ausscheidungen verschiedener Art hervorrufen können; teils Salzteils kalkige oder tonige oder rostige manganhaltige Absätze, die auch als deutliche Horizonte auftreten können. Beide können mit beiden Bodentypen zusammenkommen, wenn auch Salzbildungen in den schwächer durchfeuchteten, Gleibildungen in den stärker durchfeuchteten häufiger sind.

Die russischen Bodenforscher haben für die Bezeichnung der Horizonte die

Buchstaben A, B und für den Untergrund, das Gestein, C gewählt. Diese Bezeichnung hat sich allgemein eingebürgert. Infolgedessen wird man sie am besten auch zur Benennung der Böden verwenden Die Bezeichnung A wird auf die humosen Krumen, die Bezeichnung B auf die Illuvialbildungen angewandt. Als diese sieht man sowohl die Absätze des Ca CO_3 in den unteren Teilen der humosen Horizonte der Tschernoseme wie die rostfarbigen Sesquioxyd- und Zersetzungshorizonte der Podsole an. Wo die Bodenarten im Tschernosemgebiet karbonatfrei sind, fehlen den Tschernosemen die B-Horizonte. In Gebieten ohne Tschernoseme hat sich die Bezeichnung B-Horizont für den rostfarbigen festgesetzt. Infolgedessen wird man besser die Karbonatilluvionen der Tschernosome von den mit Zersetzung einhergehenden Sesquioxydilluvionen trennen und jene mit Ca und nur diese als B bezeichnen.

Die Böden, die über dem Gestein (C) nur Humuskrumen (A) haben, keine davon abgesetzten Zersetzungshorizonte und als Illuvialbildungen nur solche der Karbonate mögen A C-Böden, die mit Humus- (A) und Illuvial- und Zersetzungshorizonten (B) ABC- Böden. Salz- oder Gundwasserhorizonte kann man durch S oder G als Zusatz zu AC bzw. ABC bezeichnen. Man kommt auf diese Weise zu einer einfachen Benennung und aus dem Gewirr der Farbnamen heraus, welche zu dauernden Verwechselungen Anlass geben und aus einer wissenschaftlichen Bodenkunde ebenso verschwinden sollten, wie sie aus der Petrographie verschwunden sind. Bekanntlich unterscheidet man z. B. von "Braunerden" die braunen und die kastanienbraunen Steppenböden, welche lediglich aus der braunen Humuskrume bestehen, ferner die Braunerden Ramanns mit schokoladebrauner Oberkrume und rostbraunem B-Horizont, die braunen Waldböden der Buchen- und Eichenwälder, ferner die " Braunerden " der Tropen mit braunem A- und rotem B-Horizont. Ein ähnlicher Wirrwarr herrscht bei den grauen und z. T. bei den schwarzen Böden. Diesen kann die Einführung der Horizontbuchstaben beseitigen.

Im Einzelnen ist dann weiter noch zu bemerken : die Rendzina, die Ausbildung eines schwarzen, noch Kalkkarbonat führenden Humushorizontes auf dem Kalkgestein kommt bei dieser Einteilung mit den Steppenböden in eine grössere Gruppe, obwohl die Durchfeuchtung dem Klima nach nicht die gleiche ist. Aber biologisch sind beide durch das Vorkommen kalksteter Pflanzengenossenschaften ausgezeichnet, sodass auch eine gewisse Uebereinstimmung nicht zu verkennen ist. Als eine besondere Gruppe wird man sie unter den AC-Böden führen und damit GLINKAS Einteilung in ekto- und endodynamomorphe Böden auf diese Gruppe beschränken.

Gibt es ausserdem noch Böden, bei welchen der B-Horizont als Oberkrume gebildet wird ? Manche Geologen glauben es. Ich bin dieser Ansicht ausführlich in mehreren Veröffentlichungen entgegengetreten und halte Böden, bei welchen über dem Gestein die Serie der Zersetzungs-und Illuvialhorizonte ohne A-Horizont vorkommt, für fossil.

Es ist selbstverständlich, soll aber auch erwähnt werden, dass zwischen den einzelnen Gruppen zahlreiche Uebergänge bestehen.

EINTEILUNG DER BÖDEN NACH DER HORIZONTBILDUNG.

A. Horizontbildung ohne Pflanzendecke

± unregelmässig: Gesteinszerfall; durch Ausscheidung aus dem Grundwasser (auch durch Anblasen) werden Rinden, Krusten, Ueberzüge usw. gebildet.

B. Horizontbildung mit Pflanzendecke

1. ohne Wasserstand an der Pflanzendecke

a) Horizonte mit Humusbeimengung (A-Horizonte); darin Besonderheiten durch Ausscheidung von Salzhorizontenund Absätzen aus dem Grundwasser; Einhorizont-Böden der Wüstensteppen, Steppen und steppenähnlichen Gebiete. Ferner Rendzina auf Kalkstein.

AC- BÖDEN.

b) Horizonte mit Humusbeimengung (A) und darunter Zersetzungs- und Illuvialhorizonte (B); darin Besonderheiten durch Ausscheidung von Glei- und Salzhorizonten aus dem Grundwasser. Degradierte AC-Böden, graue, braune Waldböden, " Braunerden " Ramanns, podsolige, Podsolböden, " Braunerde " der Tropen. Roterde und Laterit ohne A-Horizont und Pflanzendecke als fossil anzusehen.

ABC-BÖDEN.

2. Mit Wasserstand an der Pflanzendecke. Mineralische Ausscheidungen aus dem Grundwasser kommen vor. Nasse Böden.

a) ohne mineralische Aufschlickung

I. anmoorige Böden Pflanzendecke zunehmend
II. Moorböden

b) mit mineralischer Aufschlickung:
Marschböden der Seeküsten und Flussauen.

ANHANG.

Die zu der Tabelle S. 2 verwendeten Klassifikationen.

1. W. DOKUTSCHAJEFF 1886, nach K. GLINKA, Die Typen der Bodenbildung S. 22. Berlin 1914.

A. Normale Böden.

I. Klasse. Festländisch-vegetabilische Böden.

a) Hellgraue Böden des Nordens.
b) Graue Waldböden.
c) Tschernosemböden.
d) Kastanienfertige Böden.
e) Braune Salzböden.

II. Klasse. Festländisch-moorige Böden.

III. Klasse. Typische moorige Böden.

B. Uebergangsböden.

IV. Klasse. Durchgeschwemmte Böden.

V. Klasse. Teilweise abgelagerte Böden.

C. Anormale Böden.

VI. Klasse. Abgelagerte Böden.

2. K. GLINKA 1902 H. nach K. GLINKA, Die Typen der Bodenbildung. S. 37. Berlin 1914.

A. Ektodynamomorphe Böden'

I. Böden von optimaler Durchfeuchtung (Befeuchtung).
II. » » mittlerer » »
III. » » mässiger » »
IV. » » ungenügender » »
V. » » übermässiger » »
VI. » » zeitweise übermässiger »

B. Endodynamomorphe Böden.

2 a. B. Frosterus, Zur Frage nach der Einteilung der Böden in Nordwest-Europas Moränengebieten. V Versuch einer Einteilung der Böden des finnländischen Moränengebietes. Helsingfors 1914. S. 124.

I. Podsolböden (rote oder braune Böden)

A. Echte Podsolböden. 1.) Eisenpodsole.
2.) Humuspodsole.

B. Moorböden

C. Grundwasserpodsole oder Gleyböden 1.) Eisengleyböden.
2.) Sulfatgleyböden.

II. Grundwasserböden (graue Böden)

3. RIZPOLOSZENSKY 1892, nach G. TUMIN, Die Prinzipien der Klassifikationsschemen von DUKATSCHAJEW, RIZPOLOSZENSKY, SIBIRTZEW, GLINKA, SLESKIN- und KOSSOWITSCH. *Annuaire géol. et minéral. de la Russie*, S. 218. 1906, VIII livre 8-9.

I. Mergel-Kalkstein Böden.
II. Böden auf braunroten Mergeltonen
III. Böden auf Juratonen.
IV. Böden mit grauem, sandarmen Lehm.
V. Tschernosemböden.
VI Böden auf grauem lehmigen Sand.
VII. Sandböden.
VIII. Podsolböden.
IX. Solontschakböden.

4. a F. v. RICHTHOFEN 1886. F. v. RICHTHOFEN. Führer für Forschungsreisende, Hannover 1901. S. 482 ff. Typen der Erdräume nach dem Gesichtspunkte der Bodenbildung.

1. Regionen der autogenen Bodenbildung durch kumulative Gesteinzerstörung (Eluvialregion).
   a) Regionen der fortschreitenden Lateritbildung.
   b) Regionen der kumulativen lehmigen Zersetzung.
   c) Regionen des kumulativen Gebirgsschutes.
   d) Regionen des Tafelland-Eluviums.
2. Regionen des Ebenmasses von Zerstörung und Fortschaffung.
3. Regionen der überwiegenden Denudation.
   a) Regionen der glacialen Denudation.
   b) » » äolischen »
   c) » » fluviatilen »
   d) Abrasionsregionen.
4. Regionen der überwiegenden Aufschüttung.
   a) Regionen der moränen Aufschüttung.
   b) Alluvialboden der Ströme und Seen.
   c) Gletscherschuttland.
   d) Regionen des beweglichen Sandes.
   e) Regionen der feinerdigen äolischen Aufschüttung.
   f) Regionen der vulkanischen Aufschüttung.
5. Regionen der erodierten äolischen Aufschüttung.

4. b. N. SIBIRTZEW 1898. nach K. GLINKA a. a. S. 28, 1914.

Klasse A. Zonale Böden. Feinerdige Humusböden, vollständige Böden.
Typen: I. Lateritböden.
II. Atmosphärisch-staubige Böden.
III. Wüstensteppenböden oder die Böden der trockenen Steppe.
IV. Tschernosemböden.
V. Graue waldige Böden.
VI. Rasen-Podsolböden.
VII. Tundraböden.
Klasse B. Intrazonale Böden.
VIII. Salzböden.
IX. Moorböden.
X. Humose Kalkkarbonatböden (Rendzina).
Klasse C. Azonale Böden.
Unterklasse: Ausserhalb der Flusstäler liegende Böden.
XI. Skelettböden.
XII. Grobe Böden.
Unterklasse: Alluvialböden.
XII. Ueberschwemmungsböden.

5. a. E. RAMANN 1918. E. RAMANN, Bodenbildung und Bodeneinteilung S. 110-1 Berlin 1918.

System der Böden.

Feuchtböden.		trockenfeuchte Böden (semihumid)	Trockenböden. feucht-trockene Böden (semiarid).	
I. Kalte Zonen und Regionen.	1. Arktisch: Rautenböden (Flicssdenert). 2. Boreal: Tundraböden. Ortsböden: Torfhügeltundra. 3. Regional: Spaltenfrostböden, Bergwiesenböden, Bergtorfböden, auf Kalk: Alpenhumus.	?	Böden des Innern von Grönland, Spitzbergen. Regional: Wüsten und Hochländer Aviens.	
II. Kalte gemässigte Zone.	A. *Nordische Grauerden.* *a*) nordische Sandhumusböden. *b*) Podsol. *c*) Bleicherde-Waldböden. Ortsböden. 1. Unterwasserböden *a*) Mineralböden unter Wasser. *b*) Mudde oder Faulschlammböden. *c*) Humusböden. α) Flachmoortorf. β) Waldtorf. γ) Hochmoortorf. δ) Moderboden. 2. Unter Einfluss des Grundwassers stehende Böden. *a*) Gleiböden. *b*) Wiesenböden. *c*) Raseneisensteinböden. 3. Böden mit fortdauernder Stoffzufuhr. *a*) Aueböden. *b*) Marschböden. 4. Salzhaltige Böden des Bleicherdegebietes. 5. Fliesserden. Regional. Grauerden verschiedener Formen. B. *Braunerden.* *Ortsböden.* Nach dem Grundgestein zahlreiche Ortsböden. *a*) Massengesteine. *b*) Schiefer. *c*) Sandsteine. *d*) Karbonatgestein. *e*) Karstroterden.	Randböden auf Kalkstein. Im Norden: humusreiche schwarze Boden, im Süden: Roterden.	Die Bodenformen sind stark von der zunehmenden Verdunstung und abnehmenden Niederschlagen abhängig. Temperatureinfluss tritt zurück. 1. Steppenschwarzerden. Klima massig trocken: Tschernosem, Prarieböden Klima stark trocken: kastanienfarbige Böden, durch Humus braun gefärbte Böden. 2. Steppenbleicherden.	
III. Subtropisch.	Gelberden.		Gelberden. Roterden. Subtropische Schwarzerden. *a*) Regur *b*) Tirs *c*) nordam. südliche Prärien Rindenböden	Rindenböden, Wüstenböden.
IV. Tropen.	Laterit. Roterden. Rotlehme. Tropische Braunerden. Tropische Bleicherden.	Savannen-	Roterden.	

5. b. K. ANDREE und E. KRAUS 1921. In K. ANDREE. Geologie in Tabellen II S. 106-112. Berlin 1921.

K. ANDREE hat in seinen Geologischen Tabellen in Tabellenform eine "Schematische Darstellung der wichtigsten Bodentypen" gegeben, die in klarer Uebersicht die wichtigsten Eigenschaften zusammenstellt. Die bodenkundlichen Tabellen enthalten:

A. *Definition und Hauptgruppen der Böden.*

natürliche Böden.		Kulturböden. (durch die Natur künstlich veränderte Böden).
Verwitterungs-oder Eluvialböden (aus im Wesentlichen autochthonen Komponenten).	Aufschüttungs-oder Kolluvialböden. (Sedimente).	

B. *Bildungsbedingungen der Böden.*

a. Verschiedenheit des Ausgangsmaterial und seine Position. Charakter der Ortsböden bedingt durch:

Art des verwitternden Gesteins, Korngrössen des Zerfalls. Ortslage (Ortsstelle und Wanderböden).

b. Das Klima als Bodenbildender Faktor.

I.

die 3 klimatischen Hauptwerte: Temperatur, Niederschläge, Verdunstung, Folgewirkung: Vegetation.

II.

deren Wirkungsdauer: bei gleichbleibendem Klima, bei wechselndem Klima.

C. *Die Vorgänge der Bodenbildung.*

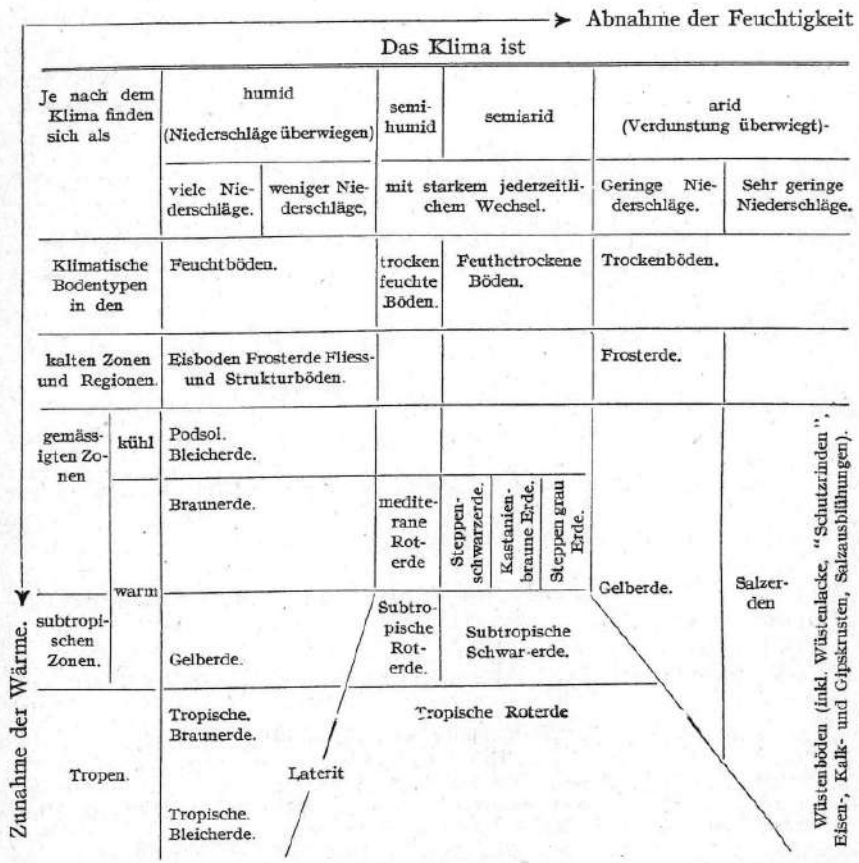
a. Zerstörung 1. mechanische, 2. durch Lösung, 3. durch chemische Umbildung.	b. Umlagerung durch wanderndes Bodenwasser. Illuvialbildung im B. Horizont.	c. Neubildung durch kolloiden oder chemischen Niederschlag. Konkretionen oder Anreicherungszonen, Abscheidung des Grundwasses.	Beteiligung der Organismen.

D. *Arten der Böden nach*

Bezeichnung.	Farben in den verschiedenen Horizonten.	Beteiligung und Zustand				Bau und Bodenprofil.	Geographische Verbreitung.
		des Humus.	der Eisenverbindungen.	der Aluminium verbindungen.	der Mineralsalze.		

Auf diese Weise werden erläutert: Podsolige Böden, humose Steppenböden, Salzerde, Gelberde, Roterde, Laterit.

E. *Versuch eines klimatischen Systems der Böden*:



6. a. E. W. HILGARD seit 1890, R. W. HILGARD. Die Böden arider und humider Klimate. *Internat. Mitt. für Bodenkunde* I, S. 415-429. 1912.
Böden arider und humider Klimate.

6 b. H. FISCHER 1913. HERM. FISCHER, Beziehungen zwischen Bodenbildungun und Klima. *Naturw. Wochenschrift* XXVIII. S. 763-767. 1913.
arid, humid, pluviocalid.

c. G. WIEGNER 1918. G. WIEGNER, Boden und Bodenbildung, Dresden und Leipzig, 1918.

1. *Aride* Bodenbildungen.

a. extrem aride b. aride c. semiaride. Böden.

2. *Humide* Bodenbildungen.

a. semihumide, b. humide, c. extrem humide, d. humide Böden im tropischen und subtropischen Klima.

d. R. LANG 1920 (und früher). E. LANG, Verwitterung und Bodenbildung als Einführung in die Bödenkunde. S. 119. Stuttgart, 1920.

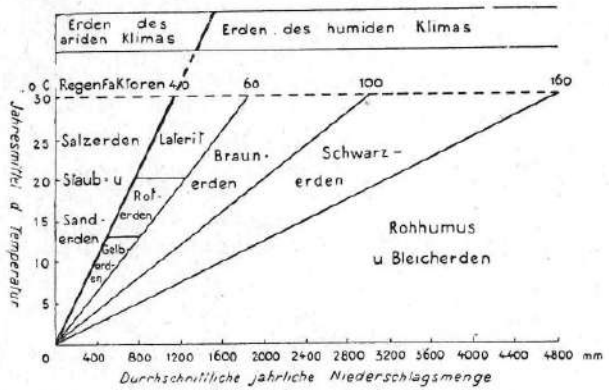


FIG. 24. — Verschiedene Typenböden in Beziehung auf die Klimatischen Faktoren.

e. K. ANDREE und E. KRAUS 1921. Siehe 5 b.

7. a. [WYSSOTZKI 1899. nicht als Klassifikation gedacht sondern nur als Uebersicht über Erfahrungstatsachen Nach K. GLINKA, Die Typen der Bodenbildung. S. 32. Berlin 1914].

Untergurnd.	Boden nach Sibirceffs Zonen.	Vegetation.
1. Ausgelaugt.	Podsolige Böden.	Gemischte ununterbrochene. Wälder.
2. Ca CO_3 ist vorhanden.	Graue waldige Böden.	Laubwälder (dunkelfarbige Laubwälder, vorzugsweise Eiche auf den Tonböden).
3. Ca CO_3 und Gips.	Tschernosem.	Steppen, Wälder nur in den mehr ausgelaugten Hohlwegen.
4. Ca CO_3 Gips und Na Cl mit Begleitern.	Böden der trockenen Steppen und Salzböden (Ssolontschak).	Die in den Wüste gelegene Steppenformation (Halbwüste).

7. b. SLESKIN 1902. Nach G. TUMIN, Die Prinzipien der Klassifikationsschemen von von DOKUTSCHAJEW, RIZPOLOSZENSKY, SIBIRTZEW, GLINKA, SLESKIN und KOSSOWITSCH. *Annuaire géol. et minéral. de la Russie*, liv. 8-9. S. 227. Nowo Alexandria 1906. VIII.

1. Prozess physikalischer Zerstörung.
2. Lateritbildung.
3. Biochemische Nitralhumusaufspeicherung.
4. Versalzung.
5. Auslaugung und Podsolbildung.

7 c. G. TUMIN 1906. G. TUMIN, a. a. O. S.

A *Typus* (Laterit).

I. Klasse Normalfeuchte — Gattung 1. Laterite; 2 Roterde.

II. Klasse Ueberschüssigfeuchte.

B. *Krensäure Typus* (Bleisand).

I. Klasse Normalfeuchte — Gattung 1) Bleisandböden: Art. a) Bleisand. b) bleisandiger Boden. c) schwach bleisandiger Boden. Gattung 2) Bleisand mit festem Horizont.

II. Klasse Ueberschüssig-feuchte — Gattung 1) torfiger Moorboden. Gattung 2) bleisandiger Moorboden.

C. *Huminsäure Typus* (Schwarzerde).

I. Klasse Normalfeuchte. Gattung 1 (Schwarzerde). Gruppe 1) auf lössartigem Gestein a) gewöhnliche b) südliche.
» 2) auf sandigem Gestein.
» 3) auf Gestein mit Mergel-Kies.
» 4) auf Gestein mit Sandstein-Kies.
» 5) auf Gestein mit Kalkstein-Kies (Rendzina).
» 6) auf mergelhaltigem lössartigem Gestein (Karbonat-Schwarzerde).
» 7) auf lössartigem Bergalluvium der Kalksteine (Bergwiesenböden).

Gattung 2) Glanz-Schwarzerde).
» 3) Graue Böden (schichtig-körnige).
» 4) feste Krümelböden.

II Klasse Ueberschüssigfeuchte — Gattung 1) nasse Schwarzerde. » 2) rostige Moorböden.

D. *Huminsaurer Alkalientypus* (Salzböden).

I Klasse Normalfeucht — Gatt. 1) Salzböden mit festem Horizont: Art. *a*) säulenartiger Salzboden. » *b*) salzhaltige.

II. Klasse Ueberschüssigfeucht — Gatt. 1) lockere nasse Salzböden. Gatt. 2) nasse Salzböden mit festem Horizont.

7. c. R. LANG 1920 (und früher). R. LANG, a. a. O. S. 141.

I. Humusfreie Böden.

1. Mineralsalze im Ueberschuss: Salz- Staub- und Sanderden.
2. Mineralsalze nicht im Ueberschüss: Gelberden, Roterden, Laterit.

II. Humushaltige Böden.

a) mit adsorptiv gesättigtem Humus.

3. Mineralsalze im Ueberschüss: Salzschwarzerden (und Grauerden), Kalkschwarzerden.
4. Mineralsalze nicht im Ueberschuss: Braunerden, reine Schwarzerden.

b) mit adsorptiv ungesättigtem Humus.

5. Mineralsalze im Mangel: Rothumus- oder Bleicherden.

7. d. B. AARNIO und H. STREMME 1924. B. AARNIO und H. STREMME, Zur Frage der Bodenbildung und Bodenklassifikation. *Geol. Komm. in Finnland. A grogeol. Maddel* Nr. 17. Helsingfors 1924.

System der Böden.

1. Böden mit Umlagerung der Sesquioxyde.

a) geringe Ausdehnung der Sesquioxydauscheidung.

A. grosser Unterschied gegen das kalkige Muttergestein: Terrarossa und verarmte Kalkkrume.

B. geringer Unterschied gegenüber dem Muttergestein: Podsol u. a.

b) starke Ausdehnung und grosse Intensität der Sesquioxydauscheidung: Laterit verschiedener Autoren.

2. Böden mit Umlagerung der leichtlöslichen Stoffe einschliesslich der Karbonate.

a) geringe Kalkkarbonatmengen ± bewegt.
verschiedenfarbige Einhorizontböden (Tschernosem).

b) grosse Karbonatmengen ± bewegt:
Rendzina, Humuskalkböden.

3. Böden mit Umlagerung der wasserlöslichen Salze. Stoffausscheidungen an der Oberfläche und in den Bodenhorizonten.
Salzböden.

4. Böden mit Grundwasser.

a) stoffausscheidend.
A. in den Bodenhorizonten: Gley.
B. an der Oberfläche: Rasenerz, Seerz.

b) stoffbildend und den Untergrund zersetzend: Anmoorige Böden. Pecherde.

Prof. Dr. H. STREMME, *Dantzig*. — **Sur quelques systèmes de classification naturelle des sols et projet d'une classification pédologique.**

RÉSUMÉ.

L'auteur recherche une classification des sols qui permet de les classifier dehors, en plein air. Les qualités principales en question sont : le profil du sol, les eaux souterraines et l'absence ou la présence d'une végétation.

Les produits de décomposition des roches n'ont pas de végétation Il se peut que, au-dessus de la roche-mère, il y ait un horizon de débris de décomposition de nature physique, dans lequel et sur lequel l'eau souterraine dépose du calcaire, du gypse, des sels etc.

Les autres sols ont une végétation, pourvu que l'eau souterraine puisse y arriver ou se trouve au-dessous. Si l'eau est au-dessous de la vie végétale, il se forme les horizons de sol proprement dits ; parmi eux on pourra distinguer : A, les horizons de humus ; B, les formations illuviales des sesquioxydes et des horizons de décompo sition ; C, le sous-sol primitif. Par conséquent, nous appelons « sols A C » ceux des steppes-déserts et des steppes qui n'ont pas d'horizon de décomposition illuviale, et « sol ABC » ceux des forêts et des terres labourables défrichées, avec leurs horizons de décomposition illuviale.

Si l'eau atteint la couche végétale, il se forme les sols marécageux, (anmoorig), tourbeaux (moorig) et, dans le cas de la présence d'alluvions minéraux, des « Marsch ».

Voilà comment on peut facilement classifier les sols dehors, ce qui ne peut se faire d'après les autres classifications proposées.

Prof. Dr. H. STREMME, *Danzig*. — **On some Systems of natural Classification of Soils and Plan of a pedological Classification.**

ABSTRACT.

The author is looking for a classification of the soils which allows them to be classified in the open air, out of doors. The chief qualities in consideration are: the soil-profile, the subsoil-water, and the absence or presence of vegetation.

The mineral products of decomposition have no vegetation. There may be, above the mother rock, a horizon of remains of physical decomposition, in and upon which the sub-soil water has produced deposits of limestone, gypsum, salts, etc.

The other soils have a vegetation, with underground water at it or under it. If the water is beneath the vegetable world, then the soil-horizons properly speaking are formed, among which we may discern A, the humus horizon, and B, the illuvial formation of sesquioxides together with horizons of decomposition, from C, the unaltered sub-soil.

Therefore we distinguish AC soils, in the desert steppes and the steppes without those illuvial horizons of decomposition, and ABC soils, in the forests and cleared arable land with those illuvial horizons of decomposition.

If the underground water penetrating into the vegetable zone, there are formed swamp soils *a*) " anmoorig ,, *b*) " Moor ,, *c*) in the presence of mineral mud: "Marsch ,,.

In this manner, the soils can be classified outdoors, which is not possible according to the numerous other classifications proposed.

Prof. G. MURGOCI,

Bucarest, Rumania

CONSIDERATIONS CONCERNING THE CLASSIFICATION AND NOMENCLATURE OF SOILS *

ABSTRACT.

Firstly the position of the pedology in respect to other sciences is considered in the essay. The author says: " Pedology is a science which treats of a world nearly in two dimensions ; going deeper down under the soil we fin rocks rising above the crust of the earth. We are in the atmosphere or *e.* g. in the biosphere ". The soil, which is the most important object of examination in the pedology, is an altered rock with distinct qualities, a formation of well determined character, which it obtains from humus material, colloidal substances and mineral products of decomposition. From variation of their quantity and character various soils have arisen. If the earths is devoid of the characteristic of the soil, then before us is not a soil, but a rock. A soil is thus " a mineral formation with humus and colloidal substances which arise in consequence of various and complex phenomena of the rocks of the lithosphere at the contact with other coverings of the earth ". At the classification of these products, morphology and genesis ought to be taken as a basis of the division, *i. e.* the classification is to be built on a study of the " agrogeologic profile ".

The author's scheme of classification of the earths, with regard to the agrogeological profile, contains the following principal groups, which have a great number of subdivisions :

A. Rocks and skeletons of soils, without an obvious agrogeological profile.
B. Soils with a superficial profile (soils and skeletons).
C. Soils with a deep profile, well preserved (soils s. s.).
D. Soils with obvious profile, but not well preserved (partly skeletons).

Prof. G. MURGOCI, *Bucarest* (*Roumanie*). — **Considérations sur la classification et la nomenclature des sols.**

RÉSUMÉ.

Dans ce mémoire il est discuté premièrement la position de la pédologie vis à vis des autres sciences. L'auteur dit : « Pedology is a science which treats of a world nearly in two dimensions : going depper dowa under the soils, we find rocks rising above the earth. We are in the atmosphere or e. g. in the biosphere ». Le sol (soil), qui est l'objet principal des recherches de la pédologie, est une roche modifiée d'un caractère prononcé, une formation d'un caractère bien défini, provenant de la matière humus, des substances colloïdales et des produits de décomposition minéraux qui s'y trouvent. Par des variations de leur quantité et de leurs caractères se forment différents sols. Si la terre manque de ce qui ca-

ractérise le sol, nous n'avons plus devant nous un sol mais une roche. Le sol est donc: « ...a mineral formation with humus and colloidal substances — wich arises in consequence of various and complex phenomena of transformation of the rocks of the earth ». En classant ces produits, il est nécessaire que la morphologie et la genèse servent de base pour la classification, c.-à.-d. que la classification se base sur l'étude du « profil agrogéologique ». Le tableau sur la classification des sols par rapport au profil agrogéologique, que l'auteur nous présente, renferme les groupes suivants, qui, à leur tour, se divisent en une grande quantité de sous-divisions :

A. Roches et squelettes de sols, sans un profil agrogéologique évident ;
B. Sols avec un profil superficiel (sols et squelettes de sols) ;
C. Sols avec un profil profond (sols) ;
D. Sols avec un profil évident, mais pas bien conservé (en partie squelette de sols).

Dr. P. ENCOULESCO,
Bucarest, Roumanie

LE CLIMAT COMME FACTEUR DE VARIATION DES TYPES ZONAUX DE SOL *

RÉSUMÉ.

L'auteur nous démontre que, parmi les processus de formation du sol, il faut aussi prendre en considération celui qui, par l'influence du climat, peut changer un type dégradé en un type préexistant. Ce processus de formation, que l'auteur nomme *régradation*, se distingue par « une élévation de la teneur du $CaCO_3$ dans l'horizon B ».

Dr. P. ENCOULESCO, *Bucaresti (Rumania)*. — **The Climat as a Factor of Variation of the zonal Types of Soil.**

ABSTRACT.

The author emphasizes that among the soil formation processes also such a one is to be taken into consideration, where by climatical influence a degraded type may be altered into a pre-existing form type. This formation process, which is called *régradation* by the author, is characterized " par une élévation de la teneur du $CaCO_3$ dans l'horizon B ".

Dir. STAWOMIR MIKLASZEWSKI.

LES SOL COMME INDIVIDUS *

Salzburg.

L'auteur traite la question des principes fondamentaux pour la classification des sols. Il fait ressortir que le moment n'est pas encore venu de proposer un tableau général pour la dite classification. Le grand nombre d'agents, qui influent sur la formation des sols, fait qu'on trouve une quantité de variation et de différents types de sols dans le même territoire climatique. Selon l'auteur il faut prendre comme point de départ l'agent prépondérant de formation en indiquant les sols comme « individus » Un pareil classement devrait se faire pour les différents territoires climatiques qui se caractérisent par un type général. Ces principes sont démontrés par des exemples du territoire polonais.

S. MIKLASZEWSKI, *Varsovie (Poland)*. — **The Soils as Individuals.**

ABSTRACT.

In the essay the author deals with the fundamental principles of the classification. He emphasizes that the moment has not yet come for proposing a general scheme for the classification of soils. The multitude of the factors influencing the description of the soils, bring about the fact that within the same climatic territories numerous varieties and soil types exist. According to the author's opinion one should start from the prevailing forming factor in stating " les sols comme individus ". Such a classification should be made for the different climate territories, which are characterized by a common, in the main points general type. These points of view are illustrated by examples from the Polish territory.

B. AARNIO und H. STREMME,
Helsingfors *Danzig.*

ZUR FRAGE DER BODENBILDUNG UND BODENKLASSIFIKATION *

B. AARNIO. *Helsingfors (Finlandie)* et H. STREMME, *Danzig*. — **La question de la formation et de la classification des sols.**

RÉSUMÉ.

Dans ce mémoire les auteurs essayent de classifier les sols d'après le type chimique qui caractérise le profil du sol. Ils ont pris comme point de départ pour la classification le déplacement auquel les substances solubles par le processus de formation du sol, ont été exposées dans le profil. Le facteurs qui ont la

plus grande influence sont : le climat, l'eau souterraine et le sol. Les quatre groupes suivants sont présentés :

1) Sols avec des sesquioxydes (Terra rossa, Podsol, Latérite) ;
2) Sols avec des substances facilement solubles (Tchernosiom, Rendzina) ;
3) Sols avec des sels solubles dans l'eau, séparation de substances à la surface et dans les horizons du sol (Terrains salins) ;
4) Sols avec de l'eau souterraine (gley, Rasenerz, Seerz, terrains de marais, terrains tourbeux).

Le caractère chimique de ces types présentés est determinés par des procédés d'analyse qui, pour la comparaison, ont porté sur les substances minérales et ont été indiqués par des lignes graphiques.

B. AARNIO, *Helsingfors (Finland)* and H. STREMME, *Danzig*. — **Soil Formation and Classification.**

ABSTRACT.

In this essay an attempt is made to classify the soils after the chemical type of the soil profile. The authors start from the re-stratification to which the substances dissolved by the formation process of the soil have been subjected within the soil profile. The main influencing factors are : the climate, the sub-soil water and the soil characteristics (Bödenart). The following four main groups are established :

1) Soils containing sesquioxides (Terra rossa, Podsol, laterite).
2) Soils containing easily soluble substances (Tchernosem, Rendzina).
3) Soils with salts soluble in water, which separate on the soil surface and in the soil horizons (Saline soils).
4) Soils with underground water (Gley, Rasernerz, Seerz, marsh soils, peat soils).

The chemical character of the established types is illustrated by a great number of chemical analyses, which for comparison have been made on the minera constituents, and shown in a number of graphic curves.

Prof. C. D. GLINKA,
Pétrograd, Russie.

DIFFÉRENTS TYPES D'APRÈS LESQUELS SE FORMENT LE SOLS ET LA CLASSIFICATION DE CES DERNIERS *

RÉSUMÉ.

L'auteurs nous donne un resumé de la classification qui est connue sous le nom de « école russe ». . . . . Il est dit que le type du sol (jordman) est fixé par l'état où se trouve la substance organique et les produits de décomposition minéraux qui se trouvent dans le sol, et que la nature de ceux-ci est dépendante du type du terrain climatologique, dans lequel la formation du sol a eu lieu. Le climat est ainsi la raison essentielle pour la formation du sol. La composition pétrographique et chimique de la roche-mère est un fait de seconde importance. Selon cette manière de voir nous pouvons présenter cinq grandes classes de sol :

1) Le type de *Latérite.*
2) » » » *Podsol*
3) » » » *des sols des steppes.*
4) » » » *de soloneis*
5) » » » *des sols de marais, avec le sous-type des terres salines ou « solontschaks ».*

Les classes se divisent en subdivisions. L'argument pour l'application de la division est dans le caractère morphologique du sol (la couleur, la structure, la texture, etc).

Prof. C. D. GLINKA, *Petrograd (Russia)*. — **The different Types of Soils on the Base of Soil Formation and Classification.**

ABSTRACT.

The author gives a summary of the classification which is known as that of the " Russian school ". He says : " Toutes les recherches des sols dans la nature nous ont appris que leurs principales propriétés naissent dans le procès même de la formation, car le développement ne peut effacer la différence de la composition minarologique, mécanique, ni même chimique de la roche-mère ". Taking as a basis this principle it is emphasized in the essay, that the soil type is determined by the nature of the organic substance and the mineral products of decomposition included in the soil and that the nature of these products depends upon the climatic territory type, within the territory of which the formation of the soil has taken place. The climate thus becomes the most important soil forming factor. The petrographic and chemical composition of the bed-rock becomes a factor of

secondary importance. According to this manner of viewing the things five great soil classes may be established :

1 The *Laterite* . . . . . type
2 » *Podsol* . . . . . »
3 » *Steppes* . . . . . »
4 » *Solonets* . . . . . »
5 *The marsh type of soils including the sub-type of saline soils or " solontschacks "*.

The classes are divided into subdivisions, according to the morphological qualities of the soil which are used as a basis of classification.

Prof. S. S. NEUSTRUEV,
Petrograd, Russie.

TITRE :

SUR LA CLASSIFICATION DES PROCESSUS PÉDOGÉNIQUES

Prof. N. FLOROV,
Kischineff.

TITRE :

ZUR FRAGE ÜBER DIE KLIMASWANKUNGEN IN DER POSTPLIOCEN

Prof. HEMMERLING,
Moscou, Russie.

TITRE :

METAMORPHOSE DES BODENS

M. M. Mc COOL,
Michigan Agricultural College, East Lansing, Mich. U, S. A.

STUDIES ON SOIL PROFILES.

ABSTRACT.

The indications are that there are three soil belts in Michigan, namely, the Northern, the transitional and the Southern. Samples of several of the predominating soil types of each group have been collected and certain of their physical and chemical properties have been studied. Mechanical analyses of five profiles from the Southern group of soil show that with one exception the finest textured horizon is the third. The first and second are similar in all cases. In all profiles, with the exception of one, the third horizon contains more fine material than the parent drift.

It has been shown by means of the dilatometer method that the surface horizon contains the largest amount of water that does not readily freeze. In the second there is somewhat less ; in the third there is more than in number two. The heat of wetting or the number of calories of heat given off when dry samples were moistened, show the same relationships to exist as in case of the unfree water.

The amount of total soluble material formed at different intervals of time was determined by means of the Beckmann thermometer. These results bring out that the surface horizon is the only one that is quite active in this respect. All others react in a similar manner to minerals that are finely pulverized and placed under similar conditions. Usually no marked differences in the hydrogen-ion concentration of the various soil horizons occur. In the Northern soil profiles the unfree water is highest in the surface horizon, decreases for horizon number two, increases for horizon number three and thence shows a decrease with depth to the substratum. Similar relationships maintain with respect to the heat of wetting of the various horizons.

The relative amount of silica in the gray horizon appears to be higher than in those below. The content of iron and alumina is fairly consistently higher in the brown horizon than in the gray. The nitrogen content is highest in the surface, lowest in the gray horizon with an increase in quantity in the brown horizon. This condition seems to be true also in a measure for phosphorous. The chemical analyses do not show consistently a concentration of calcium and magnesium or other bases in horizons number three.

There is a marked accumulation of acids in the third horizons and also in the surface humus layers.

Prof. M. M. Mc COOL, *East Lansing (Etats-Unis)*. — **Études sur les profils des sols.**

RÉSUMÉ.

Il paraît y avoir trois zônes de sols au Michigan, une zône septentrionale, une de transition et une méridionale.

Des échantillons de plusieurs des principaux types de sol de chaque groupe ont été prélevés et on en a étudié les propriétés physiques et chimiques.

L'analyse mécanique de 5 profils du groupe méridional montre qu'avec une seule exception, l'horizon le plus finement texturé, est le troisième.

Le premier et le second sont pareils dans tous les cas. Dans tous les profils, excepté un seul, le troisième horizon contient plus de terre fine que le dépôt original.

On a démontré au moyen du dilatomètre que l'horizon de surface contient la plus grande quantité d'eau qui ne gèle pas facilement.

Dans le second, il y en a un peu moins ; dans le troisième, il y en a plus que dans le second. Le nombre de calories dégagées, en mouillant les échantillons secs, indique des relations pareilles que dans le cas de l'eau non-libre.

La quantité totale de matières solubles formée à différents intervalles de temps, fut determinée à l'aide du thermomètre de Beckmann. Ces resultats démontrent que l'horizon superficiel est le seul tout à fait actif à ce point de vue. Tous les autres

réagissent d'une façon semblable envers des minéraux finement pulvérisés et placés dans des conditions semblables. En général il n'existe pas de différences marquées dans la concentrations des ions-hydrogène des différents horizons du sol. Dans les profils des sols septentrionaux, l'eau non-libre est au maximum dans l'horizon superficiel, elle décroît pour l'horizon nº 2, augmente pour l'horizon nº 3 et décroît ensuite avec la profondeur du substratum. Des relations semblables existent par rapport à la chaleur dégagée en mouillant les différents horizons.

La quantité relative de silice est supérieure dans l'horizon gris que dans les horizons inférieurs. La teneur en fer et alumine est généralement plus élevée dans l'horizon brun que dans l'horizon gris. La quantité d'azote est au maximum à la surface, au minimum dans l'horizon gris, et augmente dans l'horizon brun. Cela est vrai également en ce qui concerne le phosphore. Les analyses chimiques ne montrent pas régulièrement une certaine concentration en calcium ou en magnésium ou autres bases dans les horizons nº 3.

Il existe une accumulation marquée d'acide dans les troisièmes horizons, et aussi dans les couches humifères superficielles.

DR. RUDOLF TRNKA,

Professeur de Chimie Agricole, Ecole Supérieure d'Agronomie, Brno, Tchécoslovaquie.

LA NOMENCLATURE ET LA CLASSIFICATION DES SOLS PAR RAPPORT À L'ANALYSE MÉCANIQUE ET À LA CHIMIE COLLOÏDALE.

Dans la nomenclature et la classification des sols en général et surtout par rapport à l'analyse mécanique, les variétés sont relativement plus considérables même dans les cas des moments coïncidents. Ceux-ci sont acceptés jusqu'à présent seulement dans les relations principales, parce qu'on n'a pas attaché de l'importance aux particules plus fines comme aux plus grossières. On a supposé que la séparation des particules relativement grossières suffit et on les a considérées beaucoup plus significatives pour exprimer le caractère des sols. Par le développement de toutes les doctrines employées par la pédologie, on constate que ce sont les méthodes analytiques, aussi bien que celles qui consistent dans l'examen du sol, qui remarquent des changements considérables.

Dans le développement historique on ne peut pas omettre les ouvrages de GRANDEAU, SCHLÖSING et VAN BEMMELEN, mais il faut dire que dans ce siècle les dernières études de MM. ATTERBERG, MITSCHERLICH, APPIANI, HISSINK, MOHR, WIEGNER et ZUNKER ainsi que d'autres savants encore, nous ont apporté des changements cardinaux. Ces changements ne regardent pas seulement la structure, mais aussi la texture des sols. C'est surtout la texture qui est plus importante parce qu'elle favorise la structure.

On peut reconnaître objectivement que le développement de la chimie colloïdale a eu la plus grande influence sur tous les ouvrages scientifiques. Pour cela

on peut attribuer à la chimie colloïdale une des premières places dans la science pédologique. La chimie colloïdale est capable de nous donner la base sûre pour la nomenclature et la classification des sols. L'auteur serait très favorable à cette méthode si la chimie colloïdale gagnait en valeur.

Cette étude est une expérience de cet art acquis selon les résultats de l'étude quantitative de l'état de dispersion du sol sous le diamètre des grains de 0.060 mm. L'auteur est persuadé, grâce aux expériences faites avec un appareil construit spécialement sur les principes de la méthode sédimentaire, qu'il serait nécessaire de ranger d'autres classifications de grains dans la catégorie sous le diamètre de 60 microns et cela par rapport aux particules colloïdales de 0.250-0.001 microns ou de 250—1 mμ (millimicrones). D'après ce principe, l'auteur a proposé dans une autre communication (Voir : Notes sur l'analyse mécanique du sol », I^e Commission d. l. C. I. P.) d'accepter les catégories de grains suivantes, pour les relations internationales dans l'analyse du sol :

TABLEAU I.

1) *Ultra-particules sous le diamètre de* 250 *milli microns* en trois groupes :
   a) de 1— 25 millièmes de microns
   b) » 25—125 » » »
   c) » 125—250 » » »
2) *Submicro-particules : de* 250—750 *mil. de micr.* en trois groupes :
   a) de 250—375 mμ (millimicrones))
   b) » 375—500 » »
   c) » 500—750 » »
3) *Micro-particules : de* 0.750—60 *microns* en trois groupes :
   a) de 0.750— 2 microns
   b) » 2. — 6 »
   c) » 6. —60 »
4) *Macro-particules : de* 60 *microns* en les trois groupes suivants :
   a) de 60—100 microns
   b) » 100—500 »
   c) » 500—2000 »

Ainsi on satisfera l'étude scientifique et la signification des grains particuliers. On n'emploiera plus le même mot pour plusieurs expressions qui conduisent aux erreurs. De plus on peut employer avec avantage ces catégories, surtout ultra- et sub-micro, pour les déterminations du *diamètre moyen* de ces particules. De ce diamètre on peut calculer, selon le contenu relatif de telle catégorie, la *surface active du sol* dans 1 gr., éventuellement dans chacune de ces quantités. *Cette surface active du sol peut nous servir de base dans la classification du sol.*

Il a été essayé d'exprimer la surface du sol d'une façon indirecte par M. MITCHERLICH à l'aide de l'hygroscopicité et à l'aide des courbes par M. SVEN ODÉN et WIEGNER ; d'une façon directe par M. ZUNKNER, à l'aide de la surface spécifique du sol en comparaison à l'unité principale (la surface du sol de la grandeur des grains de : 1 mm).

Pour nos buts on peut acquérir la base pour exprimer la *grandeur absolue de la surface active des* types des sols et leurs classes, lorsqu'on accepte pour la base

« *le rapport* % » universellement reconnu, des groupes particuliers des grains d'après THAER, comme suit :

TABLEAU II.

	A. Sable jusqu'à 0,06-2 mm. %	B+C. Les particules les plus fines, *ultra*, *sub* et *micro* : de 0,06 0,000001 mm. %
I. *Types des sols sableux :*		
1) sable purs	100–95	0.0– 5
2) sols sableux, normaux	95–90	5 – 10
3) sols limono-sableux	90–80	10 – 20
II, *Type des sols limoneux :*		
4) sols sablo-limoneux	80–70	20 – 30
5) sols limon normaux	70–60	30 – 40
6) sols argilo-limoneux	60–50	40 – 50
III. *Type des sols argileux :*		
7) sols limono-argileux	50–40	50 – 60
8) sols argileux, normaux	40–30	60 – 70
9) argiles, marnes	30–0.0	70 –100

Si on accepte pour ces sols que la grandeur des grains diminue à partir des grains les plus grands jusqu'aux plus petits d'une même façon, on peut calculer *la surface active et idéale des sols*. On suppose que dans la catégorie de grains marquée plus haut : $B + C$ la grandeur des *micro* (B) d'une part et *submicro* et des *ultra* (C) d'autre part est représentée d'une même proportion (c'est-à-dire 50 %), par ex. :

Le sol argilleux normal a de A catégorie 30—40 % (de sable)
$B + C$ » 70—60 % (des particules les plus fines).

et dans celles-ci il y a 35—30 % des *micro* (B) et le même nombre des *submicro* et *ultra* particules (C). Parce que pour l'analyse on se sert du sol sous le diamètre des grains : 2 mm. le diamètre moyen $2r_0$ des catégories suivantes sera :

A macro-particules de 2.-mm. — 0.06mm. c'-à-d. :
$2r_1 = 1.03$ mm et $r_1 = 0.515$ mm.

B micro-particules : de 0.06 mm. — 0.00075 mm. c'-à-d.
$2r_2 = 0.030375$ mm. et $r_2 = 0.0153875$ mm.

C submicro-et ultra-particules : de 0.00075 mm.-0.000001 mm. c'-à-d.
$2r_3 = 0.0003755$ mm. et $r_3 = 0.0001875$ mm.

De l'équation dont on se sert pour le calcul de la surface *active* des particules du sol

$$P = \frac{3}{s \cdot r_0}$$

on peut calculer cette surface en remplaçant s par : 2.65 (le poids spécifique du sol) et r_0 par le diamètre moyen des particules mentionnées plus haut : des macro-, micro- ou submicro et ultra-particules (r_1, r_2, r_3).

Si le sol ne se composait que *des macro-particules*, qui ont le diamètre moyen $r_1 = 0.515$ *mm*, *la surface active et idéale* de tel sol dans 1 gr serait : 21.98 cm².

Si le sol se composait seulement des *micro-particules* qui ont le diamètre moyen $r_2 = 0.0151875$ mm, cette surface serait

745.45 cm².

Si le sol ne se composait que des *submicro* et *ultra-particules*, qui ont le diamètre moyen $r_3 = 0.00018775$ mm., cette surface serait : 60.296 cm².

De ces surfaces actives et idéales des groupes des particules, qui composent les sols mentionnés dans le II^e tableau, *la surface* ACTIVE ET IDÉALE *de ces sols* serait :

TABLEAU III.

Sols :	La surface active et idéale en cm² et en 1 gr.	La différence constante en cm².	Le rapport relatif à la surface de sable pur.
1. Sables purs	22 –1546	1524	1– 70
2. Sableux, normaux	1546 – 3.071	1525	70– 140
3. Limono-sableux	3.071– 6.121	3.050	140– 280
4. Sablo-limoneux	6.121– 9.171	3.050	280– 420
5. Limoneux, normaux	9.171– 12.221	3.050	420– 560
6. Argilo-limoneux	12.221– 15.271	3.050	560– 700
7. Limono-argileux	15.271– 18.321	3.050	700– 840
8. Argileux, normaux	18.321– 21.521	3.050	840– 980
9. Argiles, marnes	21.371– 30.521	3.050	980–1400

De ce tableau on voit que *la surface active et idéale du sol* ou son rapport avec la surface du sol composé uniquement de grains sableux très petits de la catégorie des macro-particules, est *caractéristique* dans les types particuliers et dans les classes des sols.

On peut prendre cette surface pour la base sûre de la classification des sols d'après leur dispersion.

Le résultat acquis est analogue aux découvertes de M. ZUNKER, auxquelles il correspond très bien lorsque pour la comparaison, au lieu de la *surface spécifique et fondamentale U* (d'après ZUNKER), on considère *la surface active et idéale* du sol sableux composé seulement des macro-particules de 22 cm² dans 1 gr de sol.

Les nombres précis et relatifs sont mentionnés das le tableau précédent (III^e) et, pour la comparaison, nous citons ces nombres pour les types des sols d'après ZUNKER et d'après les découvertes de l'auteur. (Voir Tabl. IV^e).

TABLEAU IV.

Types des sols.	La surface spécifique d'aprés Zunker en 1 gr.	La surface active et absolue du sol en cm² dans 1 gr.	Son rapport relatif d'après les macro - particules 22 cm².
Sableux	1–130	22 – 6.121	1–280
Limoneux	130–510–730	6.121–15.271	280–700
Argileux	510 res. 730 plus que 1000	15.271–30.521	700–1400

Les différences des surfaces spécifiques des types particuliers des sols et des classes d'après ZUNKER ne sont pas si frappantes, mais elles démontrent sûrement que c'est grâce à la dispersion des sols qui sont d'autant plus riches en *micro, submicro et ultra-particules,* que la surface spécifique augmente. Outre cela les épreuves faites jusqu'à présent d'après la méthode de ZUNKER ne sont pas assez nombreuses, pour que la correction puisse être accomplie plus minutieusement.

Malgré ce défaut, la méthode prouve toujours son ingéniosité. Si on regarde *la surface active, idéale et absolue* d'après les déductions mentionnées plus haut, on reconnaît dans les types et dans les classes particulières des sols que *cette surface augmente d'une façon régulière et que le rapport de cette surface croît aussi avec l'accroissement de la somme des micro-, submicro- et ultra-particules et avec la dimension des macro-particules* et cela moyennement de 1525 cm² sur 5 % de l'un ou de l'autre groupe dans une mesure absolue ou de multiple de 70 de la surface active et idéale des particules du diamètre de 2mm-0.06 mm.

Enfin on peut simplifier encore ces nombres lorsqu'on prend la surface active et absolue de la première classe des types sableux 1.546 cm² dans 1 gr, égale au *nombre commun* A (index différentiel). On trouve que :

TABLEAU V.

La classe des sols :	La surface active, absolue et relative est :
1. Sables purs	plus petite que 1 A.
2. Sableux, normaux	de 1 A -2 A
3. Limon. sableux	» 2 A -4 A
4. Sabl. limoneux	» 4 A -6 A
5. Limoneux, normaux	» 6 A -8 A
6. Argil.-limoneux	» 8 A -10 A
7. Limon.-argileux	» 10 A -12 A
8. Argileux, normaux	» 12 A -14 A
9. Argiles, marnes	» 14 A -20 A.

Dans la dernière classe des sols argileux, respectivement des argiles, il est évident que nous pourrions introduire encore trois classes, parce que chaque classe, sauf la première, double la surface active, absolue et relative, précédente.

D'après ces considérations on pourrait arriver à l'acceptation des noms internationaux des groupes particuliers des particules dans les sols et cela :

IV. *macro-* . . . . . de diamètre de 0.2 -0.006 cm.
III. *micro-* . . . . . » » » 0.006 -0.000075 cm.
II. *submicro-* . . . . . » » » 0.000075-0.000025 cm.
I. *ultra-*. . . . . » » » 0.000025-0.0000001 cm.

pour exprimer la surface active, absolue et idéale (ou réelle), des sols. Cette surface serait exprimée par le nombre absolu ou relatif, ou par l'*index différentiel A*, par quoi serait exprimé même le *caractère des sols d'après leurs dispersions.*

Pour reconnaître les sols par ce moyen on serait obligé de se servir de l'analyse mécanique du sol par laquelle on ne déterminait que *des macro-particules ou des micro- et submicro-*, tandis que les ultra se déterminent seulement par différence. Par la première manière on pourrait se servir de la surface active et idéale des sols, pour son caractère d'après les tableaux mentionnés, et c'est grâce à la 2^e manière que nous pourrions calculer véritablement cette surface. On peut supposer que cette 2^e manière ne serait pas trop différente de la 1^ère, qui est plus rapide et expéditive. Mais on ne doit pas oublier que la détermination des macro-particules par le moyen courant est accompagnée d'une erreur plus ou moins grande, lorsqu'il s'agit des sols plus riches en humus ; alors le résultat pourra changer notablement. Les particules plus fines, submicro- et ultra sont englobées souvent abondamment par une couche d'humus colloïdal, forment les grains plus grandes (macro-) et par là échappent à la détermination. Donc il est nécessaire d'éliminer cet humus par oxydation avec le peroxyde d'hydrogène. Alors les résultats obtenus sont satisfaisants.

Prof. Dr. RUDOLF TRNKA, *Brno (Tchécoslovaquie).* — **La nomenclature et la classification du sol par rapport à l'analyse mécanique et à la chimie colloïdale.**

RÉSUMÉ.

Définir d'une façon précise et scientifique la nomenclature et la classification des sols, c'est la tâche principale des pédologistes et des savants de l'époque actuelle. C'est grâce à la chimie colloïdale, qu'il nous est ouvert un monde de possibilités nouvelles par son application au sol (SVEN ODÉN, HISSINK, MITSCHERLICH, WIEGNER, ZUNKER, etc.). Par les travaux de la chimie colloïdale on démontre que les particules colloïdales et leur surface totale sont des facteurs très importants pour toutes les qualités du sol. C'est déjà MITSCHERLICH qui attacha une importance aux particules colloïdales des sols ; au cours des temps derniers, c'est surtout ZUNKER qui étudie la question au point de vue théorique et pour les buts techniques. L'auteur même arrive à des résultats précis par la détermination des particules des sols les plus fines : *macro-, micro-, submicro-* et *ultra*. Il croit possible de prendre comme point de départ de la nomenclature et de la classification des sols, *la surface active, absolue et idéale, des particules* (voir 1^ère Commission : « Notes sur l'analyse mécanique du sol »). L'auteur recommande de conserver la nomenclature usuelle des types de sols *argileux, limoneux et sableux*. Parmi ces types on pourrait citer les sols de transition. Voici alors la série et la classification des types des sols :

Types des sols:		Les classes de sols:
Sables.	I. SABLEUX.	1. Sables. 2. Sableux, normaux. 3. Limon.-sableux.
Limons.	II. LIMONEUX.	4. Sablo-limoneux. 5. Limoneux, normaux (mouvants). 6. Argilo-limoneux.
Argiles.	III. ARGILEUX.	7. Limon.-argileux (argileux mouvants). 8. Argileux, normaux. 9. Argile colloïdale (tenace).

Les facteurs caractéristiques, dont on peut se servir pour la détermination sont:
Les groupes des grains (nommés d'après le diamètre des grains):

I	de 0.006	cm. jusqu'à : 0.2	cm.	*macroparticules*	(60-2000	microns)
II	» 0.000075	» » 0.006	»	*micro-*	(0.75-60	»)
III	» 0.0000250	» » 0.000075	»	*submicro-*	(0.25-0.75	»
IV	» 0.0000001	» » 0.0000250	»	*ultra-*	(0.001-0.25	»)

De là, d'après les équations connues, nous pouvons calculer la *surface active, absolue et idéale, d'1 gr. de sol,* lorsque le nombre des particules des catégories I + II + III (ultra + submicro + micro) croît régulièrement.

Cette surface pour 1 gr (en cm²) est alors dans le cas du type des sols:

I Sableux (Sables)	de	21 - 6.121	cm²
II Limoneux (Limons)	»	6.121-15.271	»
III Argileux (Argiles)	»	15.271-30.521	»

ou dans le cas de la classe des sols:

1. Sable inconsistant.	de	21 - 1.546	cm²
2. Sableux, normaux.	»	1.546- 3.071	»
3. Limon. sableux	»	3.071- 6.921	»
4. Sabl. limoneux (meuble)	»	6.921- 9.171	»
5. Limoneux, normaux	»	9.171-12.221	»
6. Argil. limoneux	»	12.221-15.271	»
7. Limon. argileux	»	15.271-18.021	»
8. Argileux, normaux	»	18.021-21 371	»
9. Argiles colloïdales	»	21.371-30.521	»

Il reste comme supposition que le contenu des *micro-, submicro-* et *ultra* particules sert de critérium pour la distinction des types des sols:

Sableux	de	0-20	%
Limoneux	»	20-50	»
Argileux	»	50-100	»

Ces déductions, qui résultent de la chimie colloïdale et de l'analyse mécanique du sol d'après le calcul de la surface du sol, selon le diamètre moyen des particules des catégories particulières, peuvent être acceptées comme la base pour la nomenclature et la classification des sols. De même on peut simplifier le nombre et le titre des diverses catégories sur: les *macro-, micro-, submicro-* et *ultra-particules.*

Par l'union de la méthode de la sédimentation avec la détermination des particules les plus fines dans le ressort des *micro-, submicro-* et *ultraparticules,* l'analyse mécanique arrive à son but et à son application.

Prof. Dr. RUDOLF TRNKA, *Brno (Czecho-Slovakia).* — **The Nomenclature and the Classification of the Soil with respect to Mechanical Analysis and colloidal Chemistry.**

ABSTRACT.

To define in a precise and scientific way the nomenclature and the classification of the soils — that is the chief task of the pedologists and the scientists of the present time. Owing to the application to the soil of colloidal chemistry a world of new possibilities is open to us —SVEN ODÉN, HISSINK, MITSCHERLICH, WIEGNER, ZUNKER etc.). By means of the work of colloidal chemistry it can be demonstrated that the colloidal particles and their total surface are very important factors for all the qualities of the soil. Already MITSCHERLICH in his hygroscopy attaches importance to the colloidal particles of the soil; recently it is above all ZUNKER who studies the question from the theoretical point of view and on behalf of technical ends. The author himself attains exact results by the determination of the fine soil particles: *macro-, micro- submicro-* and *ultra.* He thinks it possible to choose as a starting point in the nomenclature and the classification of soils: *the active, absolute and ideal surface of the particles* (see Ist Commission: " Notes on the mechanical analylsis of the soil "). The author recommends to conserve the usual nomenclature of the soil types, i. e. *loamy, silty* and *sandy.*

Among these types one might quote the transported soils. This would then be the order and the classification of the types of soil:

Types of soils		Classes o so
Sands	I. SANDY	1. Sands. 2. Normal sandy ones. 3. Silty-sandy ones.
Silts	II. SILTY	4. Sandy-silty ones. 5. Loamy-silty ones. 6. Normal silty ones (moving).
Loams	III. LOAMY.	7. Silty-loamy ones (loamy, moving). 8. Normal loamy ones. 9. Colloidal loam (persisting).

Characteristic factors, available for determination are:
The groups of particles named after the diameter of the particles:

I	of 0.006	cm to:	0.2	cm	*Macroparticles*	(60-2000	microns)
II	» 0.000075	» »	0.006	»	*micro-*	(0.75-60	»)
III	» 0.0000250	» »	0.000075	»	*submicro-*	(0.25-0.75	»)
IV	» 0.0000001	» »	0.0000250	»	*ultra-*	(0.001-0.25	»)

From this by means of the known equations we can calculate the *active, absolute and ideal surface of 1 gm. of soil* in the following way, if the quantity of the particles of the categories I +II + III (ultra + submicro + micro) increases in a regular way.

This surface for 1 gm. (in cm³) is then in the case of the type of soils:

I. Sandy (Sands)	of	21 - 6.121	cm³
II. Silty (Silts)		6.121-15.271	»
III. Loamy (Loams)		15.271-30.521	»

or in the case of the class of soils:

1. Inconsistent sand	of 21	- 1.546 cm³
2. Normal sandy ones	1.546- 3.071	»
3. Silty sandy ones	3.071- 6.921	»
4. Sandy silty ones (friable)	6.921- 9.171	»
5. Normal silty ones	9.171-12.221	»
6. Loamy silty ones	12.221-15.271	»
7. Silty loamy ones	15.271-18.021	»
8. Normal loamy ones	18.021-21.371	»
9. Colloidal loams	21.371-30-521	»

There remains as a supposition that the content of the *micro-*, *submicro-* and *ultra particles* serves as a criterium for the distinction of the types of soils :

Sandy	of	0-20 %
Loamy	»	20-50 %
Silty	»	50-100 %

These deductions, which result from colloidal chemistry and mechanical analyses after the calculation of the surface of the soil according to the average diameter of the particles of the special categories may be accepted as a basis for the *nomenclature* and the *classification* of soils. In the same way the number and the title of the different categories may be simplified as : *macro-*, *micro-* *submicro-* and *ultra-particles*.

By combining the sedimentation method with the determination of the finest particles in the sphere of the *micro-*, *submicro-* and *ultraparticles* the mechanical analysis finds its end and its application.

H. HARRASSOWITZ,

Miner. und geol. Institut, Universität Giessen, Deutschland.

DIE STELLUNG DER KAOLIN-UND LATERITBÖDEN

In Deutschland und den Nachbarländern sind fossile Böden sehr stark vertreten. Stammen doch die jetzigen Landoberflächen aus der Tertiärzeit mit andersgearteter Verwitterung. Eine besondere Rolle spielen dabei *Kaolinböden*. Die *Bleichung* ist hier das allgemeine Kennzeichen der tiefgreifenden chemischen Verwitterung, die auf einer *Entkieselung* und *Entbasung* beruht. Wegen der Bleichung hat man sie oft mit der *Podsolbildung* verglichen. Hier findet man zwar auch Bleichung, Entbasung, aber das Hauptkennzeichen ist hier doch *Enttonung* und *Verkieselung* in saurem Medium. *Podsol kommt zum Vergleich also nicht in Frage.*

Kaolinbildung ist aber mit Laterisierung vergleichbar. Beide sind *Verwitterungsrückstände* und nicht etwa *Nahfällungen*, wie die angeblichen, aber salzsäurelöslichen " Kaolingele ", die sich in gemässigten Breiten bei der Verwitterung bilden

(Man darf hier nicht von kaolinischer Verw., sondern nur von toniger Verw. sprechen).

Bei *Kaolinisierung und Laterisierung* tritt *Bleichung, starke Entbasung*, vor allen Dingen aber *Entkieselung* ein. Tatsächlich ist aus den Tropen mehrfach schon Kaolinbildung angegeben worden, doch deutete man das in dem Sinne, dass hier auch Verwitterungsprodukte der gemässigten Breiten auftreten. LACROIX wies aber den Zusammenhang schon auf. Im *Vogelsberg* konnte ich zeigen, dass der Lateritbildung aus Basalt eine Kaolinisierung vorhergegangen ist. Aus *anderen Laterit (Bauxit)-Lagerstätten* ergibt sich genau dasselbe (Irland, Arkansas, Schottland). Vor allen Dingen zeigte aber die in Giessen durchgeführte Untersuchung mehrerer *vollständiger Lateritprofile aus Vorderindien*, dass die *Lateritbildung* nicht unmittelbar aus dem frischen Gestein hervorzugehen braucht, sondern dass sich auch eine *Zone der Kaolinisierung dazwischen schieben kann* und Kaolin selbst im Oberflächenlaterit noch auftritt.

Von den mehrteiligen Profilen wurde mindestens je eine Bauschanalyse, ein Schwefelsäure-und zum überwiegenden Teil auch ein Salzsäureauszug gemacht. Um vor allen Dingen die Bauschanalysen vergleichen zu können, werden besondere Verwitterungsziffern berechnet und zwar in Form der Quotienten $\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$ und $\frac{CaO + K_2O + Na_2O}{Al_2O_3}$ Damit kann der Verwitterungsstand der wichtigsten Tonerdesilikate gekennzeichnet werden. Der Verwitterungsvorgang irgend eines Gesteins lässt sich nun vortrefflich kennzeichnen, wenn man die beiden entsprechenden Quotienten des verwitterten und des frischen Gesteins durcheinander dividiert. Der erhaltene Wert für das Verhältnis von Kieselsäure zu Tonerde gibt die Verwitterungsziffer S., der andere für das Verhältnis der Feldspatbasen zu Tonerde gibt die Verwitterungsziffer B. Eine Ziffer über 1 deutet dann auf Zunahme, eine Ziffer unter 1 auf Abnahme. Bei einem Lateritprofil von Ettakot waren z. B. von unten nach oben folgende Ziffern zu berechnen :

S = 1.1, .76, .69, .34, 12
B = .72, .38, .48, .17, .36

Entkieselung und Entbasung als herrschende Vorgänge sind deutlich zu erkennen, nur findet unten Anreicherung von Kieselsäure (und auch eine unregelmässige Wanderung von Eisenverbindungen) statt. Kaolinverbindungen sind durch das ganze Profil hindurch anzutreffen.

So kann also die *Kaolinisierung als Zwischenstufe der mehr oder weniger vollständigen Laterisierung auftreten.* Tatsächlich lässt sich auch bei mitteleuropäischen Kaolinen eine höhere Lateritzone nachweisen, wie mir dies in Nordböhmen glückte.

Später ist unter Einfluss der sauren Humuswässer der Tertiärzeit vielfach eine vollständige Umwandlung der Oberflächenlaterite eingetreten.

In nördlichem, kühlem und feuchtem Klima haben wir neben schwacher Entbasung die Enttonung. In Mitteleuropa beginnt im Gebiete der *Braunerden die Entkieselung*, die für viele Profile besonders Humuskalkböden bezeichnend ist.

In den *Roterden* der Mittelmeergebiete wird die SiO_2-Abfuhr schon deutlicher und kann auf den die alk. Reaktion begünstigenden Kalken schon zu starker Toner-

deanreicherung führen. Ihr höchstes Ausmass erreicht die Wegführung der Kieselsäure im *Lateritgebiet*, an der Grenze zu ariden Gebieten. In *ariden* Landschaften tritt *keine besondere Verarmung der Boden an* SiO_2 ein, da die Bodenlösungen wohl z. T. zu salzreich sind, als dass die Sole noch weit transportiert werden könnten.

Ganz ausgezeichnet lässt sich der Uebergang der verschiedenen Bodenzonen ineinander bei Benutzung der Verwitterungsziffern S und B in einem Koordinatensystem darstellen. Man erhält ganz deutliche Felder für Podsol, Braunerden, Kaolin- und Lateriterden gegenüber den ariden Böden. Die Trennung ist eine überraschend gute, und so gibt das Diagramm die chemischen Vorgänge bei der Bodenbildung in einem einheitlichen Bilde wieder.

Prof. H. HARRASSOWITZ, *Giessen (Allemagne)*. — **La formation des sols à caolin et des sols à latérite.**

RÉSUMÉ.

Les sols fossiles sont largement représentés dans l'Allemagne et les pays voisins. Toutefois, les sols superficiels actuels proviennent de l'âge tertiarie tout en ayant subi ensuite des désintégrations variées, où les *sols à caolin* jouent un rôle spécial. La *décoloration* est la caractéristique générale de la désintégration chimique profonde, qui consiste principalement dans la *désilication* et la *débasification*. On a comparé ce processus, par suite de la coloration qui y a lieu, à la *formation* des *podsols*. Cependant, dans la podsolidation le déplacement de l'argile dans un milieu acide est la caractéristique principale, quoiqu'il y ait aussi le déplacement des bases et la décoloration. *Par conséquent le podsol ne peut servir comme point de repère.*

La formation caolinique peut être d'ailleurs comparée à la formation latéritique. Tant le caolin que la latérite sont des *produits de décomposition* et pas des précipitations *in situ*, comme les gels dit de caolin, qui sont solubles dans l'acide chlorhydrique et se montrent dans les régions tempéeres comme les produits de désintégration (dans ce cas on ne doit pas parler de désintégration de caolin, mais bien de désintégration d'argile).

Les processus de la formation caolinique et de celle latéritique sont marqués par la *décoloration* et la *débasification* énergique mais, spécialement, par la *désilication*. Il est vrai que la formation caolinique a été souvent signalée même dans les régions tropicales, mais seulement pour faire remarquer que même dans ces contrées peuvent être rencontrés, dans une certaine mesure, des produits de désintégration. D'ailleurs, LACROIX en a relevé le lien de dépendance. J'ai pu démontrer que dans le Vogelsberg, la caolinisation a précédé la latérisation provenant du basalt. Le même processus a eu lieu dans d'autres gîtes de latérite (bauxite) en Irlande, dans l'Arkansas et en Ecosse.

Surtout les recherches effectuées à Giessen sur un profil complet latéritique, provenant de l'Inde, ont clairement montré que la formation latéritique ne provient pas nécessairement de roches récentes, mais qu'*il y a une zone de caolinisation intercalaire*, et le caolin lui-même se trouve présent dans la latérite superficielle. *Ainsi, la caolinisation peut avoir lieu comme un stade intercalaire dans la formation latéritique plus ou moins complète.*

La formation latéritique peut être sûrement rencontrée même dans les caolins de l'Europe Centrale, ainsi que j'ai eu la chance de le démontrer dans la Bohême septentrionale. Souvent une altération complète de la latérite superficielle a été déterminée

par l'action de l'acide humique des formations tertiaires. *Le climat tropical de l'âge tertiaire a ainsi provoqué dans l'Europe Centrale le déplacement de la silice et la formation de latérite et de caolin que nous rencontrons à présent dans nos terrains.*

La *formation latéritique* a lieu dans les sols d'un climat tropical comme un résultat du *déplacement* de la silice dans un milieu alcalin, tandis que la *formation de podsol*, est déterminée par le déplacement de l'argile dans un milieu acide. *La réaction du terrain est d'une grande importance dans la classification des sols basée sur des éléments génético-climatiques.*

Dans les climats humides et froids du nord et de même sur les montagnes (ainsi que j'ai pu le démontrer par des recherches récentes), on rencontre une réaction acide, et le déplacement de l'argile combinée est en même temps une légère élimination des bases. *Dans l'Europe Centrale commencent les réactions alcalines des sols bruns* et par conséquent le *déplacement* caractéristique de la silice dans beaucoup de profils, et particulièrement des sols humo-calcaires. Dans les *terres rouges* de la région Méditérranéenne, le deplacement de SiO_2 est déjà remarquable et amènera une augmentation considérable d'argile, par suite de la chaux qui favorise la réaction alcaline. Le déplacement de la silice atteint son degré le plus élévé dans les *régions latéritiques* qui se trouvent aux bords des régions arides. Dans les régions arides il n'y a pas de déplacement de SiO_2, parce que quelques solutions du sol sont trop riches de sels pour donner lieu au transport ultérieur des gels.

Prof. H. HARRASSOWITZ, *Giessen (Germany)*. — **The Formation of Kaolin and Laterite-Soils.**

ABSTRACT.

In Germany, and the neighbouring countries, fossil-bearing soils are very largely represented. The present superficial soils, however, date from Tertiary times and have been subjected to other forms of weathering. The *kaolin soils* play a special part. In these, bleaching is the general sign of far-reaching chemical decomposition which is based on the *removal* of the *silica* and of the *bases*. On account of this bleaching, the process has been comparate to *Podsol formation*, but of the latter the *removal* of the *clay* in an acid medium is the chief characteristic, although bleaching and the removal of the bases also occur. *Therefore podsol cannot be compared with kaolin.*

Kaolin formation can, however, well be compared with laterite formation. Both kaolin and laterite are *decomposition products* and not precipitations *in situ* like the so-called kaolin gels which are soluble in hydrochloric acid and occur in temperate regions as a result of disintegration (in this case, we must not speak of kaolin disintegration, but only of clay disintegration).

The processes of kaolin and laterite formation are marked by *bleaching*, the energetic *leaching* of the *bases*, but especially by the *removal* of the *silica*. It is true that kaolin formation has also frequently been reported from the tropics, but only in order to show that the decomposition products of temperate regions are also to be found there. LACROIX has, however, already shown the connection. In the Vogelsberg, I could prove that the kaolin production preceded the formation of the laterite from basalt. The same thing has occurred in other deposits of laterite (bauxite) in Ireland, Arkansas and Scotland. The study made in Giessen of a complete laterite section from India proper has clearly shown that laterite is not necessarily formed from the fresh rock, but that a *zone of kaolinisation*

may be intercalated, while the kaolin itself occurs in the superficial laterite. *Kaolinisation may also take place as an intermediate stage in more or less complete laterite formation. Certainly, laterite formation can also be shown in the Central European kaolins, as* I had the good fortune to prove in North Bohemia. The action of the acid humus water of the Tertiary epoch has frequently produced a complete alteration of the superficial laterite. *The tropical climate of the Tertiary times has also given rise in Central Europe* to the removal of *silica, and to the formatiou of laterite and kaolin which we often still meet with in the form of soils.*

Laterite formation takes place in the soil of a tropical climate as a result of the *removal of the silica* in an alkaline medium, but *Podsol formation* is produced by removing the clay in an acid medium. *The soil reaction is of great importance in classifying soils according to genetic-climatic principles.* In the damp, cool climates of the north (and also in the mountains, as I have been able to prove by certain recent researches of my own), we find an acid reaction and removal of the clay combined with slight elimination of the bases. *In Central Europe, begin the alkaline reactions of the Brown Soils* and also the *silica removal* characteristic of many sections, especially those of humus-lime soils. In the *Red Soils* of the Mediterranean region, the removal of the Si O_2 is already more noticeable and it may lead to a greater increase of clay as a result of the lime which favours alkaline reaction. The removal of the silicic acid reaches its highest point in the *Laterite region* on the borders of the arid regions. In the arid districts, there is *no special removal* of *Si O_2 from the soil*, because some of the soil solutions, at all events, are too rich in salts to allow of the gels being transported far.

Prof. C. I. MARBUT,
Washington, U. S. A.

THE CLASSIFICATION OF ARID-SOILS

The terms arid and humid are climatic, not pedologic. Even when used as climatic terms they are general in their meaning, the boundary between the two not being clearly defined. Not only are they not being clearly defined as to range and boundaries but they are probably not definable. They refer not to definite climatic characteristics expressed in numerical terms of temperature, rainfall, evaporation, air movements, etc., but rather to the reaction of plants and animals to climatic conditions.

When applied to soils the meaning of these terms is equally indefinite or even more so. While the general features of arid and humid climates as such are well known, not merely to specialists but to the intelligent part of mankind throughout the world, this cannot be said to be true of arid and humid soils. Not merely is there a lack of knowledge concerning the character of such soil by the average man of intelligence, but it is not possible to assert that most specialists in soil

are at once familiar with their respective characteristics. It seems to be unfortunately true that even yet a reference to soils, by whatever term or terms the reference is made, merely suggests in most cases either productivity or unproductivity without any definite idea as to characteristics to which productivity is due. When reference does not bring forward the idea of agriculture, it is almost certain to suggest the question of geologic origin of the mineral material of which the soil has been made.

Whatever may be the concept by which the average mind reacts to a suggestion regarding the soil, it may be confidently asserted that a picture of definite concrete characteristics of the soil profile or section is about the last one to be brought up.

Since a concrete concept of any natural body can be formed only through the senses and since these must deal with what we ordinarily term characteristics, it becomes necessary to define the objects with which we are dealing in this discussion in terms of soil characteristics.

Without attempting to justify the classification, a division of the climates of the world into *arid* and *humid* will be accepted. By thisis meant that all regions of the world are dominated climatically by the features characteristic of one or the other climate. The use of the same terms when applied to the soil should have the same range of applicability. The soils of the world should be characterized at all places by the predominance of the features, whatever they may be, of either the arid soils or the humid soils. If aridity or humidity of climates be recognized because of the prevalence in a given region of certain climatic features and not to the features of any other natural conditions of the region, in the same way, one arid soil to be such must be defined and identified by certain soil characteristics and not by the features of the geology, topography, climate or native vegetation. In the case of climate however, it is assumed that the relationship of soil features to climatic features have been established with sufficient accuracy to justify the application to the soil of the climatic term, general though it is.

Soil science is probably the only one of the sciences which continues to use terms taken from some other science and which refer to the characteristics of bodies treated entirely in those sciences with only an incidental relation to the soil. The science until recently was encumbered with a great number of such terms, and in common parlance and even in much literature that claims to be scientific many of these terms are still used. Some pedologists however have discarded many of these terms, such for example as those referring to geological features or to their relation to agricultural crops, *granite soil* and *wheat soil* serving as illustrations of my meaning. Because, probably, of the close relation shown to exist, by the work the last few years, between the soil and the climate under which it was developed there seems little tendency to discontinue the use of climatic terms in soil literature.

These are, however, just as objectionable as those derived from geology or agriculture. Even though recent work has shown that the character of the soil is dependent at maturity to a much greater extent on the influence of climate than on that of the parent rock.

The terms arid and humid are descriptive of climatic conditions and not of

soil conditions and should not therefore be used in a scientific classification of the soil. An *arid* soil is not conceivable, however definite a dry soil may be, but since the latter term is applicable to any soil in a dry state its use as a term in soil classification is not permissible. Although an arid soil cannot exist, many soils with definite characteristics may have developed under the influence of an arid climate.

This being true it would seem advisable to use in the future a term either descriptive or suggestive of some one or more of the characteristics of soils developed under the influence of arid or humid conditions and discontinue the use of *arid* and *humid*. It is suggested that suitable terms be proposed in order that the committee may select one.

While it is generally recognized that arid and humid climates exist and also that there are soils developed under the influence of arid conditions as well as those developed under humid conditions, yet it seems that no definition in climatic terms of arid and humid climates has been drawn in such exact terms that all persons will agree on the location of a boundary between an area dominated by one and that dominated by the other. The same is true of soils. No definition in climatic terms of arid and humid climates has been drawn sufficiently exact to enable pedologists to agree on a boundary between soils developed under arid conditions and those developed under humid conditions.

Before such soils can be classified they must be defined in terms of tangible characteristics.

Without discussing, at present at least, the origin of the features that are now about to be proposed as those serving to differentiate the members of one group from those of the other or even to discuss the relation of these features to arid or humid climates it is suggested that those soils be regarded as belonging in the group as heretofore defined as arid which can be included under the following description:

I. Soils in which, when a mature stage of development has been reached, a zone of salt accumulation is present on some horizon of the soil profile.

The postulation of a stage of maturity in soil development, carrying with it the idea of evolution, implies the existence of soils in immature and theoretically of a past mature stage of development. Since normal maturity of development can take place in soils only under conditions of good drainage and since it is well known that large areas of the earth's surface is permanently or for long periods of time each year subjected to the influence of excessive moisture, it is evident that these would constitute a series of soil more or less comparable to the normal, well drained soil though occupying an insignificant part of the total area of the earth's surface.

The soils of the world would all fall therefore into one of the following categories.

I. Soils developed or developing under the influence of normal good drainage.

II. Soils developed or developing under the influence of excessive moisture.

The suggested classification given below deals first with the soils in group I and with that group of these soils which falls under the definition of arid soils given above.

In tabular form the soils of group I may be arranged and defined as follows:

I. Soils developed or developing under the influence of normal good drainage.

1. Soils developed or developing free from the influence of a percentage of certain soluble salts, capable of influencing the development of the soil profile, higher, than the normal percentage in well drained humid and arid soils.

2. Soils developed or developing under the influence of the presence of such salts.

(1) Soils which at maturity are characterized by the presence on some horizon of the profile of a zone of salt accumulation, usually lime-carbonate.

–1– Mature soils

–2– Immature soils

–3– Past mature soils

I. (as above)

1. (as above)

(1) (as above)

–1– (as above)

A. Soils with a maximum, for the latitude in which they occur, of dark color; with a maximum content of organic matter; with a maximum depth to the horizon of salt accumulation.

a. Black soil

a_1. Differentiate into subgroups according to details of the profile.

a_2. Differentiate each group of a_1 according to the character of the C horizon or the geological formation from which it has been developed.

a_3 Differentiate each group of a_2 according to the texture of the A horizon.

(a) Grayish black soil

(a_1) Differentiate as under a_1

(a_2) Differentiate as under a_2

(a_3) Differentiate as under a_3

–a– Very dark brown soil; Reddish brown in A and upper part of the B horizon; Highly concentrated salt horizon.

–a_1– Differentiate as under a_1

–a_2– Differentiate as under a_2

–a_3– Differentiate as under a_3

'a' Very dark brown soil; Sandy types highly eluviated; Salt zone indurated to a "caliche".

'a_1' Differentiate as under a_1

'a_2' Differentiate as under a_2

'a_3' Differentiate as under a_3

–2– Immature Soils

It is unnecessary to differentiate and tabulate the groups under this heading. The groups will be the same as under (1). Immature soils will occur in association with those of each of the major groups of (1) and such as a, –a–, 'a'. This will be based mainly on the color of the surface soil and to a less extent on the variations

in the details of the profile. These variations will consist largely of variations in the thickness of a few centimeters in the A horizon or in the B horizon. It is probable that it will be found practicable to go further in this differentiation, a_1 than to form into one group all soils so immature that the dark colored horizon is not developed, while another group will include all soils in which the A horizon is well developed and the B horizon is present but not fully developed.

The salt horizon in the whole group (2) will be absent entirely or not incipiently developed. The recognition of the members of the group will be based on the color and not on the character of the mature soils with which they are associated geographically. In the classification of plants and animals, young and immature individuals are not recognized as such because of the brief period during which they remain in the immature stage of development. In the cases of soils, however, the rate of development is that of the geological development, which from the point of view of the experience of the individual human being is practically equivalent to permanent stability or to unchangeability. Such soils therefore become individuals, essentially stable and permanent, and must be recognized as such. This recognition, however, should not fail to take into consideration their immaturity as soils and to show their relation to mature soils into which they are developing.

The differentiation into the several main groups a, (a), –a–, 'a', will be based on the color of the A horizon and of the B horizon, when developed, and not on the depth to, and the character of, the salt horizon.

The differentiation according to the character of the C horizon, group a_2, will be carried out as fully as in the mature soil. The same is true of the group a_3 in which the differentiation is based on the texture of the A horizon.

In tabular or schematic form the immature soils will be grouped as follows:

I.
1.
–2– Immature soils
A. . . . . .
a. . . . . .
a_1 . . . . . .
a_2 . . . . . .
a_3 . . . . . .
(a) . . . . . .
a_1 . . . . . .
a_2 . . . . . .
a_3 . . . . . .

–a– . . . . . .
a_1 . . . . . .
a_2 . . . . . .
a_3 . . . . . .
'a' . . . . . .
a_1 . . . . . .
a_2 . . . . . .
a_3 . . . . . .

I.
1.
–3– Past mature soils

These soils, even if their characteristics have been correctory interpreted form a relatively unimportant group and are confined to the "humid" soils or those in which no salt accumulation is taking place or has taken place on any horizon of the profile. At the present time no member of the arid soils group can be interpreted as a past mature soil. No one seems to have determined the characteristics which such a soil should have. The sub-group is given a place in this scheme to provide a place for them should they be discovered at some future time.

I. . . . . (as above)
1. . . . . (as above)
(1) . . . . . (as above)
–1– . . . . . (as above)

B. Chestnut Brown or Dark Brown Soil

Salt horizon at less than maximum depth for the latitude, usually ranging from 18 in. to 2 ft.

a. Dark brown soils

a_1 Differentiate into subgroups according to details of the profile.

a_2 Differentiate each group of a_1 into sub-groups according to the character in the C horizon or the geological formation from which the soil has been developed.

a_3 Differentiate each group of a_2 into sub-groups according to the testure of the surface horizon.

(a) Dark Reddish Brown Soil

Reddish brown surface

Salt horizon highly concentrated and usually pinkish white in color

a_1 . . . . . as under a
a_2 . . . . . as under a
a_3 . . . . as under a

–a– Dark Reddish Brown Soil

Reddish brown surface

Salt zone developed to a caliche

a_1 . . . . . as under a
a_2 . . . . . as under a
a_3 . . . . . as under a

I. . . . . .
1. . . . . .
(1) . . . . . .
–1– . . . . . .

B. Immature Chestnut Brown Soils

Carbonate (salt) horizon not present or incipiently developed only.

Dark colored horizon usually thin.

a. Dark Brown Soils.

a_1 Differentiate into sub-groups according to details of the soil profile.

a_2 Differentiate each sub-group of a_1 according to variations in the character of the C horizon or the parent geological material.

a_3 Differentiate each sub-group of a_2 according to variations in the texture of the surface of A horizon.

(a) Dark Reddish Brown Soil.

Reddish brown sub-surface

a_1 Differentiate as under a
a_2 » » » »
a_3 » » » »

I. . . . . .
1. . . . . .
(1) . . . . . .
–3– Past Mature Soils

No members of this group are known

I. . . . . (as above)
1. . . . . (» »)
(1) . . . . . (» »)
–1– . . . . . (» »)

C. Brown Soils

Salt horizon ranging between 12 and 20 inches

a. Brown soils, brown horizon thin, sub-surface lighter brown than surface or yellowish brown.

a_1 Differentiate into sub-groups according to details of the profile.

a_2 Differentiate each sub-group of a_1 into sub-groups on the basis of the character of the C horizon or the geological formation from which the soil has been derived.

a_3 Differentiate each minor sub-group of a_2 according to the texture of the surface horizon.

(a) Reddish brown soils.

a_1 . . . . . (as above under a)
a_2 . . . . . (» » » »)
a_3 . . . . . (» » » »)

–a– Reddish brown to brown soils

Salt horizon developed into caliche

a_1 . . . . . (as under a)
a_2 . . . . . (» » »)
a_3 . . . . . (» » »)

I. . . . . .
1. . . . . .
(1) . . . . . .
–2– Immature Soils

C. Brown Soils

Brown or A horizon thin

Salt horizon not present or fully developed

a. Brown soils, the color being influenced by the color of the parent soil material when the color of the latter is strong.

a_1 Differentiate according to details of the soil profile.

a_2 Differentiate sub-groups of a_1 according to the C horizon.

a_3 Differentiate sub-groups of 1_2 according to the texture of the A horizon

–a– Reddish Brown Soils

Reddish brown sub-surface

a_1 . . . . . (as under a)
(a_2) . . . . . (» » »)
a_3 . . . . . (» » »)

I. . . . . .
1. . . . . .
(1). . . . . .
–3–. Past Mature Soils

C. No member of this group has been identified.

I. . . . . .
1. . . . . .
(1) . . . . . .
–1– . . . . . .

D. Gray desert soils.

Effervesces either in surface or at shallow depth.

Salt accumulation at shallow depth and not always consisting of lime carbonate.

a. Gray soil.

Gray sub-surface and subsoil.

a_1. Differentiate according to differences in character of soil profile.

a_2. Differentiate a_1 according to variations in the character of C horizon (the parent geological formation).

a_3. Differentiate groups of a_2 according to variation in texture of surface horizon or horizons.

(a) Gray soil

Reddish gray sub-surface and subsoil

Compact horizon at less than 2 feet

a_1. Differentiate according to differences in character of soil profile.

a_2 . . . . . (as under a)

a_3. . . . . (as under a)

I. . . . . .

1. . . . . .

(1) . . . . . .

–2– Immature Soils

D. Gray Desert Soils

Salt zone absent or imperfectly developed.

Compact horizon in members of (a) group absent.

May or may not effervesce in A horizon.

a. Gray Desert soil

Gray sub-surface

a_1. Differentiate according to details of soil profile.

a_2. Differentiate according to character of C horizon.

a_3. Differentiate according to texture of surface soil.

(a). Gray soil

Reddish sub-surface

a_1 . . . . . (as under a)

a_2 . . . . . (» » »)

a_3 . . . . . (» » »)

I. . . . . .

1. . . . . .

(1) . . . . . .

–3– Past Mature Soils

No members of this group have been identified

II. Soils developed or developing under the influence of excessive moisture, either permanently wet or wet through a large part of the year.

1. Soils in which readily soluble salts, salts of sodium, potassium, magnesium and calcium mainly, have accumulated and are accumulating to a greater or less extent in the soil, not usually on any given horizon.

2. Soils in which readily soluble salts have not and are not accumulating to any significant extent and in which more or less accumulation of salts of different solubility is present.

It is not possible at the present time and with the knowledge available to differentiate these soils into sub-groups on the basis of stage in development. They vary in characteristics such as in texture and in the character of the parent soil material. They vary also according to the degree of wetness under which they

have existed or can be said to have developed. These latter characteristics can be taken care of under the head of variations in the detail of soil profile. It seems probable that nothing comparable to the development which takes place with time in the soils developed under normal good drainage can be said to take place. In some cases there is a development of better drainage due to extraneous conditions and as soon as any part of the soil profile is in this way freed from subjection to excessive moisture, development begins.

II. . . . . .

1. . . . . .

a. Light Colored Soils.

a_1. Differentiate into sub-groups according to variations in the soil profile.

a_2. Differentiate a_1 into sub-groups according to the character of the C. horizon,

a_3. Differentiate a_2 into sub-groups according to the texture of the surface horizon.

It is not possible to differentiate these soils into other groups comparable to A. It is probable that further studies will bring out characteristics on which such sub-divisions can be made.

II. . . . . .

2. . . . . .

a. Black Soils.

a_1. Differentiate according to the details of the soil profile.

a_2. Differentiate a_1 according to variations in the character of the C horizon.

a_3. Differentiate a_2 according to variations in texture of the surface soil.

(a) Dark Brown and Brown Soils.

a_1 Differentiate according to the soil profile.

a_2. Differentiate a_1 according to the character of the C horizon.

a_3. Differentiate a_2 according to differences in texture of the surface horizon or horizons.

I. . . . . .

2. . . . . .

(1). . . . . .

–1– . . . . . .

A. . . . . .

a. Black Soils

a_1. Differentiate into sub-groups according to variations in detail of the soil profile.

a_2. Differentiate a_1 into sub-groups according to variations in the character of the C horizon or the parent geological formation.

a_3. Differentiate a_2 into individuals or types according to the texture of the surface or A horizon.

(a) Grayish Black Soils

a_1 . . . . . as under a

a_2 . . . . . » » »

a_3 . . . . . » » »

–a– Very Dark Brown Soils

Reddish brown sub-surface and upper part of B horizon

a_1 . . . . . as under a

a_2 . . . . . » » »

a_3 . . . . . » » »

'a' Very Dark Brown Soils.

Reddish shade in A and B horizons

Sandy types highly eluviated

Salt zone often indurated to caliche

a_1 . . . . . as under a

a_2 . . . . . » » »

a_3 . . . . . » » »

I. . . . . .

2. . . . . .

(1). . . . . .

–I– . . . . . .

B. . . . . .

a. Chestnut Brown Soils

Salt horizon at less than maximum depth. Columnar breakage upper part of B horizon.

a_1. Differentiate into sub-groups on the basis of variations in the details of the soil profile.

a_2. Differentiate into sub-groups on the basis of variations in the character of the C horizon.

a_3. Differentiate a_2 into types on the basis of the variations in the texture of the surface or A horizon.

(a). Dark Reddish Brown Soils

Reddish Brown Sub-surface

Upper part of B horizon with columnar breakage

a_1 . . . . . as under a

a_2 . . . . . » » »

a_3 . . . . . » » »

–a– Dark Reddish Brown Soils.

Salt zone developed to caliche

a_1 . . . . . as under a

a_2 . . . . . » » »

a_3 . . . . . » » »

I. . . . . .

2. (1) . . . . . .

C. . . . . .

a. Brown Soils

Salt zone at shallow depth

a_1. Differentiate into sub-groups according to the variations in the details of the soil profile.

a_2. Differentiate a_1 according to variations in the character of the C horizon.

a_3 Differentiate a_2 according to variations in the texture of the A horizon.

(a) Brown Soils

Salt zone developed into caliche

a_1 . . . . . as under a

a_2 . . . . . » » »

a_3 . . . . . » » »

No member of group (a) seems to have been identified up to the present time.

I. . . . . .

2. . . . . .

(1). . . . . .

–I– . . . . . .

D. . . . . .

a. Gray desert soils

The gray desert soils in America have not yet been studied sufficiently to warrant the making of any sub-divisions under this group. No gray desert soil, mature in development and developed or developing under the influence of the pressure of those soluble salts known to determine certain characteristics of the soil profile, has yet been described. It is within the range of possibility that all those gray desert soils which at maturity have a compact sub-soil belong under this head but this cannot now be shown to be the case. Until an actual profile of a soil having the general characteristics of soils in major group and can be described no attempt should be made to subdivide them into sub-groups.

I. . . . . .

2. . . . . .

(1). . . . . .

–2– Immature Soils

A . . . . . .

a. Black Soils

Salt zone at maximum depth

a_1. . . . . .

a_2 . . . . . .

a_3 . . . . . .

(a) Grayish Black Soils

a_1 . . . . . .

a_2 . . . . . .

a_3 . . . . . .

–a– Very Dark Brown Soils, reddish shade

Reddish brown sub-surface

a_1 . . . . . .
a_2 . . . . . .
a_3 . . . . . .
'a' Very Dark Brown Soils
Sandy types eluviated
Salt zone developed to caliche
a_1 . . . . . .
a_2 . . . . . .
a_3 . . . . . .
I. . . . . .
2. . . . . .
(1) . . . . . .
–2– Immature Soils
B. . . . . .
a. Chestnut Brown Soils
a_1. . . . . .
a_2 . . . . . .
a_3 . . . . . .
(a) Dark Reddish Brown Soils
a_1 . . . . . .
a_2 . . . . . .
a_3 . . . . . .
I. . . . . .
2. . . . . .
(1). . . . . .
–2– . . . . . .
C. . . . . .
a. Brown Soils
This group has not yet been identified
I. . . . . .
2. . . . . .
(1) . . . . . .
–3– Past Mature Soils
A. . . . . .

No soils of this major group (Past-Mature Salzboden) have yet been identified.

Prof. C. J. MARBUT, *Washington (Etats-Unis)*. — **La classification des sols arides.**

RÉSUMÉ.

L'A. observe que les termes *aride* et *humide* sont climatologiques et non pédologiques. Ils servent en effet, pour les descriptions de conditions climatiques, mais pas des conditions des sols et, partant, ils peuvent être employés pour une classification scientifique des terrains. Cette classification doit s'appuyer sur des caractères intrinsèques et par conséquent l'A. fait la distinction suivante :

1) Sols développés ou non sous l'influence d'un drainage normal ;
2) Sols développés ou non sous l'influence d'une humidité excessive :

L'A. donne de nombreuses subdivisions de ces deux catégories de sols, suivant l'influence que sur leur formation exercent des quantités différentes des sels solubles.

Prof. C. I. MARBUT, *Washington (U. S.)* — **The Classification of Arid Soils.**

ABSTRACT.

The author observes that the terms *arid* and *humid* are climatological and not pedological terms. As a matter of fact they are used for the description of climatic conditions, and not of soil conditions, and they can therefore be employed for a scientific classification of soils. This classification must be based on the intrinsic characteristics of the soil and therefore the author makes the following distinction :

(1) Soils developed or not developed under the influence of normal draining.
(2) Soils developed or not developed under the influence of excessive humidity.

Dr. VICTOR HOHENSTEIN,
Berlin, Allemagne.

DIE DEUTSCHE SCHWARZERDE

Die deutsche Schwarzerde zeigt weitgehende Uebereinstimmung mit dem süd-russischen Tschernosem, besonders mit jenem der nördlichen Tschernosemzone. Beschaffenheit, Bodenprofil, Muttergestein, Niederschläge, Landschaftscharakter, natürliche Vegetation und Fruchtbarkeit sind ziemlich dieselben. Die deutschen Schwarzerdegebiete sind allerdings viel kleiner; sie haben eine Gesamtfläche von etwa 9000 Quadratkilometern, wovon 7000 auf Mitteldeutschland, 1000 bis 1200 auf Mittelschlesien, je 300 auf Rheinhessen und die Gegend von Pyritz in Pommern entfallen. Zum früheren Reichsgebiet gehörten noch Mewe (300) in Westpreussen und Kujawien (1000) in Posen.

Die Schwarzerde ist 50 bis 60 cm mächtig, von kaffeebrauner bis schwarzbrauner Farbe, oben etwas heller als in der Mitte, unten beim Uebergang in das Muttergestein gesprenkelt (Mischung von Schwarzerde- und Muttergesteins- Wurmkrümeln), gut krümelig (zahlreiche Wurmkrümel) and von neutraler bis schwach alkalischer Reaktion. Der Humusgehalt beträgt 2 bis 4 %. Sie ist entweder bis oben kalkhaltig oder nur in den unteren Horizonten oder sie ist ihres kohlensauren Kalkes fast ganz beraubt. Sämtliche Formen können nahe beieinander auftreten ; in Rheinhessen kommt nur erstere vor. Bei den ostdeutschen Vorkommen und in der niederschlagsreicheren bergigen Randzone des mitteldeutschen Schwarz-

erdegebietes schiebt sich zwischen die Schwarzerde *A* und das Muttergestein *C* ein Horizont *B* (10 bis 30 cm) von langsäuliger bis prismatischer Struktur, bräunlicher Farbe und bräunlichrötlichen Anlauffarben ein, also deutlichen Degradationserscheinungen (veränderte Schwarzerde). Krotowinen kommen bis 120 cm, senkrechte Regenwurmgänge bis 200 cm Tiefe vor. Die chemischen und physikalischen Eigenschaften sind durchweg günstige (feinerdig, leicht bearbeitbar und erwärmbar, hohe Absorptionskraft und verhältnismässig geringe Auslaugung).

Das *Muttergestein*, aus dem die Schwarzerde in der nachdiluvialen Steppenzeit hervorgegangen ist, ist recht verschiedener Art. Diluviale Ablagerungen wie Löss und Geschiebemergel sind ganz vorherrschend (in Ostdeutschland und Rheinhessen fast ausschliesslich), ältere Gesteine treten dagegen an Verbreitung zurück und umfassen die verschiedenartigsten Gesteine der Formationen vom Karbon bis zum Diluvium wie Kalk, Gips, Kaolin, Ton, Mergel, Sandstein, Kies, Sand, Porphyr usw. In manchen Aufschlüssen Mitteldeutschlands geht die Schwarzerde über verschiedene Gesteine in geschlossener Decke hinweg, wobei ihre physikalische Beschaffenheit wohl etwas schwankt, ihre sonstige Natur gleich bleibt, somit das Muttergestein beim Bodenbildungsprozess ziemlich zurückgetreten ist. Zu oberst trägt das Muttergestein in der Regel einen 20 bis 30 cm. mächtigen Karbonathorizont.

In Rheinhessen und Mitteldeutschland konnte an verschiedenen Stellen im Löss *begrabene Schwarzerde* mit typischem Bodenprofil, Krotowinen und Wurmgängen in 3 bis 6 m Tiefe unter typischer Oberflächenschwarzerde festgestellt werden.

Das *Klima* der deutschen Schwarzerdegebiete ist durch eine mittlere Jahrestemperatur von 8 bis 9° C und durch eine mittlere Niederschlagshöhe von 500 mm charakterisiert. Die *natürliche Vegetation* ist infolge der intensiven Kultur weitgehend zurückgedrängt. Stipa capillata u. pennata, Festuca ovina, Aster Amellus, Oxytropis pilosa, Scorzonera purpurea u. Lavatera thuringiaca sind charakteristische Leitpflanzen. Wälder fehlen. Wo auf Höhenzügen im Schwarzerdegebiet Eichwälder vorkommen, ist die Schwarzerde degradiert und meist in schwachpodsolige Böden übergegangen.

Die deutschen Schwarzerdegebiete sind flachwellige fruchtbare Landschaften mit einer hypsometrischen Lage von 50 bis 250 m ; intensiver Gerste-, Weizen- und Rübenbau. Mit Ausnahme von Mitteldeutschland sind es kleine Schwarzerdeinseln, welche in Gebieten mit schwachpodsoligen bis podsoligen Böden liegen, für welche höhere Niederschlagsmengen und natürliche Wälder charakteristisch sind. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist der Wald beim Feuchterwerden des Klimas vorgedrungen und hat von der Schwarzerde Besitz ergriffen. Die heutigen Schwarzerdeflächen sind von jeher waldfrei gewesen und schon früh besiedelt worden.

Dr. V. HOHENSTEIN, *Berlin (Allemagne)*. — **La terre noire allemande.**

RÉSUMÉ

La terre noire allemande montre une grande analogie avec les Tchernozioms du Sud de la Russie spécialement avec celles du Nord de la zône des Tchernozioms. La nature du sol, le profil du sol, la roche mère, les précipitations, les caractères agricoles, la végétation naturelle, la fertilité sont à peu près les mêmes.

La terre noire allemande est certainement beaucoup moins étendue, elles a une superficie d'environ 9000 km² dont 7000 situés en Allemagne centrale, 1000 à 1200 en Silésie centrale et 300 dans la Hesse rhénane et aux environs de Pyritz en Poméranie. Au territoire de l'Empire d'autrefois appartenaient encore Mewe (300) en Prusse occidentale et Kujawien (1000) en Posnanie.

La terre noire a une épaisseur de 50-60 cm. ; elle est d'une couleur allant du café-brun au noir-brun ; la partie supérieure est un peu plus claire que la partie moyenne ; la partie inférieure passe par transitions à la roche mère (mélange de terre noire et de roche mère par l'action des vers) et est bien grumeleuse (riche en déjections de vers) à réaction neutre jusqu'à faiblement alcaline. La teneur en humus atteint 2 à 4 %. Cette couche est calcaire jusqu'à la partie supérieure ou seulement dans les horizons inférieurs ou même elle est entièrement privée de ses carbonates. Toutes ces formes peuvent se présenter l'une à côté de l'autre ; en Hesse rhénane on ne trouve que la 1ère forme ; dans les dépôts de l'Allemagne orientale et dans la zone marginale montagneuse plus riche en précipitation des territoires à terre noire de l'Allemagne centrale il se trouve entre la terre noire A et la roche mère C un horizon B (10 à 30 cm) à structure en forme de colonnes allongées jusqu'à prismatique, avec des veines de couleur brunâtre et rouge brunâtre, également des signes évidents de dégradation (modifications des terres noires). « Krotowinen » arrivent jusque 120 cm et les galeries à parois verticales des lombries jusqu'à la profondeur de 200 cm. Les propriétés physiques et chimiques sont cependant très bonnes (terre fine, facile à travailler et à se réchauffer, haut pouvoir d'absorption et proportionnellement un délavage faible).

La roche-mère dont sont nées les terres noires au temps des steppes postdiluviens sont de natures très différentes.

Les dépôts diluviens tels que le loess et les galets marneux sont généralement dominants (on ne trouve que de tels dépôts en Allemagne orientale et en Hesse rhénane) ; les plus vieilles roches ont en conséquence une dissémination moindre et comportent les roches de natures les plus différentes des formations carbonifères jusqu'au diluvium telles que chaux, gypse, Kaolin, glaise, marne, grès, gravier, sable, porphyre etc. En divers endroits de l'Allemagne centrale la terre noire s'étale en couche compacte sur les différentes roches ; ses propriétés physiques sont bien peu altérées et leur nature spécifique reste la même, la roche mère ayant une importance réduite dans le processus de formation du sol arable. La roche-mère en règle générale porte jusqu'à la partie supérieure un horizon de carbonates de 20 à 30 cm. d'épaisseur. En Hesse rhénane et dans l'Allemagne centrale on a pu constater à divers endroits des poches de terre noire dans le loess, avec le profil typique du sol, « Krotowinen » et les galeries de vers à un profondeur de 3 à 6 m. sous la couverture superficielle type de terre noire. Le climat de la région de terre noire allemande est caractérisé par une température moyenne annuelle de 8 à 9° C. et par une hauteur moyenne des précipitations atmosphériques de 500 mm. La végétation naturelle est en conséquence repoussée au loin par les cultures intensives. *Stipa capillata* et *Stipa pennata, Festuca ovina, Aster Amellus, Oxytropis pilosa, Scorzonera purpurea* et *Lavatera thuringiaca* sont les plantes caractéristiques dominantes. Les forêts font défaut. Sur les chaînes de hauteurs du territoire de terre noire où apparaissent les forêts de chênes la terre noire est dégradée et généralement changée en terrains faiblement podsoliques.

Les territoires à terre noire allemande forment une plaine faiblement ondulée de terrains agricoles, fertiles avec un niveau hypsométrique de 50 à 250 m. ; cultures intensives d'orge, de froment et de betteraves. À l'exeption de l'Allemagne centrale, il y a de petits îlots de terres noires qui se trouvent en mélange avec des

terrains faiblement podsoliques ou podsoliques, pour lesquels la moyenne des précipitations plus élevée et les forêts naturelles sont des caractéristiques. D'après toute probabilité la forêt est la conséquence de l'humidité du climat et a pris possession de la terre noire. Les surfaces de terre noire actuelles sont depuis longtemps libres de forêts et depuis longtemps déjà cultivées.

Dr. N. HOHENSTEIN, *Berlin (Germany)*. — **The German Black-earth.**

ABSTRACT

The German Black-earth shows a great resemblance to the South-Russian Tschernosem, especially with the northern Tschernosem-zone. Constitution, soil-profile, native soil, rainfall, landscape-character, natural vegetation and fertility are similar. The German Black-earth region is however much smaller; the total area is 9000 km², of which 7000 are in central Germany, 1000-1200 in central Silesia and 300 in Rheinhessen and the region of Pyritz in Pommerania Formerly also 300 in Mewe in West-Prussia and Kujawien (1000) in Posen.

The black-earth layer is 50-60 cm. thick, coffee-coloured or black-brown on the top, a little lighter than in the middle; near the native soil it is mottled, friable, and has a neutral or weak alkaline reaction. The humus content is from 2-4 %. It is either limy throughout, or only in the lower horizons, or contains hardly any calcium carbonate at all. These different types may be found all together; in Rheinhessen only the first is found. In East-Germany and in the rainy mountains of central Germany, there is a horizon B (10-30 cm.) between the black earth *A* and the native soil C. This horizon B has a prismatical structure, is light brown, with reddish-brown as a degradation colour. There are "krotowinen" until 120 cm., vertical worm holes until 200 cm. depth. The chemical and physical properties are good fineness, easily cultivated and warmed, retentive of moisture.

The *native soil*, which produced the black-earth in a post-diluvial period, is very different.

Diluvial layers: mostly löss and "Geschiebemergel" (in East-Germany and Rheinhessen nearly exclusively), older rocks are less frequent and include great variations from Karbon to Diluvium: lime, gypsum, kaolin, clay, marl, sandstone, sand, porphyry, etc.

In many regions of Central Germany the black-earth covers, without discontinuity, different rocks, and varies a little physically in consequence. The native soil generally carries a carbonate horizon of 20-30 cm.

In Rheinhessen and Central Germany black-earth was found buried in löss.

The climate of the black-earth region is characterised by a temperature of 8-9°C (yearly average) and a rainfall of 500 mm.

The natural vegetation hardly exists any more. We still find: *Stipa capillata* and *Stipa pennata*, *Festuca ovina*, *Aster Amellus*, *Oxytropis pilosa*, *Scorzonera purpurea* and *Lavatera thuringiaca*.

There are no woods. In some places, where oak forest are found, the black earth is degraded and passed over in podzol-soils.

The German black-earth regions are fertile and there is an intense cultivation of barley, wheat and beets.

Except in Central Germany, there are small black-earth islands, situated in podzol regions, in which more rainfall and natural forests are characteristic. Probably the forest has advanced with the humidity of the climate and has taken possession of the black earth.

The actual black-earth plains have always been woodless, and have been cultivated since early days.

Prof. W. WOLFF.

Berlin, Allemagne.

BEMERKUNGEN ÜBER DIE KLASSIFIKATION UND NOMENKLATUR DER BÖDEN BEI DEN ARBEITEN DER PREUSS. GEOL. LANDESANSTALT.*

Prof. W. WOLFF, *Berlin (Allemagne)*. — **Observations sur la classification et la nomenclature des sol dans les travaux de l'Institut géologique de Prusse.**

RÉSUMÉ.

Dans ce mémoire l'auteur fait remarquer qu'en Prusse, par rapport à la cartographie des sols, ceux-ci sont classifiés d'après les propriétés chimiques du terrain. Quant aux propriétés chimiques des sols le projet de classification de GANSSEN 1902 est admis; il divise les sols d'après la quantité d'argile dissoluble. Les types de sols dus aux variétés climatologiques ne sont pas notés sur les cartes, mais ils sont cités dans les descriptions des cartes et la classification projetée par RAMANN est ici suivie. La nomenclature est sous beaucoup de rapports vague. L'auteur se joint à RAMANN et se tient à sa définition par rapport au sens « Boden ». Le terme de « Bodenart » est proposé dans le sens agronomique, tandis qu'on pourrait comme équivalent géologique se servir du terme « Ablagerung », « Bildung », « Schicht » ou « Gestein ». Ce dernier terme ne devrait pourtant pas être admis dans la langue allemande pour désigner une terre molle et de peu de consistance, parce que le langage du peuple comprend sous ce nom une masse dure et consistante.

Prof. W. WOLFF, *Berlin. (Germany)*. — **Observations on the Classification and Nomenclature of the Soils in the Research Works of the Preuss. Stat. Institut of Geology.**

ABSTRACTS.

In this essay it is emphasized that in Prussia, in mapping down earths, they are classified according to the mechanical composition of the material. In stating the chemical composition of the soil one uses the classification of earths according to their contents of soluble clay soil proposed by GANSSEN in 1902. Types of earths for which the climatic formation factor is not deciding are not shown on the maps, but are mentioned in the map descriptions. By this the classification established by RAMANN is adhered to. The nomenclature is still vague in several respects. The author himself joins in this, as to the meaning of "Boden", to the definition given by RAMANN. The term "Bodenart" is proposed to be used in the agronomical sense,

while as the geological equivalent " Ablagerung ", " Bildung ", Schicht " or " Gestein " could be used. The last denomination should, however, not be used in German for a loose earth, because it is understood in the popular sense as a hard and solid body.

Prof. H. STREMME,
Danzig.

DIE VERBREITUNG DER BODENTYPEN IN DEUTSCHLAND.*

Prof. H. STREMME. (*Danzig*). — **La diffusion des types de sol en Allemagne.**

RÉSUMÉ.

L'auteur nous donne un aperçu des sols qui se trouvent en Allemagne. La classificassion de ceux-ci se fait d'après le cadre projeté par « l'école russe ». Les groupes suivants sont cités : *Braunerde* selon la définition de RAMANN, *braune Waldböden, Podsolböden, graue Waldböden, Tjernozem, Rendzina, anmorige Böden, Moorböden, Marschen, fossile Böden.* Une esquisse ajoutée au mémoire rend compréhensible l'étendue des sols.

Prof. H. STREMME, *Danzig.* — **The Diffusion of the Kinds of Soil in Germany.**

ABSTRACT.

The author gives a summary of the soils of the German State. The classification of the same is made in conformity with the scheme of the " Russian school ". The followiug groups are mentioned : Braunerden (accrding to RAMANN'S definition), braune Waldböden, anmoorige Böden, Moorböden, Marschen, fossile Böden. The extent of the soils is explained by means of an enclosed map sketch.

Dr. Ing. BRAMSAUER,
Salzburg.

TITRE :

DIE BODENUNTERSUCHUNG DES GUTES DER LANDES-LANDWIRTSCHAFTLICHEN SCHULE « WINKELHOF » IN OBERALM UND ANGRENZENDEN PARZELLEN.

Prof. S. FOLGER,
Berlin, Allemagne.

TITRE:

ZEITLICHE UND RÄUMLICHE GLIEDERUNG DES CHINESISCHEN LÖSSES.

Ing. JOHANNES ANDERSEN,
Copenhague, Danemark.

NOMENCLATURE ET CLASSIFICATION DU SOL DE DANEMARK.

RÉSUMÉ.

Ce mémoire contient une description très détaillée des sols danois. Les principales idées sont ici définies. Les types sont divisés en deux groupes essentiels, *sol minéral* et *sol organique*. La disposition y est fondée sur des bases géologiques.

Ing. JOHANNES ANDERSEN, *Copenhagen* (*Denmark*). — **Nomenclature and Classification of the Danish Soils.**

ABSTRACT.

The essay contains an extensive description of the Danish earths. The most important ideas are defined. The types are divided in two main groups : *sol minéral* and *sol organique*. The classification within the same is based on geological grounds.

Dr. HARALD R. CHRISTENSEN,
Lyngby, Danemark.

LANDWIRTSCHAFTLICHE KLASSIFIZIERUNG UND BESCHREIBUNG DER DÄNISCHEN BÖDEN.*

Dr. H. R. CHRISTENSEN, *Lyngby*, (*Danemark*). — **Classification agronomique et description des Sols danois.**

RÉSUMÉ.

L'auteur rend compte des divisions et classifications des terres agricoles projetées en Danemark pour le but agronomique La classification a simplement un but pratique. La statistique du caractère de la terre se fait à l'aide de

plusieurs échelles qui se rapportent à la topographie du terrain, à la profondeur du terreau, au degré d'humidité, à la quantité d'humus, au degrè de décomposition de la substance organique, à la couleur et structure grenue des terres, au degré de consistance dans la terre calcaire, etc.

Dr. H. R. CHRISTENSEN, *Lygnby*, (*Danemark*). — **Agricultural Classification and Description of Danish Soils.**

ABSTRACT.

The author describes the division and classification of the cultivated grounds proposed by himself for agronomical purpose in Denmark. The division has a purely practical purpose. The characterization of the ground is made in several scales referring to the topography of the ground, the depth of the mould, percentage of humus, the degree of mouldering of the organic substance, the colour and granulation of the sandy earths, the degree of firmness of the argillaceous earths, etc.

M. V. M. MOSSÉRI

Président de l'Institut d'Egypte, Membre correspondant de l'Académie d'Agriculture de France, Conseiller de la Société Sultanienne d'Agriculture, etc. — Le Caire.

NOTES AGROLOGIQUES SUR LE SOL ÉGYPTIEN

M. le Dr. HUME a préparé, pour ce Congrès, une note résumant les travaux faits sur l'agrologie de l'Égypte. Cette note a été tirée du chapitre qu'il a consacré au sol égyptien dans l'excellent ouvrage qu'il publie sur la géologie de ce pays.

Notre distingué confrère de l'Institut d'Égypte a cru bon de nous demander d'ajouter à sa note les données principales qui se dégagent de ceux de nos travaux encore inédits ou parus pendant l'impression de son ouvrage, et de reprendre certaines questions qui, faute d'espace, n'ont pu y recevoir tout le développement qu'elles méritent.

Nous envisagerons surtout l'*origine*, la *composition* ainsi que les *propriétés* les plus importantes des alluvions nilotiques. Nous insisterons sur leurs relations avec la *fertilité intrinsèque* du sol égyptien, de même que nous traiterons de certains problèmes ayant trait aux *sels solubles* dans leurs effets sur la terre arable. La *fertilité intrinsèque* des alluvions nilotiques, de même que les facteurs qui ont contribué au maintien de cette fertilité durant plusieurs millénaires, méritent en effet de retenir particulièrement l'attention.

a) *Origine du sol égyptien.* — Dans notre travail sur les Dépôts Nilotiques (1),* nous avons indiqué la nature des roches originelles ainsi que les processus qui ont

* Les numéros de renvoi se rapportent à la Bibliographie donnée à la fin de l'article.

présidé à leur désagrégation pour donner finalement naissance à la terre arable d'Égypte.

Ce sont les limons du Nil Bleu et ceux de l'Atbara qui concourent principalement à la constitution du sol égyptien. Il y entre aussi, mais en proportions bien moindres, des apports d'autres affluents, des sables désertiques, des produits de la désagrégation des barres des cataractes et des grès nubiens, ainsi que des éléments divers résultant des remaniements successifs du Nil le long de ses berges.

Les limons du Nil Bleu et ceux de l'Atbara résultent de la destruction des roches qui forment le plateau abyssin où ces cours d'eau prennent leur source. Ce plateau consiste en une masse de granite, de gneiss et de schistes, recouverte de bancs de grès surmontés ça et là de formations jurassiques. Au-dessus de ces divers massifs, s'étalent sur de très vastes étendues, des coulées de roches volcaniques : basaltes, trachytes, andésites, rhyolites, etc., (voir H. G. LYONS. *Physiography of the River Nile and its Basin*, Cairo, 1907, p. 180).

D'après le regretté Fourtau (communication inédite), tous les torrents ou rivières torrentielles qui descendent du plateau éthiopien prennent leur source dans la région des *trapps* (basaltes, andésites, trachytes, etc.) qui couronnent les sommets du pays et qui ont donné naissance à des *black soils* analogues à ceux qui couvrent le *Dekhan trapp* de l'Inde et formés par le même processus. Ces torrents ont creusé des gorges profondes et, traversant ces trapps d'une épaisseur variant de 600 à 900 mètres ainsi que les grès ou calcaires sous-jacents, ont atteint les roches cristallophylliennes (gneiss) qui forment l'ossature du plateau.

L'attaque dans le lit du torrent est actuellement sur ces gneiss coupés par des bancs de granite à gros cristaux de feldspath avec peu de mica. Mais l'érosion principale est due au ruissellement qui entraîne les *black soils* et attaque des pointements de grès quartzeux. Ces grès sont interstratifiés, à leur base surtout, par des marnes ainsi que par les calcaires jurassiques assez rares.

Le limon apporté par l'Atbara doit avoir plus de tendances gneissiques. Il y a cependant des andésites et des porphyres dans le cours supérieur de cet affluent.

Le limon du Nil Bleu provient surtout des andésites, dolérites et *black soils*. Mais les gneiss et les granites sont à la base des lits des rivières.

L'origine que nous assignons aux terres alluvionnaires d'Égypte se confirme nettement quand on compare ces terres, au point de vue chimique, physique et surtout minéralogique, avec les sédiments des affluents dont nous venons de parler.

b) *Composition minéralogique.* — L'examen minéralogique a été fait en coupes minces et en lumière parallèle, d'après la méthode inaugurée par DELAGE et LAGATU. Depuis 1908, cependant, nous faisons, dans presque chaque cas, porter cet examen non seulement sur la terre entière telle quelle et parfois même débarrassée le plus possible de ses produits ferrugineux et de ses matières organiques, mais aussi sur les lots suivants, résultant de l'analyse mécanique : cailloux et graviers, sable grossier, sable fin et limon grossier. On a aussi, dans plusieurs cas, taillé des limons fins, des argiles brutes et même des argiles colloïdales, pour voir l'aspect sous lequel ces fractions se présentent sous le microscope polarisant. Nous verrons plus tard que ce travail n'a pas été infructueux.

L'examen minéralogique signale entre les limons des divers affluents des différences sensibles et intéressantes. Chaque limon se présente en coupe mince sous un

aspect particulier, caractéristique, qui reflète en quelque sorte sa physionomie propre.

Il est regrettable que nous n'ayons pu examiner jusqu'ici des sédiments recueillis directement dans les divers affluents avant, pendant et après la crue de chacun d'eux.

Le Dr. HUME, cependant, a eu l'occasion d'étudier au microscope, mais en lumière naturelle, directement et sans décapage, de tels sédiments. Nous renvoyons à son travail (2).

Voici les minéraux qu'on a pu reconnaître dans les plaques minces des limons du Nil Bleu, de l'Atbara et du Nil Blanc :

	Limon du Nil Bleu	Limon de l'Atbara	Limon du Nil Blanc
Quartz.			
Quartz schisteux	—	—	Abondant
Quartz fin	Abondant	Peu abondant	Un peu
Quartz gros anguleux	Un peu	Abondant	Trés abondant
Quartz gros arrondi	Abondant	Peu abondant	Un peu
Feldspaths.			
Orthose	Assez abondant	Assez abondant	Peu abondant
Oligoclase	Idem	Idem	Idem
Microcline	Idem	Idem	Idem
Labrador	Présent	Présent	—
Micas.			
Mica noir (biotite)	Assez abondant	Assez abondant	Peu abondant
Mica blanc (muscovite)	Moins abondant	Moins abondant	Idem
Séricite	Assez abondante	En pet. paillettes	Abondante
Calcite et calcaires.			
Calcaire détritique	Abondant	Très abondant	Présent
Calcaire dolomitique	Idem	Assez abondant	Idem
Calcaire glauconieux	Présent	Présent	—
Calcite	Abondante	Très abondante	Moins abondante
Amphiboles et Pyroxènes.			
Amphibole hornblende	Abondante	Abondante	Présente
Pyroxènes	Moins abondants	Moins abondants	Idem
Minéraux adventifs.			
Tourmaline	Présente	Présente	Présente
Zircon	Assez abondant	Assez abondant	Présent
Sphène	Assez abondant	Moins abondant	Idem
Rutile	Présent	Présent	Idem
Apatite	Présente	Présente	Présente
Produits ferrugineux.			
Produits ferrugineux divers	Abondants	Abondants	Assez abondants
Ilménite	Présente	Présente	Présente
Limonite	Idem	Idem	Idem
Oligiste	Idem	Idem	Idem
Magnétite	Idem	Idem	Idem
Minéraux épigénisants.			
Chlorite	Idem	Idem	—
Fragments complexes	—	—	Quelques fragments schisteux et sériciteux.

En somme, le limon du Nil Blanc se distingue nettement des deux autres, surtout par sa pauvreté en calcaires, par l'abondance et la grosseur de ses grains de quartz anguleux, par la présence de quartz schisteux avec ou sans séricite en morceaux agglomérés. Les autres minéraux, notamment les feldspaths et les divers silicates, y sont moins abondants. La composition minéralogique laisse croire que le limon étudié doit provenir de la désagrégation d'une roche détritique dure, grès, argile ou marne, dont les fragments triturés ont été charriés et roulés avec de gros quartz et des morceaux de silicates divers, anguleux, non roulés, dont plusieurs probablement d'origine éolienne. On y remarque le quartz des schistes (grains enchevêtrés) et beaucoup de séricite (schistes sériciteux). Les schistes à l'origine ont dû être désagrégés pour former la roche détritique dont nous venons de parler, laquelle, à son tour, s'est désagrégée pour engendrer le limon examiné.

Le limon du Nil Bleu et celui de l'Atbara contiennent à peu près les mêmes minéraux. Ces minéraux sont cependant plus fins dans le limon du Nil Bleu qui renferme beaucoup moins de calcaire détritique et de calcite. Les grains de quartz y sont aussi plus ténus et à angles plus arrondis ; ce qui dénote une plus grande trituration et un charriage sur un plus long trajet.

Comme on le voit, la composition minéralogique traduit assez nettement la nature des roches originelles. Ce sont principalement les gneiss et les schistes cristallins couchés sous un manteau épais de latérite ferrugineuse qui ont donné naissance au limon du Nil Blanc. Ceux du Nil Bleu et de l'Atbara reconnaissent une origine commune : roches volcaniques principalement, et roches éruptives, cristallophylliennes et sédimentaires.

Cette origine assez complexe donne lieu à des alluvions d'une composition minéralogique très variée, composition qu'on retrouve dans toutes les terres nilotiques en général. Celles-ci, étudiées depuis le Soudan jusqu'à la Méditerranée, montrent, en effet, une grande variété de minéraux, à peu près les mêmes partout, bien qu'en proportions plus ou moins variables. Et c'est surtout la prédominance, le degré de trituration, de désagrégation ou même d'altération de telle ou telle espèce minérale, qui semblent les différencier entre elles.

Les espèces minérales qu'il nous a été donné de déterminer, seul ou avec l'aimable concours du regretté DELAGE, sont: le quartz hyalin, le quartz calcédonieux, l'orthose, le microcline, l'oligoclase, le labrador, la biotite, la muscovite, la séricite, l'amphibole, le pyroxène, l'olivine, l'épidote, la tourmaline, le zircon, le rutile, l'apatite, le fer oxydulé, l'oligiste, la limonite, l'ilménite, les calcaires, la calcite.

Tous ces minéraux sont dans un état de finesse plus grand que dans les limons du Nil Bleu et de l'Atbara. De plus, dans toutes ou presque toutes les préparations de nos terres égyptiennes, il existe, ainsi que, du reste, nous l'avait déjà signalé DELAGE en 1907, une matière abondante servant en quelque sorte de gangue aux autres débris. La nature de cette matière qui polarise très bien est encore obscure. DELAGE l'avait considérée dès le début, soit comme le résultat de l'extrême trituration subie pour une ou plusieurs espèces minérales, soit comme le pulvérin impalpable résultant du frottement, les uns contre les autres, de tous les minéraux.

L'étude des plaques minces d'argile brute et d'argile colloïdale, semble devoir nous éclairer sur cette question [1].

[1] La gangue en question paraît être formée de matières colloïdales (V. M. M.).

Quoi qu'il en soit, durant leur long voyage pour atteindre l'Égypte, les limons subissent une trituration et un brassage énergiques, qui font que, malgré les divers sédimentations et apports de substances étrangères qui s'effectuent durant ce parcours, la composition minéralogique du sol égyptien est assez uniforme et qu'on y rencontre une forte proportion de produits ultimes de désagrégation, c'est-à-dire d'argile brute et d'argile colloïdale.

L'examen minéralogique permet de classer les terres arables d'Égypte, en 3 groupes :

1) *Terres purement alluvionnaires*, entièrement constituées par des dépôts nilotiques. Ce sont les terres *normales* de ce pays et qui couvrent la plus grande partie des surfaces cultivées.

2) *Terres non alluvionnaires*, telles que les terres désertiques, les dépôts torrentiels, etc.

3) *Terres mixtes* dans lesquelles il entre seulement une proportion variable d'alluvions nilotiques. Dans cette catégorie se placent les dépôts alluvionnaires de faible épaisseur, que la charrue ne tarde pas à plus ou moins mélanger au sous-sol ; les terres qui confinent aux déserts qui enserrent la vallée et qui sont formées de sables associés de sédiments nilotiques ; les terres d'alluvions qui reçoivent de temps en temps des débris siliceux ou calcaires apportés par les vents ou par les torrents (terres de la plaine de Bassatine à Guizeh, par exemple, enrichies en calcaire par les eaux du Wady Digla) ; les terres sablonneuses qu'on arrose au moyen des eaux du Nil et qui se chargent ainsi peu à peu en limon (comme les terres de Maadi près du Caire, par exemple) ; les dépôts mélangés de sables ou de coquillages marins (tels que ceux du nord du Delta), etc., etc.

Dans toutes les terres de cette catégorie, les alluvions nilotiques se trouvent en quelque sorte *diluées*, étendues d'autres éléments. Leur fertilité en est presque toujours altérée. C'est qu'en effet, à ces différences dans la constitution minéralogique, correspondent des différences dans la composition chimique. Tandis que l'analyse assigne aux terres alluvionnaires, qui sont d'ailleurs de constitution minéralogique plus ou moins uniforme, une composition chimique également plus ou moins uniforme, elle signale dans les terres non alluvionnaires ainsi que dans les terres mixtes, des compositions variables, nettement différentes de celle des terres alluvionnaires, comme du reste l'avait déjà montré le regretté HUGHES (3).

Cette classification ne saurait être strictement appliquée. Il est rare, en effet, que les terres alluvionnaires ne soient rigoureusement formées que d'alluvions. Il y a souvent des apports de débris étrangers, notamment par le vent (sables éoliens, par exemple), par la fumure (terre des *koufri*, *marog* ou *tafla*, par exemple), etc., etc.

Telle quelle, cependant, elle rend de réels services, car elle permet de distinguer entre les terres nilotiques et les terres non nilotiques, et d'apprécier approximativement le *degré de dilution* dont nous venons de parler.

La *fertilité intrinsèque* des alluvions nilotiques est due surtout à leur composition minéralogique très variée provenant de roches originelles diverses dont les apports combinés se complètent très heureusement, à l'extrême ténuité d'une grande partie de leurs éléments constitutifs, à la présence de certains sels qui jouent au point de vue des propriétés physiques, chimiques et biologiques un rôle important, ainsi qu'à des conditions d'eau et de climat favorables.

Le rôle des conditions d'eau et de climat est prépondérant en ce que, suivant ces conditions, les mêmes minéraux peuvent donner naissance à des terres totalement différentes quant à leur flore naturelle ou à leur valeur agricole (4).

Les diverses analyses ainsi que les nombreux essais de fumure poursuivis depuis plusieurs années, indiquent clairement que les alluvions nilotiques sont, en effet, bien pourvues en éléments fertilisants, *sauf en azote*.

Aussi l'examen minéralogique, en renseignant sur la constitution des terres égyptiennes, permet jusqu'à un certain point de se faire une idée assez exacte de leur composition et de leur degré de fertilité intrinsèque.

c) *Composition chimique*. — Sans entrer dans les détails qui feront l'objet d'un travail spécial et pour ne retenir que les éléments importants au point de vue agricole, on peut dire, à la lumière des données fournies par l'analyse chimique, qu'en général, la *composition absolue* des terres alluvionnaires normales d'Égypte présente une très grande analogie avec celle des limons du Nil Bleu et de l'Atbara.

Le limon du Nil Bleu examiné, a été prélevé par nous près du village de Soba, sur la rive droite du fleuve. Il se distinguait du limon de l'Atbara, pris à l'embouchure de cet affluent près d'El-Damer, en ce qu'il était plus riche en potasse, en acide phosphorique, en acide sulfurique et surtout en substances organiques.

Par contre, le limon de l'Atbara, bien que plus siliceux, contenait plus de chaux, de magnésie et de soude, et était notablement plus riche en calcaires : calcitoïde et dolomitoïde (5).

Cependant, quand on détermine les parties *assimilables*, ces différences s'évanouissent en ce qui concerne la chaux et l'acide phosphorique ; mais la dose de potasse *assimilable* dans le limon du Nil Bleu a été deux fois plus élevée que dans le limon de l'Atbara.

Les alluvions du Nil Blanc analysées, avaient été recueillies par nous en 1906, à un endroit où, malheureusement, elles pouvaient être contaminées par celles du Nil Bleu. Elles se sont montrées plus pauvres en chaux, en magnésie et en acide phosphorique que ces dernières. Elles contenaient moins de chaux et d'acide phosphorique assimilables, mais deux fois plus de potasse assimilable, bien que la dose de potasse *totale* fût presque la même dans les deux limons.

Ajoutons que, grâce à l'obligeance du Dr. JOSEPH, de Khartoum, il nous a été possible d'étudier les limons du Sobat. Ces limons, comme il fallait du reste s'y attendre, se rapprochent beaucoup de ceux du Nil Blanc examinés. Ils sont, cependant, moins siliceux, plus riches en matières organiques. Ils renferment sensiblement plus d'acide phosphorique total. Ils sont même légèrement plus riches en cet élément que les limons du Nil Bleu. Toutefois, il semble que l'acide phosphorique existe dans les limons du Sobat sous une forme beaucoup moins assimilable. Mais, comme les limons du Nil Blanc que nous avons étudiés ont été prélevés à un endroit où ils ont pu être contaminés par ceux du Nil Bleu, nos comparaisons ne sauraient être acceptées sans quelque réserve. [1]

[1] Effectivement, depuis la rédaction de cette note, nous avons reçu du Dr. Joseph, du Dr. Hurst et de M. Grabham, que nous remercions vivement ici, des limons provenant de divers affluents du Nil et prélevés avec beaucoup de soin. Les analyses que nous en avons faites modifient quelque peu les conclusions ci-dessus (V. M. M.).

La recherche des *éléments solubles dans l'eau* révèle des différences à la fois sensibles et intéressantes entre les divers limons.

Celui de l'Atbara analysé, contenait cinq fois plus que le limon du Nil Bleu, de matières solubles consistant surtout en carbonate, bicarbonate, sulfate et chlorure de sodium. Le limon du Nil Bleu renfermait par contre, plus de calcium et de magnésium solubles. La présence de carbonate de sodium dans le limon de l'Atbara auquel il communique une réaction alcaline très nette est à retenir pour deux raisons au moins. D'abord parce qu'elle explique les différences considérables que nous avons observées entre les propriétés physiques, ensuite parce qu'elle pourrait être significative quant à l'origine de l'alcalinité générale des terres égyptiennes.

L'examen de nouveaux échantillons à prélever à divers endroits sur le cours de l'Atbara permettra d'élucider ce dernier point qui nous paraît d'une très grande importance.[1]

Dans le limon du Nil Blanc, il y avait encore moins que dans le limon du Nil Bleu, de silice, de calcium, de sodium et d'acide sulfurique solubles. Néanmoins les carbonates et bicarbonates alcalins y sont plus abondants. Du reste, les eaux du Nil Blanc sont sensiblement plus alcalines que celles des deux autres affluents.

Ce point mérite une attention spéciale. Sans doute, à cause du peu de sédiments qu'il charrie, le Nil Blanc ne présente-t-il qu'un intérêt secondaire au point de vue de la formation du sol égyptien. Mais on ne se rend pas assez compte de l'action défavorable que certains de ses affluents pourraient exercer sur le sol par l'alcalinité de leurs eaux. En tout cas, grâce au Nil Bleu et à l'Atbara, les eaux du Nil, en Égypte, contiennent, fort heureusement, pendant la majeure partie de l'année, plus de calcium et de magnésium en dissolution, que de sodium et de potassium. S'il en était autrement, les terres de la vallée nilotique seraient devenues alcalines, et, partant compactes, imperméables, plus ou moins improductives, ainsi que cela a eu lieu ailleurs, aux Etats-Unis d'Amérique notamment. (*Journal of Agricultural Research*, vol. XXI, p. 277), (6).

d) *Propriétés biologiques.* — Les alluvions nilotiques argileuses et épaisses, fraîchement déposées, sont comme nous le verrons plus loin, très plastiques et très compactes. Les activités biologiques y sont nulles ou très faibles. Cependant, dès que la chaleur et la dessiccation y rendent plus favorables les conditions de la vie, les phénomènes biologiques s'y accomplissent d'une façon normale et plus intense que dans les terres cultivées (1). Des essais spéciaux nous ont montré, de plus, que les limons nilotiques ne sont point biologiquement stériles. Du sang desséché et du sulfate d'ammoniaque stérilisés s'y nitrifient rapidement et parfaitement.

En traitant de la valeur fertilisante du limon du Nil (6), nous avons émis l'hypothèse que ce limon pourrait bien jouer un rôle important dans les phénomènes biologiques, soit en enrichissant la flore bactérienne de la terre de nouveaux organismes utiles à la solubilisation des minéraux constitutifs du sol, à la fixation de l'azote atmosphérique, à la nitrification, etc., etc., soit en stimulant le métabolisme des microbes bienfaisants existant déjà dans la terre. Cette hypothèse a été pleinement confirmée par M. MASSEY du Soudan. D'après MASSEY (communication inédite), les sédiments du Nil seraient riches en organismes nitrificateurs, notamment en

[1] Voir note ci-dessus (V. M. M.).

Azotobacter chrococcum, le plus important d'entre eux. La valeur fertilisante du limon du Nil résiderait ainsi, entre autre, en ce qu'il *réinocule* la terre après la longue période de jachère estivale durant laquelle la chaleur et la dessiccation stérilisent la couche superficielle du sol soudanais.

D'après le même auteur, la matière organique des limons ne suffit pas à favoriser la nitrification contrairement à ce qu'on avait avancé.

Les activités bactériennes dans les alluvions nilotiques ont fait l'objet de quelques recherches très intéressantes quoique insuffisamment étendues. PRESCOTT (25) a méthodiquement étudié ces activités durant le cycle entier d'un assolement cultural en prenant pour mesure de ces activités le taux de nitrification. Le facteur limitant a toujours été la dose d'humidité, ainsi que nous l'avons du reste constaté nous-même (1) et que l'avait observé ROCHE dans ses études sur la nitrification des terres de Nag-Hamadi (26).

PRESCOTT a trouvé qu'il se forme dans la terre durant la culture cotonnière une quantité de nitrates assez grande, dépassant en général les besoins de la plante.

MARTIN et MASSEY au cours de leurs travaux sur la nitrification des terres du Soudan (27) ont aussi constaté une accumulation analogue pendant la même culture. Cependant, cette accumulation n'a eu lieu que sur les billons et les nitrates ainsi accumulés ont été de peu d'utilité pour les cotonniers. Dans les raies, au contraire, la dose de nitrates diminue d'un bout à l'autre de la saison. Ces observations s'accordent avec celles que nous avons signalées il y a longtemps déjà (12).

MARTIN et MASSEY attribuent l'accumulation des nitrates sur les billons à une fixation de l'azote atmosphérique. D'après ces auteurs, la nitrification serait faible ou nulle dans les sillons parce qu'ils sont presque constamment gorgés d'eau. Il y a par contre azofication ; mais les petites quantités d'azote prises à l'atmosphère sont entraînées dans le sous-sol par les eaux d'arrosage. Aussi les engrais azotés ont-ils toujours produit de bons effets sur les cotonniers au Soudan, tandis qu'en Égypte, ils sont, en général, peu efficaces. Il se peut que les conditions ne soient pas les mêmes dans les deux contrées, d'autant plus que PRESCOTT a trouvé une accumulation de nitrates de même ordre que sur les billons, dans la culture du coton sur *planches, à plat*.

Quoi qu'il en soit, pendant la culture du blé et pendant celle du maïs, PRESCOTT n'a relevé aucune accumulation de nitrates, ainsi que du reste cela se passe partout ailleurs.

Durant la jachère d'hiver la nitrification dépend des précipitations atmosphériques. Si celles-ci sont fréquentes et assez abondantes, la nitrification se poursuit sans interruption.

La jachère estivale, connue dans le pays sous le nom de *période charaqi*, est caractérisée par un arrêt plus ou moins complet de toute activité biologique dans la terre, arrêt dû à la dessiccation et à l'échauffement par les rayons solaires.

Dans les bassins d'inondation, les activités bactériennes sont faibles à cause des conditions anaérobiques qui y règnent durant la submersion. La nitrification y est alors entièrement suspendue, mais il y a accumulation d'ammoniaque.

Aussitôt après le retrait des eaux, lorsque les conditions redeviennent aérobiques, la nitrification s'installe *activement*, l'ammoniaque disparaît.

De la manière dont part la nitrification après la période de jachère estivale, PRESCOTT a conclu que la dessiccation et l'échauffement intenses auxquels la terre est soumise durant le *charaqi*, exercent sur le sol un effet en tout analogue à celui d'une *stérilisation partielle* produite par les antiseptiques ou les températures élevées.

Cette action particulière du *charaqi* a été étudiée tout récemment en Égypte et au Soudan.

Les travaux de MCKENZIE TAYLOR et A. G. BURNS (28) ont confirmé nos vues sur le rôle important du *charaqi* dans le maintien de la fertilité du sol égyptien. Leurs conclusions diffèrent cependant des nôtres. Attribuant ce rôle presque uniquement à la *stérilisation partielle*, ces auteurs, pour remédier à la régression des rendements cotonniers, suggèrent de retarder jusqu'à la mi-août les ensemencements du maïs afin de prolonger la période *charaqi*, et de *travailler* la terre nue pour l'ameublir pendant cette période. Nous avons montré les inconvénients, au point de vue agricole, de ces mesures, et préconisé le retour à un ancien assolement triennal avec l'emploi de semences sélectionnées (6). Toujours ayant en vue la *stérilisation partielle*, MCKENZIE TAYLOR et BURNS, ont étudié la température du sol durant le *charaqi* et trouvé que cette température est suffisante pour détruire les *facteurs détrimentaux* jusqu'à la profondeur de 5 centimètres et pour en suspendre provisoirement l'action sur une profondeur supplémentaire de 15 autres.

L'étude des isothermes du sol les a conduits à classer les mois du *charaqi* dans l'ordre d'efficacité suivant : juillet, août, juin et mai, (29), (30).

Simultanément, les mêmes auteurs ont étudié les effets du *charaqi* sur les protozoaires du sol (31).

Leurs travaux confirment dans leur ensemble les propriétés que RUSSELL attribue au *facteur détrimental* agissant dans les terres anglaises bien que d'après eux les protozoaires ne paraissent pas constituer ce facteur en Égypte.

MASSEY (communication inédite), a aussi abordé le problème de la *stérilisation partielle* au Soudan. Il a trouvé que le nombre de bactéries tombe de 7 millions pendant les saisons de culture, à 100.000 durant le *charaqi*. Les organismes de la nitrification supportent sans périr une température de 43° C, dans une terre sèche. D'après MASSEY, les bactéries dénitrifiantes ainsi que les organismes capables de détruire la cellulose, existent en assez grande quantité dans les alluvions nilotiques, d'où la nécessité de laisser s'écouler un certain temps entre l'enfouissement des engrais verts ou des fumiers et les ensemencements.

La fixation de l'azote atmosphérique par les alluvions nilotiques a été l'objet de quelques observations sommaires.

PRESCOTT (25) a signalé une augmentation d'azote de 0,37 pour mille, après l'inondation du sol par les eaux de la crue, et l'a attribuée à cette fixation.

Nous avons nous-même incidemment constaté des accroissements de ce genre et noté l'action des sels sur la fixation de l'azote atmosphérique (16). Mais ce ne sont là que des constatations incomplètes et l'étude systématique des propriétés biologiques des alluvions nilotiques mérite à notre avis d'être entreprise à cause de l'importance très grande qu'elle présente.

e) *Constitution et propriétés physiques.* — Au point de vue de leur *constitution*, l'analyse mécanique a montré que le limon de l'Atbara contenait plus d'éléments

grossiers que celui du Nil Bleu. Le limon du Nil Blanc était deux fois plus argileux que les deux précédents.[1]

Les propriétés physiques des limons du Nil Bleu et de l'Atbara sont totalement différentes. Les propriétés du limon du Nil Bleu sont plus ou moins celles d'une bonne terre franche. Le limon de l'Atbara analysé se montrait plus compact, moins poreux, possédait une moindre capacité pour l'eau, une plus faible capillarité et surtout une imperméabilité très prononcée. Ces défauts provenaient des carbonates et peut-être aussi des silicates alcalins qu'il renfermait. Néanmoins les doses trouvées de silice et de potassium étant minimes, c'est au carbonate de sodium surtout qu'il faudrait attribuer lesdits défauts.

Le dosage des carbonates et bicarbonates alcalins dans le limon de l'Atbara a été effectué sur des dépôts prélevés a trois endroits différents : à l'embouchure de cet affluent, à Sessarieb et à Khasm-el Girba. La réaction alcaline, bien que constatée dans ces trois stations, allait en s'atténuant de la première à la dernière, c'est-à-dire d'aval en amont. On sait, cependant, (7) qu'il existe près d'El-Damer, des terres noires salées, exploitées pour leur sel commun et il se pourrait que les échantillons analysés fussent plus ou moins contaminés. Aussi serait-il important, avant de rien conclure, d'examiner de nouveaux sédiments, recueillis à divers autres endroits sur le cours de l'Atbara, durant sa crue.[1]

Le limon du Nil Blanc s'est montré aussi plus compact, moins poreux et bien moins perméable que le limon du Nil Bleu. Sa capacité pour l'eau et surtout sa capillarité étaient moindres également.[1]

Les terres d'Égypte possèdent des propriétés physiques qui varient beaucoup d'un endroit à l'autre, souvent même dans un rayon très peu étendu. Ces différences tiennent, surtout, comme nous l'avons expliqué ailleurs (1), à des différences correspondantes dans la dose de substances colloïdales et de sels solubles.

f) *Sels et colloïdes dans le sol égyptien.* — Rappelons que sous l'action de phénomènes multiples d'ordre mécanique, chimique et biologique, dont la plupart ont été bien étudiés, mais sur l'importance relative desquels les avis demeurent partagés (8), (9), (10), les roches originelles subissent une altération plus ou moins profonde selon leur nature.

Au cours de cette altération, il se forme, d'après des processus encore insuffisamment connus, en même temps que des limons et diverses matières solubles, des substances colloïdales ou affectant l'état colloïdal qui, grâce à la nature et à la réaction de la solution où elles baignent, demeurent en suspension au sein des eaux qui charrient les limons et sont déposées en même temps qu'eux. Ces substances colloïdales dont nous avons déterminé la quantité et la composition chimique dans plusieurs cas, jouent un rôle considérable dans les propriétés du sol égyptien. Ce qui fait que deux terres de même constitution se comportent parfois très différemment.

Les nombreux examens auxquels nous avons procédé au cours de ces dernières années ont pleinement justifié ce que nous disions en 1909 à propos de la classification des terres d'Égypte de Sir WILLIAM WILLCOCKS, à savoir que cette classification est un peu trop simpliste, car il y a « argile » et « argile », côte à côte,

[1] Voir note p. 7 (V. M. M.).

avec des propriétés totalement différentes. La perméabilité, pour ne citer qu'une propriété qui nous intéresse au plus haut degré, est souvent très variable, même pour des terres qui, en apparence, à l'analyse mécanique et au point de vue géologique, paraissent semblables.

Dans ces propriétés, de même que dans toutes les autres du reste, les sels solubles jouent un rôle non moins grand et ici aussi nos travaux ultérieurs, ceux du Survey Department et du Ministère de l'Agriculture, n'ont fait que confirmer l'importance que nous assignons depuis plus de vingt ans aux sels dans la fertilité du sol égyptien. C'est qu'en vérité ils interviennent si fréquemment et affectent la productivité du sol d'une manière si sensible, qu'il faut toujours les compter parmi les facteurs agrologiques intrinsèques dominants qui règlent cette productivité (11).

Dans notre travail sur les *Dépôts Nilotiques* (1), nous avons montré que les substances colloïdales et les sels sont les facteurs principaux qui gouvernent l'utilisation de ces dépôts et notamment des dépôts argileux récents. La nature et l'épaisseur des dépôts varient considérablement. Il en est de purement sableux qui ne sont point cultivables. Les dépôts dont on tire plus ou moins partie en agriculture se classent, d'après leur constitution physique, en alluvions sablonneuses (*ramlieh*, en arabe), silico-argileuses (*safra*, en arabe) et argileuses (*saoudâ*, en arabe), avec des groupes intermédiaires, suivant la prédominance de l'élément sableux ou argileux.

Les dépôts purement sablonneux sont consacrés uniquement aux cucurbitacées (pastèque, melon, etc.). Les alluvions silico-argileuses produisent l'orge et parfois le blé. Ce sont les alluvions argileuses qui conviennent à toutes les cultures, à condition d'observer certaines règles dictées par l'épaisseur du dépôt. Les dépôts de peu d'importance sont, dès l'année même, indifféremment consacrés à n'importe quelle culture, sauf à celle des cucurbitacées qui réclame une terre légère. Quand l'épaisseur est assez importante sans toutefois dépasser un demi-mètre environ, c'est le *bersim* (trèfle d'Alexandrie) que l'on cultive, quelquefois aussi le blé ou l'orge. Enfin si cette épaisseur dépasse sensiblement un demi-mètre, le dépôt est laissé toute l'année en friche ou tout au plus cultivé en *bersim*.

Ces mesures spéciales quant à l'utilisation des alluvions nilotiques argileuses s'imposent du fait que ces dernières, à peine déposées sur le sol en couche assez épaisse, sont plus ou moins humides, plastiques, compactes et d'un travail très difficile sinon impossible.

Elles présentent trop de cohésion et adhèrent fortement aux instruments aratoires. La charrue y dessine des raies, mais ne parvient pas à les entamer. Elles se ressuient lentement ; mais à mesure qu'elles se dessèchent elles se contractent et se fendillent très abondamment, ce qui fait qu'au bout de quelques mois, les agents atmosphériques les rendent *mûres*, pour employer le langage des fellahs, et la nouvelle crue les délite si bien qu'au retrait des eaux on peut les labourer, les ensemencer et en obtenir de belles récoltes.

Or nous avons trouvé que la plasticité et les autres défauts de ces alluvions épaisses argileuses *fraîchement déposées* tiennent à leur forte teneur en matières colloïdales et à l'absence de sels. Nous avions attribué à l'apparition dans ces dépôts

récents, d'électrolytes (sels) venus du sous-sol, le *mûrissement* dont nous venons de parler. Des expériences récentes nous ont montré, cependant, que la chaleur et la dessiccation en agissant sur les colloïdes y contribuent pour beaucoup, et qu'il est plus juste d'admettre que les électrolytes amenés par les eaux souterraines dans leur ascension capillaire, en coagulant les matières colloïdales, veillent surtout en permanence sur l'ameublissement ultérieur du sol.

Mais les substances colloïdales et les sels interviennent dans presque toutes les propriétés de la terre et nous avons signalé leur influence dans plusieurs cas. C'est d'abord leur action dans le *crevassement* dont nous avions montré dès 1909 l'importance capitale (11). Tout récemment (13) nous avons, avec M. AUDEBEAU BEY, indiqué comment ce crevassement a pu assurer, sous le régime de l'arrosage par inondation, le dessalement et l'assainissement des terres nilotiques pendant plusieurs millénaires.

Nous avons fait remarquer que, si minime que soit la dose des sels nuisibles dans l'eau du Nil à l'époque du remplissage des bassins, cette dose n'en aurait pas moins rendu avec le temps le sol complètement stérile si ces sels n'avaient été évacués dans le *grand réservoir océanique*. Pour certaines terres il y avait aussi probablement des apports de sels par les eaux souterraines entre les crues.

L'évacuation des sels dans ce grand réservoir s'opère par fonction épipolhydrique et par fonction bathydrique. Cette dernière ne s'effectue convenablement que si le sol est assez perméable. Dans le centre et le sud du Delta, dans la Moyenne et la Haute-Égypte, le lavage des terres inondées se faisait à la rigueur plus ou moins bien par cette fonction. Mais dans la partie septentrionale du Delta, au sous-sol imperméable, le lavage de la terre par fonction bathydrique ne pouvait guère se faire à l'époque des bassins d'inondation.

Grâce au crevassement, la fonction épipolhydrique pouvait à elle seule assurer le dessalement permanent de l'Égypte ; les terres crevassées se comportant, à ce point de vue, comme des roches perméables en grand, les crevasses jouant le rôle de diaclases (11).

Or, le crevassement est fonction de la teneur en argile colloïdale, et l'on sait aujourd'hui que, toutes choses égales d'ailleurs, plus il y a d'argile colloïdale avec moins d'agrégation, plus grand sera le retrait durant la dessiccation. Pour deux terres ayant même dose d'argile colloïdale, le retrait est ainsi proportionnel à la floculation des colloïdes et, partant, à la perméabilité à l'eau.

Dans un travail plus général (6), nous avons repris en détail l'étude du rôle que nous avions attribué depuis longtemps déjà (11), (14) à l'échauffement par les rayons solaires, à la dessiccation et au crevassement, dans le maintien de la *fertilité* du sol égyptien. Ce rôle a été nettement mis en évidence quant à l'aération de la terre ainsi qu'à ses propriétés physiques, chimiques et biologiques. Cependant, le maintien de la productivité du sol sous l'ancien régime de l'arrosage par inondation tenait à tout un concours de conditions de production éminemment favorables, qu'utilisait le mieux possible un assolement rationnel, ce qui, dans l'ensemble, constituait un système judicieux dont les moindres détails se justifient scientifiquement.

Nous ne pouvons, en ce qui concerne cette question d'importance capitale, que renvoyer à notre travail précité (6). [1]

Le rôle des sels dans l'agrologie égyptienne est en réalité immense. Ainsi, nous avons toujours admis que c'est grâce surtout au pouvoir ameublissant de certains des sels qu'on trouve dans les terres égyptiennes que plusieurs d'entre elles peuvent être aisément cultivées en dépit d'une teneur en argile qui eût suffi sans cela à les rendre tout à fait compactes, imperméables, d'un travail difficile, sinon impossible.

L'action de la chaleur et de la dessiccation ne saurait être niée à cet égard. Mais ce sont surtout les sels qui sont les agents les plus efficaces.

Il y a plus encore : la présence de certains sels dans nos terres, les met à l'abri d'une improductivité qui eut pu être parfois complète. On sait que le bicarbonate de sodium, dont nous avons démontré l'existence en doses appréciables dans presque toutes les terres indistinctement, est un sel peu nuisible en lui-même, mais virtuellement dangereux, parce que sous l'influence de conditions spéciales il peut se transformer, en partie ou en totalité, en carbonate ou *alcali noir*, dont l'action nuisible sur le sol et sur la plante est bien connue. Dans la terre, notamment, il déflocule l'argile. La terre devient ainsi compacte, imperméable. Aussi ses effets sont-ils manifestes dans les sols argileux, qu'en général une quantité de carbonate de sodium de moins d'un gramme par kilogramme suffit dans ce pays à rendre inutilisables. Les sels solubles de calcium, le chlorure surtout, en dose suffisante, s'opposent à la naissance de l'*alcali noir* et protègent ainsi la terre de ses fâcheux effets ; sans compter que, par le pouvoir qu'ils possèdent de coaguler l'argile, ils maintiennent l'aération du sol et préviennent la transformation du bicarbonate de sodium en carbonate.

D'autres sels parmi ceux que contiennent les terres égyptiennes jouissent aussi à des degrés divers de la propriété de floculer l'argile. Il y a aussi le pouvoir adsorbant dont il faut tenir compte.

A côté des sels utiles ou inoffensifs, il peut évidemment en exister d'autres plus ou moins nuisibles. Toutefois, presque tous les sels aux doses normales où ils se rencontrent dans les terres nilotiques en général ou dans les eaux d'arrosage, agissent plutôt favorablement, soit en stimulant la végétation ou en améliorant les produits, soit en augmentant le pouvoir dissolvant des eaux du sol vis-à-vis de plusieurs de ses minéraux constitutifs, soit encore en prévenant la formation de l'*alcali noir* ou en aidant à l'ameublissement et à l'aération du sol, etc. Ainsi, la présence de petites quantités de sels dans les terres d'Égypte, loin d'être une entrave à leur fertilité en est une cause plus ou moins efficace. Il importe seulement qu'un drainage, naturel ou artificiel, empêche constamment l'accumulation d'une forte quantité de ces éléments dans le sol.

Quoi qu'il en soit, nous avons tenu à signaler quelques facteurs, plus ou moins particuliers à nos terres, afin de montrer qu'il ne faut pas, par exemple, attacher à la dose d'argile dans l'analyse mécanique, plus d'importance qu'elle n'en comporte, et qu'il est toujours nécessaire, avant de conclure de l'analyse, aux propriétés physiques d'une terre, de se renseigner sur la nature de l'argile, sur les éléments auxquels elle est associée et sur les conditions qui règlent ses effets. Du reste, ces propriétés, il est préférable de les étudier directement sur la terre même, en place ou au laboratoire, au lieu de chercher à les déduire des chiffres de l'analyse mécanique. Celle-ci viendra nous éclairer sur les divers éléments dont l'association détermine les propriétés constatées, et, en nous révélant les causes de certains défauts, nous suggérera les moyens d'y remédier. C'est à cette manière de faire que nous nous sommes depuis longtemps arrêté.

[1] Depuis la rédaction de cette note, nous avons eu l'occasion de présenter au Congrès international de Géographie tenu au Caire en avril 1925, un travail d'ensemble sur la richesse agricole de l'Égypte et ses principaux facteurs (V. M. M.).

Certains engrais naturels ou amendements, les *koufri* les *tafla* et les *marog*, renferment presque toujours des doses appréciables de sels solubles susceptibles d'affecter, directement ou indirectement, non seulement la plante, mais aussi les propriétés physiques, chimiques ou biologiques de la terre, d'une manière qui ne saurait être insignifiante, étant donné les quantités généralement massives de ces engrais naturels ou amendements qu'on est obligé d'incorporer au sol.

Dans deux mémoires présentés à l'Institut d'Égypte (15) (16) nous avons étudié cette action spéciale. Aucune des substances expérimentées n'a laissé complètement intactes les propriétés du sol. Toutes, même aux doses normales où on les emploie en pratique, ont entraîné des changements plus ou moins notables. Certaines ont amélioré ces propriétés (perméabilité, capillarité, capacité pour l'eau, etc.), et à ce titre on doit les considérer non seulement comme des engrais mais aussi comme de véritables *amendements salins*. Les autres, au contraire, exercent, à des degrés divers, une action nuisible, de durée variable, et ne doivent être employées qu'avec beaucoup de circonspection.

Au point de vue biologique, nous avons trouvé que la matière organique azotée de ces diverses substances ne nitrifie que dans une mesure minime. Nous avons constaté aussi, entre autre, que l'application simultanée de certains de ces engrais avec le sang ou le sulfate d'ammoniaque, provoque des pertes sensibles d'azote.

Etant donné la complexité de la composition saline des substances qui nous occupent, nous avons été amenés à conclure qu'il est infiniment plus simple, plus économique et plus expéditif de déterminer directement cette action dans chaque cas en particulier, au laboratoire ou, mieux encore, sur la terre en place.

L'étude de la nature et de la proportion des sels, de même que leur distribution verticale dans plusieurs terres, nous a permis de formuler certaines conclusions quant au *dessalement des terres salées* du nord du Delta, de fixer l'écartement des drains et la profondeur du drainage, et, partant, le niveau optimum du plan d'eau dans les différentes artères d'évacuation (17).

Ces même investigations nous ont amené à préconiser un *nouveau système de drainage* dont on trouve ailleurs tout le détail (18) (19) (20), et dont les principaux avantages consistent en une grande rapidité de dessalement et en une notable économie dans les frais de l'épuisement artificiel. Dans ce système les eaux de percolation sont seules puisées par les machines élévatoires, tandis que les eaux de surface se jettent par gravité dans les émissaires.

L'étude des *terres alcalines à alcali noir*, commencée en 1909 (21) a été continuée. La détermination des carbonates et bicarbonates alcalins, de même que, dans plusieurs cas, le dosage de la silice soluble (on sait que les silicates et bisilicates alcalins se comportent comme les carbonates et bicarbonates alcalins (21), sont depuis plus

de vingt ans, entrés dans la pratique courante de nos analyses. Chaque fois qu'un agriculteur se plaint de ce que sa terre se draine mal, se ressuie mal ou se travaille difficilement, nous y cherchons tout de suite l'alcalinité et dosons les carbonates et bicarbonates alcalins pour fixer la quantité de plâtre ou autre substance neutralisante qu'il y a lieu d'employer.

Voici en résumé les diverses natures de terres alcalines que l'on rencontre dans ce pays et les principes qui nous guident dans leur traitement (22).

Au point de vue de leur réaction, il y a d'abord les *alluvions nilotiques*. On peut dire que ces alluvions possèdent, presque toutes, une réaction alcaline due à des bicarbonates, et peut-être aussi à des bisilicates, alcalins ou alcalino-terreux, qu'elles renferment toujours en quantités plus ou moins grandes. Fréquemment même, ces alluvions donnent une réaction alcaline, à peine sensible il est vrai, à la phénolphtaléine (carbonates ou silicates alcalins). Les bicarbonates comme sans doute aussi les bisilicates alcalins, aux doses où ils se trouvent dans les alluvions nilotiques, sont inoffensifs. Ils sont, cependant, virtuellement dangereux, parce qu'ils peuvent être transformés en carbonates (ou silicates!) très nuisibles. Normalement, la présence de certains sels solubles dans la terre, de sels de calcium en particulier, l'aménagement rationnel et le travail soigné du sol, son drainage efficace, sa bonne aération etc., etc., empêchent cette transformation. Mais si les conditions deviennent défavorables par suite d'inondations intempestives, d'infiltrations, etc., etc., la terre devient nettement alcaline. Elle le devient aussi quand on la tasse fortement (emplacements des aires de battage, par exemple), quand on y ajoute les cendres de certaines plantes (tiges de cotonniers, entre autres), etc., etc.

En dehors de ces alluvions nilotiques ordinaires, il y a les *terres salées*, plus ou moins alluvionnaires, telles que les *Bararis* du nord et de l'est de la Basse-Égypte. Ces terres se montrent neutres à la phénol phtaléine (carbonates ou silicates), et contiennent beaucoup moins de bicarbonates (et de bisilicates!). Cependant, vers la fin du dessalement lorsque leur teneur en sels a sensiblement diminué, elles peuvent devenir alcalines. Souvent, en effet, il y apparaît des taches à *alcali noir*, d'étendue variable. Cette apparition fugitive ou plus ou moins durable de l'*alcali noir*, après le dessalement, a été signalée par nous en 1911 et attribuée jusqu'ici à une double réaction entre les chlorures ou les sulfates alcalins et le calcaire du sol. PRESCOTT (23) a récemment suggéré, comme cause possible, un échange de bases entre le sodium des sels de sodium, chlorures surtout, et le calcium, le magnésium ou le potassium des humates et silicates du complexe minéral du sol, phénomène signalé pour la première fois par PAUL DE MONDÉSIR, il y a longtemps déjà. Nous avons pu artificiellement rendre alcalins presque tous les types de terres égyptiennes. Le phénomène est donc général. Nous croyons, toutefois, que dans la nature, diverses causes tendent à en annuler les effets, et que c'est principalement le taux de production de l'acide carbonique dans le sol qui est le facteur dont dépend en réalité le résultat final.

Il y a enfin les *terres alcalines proprement dites* que l'on trouve çà et là dans presque toutes les parties de l'Égypte et dont l'alcalinité reconnaît des causes diverses. Telles sont :

a) Les surfaces alcalines souvent étendues de la Béhéra, situées à la lisière du désert, qui sont plus ou moins calcaires, et dont les carbonates et silicates sont

de même origine que ceux des Lacs Natroun ou du Lac Barnoughi dont les eaux contiennent environ 50 % de leurs sels à l'état de carbonates et bicarbonates alcalins (21).

b) Les terres alcalines également étendues du Fayoum.

c) Les terres alcalines des anciennes terrasses nilotiques, comme celles du Wadi Kom-Ombo.

d) Les taches alcalines, de superficie plus ou moins restreinte, éparpillées au milieu des alluvions nilotiques, et dont l'alcalinité est due en général aux causes exposées ci-dessus.

Pour le *traitement* des terres alcalines nous avons préconisé, depuis 1911, le plâtrage au moyen du plâtre cru, finement moulu, répandu aujourd'hui sous le nom de « *plâtre cru, n° 3, pour agriculture* » (21).

La dose en est fixée suivant le taux d'alcalinité. Voici comment nous opérons : nous dosons par la méthode de Cameron les carbonates et les bicarbonates alcalins. Nous tolérons la présence dans le sol de 0,025 % de carbonates et de 0,200 % de bicarbonates, calculés à l'état de sels de sodium. Tout excédent d'alcalinité est calculé à l'état de carbonate de sodium et l'on recommande l'emploi d'une dose de plâtre capable de neutraliser 2 ½ fois celle dudit carbonate.

Cependant, avant de donner un avis définitif, on s'assurera que la terre ne contienne pas déjà de sels solubles de calcium, auquel cas l'usage du plâtre devient inutile. On examinera le degré d'alcalinité du sous-sol et celui des eaux souterraines, quand elles existent, pour se convaincre que l'action du plâtre ne sera pas de courte durée. On calculera enfin le prix de revient du plâtrage pour s'assurer qu'il ne serait pas prohibitif.

Employé à la dose de 200 kilogrammes jusqu'à 4 et 5 tonnes ou plus par feddan, [1] pour les terres moyennement alcalines ainsi que pour des apparitions fugitives ou temporaires, le plâtre a presque toujours donné de bons résultats. Dans beaucoup de cas, cependant, même à doses massives, il s'est montré inefficace, et la raison principale de cette inefficacité paraît résider dans le fait que la terre contenait déjà des sels solubles de calcium. Souvent aussi, l'action du plâtre a été plus ou moins éphémère, parce que le sous-sol et les eaux souterraines étaient chargés de carbonates et bicarbonates et constituaient une source inépuisable d'alcalinité.

Nous avons aussi recommandé pour le traitement des terres alcalines de faire usage de la matière pulvérulente qui s'accumule à la surface de certaines terres salées, appelée *safi*, en arabe.

Les *safi* contiennent parfois une dose appréciable de chlorure et de sulfate de calcium, dose que l'on doit toujours déterminer avant de recourir à leur emploi, comme on doit aussi s'assurer de la nature et de la quantité de sels nuisibles qu'ils sont susceptibles d'introduire avec eux dans le sol.

Les indigènes de Kom-Ombo ont employé jusqu'ici des milliers de tonnes de terre de cette nature pour corriger les taches alcalines qu'on trouve dans leur Wadi.

Les *Koufri* et les *Marog* ont été aussi utilisés aux mêmes fins (15), car ils renferment généralement à côté des nitrates et des autres sels, du chlorure et du sulfate de calcium.

[1] 4200 mètres carrés.

Au lieu de *plâtre*, de *safi*, de *Koufri* ou de *marog*, on pourrait employer l'une des substances acides qui ont été récemment essayées ailleurs, notamment en Amérique : le soufre, l'acide sulfurique, le sulfate ferreux, l'alun ou autre sel soluble d'aluminium, l'acide chlorhydrique, l'acide nitrique, etc. On a également expérimenté l'acide carboniqne.

Cependant, jusqu'à essais concluants, nous continuerons à préconiser le plâtre, parce que c'est un produit que l'on trouve dans le pays et à cause de son action bienfaisante sur le sol, de son coût peu élevé et de la facilité avec laquelle on peut s'en procurer. D'ailleurs, les expériences les plus récentes aboutissent à la même conclusion (24).

Au lieu d'exprimer l'alcalinité en carbonates et bicarbonates, on peut l'exprimer en terme de la concentration en ions hydrogène (pH). Bien que cette manière d'exprimer l'acidité ou l'alcalinité offre un grand intérêt et se soit déjà répandue dans les laboratoires agricoles, on continue à lui préférer la méthode volumétrique que nous employons, parce que les facteurs qui influencent le pH dans les terres égyptiennes ne sont encore qu'imparfaitement connus.

OUVRAGES CITÉS.

(1) V. M. MOSSÉRI. 1919. Note sur les dépôts nilotiques des gazayer et des saouahel d'Égypte. *Bull. de l'Inst. d'Égypte*, t. I. 1918-1919.

(2) W. F. HUME. 1907. Dans A. Lucas. The Chemistry of the River Nile Egypt. *Survey Department, Cairo, Paper*, No. 7, 1908, pp. 55-57.

(3) F. HUGHES. Notes on Egyptian and Sudan Soils, *Yearbook of the Khed. Agric. Soc.*, Cairo, 1906. pp. 131-140.

(4) SIBIRTZEV. 1908. Dans N. M. Tulaikoff. The Genetic Classification of Soils. *Journal of Agricult. Science*, Vol. III, 1908, p. 81.

(5) F. HARDY. 1921. A Preliminary Investigation into the Occurrence of Different Kinds of Carbonates in Certain Soils. *Journ. of Agricult. Science* Vol. XI, 1921, pp. 1-18.

(6) V. M MOSSÉRI. 1922. Du sol égyptien sous le régime de l'arrosage par inondation. *Bull. Inst. d'Égypte*, t V, 1922-23, pp. 86-113.

(7) Sir W. WILLCOCKS. 1904. The Nile in 1904. *Cairo. National Printing Dep.* 1904, p. 101.

(8) J. W. JUDD. 1886. Report on the Deposits of the Nile Delta. Proceeding Royal Society of London, No. 240 (1886). and Vol. 61.

(9) J. BALL. 1907. A Description of the First or Aswan Cataract of the Nile. *Egypt. Survey Department, Cairo*, 1907.

(10) A. LUCAS. 1907. The Chemistry of the River Nile. *Egypt, Survey Department, Cairo, Paper No. 7*, 1908.

(11) V. M. MOSSÉRI 1909. Le drainage en Égypte. *Bull. Inst. Égyptien*, 1909.

(12) V. M. MOSSÉRI. 1914. Les sels nuisibles et le cotonnier. *Transactions of the Third International Congress of Tropical Agriculture*, London 1914, pp. 435-468.

(13) V. M. MOSSÉRI et CH. O. AUDEBEAU Bey. Le rôle des crevasses du sol dans le dessalement et l'assainissement permanents des terres d'Égypte. *Bull. Inst. d'Égypte*, t. V, 1922-1923, pp. 21-61.

(14) V. M. MOSSÉRI. 1919. Dans J. A. Prescott. A Note on the *Sheraqi Soils of Egypt. Journ. of Agric. Science*, Vol. X 1920, p. 177.

(15) V. M. MOSSÉRI. 1923. Note sur l'influence du sébakh des koms ou koufri, du marog et de la tafla, sur les propriétés physiques du sol. *Bull. Inst. d'Égypte*, t. V, 1922-1923, pp. 85-113.

(16) V. M. MOSSÉRI. 1923. Note sur l'influence du koufri, du marog et de la tafla sur les propriétés biologiques du sol. *Bull. Inst. d'Égypte*, t. V, 1922-1923, pp. 219-235.

(17) V. M. MOSSÉRI. 1920. Note sur l'assainissement des terres de la Basse-Égypte. *Bull. Inst. d'Égypte*, t. II, 1919-1920, pp. 97-103.

(18) V. M. MOSSÉRI. 1909. Nouveau dispositif pour l'évacuation des eaux de lavage et d'assainissement. *Bull. Inst. Égyptien*, 1909.

(19) V. M. MOSSÉRI. 1911. Nouvelles observations sur le système de lavage superficiel et drainage combinés. *Bull. Inst. Égyptien*, t. V, 1911, pp. 102-136.

(20) V. M. MOSSÉRI. 1913. Nouveau système de drainage et de dessalement des terres. Montpellier, Coulet & Fils, 1913.

(21) V. M. MOSSÉRI. 1910 Les terrains alcalins en Égypte et leur traitement. *Bull. Inst. Égyptien*, 1911. pp. 53-79.

(22) V. M. MOSSÉRI. 1921. Dans O. Arrhenius. *The Hydrogen Ion Concentration of Egyptian Soils and the Reclamation of Alkaline Land. Cairo Scientific Journal*. Vol. X, 1921, p. 18.

(23) J. A. PRESCOTT. 1922. Base Exchange and Alkalinity in Egyptian Soils, *Cairo Scientific Journal*. Vol. X, 1922, pp. 60-64.

(24) W. P. KELLEY and E. E. THOMAS. 1923. The Removal of Sodium Carbonate from Soils, *Univ. of California Publications, Technical Paper* No. 1, 1923, 21 p.

(25) J. A. PRESCOTT. 1920. Some Aspects of Bacteriological Activity in Egyptian Soils, *Bull. 2, Sultanic Agricultural Society*, 1920, 47 p.

(26) R. ROCHE. 1908. Étude sur la nitrification du sol d'Égypte. *Bull. Inst. Égyptien*, 1907, pp. 107-113.

(27) F. J. MARTIN and R. E. MASSEY. 1923. Nitrification in Sudan Soils. *Wellcome Tropical Research Laboratories, Khartoum. Chemical Section Public. No.* 29, 1923, 29 p.

(28) E. MCKENZIE TAYLOR and A. C. BURNS. 1922. The Basis of Egyptian Agriculture and its Relation to the Decline in the Average Yield per Feddan of Cotton. Ministry of Agriculture, Egypt. *Technical Bull.* No. 25, 1922.

(29) E. MCKENZIE TAYLOR and A. C. BURNS. 1924. Soil Temperatures during the Sharaqi Period and their Agricultural Significance. Ministry of Agriculture, Egypt. *Technical Bull.* No. 31, 1924.

(30) E. MCKENZIE TAYLOR and A. C. BURNS. 1924. Note on Soil Temperature during July, August and September. Ministry of Agriculture, Egypt. *Technical Bull.* No. 34 (in Cotton Research Board Third Annual Report, 1922), 1924, pp. 66-76.

(31) MINISTRY OF AGRICULTURE, EGYPT. 1924. Cotton Research Board, Third Annual Report 1922. Cairo, 1924.

M. V. M. MOSSÉRI, *Le Caire (Egypte)*. — **Notes agrologiques sur le sol égyptien.**

RÉSUMÉ.

L'A. étudie le sol égyptien à différents points de vue : *a*) origine du sol ; *b*) composition minéralogique ; *c*) composition chimique ; *d*) propriétés biologiques ; *e*) constitution et propriétés physiques ; *f*) contenu en sels et colloïdes. D'après l'examen minéralogique, les terres arables d'Égypte peuvent être classées en 3 groupes : 1) terres purement alluvionnaires ; 2) terres non alluvionnaires ; 3) terres mixtes.

Parmi les recherches chimiques, il ressort une particularité qui mérite une attention spéciale. Certains affluents du Nil Blanc devraient exercer une action défavorable sur le sol par l'alcalinité de leurs eaux, mais, fort heureusement, pendant la majeure partie de l'année, les eaux du Nil en Égypte contiennent, grâce au Nil Bleu et à l'Atbara, plus de calcium et de magnesium dissous que de sodium et de potassium.

L'A. passe en revue les connaissances actuelles sur les processus biologiques qui se déroulent dans le sol égyptien, et remarque qu'il y a la nécessité à cet égard d'une étude complète et systématique des alluvions nilotiques.

Les terres égyptiennes possèdent des propriétés physiques très variables d'un endroit à l'autre et cela tiendrait surtout à des différences correspondantes dans les quantités de sels solubles et de substances colloïdales. En ce qui concerne les sols et les colloïdes, l'A. signale et explique leur intervention et leur influence dans presque toutes les propriétés du sol et particulièrement dans le *crevassement*, et par une étude assez minutieuse de la question de ces constituants du terrain il est amené à des conclusions importantes au point de vue théorique et pratique de l'agrologie égyptienne (*dessalement des terres salées* du Nord du Delta, *amendements salins*, etc.).

M. V. M. Mosséri, *Cairo (Egypt)*. — **Agrological Notes on the Egyptian Soil.**

Abstract.

The author treats his subject from different points of view : (*a*) The origin of Egyptian soils ; (*b*) the mineral composition ; (*c*) the chemical composition of the soil ; (*d*) biological properties ; (*e*) texture and physical properties ; (*f*) salts and colloids content.

From the mineral examination, the arable soils of Egypt may be classed into three groups : (1) purely alluvial soils ; (2) non-alluvial soils ; (3) mixed soils.

The chemical investigations in particular are worth studying. Certain tributaries of the White Nile would have an unfavourable effect on the soil, owing to the alkalinity of their waters, but very fortunately, during the greater part of the year, the water of the Nile in Egypt contains, owing to the Blue Nile and the Atbara, more calcium and magnesium in solution, than sodium or potassium.

The author discusses the biological processes taking place in Egyptian soils, and remarks that he has investigated them with regard to a systematic study of Nilotic alluvial soils.

Egyptian soils possess very variable physical properties, related, above all, to the corresponding differences in the amounts present of soluble salts and colloidal substances. In respect to the salts and colloids the author draws attention to and explains their influence on almost all of the properties of the soil, particularly that of cracking, and by a close study of the soil constituents has been led to form important conclusions, from the point of theory and practice, respecting the nature of Egyptian soils (Reduction of the salinity of the soils of the Northern Delta, amendements, etc.).

W. F. Hume.
Cairo, Egypt.

CHARACTER OF THE SOIL OF EGYPT.*

Abstract.

The essay gives a detailed description of the earths and soils of the Nile Delta, the latter is illustrated both with regard to their mechanical and chemical composition and put into association with their geological formation. The composition of the saliferous earths is explained by a quantity of analyses. Measures taken or proposed for improvement are considered at which the superior quality of the cultivated ground is explained by the variations in the earth reaction, which variations are stated by determinations of the hydrogen Ions concentration. The theory of the classification question is not considered in the essay.

W. F. Hume, *Le Caire (Egypte)*. — **Caractère du sol en Egypte.**

Résumé.

Le mémoire nous donne une description détaillée sur les types des sols et sous-sols du delta du Nil, ces derniers vus par rapport aux propriétés aussi tant mécaniques que chimiques et rangés relativement à leur formation géologique. La composition des sols salins devient compréhensible à la suite d'une quantité d'analyses. Il a été discuté sur les améliorations faites et proposées, en même temps sur la qualité de la terre labourable qui s'explique par les variations de la réaction du sol par rapport aux ion-concentrations de l'hydrogène. Les principes sur lesquels la question de la classification doit être basée, n'ont pas été traités dans ce mémoire.

Dr. A. F. Joseph, D. Sc., F. I. C.,
Government Chemist, Wellcome Tropical Research Laboratories Khartoum, Sudan.

EXAMINATION OF THE SOILS OF THE SUDAN

1. *Geographical Note.* — The Anglo-Egyptian Sudan has an estimated area of a million square miles lying roughly between latitude 22 and 4 north and 22 and 37 east.

It is bounded on the north by Egypt, on the east by the Red Sea, Eritrea and Abyssinia, on the south by Uganda and the Congo Free State and on the west by French Equatorial Africa. The White Nile, which rises in the Uganda lakes, is reinforced by numerous tributaries as it flows north to Khartoum where it meets the Blue Nile, which rising in lake Tana, flows westward from the Abyssinian Hills. From Khartoum, the main Nile flows north through Egypt to the Mediterranean Sea.

The Sudan is divided into fifteen provinces from 13 of which soil samples have been examined during recent years. The range of climate over this area is very great, the rainfall varying from practically nothing in the north to 1200 mm. in the south.

2. *Soil Types.* — Up to the present no attempt has been made at a systematic agricultural or soil survey of this large country, but sufficient information has now been obtained to enable a description to be given of the more important soil types which are shown in the table below.

(a) *River Alluvium.* — These soils occur as a strip parallel with the river and usually extend only a short distance — perhaps a mile — from the river bank. Considerable areas exist in the so, called " basins " which are depressions annually flooded by the river.

The soils consist of brown clays and silts : stones and gravel are always absent and the proportion of coarse sand is low.

These soils are cultivated in almost all provinces through which the Nile or one of the larger tributaries pass. Basin cultivation is carried on in the provinces of Berber and Dongola.

(b) *River Flood Alluvium.* — In certain parts of the eastern Sudan, the rivers from the Abyssinian hills discharge annually a rapid and turbid flood on to the land. The deposit thus laid down, which of course varies greatly with the force of the current, is similar to that of river alluvium.

TABLE

Name *	Source	Colour	Calcium Carbonate	Composition	Remarks.
1. River Alluvium	River deposit banks & basins	Brown		No stones and gravel highly siliceous coarse sand. Much clay and silt	Soluble salts low
2. Flood Alluvium.	Thick annual deposit from Abyssinian hills flood water	Brown		do	do
3. « Badobe » or Cotton Soil	Loess: Aeolian deposit from northern desert.	Brown	As black calcareous nodules & coarse sand	High in clay and low in silt	Soluble salts high
4. Khor Soil	Alluvial deposit from khor water	Almost black	Small amounts in coarse sand and silt	Very high in clay: very little coarse material	Soluble salts low
5. Goz Soil	Aeolian deposit from northern desert	Reddish brown to brick red	None	No stones & gravel: much coarse & fine sand	Soluble salts extremely low
6. Blue Clay Soil	Loess: similar to (3)	Slate blue or grey	Very low in clay and silt	High proportion of clay	Low in Salts

* The names given here are those we have been in the habit of using locally. They are not necessarily those which will be finally adopted as type-names.

The important areas of Tokar (Red Sea Province) and Kassala (Kassala Province) are cultivated by means of the Baraka and Gash floods respectively.

(c) *"Badobe", Loess or Cotton Soil*, are names given to a heavy brown clay soil of aeolian origin. It is characterised by a high proportion of clay and a low one of silt. In the most important areas examined, the stones and gravel consist largely of black nodules composed almost entirely of calcium carbonate. This soil is often of considerable depth and it appears to have little tendency to drain even when resting on sand. It usually contains a high proportion of salts soluble in water. The proportion of clay in higher in the southern than the northern districts.

The most important area of badobe is the "Gezira" lying between the Blue and the White Niles in the Blue Nile Province. Grain and other crops are grown under rain cultivation, but cotton depends almost entirely upon irrigation from the Blue Nile.

(d) *Khor Soils.* — This term is used to denote an alluvial deposit left by khors either as the dried up bed or as a deposit on the sides. In many properties it resembles a heavy alluvium, but those examined are much darker in colour than either the Nile alluvium or the loess.

These soils are wide spread: those examined in the laboratory have been mainly from Kordofan.

(e) *Goz Soils.* — These are red sandy soils consisting mainly of "sand". Stones and gravel are absent and the clay varies from 5 to 30 percent: they vary in colour from reddish brown to brick red. They are cultivated under rain only.

The whole of the gum districts of Kordofan consist of this type of soil.

(f) *Blue Clay Soils.* — The soil in the vicinity of the upper reaches of the White Nile and its tributaries often consist of a heavy clay soil of a slate blue colour. It always contains a high proportion of clay, sometimes as much as 75 %. Stones and gravel are absent and the soluble salts usually low.

None of the above types are common in temperate climates but appear to be associated with a country consisting of large uniform plains with only the gentlest slopes.

The soils of the south and west of the Sudan show a much greater variety in accordance with the more varied topographical features: large stones, calcareous nodules, and gravels are more common and types more like those found in Europe are frequently met with. As these areas are at present less important from the point of view of immediate agricultural development, very little work has been carried out on them up to the present.

3. *Collection of Samples.* — Samples are usually collected by officials of the Agricultural Department or other duly qualified persons who are furnished with the necessary instructions. For all ordinary purposes, the samples are taken to a depth of four or six feet; for studies on irrigated land the sampling is sometimes continued to 12 feet or even deeper. Except when moisture and accurate nitrate determinations are required, the samples are collected in small cotton sacks holding 1-2 lbs. Glass jars with screwed metal tops are used in special cases,

[1] A *khor* is the temporary channel of a stream which runs only during the rains.

and where samples for nitrate determination are sent from a distance, a cubic centimetre of chloroform is added to ensure sterilisation.

4. *Methods of Examination. Mechanical Analysis.* — The method of mechanical analysis employed is that devised by Beam and described in the *Cairo Scientific Journal* (No. 56, Vol. V, May 1911). Further investigations on the method are contained in a paper by Joseph and Martin (*Journal of Agricultural Science*, July 1921, page 294) which also contains an abstract of Beams original instructions, the former publication being rather scarce. Deflocculation of the clay is effected by means of sodium carbonate solution and the size of particles are defined as follows:

Stones and Gravel	above 2	mm.
Coarse Sand	2—0.2	»
Fine Sand	0.2—0.02	»
Silt	0.02—0.002	»
Clay	below 0.002	»

These sizes are of course based on the assumption that the rate of sedimentation follows Stokc's law.

The soils of the Sudan are all alkaline in reaction and all low in organic matter: they are also with the exception of the badobe and some of the basin soils low in soluble salts. The Goz soil alone can be described as sandy, all the other types containing a high proportion of fine particles to which their most important properties are due: for this reason the examination of the clay fractions of different soils has received special attention in the laboratory.

5. *Phosphorus and Potash.* — The difference of opinion amongst various authorities as to the interpretation of the results of determinations of " available " phosphorus and potash has caused us to omit these analyses for the present, but the phosphorus extracted by boiling 20 % hydrochloric acid and the total potash have shown that the reserve supplies of these constituents are, in all the soils, quite adequate for good crops. and it may be mentioned in passing that the results so far obtained by the application of them in artificial fertilisers does not indicate any serious deficiency.

6. *Ultimate Chemical Composition of the Mineral Part of the Soil. Separation into Fractions.* — This has been determined for a number of soils by dividing them into the five conventional fractions: stones and gravel, coarse sand, fine sand, silt and clay. From those results, the chemical composition of any soil sample can be calculated provided that the mechanical analysis has been done. The preparation of the fractions for this purpose are made by means of ordinary mechanical analysis as far as the first four are concerned: for the clay, the bulky 8 hours suspensions in sodium carbonate solution are flocculated with a small quantity of hydrochloric acid and the flocculated clay thus obtained purified from electrolytes by dialysing until the specific resistance rises to 20 or 30 thousand ohms. In some cases an even higher degree of purity can be obtained by filtering the clay suspension on a collodion filter, removing it and shaking with water and again filtering, the process being repeated as often as required. In this way the specific resistance of some of the 1 % suspensions has been brought to over 100,000 ohms.

7. *Methods of Analysis.* — The method of analysis is based on that recommended by the Geological Survey of the United States, and the following is a brief description of it as carried out in these laboratories.

One gram of the finely powdered, air-dried material is fused with about 5 grams of sodium carbonate, the melt being then dissolved in dilute hydrochloric acid. The silica is separated by two evaporations with hydrochloric acid, and afterwards volatilised with hydrofluoric and sulphuric acids. Alumina, iron and titanium, are precipitated by the basic acetate process, redissolved in nitric acid, and reprecipitated by ammonia. The precipitate is ignited in the crucible containing the residual impurity from the silica, fused with potassium hydrogen sulphate and dissolved in dilute sulphuric acid: the iron and titanium are determined in aliquot portions, the iron volumetrically after reduction with sulphur dioxide and the titanium colorimetrically with hydrogen peroxide. The solution is also tested for traces of manganese carried down with the iron and estimated colorimetrically if present. The amount of alumina was found by difference.

On concentrating the united filtrates from the alumina precipitations, a further quantity of alumina is usually obtained. This is removed, dissolved in nitric acid, reprecipitated by ammonia and ignited, the filtrate from the second precipitation being returned to the main liquid, from which manganese is next precipitated by the bromine process.

The filtrate free from alumina, etc. is treated with ammonia and ammonium oxalate, the calcium oxalate being dissolved in nitric acid, reprecipitated, and finally weighed as calcium oxide. Magnesium is determined as pyrophosphate, double precipitation being again adopted. All calcium and magnesium precipitations are allowed to stand overnight before filtration.

A fresh portion of the sample (about half a gram) is taken for the determination of alkalies, which was carried out by sintering with calcium carbonate and a little ammonium chloride, according to the Lawrence Smith method. The mixed chlorides finally obtained are corrected for a small amount of insoluble matter invariably present and the potassium determined as chloroplatinate, which is dried in a Cooch crucible to constant weight at 130° C., the sodium being then obtained by difference. A small correction is applied on account of impurities in the reagents this being redetermined when a new batch of material is used.

8. *Determination of Soil Alkali.* — The estimation of the amount of water soluble material in the soil is one of considerable difficulty. Not only is the effect of water on a soil containing saline substances an exceedingly slow one, but the composition of the liquid at final equilibrium (a point very difficult to reach) is greatly influenced both by the temperature and the proportions of soil and water used. A very elaborate and slow procedure is impracticable, as in order to obtain results from field samples which are of any value, large numbers of determinations are essential. After careful consideration of the methods proposed, we have adopted the following arbitrary one:

One part of air dried soil is shaken for a moment with 5 parts of water in a wide mouthed bottle and the mixture allowed to stand over night (*i. e.* 18-24 hours) at the room temperature. The conductance of the solution is then determined in the ordinary way and the soluble salt content calculated on the

assumption that the specific resistance of a 1 % solution of " soil salts " is 50 ohms at 30° C. The percentage of salt in the soil is then 5 times this amount *i. e.* 250 divided by the specific resistance.

It is obvious that this is a very rough method for many reasons : the different mobilities of the ions which may be present, the neglect of differences of temperature at which the conductances are measured and the particular time of extraction and proportion of soil to water adopted are all open to serious objections, but not perhaps more so than others ; and bearing in mind the necessity of adopting a procedure which permits of a large number of determinations being made, and by the concordance of the results obtained, we think it is justified.

The apparatus in use consists of a Crompton bridge with a range of 0.01 ohm. to 1 megohm, a telegraph detector coil excited by 2 Lechlanché cells and a double telephone receiver. The electrodes are so arranged that they can be immersed in the soil water mixture without fear of touching the bottle containing the suspension, and in this way very rapid determinations can be made. Where accurate measurements are required, a thermostat adjusted to 0.1° C., is used, a different cell being connected to the bridge by means of a change over key, so that measurements can be made either way without disturbance of the apparatus.

9. *Determination of Soil Alkalinity.* — The method and apparatus has been fully dealt with in a recent publication.[1] It need only be repeated here that a Leeds and Northrup potentiometer outfit is used with a Clarks cell and electrode vessel ; the soil water mixture is made with 5 parts of water to one of soil, allowed to stand about an hour and then centrifuged to remove coarser particles.

10. *Water Holding Capacity.* — Soils from some districts have been further examined by means of the moisture equivalent apparatus of Briggs and Maclane and an account of the work (mostly of a preliminary mixture) so far carried out has also been recently published.

11. *Detailed Information on Various Soils.* For notes on soils obtained from different parts of the Sudan, see the Annual Reports of the Sudan Government Chemist (Khartoum) for the years 1921 et seq. A general account of the alkali problem will be found in a recent paper in the *Journal of Agricultural Science* 1925. XV, pp. 407-419.

Dr. A. F. JOSEPH, *Khartoum (Sudan).* — **Examen des sols du Soudan.**

RÉSUMÉ.

Personne n'a tenté jusqu'à présent de faire un arpentage agricole et pédologique systématique du Soudan comprenant une superficie de presqu'un million de milles carrées. Cependant des renseignements suffisants ont été obtenus qui permettent d'y reconnaître 6 types de terres, savoir 3 d'origine alluviale et 3 d'origine éolienne (loess). Un de plus importants de ces types est la terre du coton, qu'on appelle *badobe*, contenant une haute proportion de sels solubles. Cinq des types en question sont des terres fortes, le sixième étant un peu sablonneux. Tous les 6 types sont alcalins.

[1] *Journal of Agricultural Science* 1923, XIII pp. 321-332. *Ibid.* pp. 49-59.

Les méthodes d'examen comprennent, *a*) l'analyse mécanique *b*) la composition chimique complète des fractions ordinaires (argile, limon, sable fin et grossier, pierres et gravier), *c*) la détermination des sels solubles dans l'eau, *d*) l'alcalinité, *e*) l'équivalent de l'humidité.

Les résultats détaillés obtenus se trouvent dans les différents ouvrages publiés.

Dr. A. F. JOSEPH *Khartoum (Sudan).* — **Examination of the Soils of the Sudan.**

ABSTRACT.

Up to the present no attempt has been made at a systematic agricultural or soil survey of the Sudan, which covers an area of about million square miles, but sufficient information has been obtained to enable six soil types to be recognized, three of alluvial and three of eaolian (Loess) origin. One of the most important is the so-called *badobe* or cotton soil which contains a rather high proportion of soluble salts. Five of the six types are heavy clay soils, the sixth being a light sand : all are alkaline.

The methods of examination include (*a*) the mechanical analysis, (*b*) complete chemical composition of the usual fractions (clay, silt, fine and coarse sand, and stones and gravel), (*c*) determination of the water soluble salts, (*d*) alkalinity (pH) and (*e*) moisture equivalent. The detailed results obtained are given in various publications.

Dr. W. BRENNER,
Helsingfors, Finlande.

UEBER DIE REAKTION FINNLÄNDISCHER BÖDEN *

RÉSUMÉ.

Ce mémoire sert de complément au suivant. On y décrit des ion-concentrations de l'hydrogène lesquelles se sont formées dans les espèces de sols finlandais et l'auteur fait remarquer les types généraux qui peuvent sous ces rapports être présentés.

Dr. W. BRENNER, *Helsingfors (Finland).* — **On the Reaction of the Finnish Soils.**

ABSTRACT.

The essay is a complement to the following essay. It describes the determinations of hydrogen ion concentrations, which have been made systematically in Finnish soil types and emphasizes the general types, which in this way may be established.

Dr. Benj Frosterus,
Helsingfors, Finlande.

DIE KLASSIFIKATION DER BÖDEN UND BODENARTEN FINNLANDS *

Résumé.

L'auteur décrit la Finlande comme étant, au point de vue géologique, une partie d'une terre cohérente « Fennoscandia », tandis que le caractère géomorphologique est cité en peu de mots. Tout en discutant la question de la classification des sols et des sous-sols, l'auteur démontre la nécessité de marquer par un terme international les parties de la surface de la terre, où a lieu la formation du sol. Comme tel il propose le terme « solumhorizont » (du latin *solum*). Pour les décrire il faut que les sols et les sous-sols soient considérés les uns par rapport aux autres. Pour la classification on s'est servi en Finlande de deux tableaux, l'un désignant la formation géologique du sol, l'autre son caractère pétrographico-physique. En classant les sols on ferait bien, selon l'idée de l'auteur, d'avoir le processus de la formation (chimique ou physique) des sols comme principe fondamental pour la classification. Les divisions essentielles qui en résulteront, auront leurs sous-divisions qui seront fixées selon que la nature de la formation sera climatique on aclimatique. Dans les sous-divisions les sols seront rangés en types et en variétés selon le caractère chimique du profil du sol et l'intensité de la formation du sol. La quantité de la substance et le caractère qualitatif des transformations minérales serviront finalement de base à la classification.

Dr. B. Frosterus, *Helsingfors (Finland)*. — **The Classification of the Soils and Kinds of Soils of Finland.**

Abstract.

The author describes Finland as a part of a territory " Fennoscandia ", geologically coherent, whereas the country's geomorphological character is briefly emphasized. In connection with a discussion on earths and soils in general the necessity of designating with an international term the part of the crust, where the formation of soils takes place, is pointed out. As such " solumohorizont " (from the latin, solum), is proposed. In order to describe them it is necessary that the subsoils and soils be classified separately and that subsoil and soil throw light upon each other. For the classification of the former two schemes have been used in Finland, one stating the geological formation of the subsoil and the other its petrographo-physical structure. At the classification, according to the author, the formation process (chemical or physical) should be taken as the main basis for division. In the main divisions obtained in this manner subdivisions should be established, which would depend on whether the forming factor is of a climatical kind or not. In the subdivisions the soils are arranged in types and varieties according to the chemical character of the soil profile and the intensity of the formation of the soil. As division factors furthermore, the quantity of the humus substance and the qualitative character of the mineral reconstructions are used.

Dr. Pierre Larue,
Gurgy, France.

SUR LA CLASSIFICATION DES TERRES EN FRANCE *

Résumé.

La division du matériel des sols est basée principalement sur la distinction des 4 éléments : « sable, calcaire, argile, humus », qui déjà permettent une classification assez détaillée et les transitions qu'elle permet : siliceux, silico-calcaire, calcaro-argileux, argilo-calcaire, argileux, humifère ». Une disposition lexico-graphique des termes « agrogéologiques » est annexée au mémoire.

Dr. Pierre Larue, *Gurgy (France)*. — **The classification of the soils in France.**

Abstract.

The classification of the earth material is based principally on the distinction of 4 elements, sand, limestone, clay, humus. A lexigrafic list of " agrogeological " terms is enclosed.

G. W. Robinson,
M. A., University Colleg of Norths Wales, England.

SOIL TYPES OF NORTH WALES

The character of the soils of North Wales is so closely related to the factors which have operated in their origin that a description of the principal types must be introduced by some account of the physical features, geology, and climate of the region.

Physical Features. — North Wales, by which is understood the counties of Anglesey, Carnarvon, Denbigh, Flint, Merioneth and Montgomery, is bounded on the east by the English counties of Cheshire and Shropshire, on the north and west by the Irish Sea, and on the south by the mid Welsh counties of Cardigan and Radnor. The present paper only relates to the first four of the counties mentioned since that is the area served, for the purposes of agricultural education and research, by the Bangor University College. The other counties of North Wales are similar in their general characters.

Speaking, then, of North Wales in this restricted sense, we may say that it is essentially a mountainous and hilly area. The highest mountains are those of Eryri in Carnarvonshire which culmintate in Yr Wyddfa (Snowdon) 1085 metres in height. The western portion and the coastal fringe of Carnarvonshire comprise lowlands having a fairly diversified surface amongst wich the only flat stretches are certain areas of fluviatile or estuarine alluvium. The island county of Anglesey, though essentially a lowland area, has a similarly diversified surface. The surface in the eastern part of N. Wales, though scarcely mountainous, except along the southern border of Denbighshire, is nevertheless in bold relief. Flat stretches are however found in the Vale of Clwyd Vale of Conway, Deeside, and the English borderland. The accompanying maps will give a general idea of the region and of the conditions thus briefly outlined.

The upper limit of cultivation varies from about 200 metres in the west to about 400 metres in the inland and eastern districts. Above these limits is found mountain and heath land, principally used for the summer sustenance of sheep, for which North Wales is particularly noted. Woodlands and forests form a comparatively small portion of the area, although in former ages North Wales was mainly under forest, except in the undrained valleys and the summits ofthe highest mountains.

Geology. — North Wales is principally formed of Palaeozoic rocks. In the island of Anglesey and parts of west Carnarvonshire considerable stretches of Pre-Cambrian metamorphic rocks occur. The remainder of the area consists principally of Cambrian, Ordovician, and Silurian rocks, together with relatively smaller areas of Carboniferous Limestone, Coal Measures, Millstone Grit, and Trias. The mountain area of Eryri is carved out of Ordovician sedimentary and igneous rocks. Considering the area as a whole the commonest rocks are shales, flagstones, and grits of the older Paleaeozoic systems, Precambrian schists and gneisses, and the Carboniferous Limestone. These, in fact constitute the materials from which most of the soils of North Wales have been formed.

The glacial history of the region is of considerable importance, firstly because the principal physical features of the area have been impressed by glacial action and also because large areas, particularly in the lowlands are covered with deposits of glacial débris. This débris is, in fact, the immediate parent material of a large proportion of North Welsh cultivated soils. Two systems of glaciation with their related deposits can be distinguished. The local system of glaciers, radiating from Eryri and the mountains of Arenig in the neighbouring county of Merioneth, has left its marks on the mountain valleys and cast extensive deposits of morainic material over the adjacent lowlands. The material of these deposits is, of course, closely related to the rocks of the mountain area.

Another system of glaciation also affected North Wales, namely the northern glacier which filled the shallow bed of the Irish Sea, passing in a south westerly direction over Anglesey and western Carnarvonshire, and in a southerly direction up the Vale of Clwyd and along the English border. The deposits of this system of glaciation contain much material brought from outside the area, including far travelled erratics from Scotland, and, what is more important for soil formation, Triassic material from the bed of the Irish Sea. In some places as in Anglesey

FIG. 25. — Orographical Map of North Wales.

the glacial deposits of this system consist of ground moraine closely related to the local rocks.

Climate. — The climate of North Wales is typically maritime. The mean January temperature is about 5°C with rather lower figures in the interior and the eastern portion of the area. The mean July temperature is about 15° C. The mean annual range is thus comparatively small. In the west, frost is infrequent and in some winters, practically absent. Snow is uncommon except in the uplands. The mean annual rainfall is closely related to the altitude and varies from 650 mm. in the Vale of Clwyd and the eastern border to as much as 5000 mm. in one locality in Eryri. It would be meaningless to speak of an average rainfall for the area, but it may be taken that a large proportion of the cultivated land is under an average annual rainfall of 800 to 1200 mm. The rainfall is well distributed throughout the year and no well defined dry season exists. Atmospheric humidity is, as might be expected, very high. The prevailing winds are from the south-west. Our climate may thus be described as maritime and extreme-humid.

Agriculture. — The agriculture of the area mainly consists of livestock farming on grass. A considerable proportion of the agricultural land is under permanent grass. The land under cultivation is worked on a rotation which is usually, oats, roots (swedes, mangels, potatoes), oats, followed by four to seven years under grass. In such a climate there is no difficulty in seeding down to grass for long periods.

Soil Studies in North Wales. — When I began the study of the soils of North Wales some twelve years ago, I attempted to classify them according to the geological formations from which they had originated, as had been done by HALL and RUSSELL in their survey of Kent, Surrey, and Sussex. In that region the relationship between soil and geology is so close that it is possible to classify soils on a geological basis. Thus one gets Chalk soils, Gault soils, Wealden Clay sils and so forth. In my work in Shropshire in 1910-12, I found a general correlation between geology and soil, though it was complicated by the presence in that area of extensive drift deposits which have not as yet been sufficiently studied by geologists. It became evident after a short acquaintance with North Wales that a strictly geological classification would not be suitable and I attempted to classify my soils according to their actual properties, basing my classification principally on mechanical analysis. I found it convenient in the first place to divide the soils of North Wales into two groups. In the first group I placed those soils specially characteristic of the region, which had originated from the decomposition of the older rocks up to and including the Silurian system. With these I associated soils derived from glacial deposits which consisted of the debris of these roks. The soils derived from later rocks and their associated glacial deposits I grouped separately. They are not so typical of North Wales, since they occur in the lowlands and are generally similar to English soils. I shall therefore only give them a passing notice in the present memoir.

Considering then the soils of the first group, they appear to fall into a number of types which will now be briefly described. It should be remarked that each of the types results from rocks which are by no means uniform stratigraphically or petrologically.

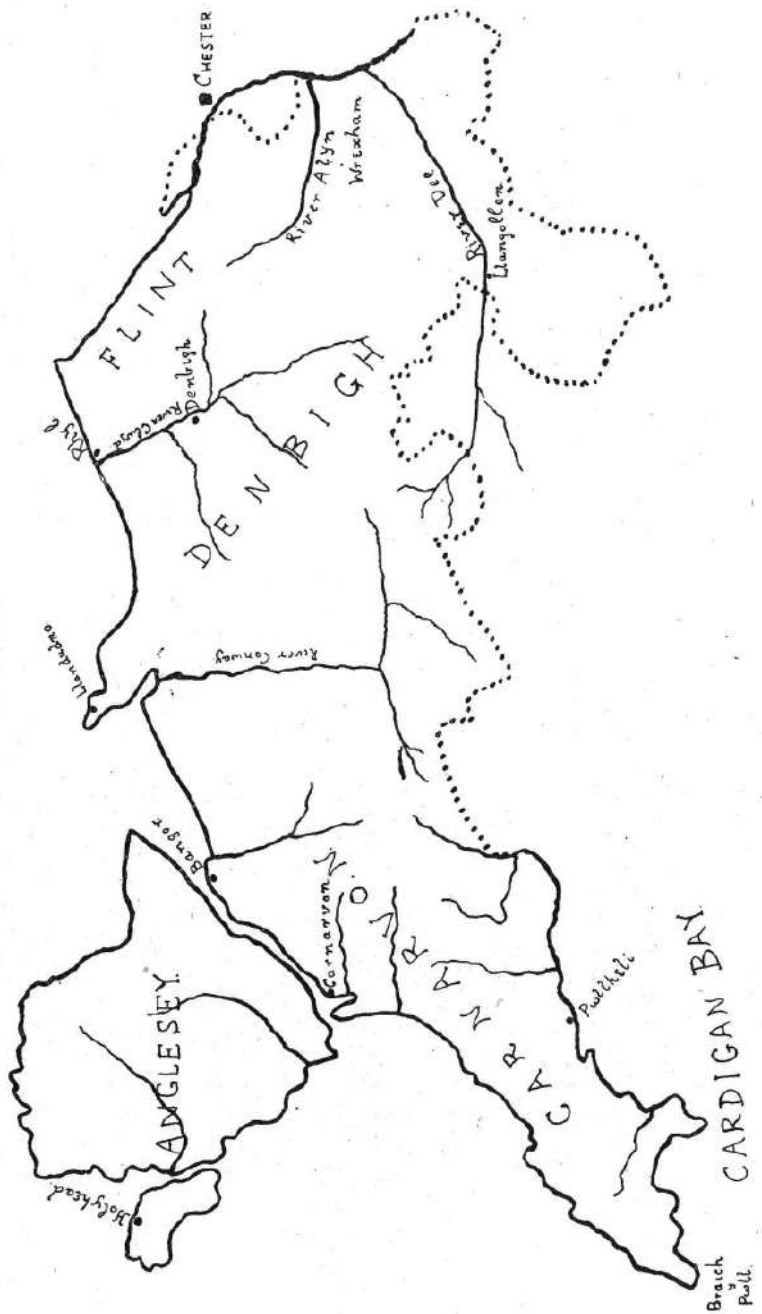


FIG. 26. — Topographical Map of North Wales.

Anglesey Medium Loam. — Soils of this type originate principally from metamorphic rocks of the Pre-Cambrian « Mona Complex ». Although these rocks exhibit considerable variety petrologically, the soils from them appear to form one well defined type. It is, as the name implies a medium loam. The colour is commonly brown or reddish brown, with grey colours where the drainage is poor. It is rather stony and generally of fair depth, the change of colour from soil to subsoil rarely occurring at less than about 25 to 30 cm. Average figures for the mechanical analyses are given in the Table at the end of these descriptions. With reference to the figures shown therein, it may be mentioned that mechanical analyses were carried out according to the English convention. As the Atterberg scale is more generally known to Continental workers I have transferred my results to that scale. It should, however be remarked that owing to the fact that we set the upper limit of « soil » at 3 mm., the coarsest fraction is slightly different to the coarsest fraction in the ATTERBERG scale. The difference is however, probably trivial.

Anglesy Medium Loams are generally fertile and might be much more productive if some shelter were obtainable by forest belts from the high winds which sweep the island. The high proportion of organic matter will be noted. Calcium carbonate is generally deficient or absent. In spite of this the fertility of the soil appears to be kept up without the addition of lime or chalk. It is probable that an exhaustion of the reserves of former applications of these dressings is not yet complete.

Palaeozoic Silt Loams. — This type occurs in central Anglesey, parts of Carnarvonshire and over the greater part of Denbighshire. It extends also into central Wales and Shropshire. It originates from sedimentary rocks of Cambrian, Ordovician, and Silurian age. I see no reason for subdividing the soils of this type as they occur in North Wales. In my work in Shropshire, Ordovician, Lower Silurian, and Upper Silurian soils can be distinguished. In North Wales they form a very uniform type.

They are greyish brown or brown soils of loam or heavy loam texture. Fairy high proportions of organic matter are present, particularly in the wetter districts. They are rather stony and of fair depth, except on hill sides and steep slopes where they are often shallow and close to the rock. The fertility of the Silt Loams depends largely on situation. At low altitudes in Anglesey, they carry first class grazing, whilst in the bleak uplands of south Denbighshire cultivation may be at a relatively low level of fertility. The analytical figures are also shown in the table. As in the case of the Anglesey Medium Loams, calcium carbonate is generally deficient or absent.

Carnarvonshire Stony Loams. — I have given this name to a belt of soils which occur as a fringe round the mountain area and which are generally formed from local glacial material. They are exceedingly stony and somewhat variable in composition. Some of them resemble the silt loams whilst others are rather light and gravelly. They form a series rather than a type and I have provisionally distinguished four sub-types : one cannot speak of any dominant or main type. The high content of organic matter and the absence of calcium carbonate must be remarked.

West Carnarvonshire Light Loams. — These form a series showing affinities with the preceding series. It consists essentially of glacial material of local origin with a certain admixture of marine sand. Its chief difference from the preceding class is in the lower proportion of stones and the presence of marine sand in the coarser fractions. It belongs to the soils of the northern glaciation.

Mountain Soils. — There are generally the uncultivated representatives of the Silt Loams and the Stony Loams. They contain very high proportions of organic matter and in many places pass into peat.

Peat Soils. — All the principal types of peat are represented in North Wales. They are generally uncultivated.

Alluvial Soils. — The largest stretches of river alluvium are found in the Vale of Conway and the Vale of Clwyd. They are rather heavy silty soils of considerable fertility. The Estuarine alluvia are found in three areas which have been reclaimed from the sea, namely Treath Mawr in Carnarvonshire, Malltraeth in Anglesey, and Sealand in Flintshire. They are generally sandy loams of moderate fertility, but highly productive under intensive cultivation.

Other Soil Types. — The Carboniferous Limestone and the Millstone Grit give rise to soils whose properties depend largely on situation. The upland facies is generally dry sheep pasture whilst the lowland soils are fertile sandy loams. The Boulder Clays of the northern glaciation are sometimes exceedingly heavy as in the case of the clay soils of the Vale of Clwyd and eastern Flintshire. Elsewhere they are medium to heavy loams. The glacial sands of west Carnarvonshire and eastern Denbighshire call for little comment except to mention that owing to the presence of potash minerals, they are not so poor in potash as might be expected from their texture and appearance.

Table Showing the Mechanical Composition of the Principal Soil Types.

Fraction	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
3 mm. — 0.2 mm.	26.5	18.6	17.5	26.9	35.9	26.2	22.7	45.5	27.8	12.6	26.4
0.2 mm. — 0.02 mm.	30.0	23.2	27.8	32.2	32.7	10.0	32.0	23.5	32.0	12.8	33.0
0.02 mm. — 0.002 mm.	19.0	30.0	24.5	17.5	12.5	20.5	17.9	11.0	16.5	20.0	16.5
< 0.002 mm.	9.5	13.5	10.8	7.5	5.5	10.0	7.8	4.5	13.5	20.0	8.5
Moisture	3.8	2.7	3.2	3.4	3.1	5.0	3.0	2.2	2.3	4.3	3.7
Loss on Ignition	8.7	12.3	13.0	13.7	13.9	15.7	9.3	7.3	7.9	10.4	9.1

The following are the details of the types referred to in the table.

I. Anglesy Medium Loam.
II. Palaeozoic Silt Loam.
III. to VI Sub-types of the Carnarvonshire Stony Loams.
VII. West Carnarvonshire Light Loams.
VIII. Glacial Sands, west Carnarvonshire.
IX. Boulder Clays, Eastern Main Type.
X. Boulder Clays, Maelor (East Flintshire) Type.
XI. Millstone Grit Soils.

General Discussion. — The most characteristic soils of North Wales, namely those derived from the older rocks are more particularly referred to in the ensuing discussion. It is to be noted in the first place that they are generally of medium texture. Though containing fair proportions of the finer fractions the dominant fraction is never the finest fraction. Clay soils are indeed found among the glacial deposits of the northern ice but they are by no means characteristic of the area. The absence of heavy soils among the typical soils of the area is the more remarkable as most of the parent rock material might be expected to give rise to heavy soils. The presence of rather high proportions of fine gravel and stones must be noted in some of the most characteristic soils. The coarser fractions in our soils consists as a rule of partially decomposed rock fragments. Only in soils containing glacial or aeolian material, among the soils of the first group, do the sand fractions consist of rounded quartz grains.

The soils of North Wales are predominantly immature, or according to the denomination of the Russian pedologists endodynamomorphic. The general similarity in the mechanical composition of soils derived from differing rocks and the high proportions of gravel and stones suggest that they are as yet in the stage of mechanical disintegration and that chemical weathering has not proceeded to any great extent. We may describe our typically North Welsh soils of the first group as consisting of mechanically disintegrated and slightly oxidised rock material together with organic matter which has been added from the residues of the natural vegetation. Eluviation and the hydrolytic processes producing clay have only proceeded to a small extent, although there may have been some re-hydration of colloidal material existing in shales. These conclusions are confirmed by profile studies which are at present in progress. As a general rule, there are no well marked pedological horizons. The soil is marked out from the subsoil by its darker colour owing to the presence of organic matter, but eluvial and illuvial horizons are as yet undifferentiated. Our ordinary profiles might in fact be described as consisting entirely of the C horizon with the A and B horizons undeveloped.

The immaturity is the consequence of two circumstances. In the first place the region has been glaciated with the result that the pedogenic processes are entirely post-glacial, and secondly, the surface of the country is generally in such strong relief that, in our very wet climate, surface erosion is more rapid than eluviation. A mature profile has thus no chance to develop except on fairly level surfaces.

Typical podzol profiles have, however, been encountered in certain localities where a comparatively level surface has given an opportunity for eluviation to take place. It may be conjectured that the general tendency throughout the area is in this direction and that where a mature profile can develop it will show the typical podzol succession. This is suggested by the slightly acid character of the soil solution, which generally contains small quantities of ferric and aluminium oxides but only traces of silicic acid. An examination of other profiles has shown that impoverishment of the surface layer in ferric and aluminium oxides has taken place although no marked illuvial horizon has been developed.

The high proportions of organic matter are a natural consequence of the humid climate and the type of agriculture.

The slightly acid character of the soil moisture has been mentioned. The rocks from which the most typical soils of the area have been formed are with few exceptions devoid of calcium carbonate. There are thus no natural supplies of calcium carbonate in the soil, whilst any calcium carbonate added by cultivators is rapidly removed by leaching. It thus happens that even on the Carboniferous Limestone, soils are often entirely depleted of calcium carbonate.

Recently considerable attention has been devoted in this laboratory to the content of our Welsh soils in exchangeable bases by the method of HISSINK. It appears that whilst, as might be expected, they are generally unsaturated, yet in most cultivated soils there are appreciable amounts of exchangeable calcium, probably present residually from the heavy dressings of lime which were given in the past. Many of the upland soils are, however almost devoid of exchangeable calcium. It should be added that the soil moisture, though generally on the acid side of neutrality is generally not markedly so. It is unusual to find soils with less than 5.5 whilst the usual limits are 6.5 to 6.8 for cultivated soils.

G. W. ROBINSON, *Bangor, Pays de Galles (Angleterre).* — **Les types de sols dans le Galles septentrional.**

RÉSUMÉ.

Le nord du pays de Galles est une région montagneuse. La superficie, même dans les basses terres est diversifiée et il n'y a qu'assez peu de terrain plat à l'exception de quelques alluvions. Il consiste principalement de roches précambriennes, cambriennes, ordoviciennes, et siluriennes, avec quelques moindres étendues de roche carbonifère et triassiques. La région a été soumise à l'action de deux systèmes de glaciation, savoir, le système local des montagnes du pays et celui du glacier du nord qui avançait à travers la mer irlandaise. Beaucoup du sol de notre région est dérivé du débris glacial.

Le climat est maritime. La température moyenne varie de 5°C en janvier a 15°C en juillet. La quantité moyenne de pluie varie d'environ 650 mm. dans les basses terres à 5000 mm. près du sommet de Snowdon (hauteur 1085 m). La quantité de pluie est assez bien distribuée pendant toute l'année et l'atmosphère est très humide.

On peut considérer les sols en deux groupes. Le premier groupe comprend les sols les plus caractéristique de la région, dérivés des roches siluriennes ou plus anciennes. Quoiqu'ils soient dérivés d'une variété de roches, ils sont, en general, d'une texture moyenne. On ne trouve guère de sols argileux entre les sols de ce groupe. On doit considérer les sols typiques de cette région comme endodynamomorphiques (GLINKA). L'érosion superficielle empêche, en général, le développement d'un profil pédologique. En quelques lieux, néanmoins, on a pu constater l'existence des profils podzoliques et on peut affirmer que la tendance des processus pédogeniques soit dans cette direction. La plupart des sols de ce groupe sont dans les premiers stades de formation. Ils contiennent des proportions élevées de matière organique, résultat du climat humide. Ils sont ordinairement insaturée de bases («adsorptiv ungesättigt») et exempts de calcaire. Il y a, cependant, dans la plupart des sols cultivés des proportions appréciables de chaux échangeable («austauschfähig kalk»).

Les sols du second groupe, qui se trouvent principalement dans les basses terres de l'est ressemblent aux sols d'Angleterre déjà décrits par d'autres investigateurs (Voir ma mémoire à la 5ème Commission, «Soil Survey Work in Great Britain »).

G. W. ROBINSON, *Bangor, Wales, England.* — **Soil Types of North Wales.**

ABSTRACT.

North Wales is a mountainous region. The surface, even in the lowlands is diversified and comparatively few areas of flat land occur, with the exception of certain alluvial stretches. It consists mainly of Precambrian, Cambrian, Ordovician, and Silurian rocks, with smaller areas of Carboniferous and Triassic rocks. The area has been affected by two systems of glaciation, namely the local system radiating from the north Welsh mountains and the northern glacier which cameacross the Irish Sea from the north. Much of the soil of our region is derived from glacial material.

The climate is maritime. The mean temperature varies from 5°C in January to 15°C in July. The mean annual rainfall varies from about 650 mm. in the lowlands to 5000 mm. near the summit of Snowdon (altitude 1085 metres). The rainfall is fairly well distributed throughout the year and the atmosphere is very humid.

The soils may be considered in two groups. The first group comprises the most characteristic soils of the area, derived from silurian or older rocks. Although derived from a variety of rock, these soils are generally of a medium texture. Clay soils are rarely found among the soils of this group. The typical soils of North Wales must be considered as immature or endodynamomorphic soils (GLINKA). Superficial erosion generally prevents the development of a pedological profile. In certain al localities, however, typica podzol profiles have been encountered and it is conjectured that the general tendency of the pedogenic processes in North Wales is in this direction. Most of the soils are in the early stages of formation. They contain high proportions of organic matter, a consequence of the humid climate. They are generally unsaturated with bases (adsorptiv ungesättigt) and devoid of calcium carbonate. Most cultivated soils, however, contain appreciable proportions of exchangeable calcium. (austauschfähigkalk).

The soils of the second group, which occur generally in the eastern loswlands resemble the soils of England which have been described by other workers (See my memoir to the 5th Commission, "Soil Survey Work in Great Britain ").

Director T. HALLISY,

Dublin, Irlande.

SOIL-RESEARCH AND THE QUESTION OF NOMENCLATURE AND CLASSIFICATION OF SOILS IN IRELAND.

ABSTRACT.

The essay describes the development of the soil-research in Ireland since 1837. The division in groups and types has had an agronomical purpose for which reason the genesis of the soil-formation has not been taken into consideration as a division factor. As a main basis the mechanical structure of the earth material and its most distinctive chemical composition has been used. The author emphasizes that such a division does not satisfy every condition, when the question concerns territories of great extent. The classification of the soils ought to depend on the fact whether it has to serve an economical or a scientific purpose. In a natural history system the geological points of view should be duly observed.

T. HALLISY, *Dublin (Irlande).* — **Les recherches pédologiques et la question de la nomenclature et de la classification des sols en Irlande.**

RÉSUMÉ.

L'auteur décrit le développement qui s'est fait dans les recherches du sol en Irlande depuis 1837. Le classement en groupes et en types a visé l'agronomie, et c'est pourquoi la genèse de la formation du sol n'a pas été prise en considération comme facteur de classification. La constitution mécanique de la substance du sol ainsi que la composition chimique la plus remarquable ont été mises au premier plan dans la classification. L'auteur démontre qu'un tel classement ne remplit pas toutes les exigences qu'on a lorsqu'il s'agit de terrains de plus grande étendue. La classification des sols doit dépendre du but qu'elle a à servir, qu'il soit économique ou scientifique. Lorsqu'on fait une classification historico-naturelle il faut avoir soin de faire attention aux points de vue géologiques.

DR. R. BALLENEGER,

Budapest, Hongrie.

SUR LA COMPOSITION CHIMIQUE DES SOLS DE LA HONGRIE.

La Hongrie, pays de transition entre l'Ouest, à climat océanien et l'Est, à climat continental, possède une grande variété de sols. Nous y trouvons des lambeaux de la fameuse terre noire de la Russie et aussi des terres nettement podsolées. Ces deux types principaux sont reliés entre eux par de nombreux terrains

de transitions. Puis la Grande Plaine hongroise nous offre des terrains d'alluvions récents, avec des sols d'une fertilité prodigieuse, entremêlés avec des salants impropres à la culture.

En étudiant la constitution chimique de nos sols nous nous sommes servis de la méthode de HILGARD, c'est-à-dire nous avons digéré au bain-marie pendant 5 jours 10 gr. de terre avec 100 centimètres cubes d'acide chlorhydrique au poids spécifique de 1.115. Le bain-marie a été chauffé du matin au soir. Après 5 jours nous avons déterminé la composition de l'extrait acide, dans le reste insoluble nous avons encore dosé la silice colloïdale qui se précipite lors de la décomposition des silicates par l'acide chlorhydrique (méthode de Lunge-Millberg).

Pour apprécier l'effet dissolvant de l'acide chlorhydrique sur les éléments physiques du sol, nous avons pris deux terres dépourvues de calcaire et dont nous connaissions la constitution physique. Après le traitement à l'acide chlorhydrique nous avons déterminé la constitution des restes insolubles. Les résultats de ces analyses se trouvent dans le tableau suivant :

Diamètre des éléments	Terre N° 1.			Terre N° 2.		
	Sans traitement p. 100	Traité à l'H Cl p. 100	Passé en solution p. 100	Sans traitement p. 100	Traité à l'H Cl p. 100	Passé en solution p. 100
2 à 0,02 . . . mm.	48.2	52.8	—	57.1	58.1	—
0.0 2 à 0.002 . »	34.1	21.3	37.5	27.6	21.7	21.3
inf. à 0.002 . «	77.6	2,0	88.6	12.1	2.3	81.1

Comme on le voit, l'acide chlorhydrique a presque entièrement dissout les éléments à un diamètre inférieur à 0.002 millimètres, c'est-à-dire les éléments qui donnent avec l'eau une suspension à propriétés colloïdales ; son action est encore nette sur les parties poussiéreuses de la terre, tandis que le sable n'a pas été attaqué.

Comme l'action prolongée de l'acide chlorhydrique dissout presque entièrement les éléments argileux de la terre, l'on peut se servir avantageusement de la méthode de HILGARD pour l'étude de la constitution chimique du sol, puisque c'est la partie argileuse qui contient la partie active du sol, quant à l'échange des bases. La partie argileuse étant le produit de la désagrégation chimique des éléments de la terre, sa constitution nous renseigne sur le travail des divers agents de la désagrégation et peut nous aider à reconstituer le passé agrogéologique du sol.

Pour compléter les données fournies par l'analyse de l'extrait acide, nous avons encore dosé la teneur du sol en matières organiques (humus), en azote et en humidité.

Les tableaux n^os I à III contiennent quelques unes-de nos analyses, se rapportant à des sols-types. Dans ces tableaux la première colonne nous donne la composition centésimale du sol, tandis que la deuxième colonne nous montre la composition moléculaire de la partie dissoute, rapportée à une molécule d'alumine, comme unité.

SOLS DE STEPPES (TCHERNOSJOMS).

Le tableau n° I nous donne la constitution de quelques terres comparables aux tchernosjoms de la Russie.

Ce sont des terres argileuses, d'un brun foncé, presque noir (couleur de chocolat). L'horizon humifère est d'environ 1 mètre, la teneur en humus est élevée (4.8 à 6 %). Le sous-sol est formé de loess, de couleur jaune ou d'un brun-clair. La structure du sol est granuleuse ; grâce à sa teneur en calcaire et en humus elle est suffisamment perméable à l'eau, malgré sa richesse en argile.

Ce sont de vieux sols, dans lesquels on retrouve les produits d'une désagrégation de plusieurs milliers d'années. Une bonne structure se joignant à une grande richesse en matières nutritives, ils sont très fertiles. Parfois ils manquent d'acide phosphorique pour donner d'abondantes récoltes.

La quantité de la partie silicatée dissoute par l'acide chlorhydrique est élevée et de la même grandeur dans tout le profil (en défalcant les carbonates), comme le montrent les chiffres suivants :

Soluble en HCl, p. 100.

	Csorvás	Homokos	Bajmok
Horizon A	27,4	21.5	20.4
B_1	27.9	23.5	22.9
B_2	26.9	23.4	—
C	—	—	20.8

Ces sols ne présentent donc pas d'horizon d'accumulation, comme les sols forestiers ; la couche qui se trouve immédiatement sous la couche labourée est un peu plus riche en silicates solubles, qui proviennent de parties argileuses lessivées d'en haut, comme le prouve la composition moléculaire de la partie silicatée, qui est la suivante :

	Csorvás		
Horizon A	1.25 SiO_2	1 Al_2O_3	1.32 bases
B_1	1.25	1	1.33 »
B_2	1.31	1	1.30 »
	Homokos		
Horizon A	1.34 SiO_2	1 Al_2O_3	1.20 bases
B_1	1.61	1	1.19 »
B_2	1.47	1	1.07 »
	Bajmok		
Horizon A	1.82 SiO_2	1 Al_2O_3	1.47 bases
B_1	2.10	1	1.41 »
C	2.27	1	1.28 »

Sols forestiers (sols podsoleux).

La Grande Plaine hongroise est entourée d'une région de forêts à feuilles caduques (chêne). Le sol de ces forêts est gris, fortement lessivé et exempt de calcaire.

Comme représentant de ce type de sol qui recouvre les collines bordant la Grande Plaine vers l'Est, nous avons analysé le sol de la forêt de Tenke (dans l'ancien comitat de Bihar, situé hors de la frontière actuelle de la Hongrie).

Le profil de ce sol est le suivant :

L'horizon A est d'un gris-clair, friable, épais de 15 à 20 centimètres, la partie inférieure de cette couche est plus claire que le partie supérieure (A_2). L'horizon B est argileux, d'une couleur brun-grisâtre, parsemé de tâches foncées, tandis que la roche-mère (Hor. C) est de l'argile d'un gris clair, sans calcaire.

La composition du sol se trouve dans le tableau II.

L'acide chlorhyrique a dissout les quantités suivantes :

Hor. A_1	12.8 p. 100.
A_2	17.5
B_1	21.5
B_2	22.7
C	21.6

L'horizon B forme un horizon d'accumulation. Quant à la composition moléculaire de la partie silicatée, la quantité des bases y est inférieure à l'unité.

Hor. A_1	1.30 $Si O_2$	1 Al_2O_3	0.58 bases
A_2	1.12	1	0.34 »
B_1	0.85	1	0.36 »
B_2	0.73	1	0.33 »
C	1.31	1	0.47 »

Par conséquent ce sol a un caractère nettemente acide.

Nous avons encore analysé un autre sol du même type, provenant de l'Ouest de la Hongrie, de Kisünyom, comitat de Vas (tableau nº II).

Ce sol, maintenant labouré, présente le même profil que celui de Tenke. Sa composition se voit dans le tableau nº II.

La composition de la partie soluble dans l'acide chlorhydrique est la suivante :

Hor. A_1	1.13 $Si O_2$	1 Al_2O_3	0.72 bases
B_1	1.24	1	0.54 »
B_2	1.05	1	0.46 »

Ces sols, que les pédologues russes classent parmi les sols podsoleux, sont des sols pauvres et d'un travail difficile.

Les collines de la Transdanubie étaient recouvertes anciennement de belles forêts de hêtre, dont on peut encore en quelques endroits admirer les vestiges. Le sol de ces forêts forme une transition entre nos sols de steppes et les sols gris, que nous venons d'étudier.

Généralement on y voit le profil suivant :

L'horizon A, épais de 30 centimètres en moyenne, est formé d'une couche argileuse, d'un brun-grisâtre clair, à structure granuleuse. La partie supérieure est un peu plus foncée que la partie inférieure.

L'horizon B, d'une épaisseur moyenne de 30 à 50 centimètres, est très argileux, d'une couleur brun-rouge. Il ne fait pas effervescence avec les acides et repose sans transition sur la roche-mère (Hor. C) formée par du loess ou de l'argile tertiaire jaune, riche en calcaire.

La composition de ce sol forestier brun (sol faiblement podsoleux) est représentée par les analyses qui figurent dans le tableau nº II.

Ces deux sols contiennent très peu d'humus, 1.8 à 1.6 p. 100 à la surface.

L'acide chlorhydrique en a dissout les quantités suivantes (après défalcation du calcaire contenu dans la roche-mère).

	Sol de Karád	Sol de Nagykanizsa
Horizon A.	12.6 p. 100	14.5 p. 100
B.	20.1	22.1 »
C	14.1	18.1 »

L'on voit la présence d'une couche d'accumulation (Hor. B.).

Quant à la composition moléculaire de la partie soluble dans l'acide chlorhydrique (défalcation faite du calcaire), elle est la suivante :

Sol de Karád

Horizon A	1.40 $Si O_2$	1 Al_2O_3	0.90 bases
B	1.16	1	0.77 »
C	1.86	1	1.11 »

Sol de Magykanizsa

Horizon A	1.09	1 $Al_2O^0_3$	0.67 bases
B	0.86	1	0.63 »
C	1.28	1	0.86 »

Ces sols occupent donc une position intermédiaire entre nos sols gris forestiers et nos sols de steppes.

Quant à leur richesse en matières nutritives ces sols ne sont pas aussi riches, que nos terres noires. Assez bien pourvus de potasse, ils manquent d'acide phosphorique et d'azote. Quant au calcaire, le sous-sol en est abondamment pourvu.

Après le défrichement ces sols se transforment assez vite en bonnes terres arables, parce que l'humidité du sol, qui monte à la surface en été, apporte du calcaire en solution qui se dépose dans la couche supérieure et y exerce une action bien favorable sur la structure du sol et la nitrification.

Sols alluviaux.

Dans les vastes terrains alluviales de la Grande Plaine on trouve une terre noire, très argileuse, qui marque la place des anciens marécages. Avant l'assainissement ces marécages étaient alimentés par les cônes de la Tisza et de ses

confluents, qui y déposaient leur limon argileux. Dans ce limon humide il se développait une flore marécageuse abondante (*Scirpus, Phragmites, Carex*), dont les restes se sont transformés en tourbe. Après l'assainissement des marais, la tourbe, soumise à la culture, a vite disparue ; en maintes endroits on la brûle et à sa place nous trouvons l'ancien sous-sol, une terre forte, noire.

Dans la Grande Plaine hongroise on peut encore observer de nos jours toutes les phases de ce changement.

Cette terre noire est très humifère ; nous en avons analysé des échantillons à 8 % d'humus. L'épaisseur de la terre humifère est de 80 à 100 centimètres. Le sous-sol est formé par de l'argile jaune, ne renfermant pas d'ordinaire du calcaire ; au dessous, vers une profondeur de deux mètres, le sous-sols devient marneux.

Cette terre est très forte, elle contient jusqu'à 50 p. 100 d'argile, le reste étant aussi constitué d'éléments fins. Humide, cette terre adhère aux instruments comme la poix ; c'est pourquoi notre peuple l'appelle « terre de poix » ; sèche, elle est très dure. On ne peut la labourer qu'avec une certaine teneur en humidité, qui ne doit varier qu'entre d'étroites limites.

La fertilité de ces terres est une fraction de leur teneur en humus. Les terres jeunes, contenant 8 p. 100 et plus d'humus ont une bonne structure, malgré l'absence du calcaire. Leur teneur en azote est aussi très élevée et peut monter jusqu'à 0.5 p. 100.

L'agriculture rémunératrice peut être faite pendant des années sur ces terres si riches en humus et en azote, sans qu'il soit nécessaire de rien restituer au sol. Mais avec le temps, lorsque la teneur en matière organique tombe à 3 ou à 4 p. 100 par suite de la culture poursuivie, la fertilité de ces terres baisse rapidement. Elles changent de couleur, perdent leur beau noir, leur structure se gâte et le labour de la terre devient très difficile. L'on peut y remédier par une application de fumier et un chaulage énergique.

Pour montrer la constitution chimique de cette terre noire, nous donnons ici l'analyse d'un échantillon provenant de Békés. (Voir le tableau nº III).

L'on voit que l'acide chlorhydrique a dissout presque un tiers du sol ; en rapportant les valeurs de la matière dissoute au sol dépourvu d'humus et d'humidité, on obtient les valeurs suivantes :

Horizon A	. . . . .	30.4 p. 100
B	. . . . .	31.4 »
C	. . . . .	31.9 »

La constitution chimique de la partie dissoute ne varie pas beaucoup dans les différents horizons, les valeurs respectives étant :

dans l'horizon A	. . . . .	0.53 $Si O_2$	1 $Al_2 O_3$	0.48 bases
B	. . . . .	0.55	1	0.58 »
C	. . . . .	0.65	1	0.79 »

Vers la profondeur la quantité des bases augmente, l'augmentation consiste surtout en magnésie.

Les chiffres de l'analyse nous montrent que la formation de cette terre s'est

faite sous l'action d'une hydrolyse énergique, l'eau légèrement alcaline a entraîné la plus grande partie de la silice et des bases, tandis que l'alumine s'est accumulée.

Ces terres d'une origine toute récente, sont soumises à un changement assez rapide. Les terres à bon drainage se transforment en tchernosjoms, tandis que dans les endroits à mauvais drainage la structure de ces terres se gâte, elles se transforment en salants, appelés en hongrois « szik ». Nous ne parlons pas de ces terres bien connues par les travaux de M. Sigmond. Leur amélioration est une des questions actuelles de notre économie rurale.

Les sables.

Le terrain entre le Danube et la Tisza est couvert de sable. Par endroits le sable est mouvant et form des dunes emportées par le vent. Mais la plus grande partie des sables est fixée.

La texture de ces sables varie beaucoup. La grosseur des grains diminue vers l'Est, de même que la hauteur des dunes. Dans la vallée du Danube les sables font effervescence avec les acides ; dans la vallée de la Tisza les sables sont exempts de calcaire.

Le sous-sol des sables est formé par des couches argilo-marneuses, qui retiennent l'eau. Par conséquent dans les dépressions on trouve toujours de l'eau dans une profondeur de 2 à 3 mètres. Cette circonstance est un facteur important de la fertilité des sables.

Auparavant la végétation de ces sables était formée par des forêts, qui ont été dévastées pendant et après l'occupation turque. Sous la forêt il s'est formé à quelque distance de la surface du sol une couche d'accumulation, brune, ferrugineuse, que l'on retrouve encore aujourd'hui en beaucoup d'endroits. Après la dévastation des forêts le sable est devenu mouvant.

De nos jours les sables fixés se transforment en un sol de steppe brun, humifère.

Pour montrer la composition de ces sables nous donnons ici l'analyse d'une terre arable de Kecskemét. (voir le tableau nº III). Dans ce sol la composition moléculaire de la partie silicatée, est la suivante :

1.69 $Si O_2$ 1 $Al_2 O_3$ 1.06 bases

c'est-à-dire elle est saturée de bases, comme dans les tchernosjoms.

C'est un bon sol, actif, mais qui contient peu de matières nutritives.

Là où le sous-sol argilo-marneux est rapproché de la surface, l'eau qui s'y accumule forme des mares ou de petits lacs. L'eau de ces lacs contient du carbonate de sodium, tandis que l'eau des puits voisins n'en contient pas. Pour élucider le problème de l'origine du carbonate de sodium nous avons analysé l'eau d'un lac situé près de Künsrentmiklós, dans la vallée du Danube, aux bords ouest du grand territoire de sable. Dans les environs de la ville les eaux souterraines qui s'écoulent des sables montent à jour et remplissent les dépressions en formant des lacs temporaires. En été ces lacs se dessèchent et à leur place l'on voit le sol nu, recouvert d'efflorescences de sol.

L'eau des puits est très chargée de sels. Dans le tableau suivant on trouve

la composition de l'eau d'un puits situé à quelques pas des bords du lac ; la deuxième colonne donne la composition de l'eau du lac.

	Puits	Lac
	1 litre d'eau contient milligrammes	
$Ca(HCO_3)_2$	268	traces
$Mg(HCO_3)_2$	432	traces
$NaHCO_3$	2 384	2 621
Na_2CO_3	—	537
NaCl	1 545	1 826
Na_2SO_4	330	531
	4 959	5 515

L'eau du puits contient donc des hydrocarbonates, mais pas de carbonate de sodium. La composition de l'eau du lac ressemble beaucoup à celle du puits, à cette différence près qu'elle contient du carbonate de sodium et ne contient pas de sels de calcium et de magnésium. Ce changement s'effectue lorsque le lac se dessèche. Alors l'hydrocarbonate de sodium perd de l'acide carbonique et se transforme partiellement en carbonate de sodium selon l'équation :

$$2\,NaHCO_3 = Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$$

En même temps les hydrocarbonates de calcium et de magnésium perdent aussi de l'acide carbonique et se transforment en carbonates de calcium et de magnésium insolubles qui se précipitent et que l'on retrouve dans le fond vaseux du lac.

Les sels recouvrent d'une efflorescence blanche le fond du lac desséché et se dissolvent dans l'eau de la première pluie. Cette solution contiendra donc du carbonate de sodium, mais les carbonates du calcium et du magnésium y manquent.

En été, lorsque le lac se dessèche, le fond se fendille. Il se forme un réseau de fissures (voir la fig. 28) profondes et larges. Le vent qui balaye le fond y accumule les sels de la surface qui se dissolvent dans la première pluie qui viendra tremper le sol. Le sol trempé se referme et emprisonne les sels. Ce procédé se répétant chaque année, la couche supérieure du sol (20 à 30 centimètres) devient avec les temps toujours plus chargée de sels.

Ces salants portent une végétation halophile, les plantes les plus répandues sont le plantain maritime, *Lepidium crassifolium*, *Aster pannonicus*, *Salsola soda*, *Suaeda maritima*, dans l'eau le roseau et *Scirpus maritima*, tandis qu'aux bords de l'eau la *Camphorosma ovata* forme des plaques vertes.

Anciennement on a balayé les efflorescences salines pour en extraire le carbonate de sodium.

Dans le Nord-Est de la Grande Plaine hongroise, sur la rive gauche de la Tisza, se trouve un autre territoire de sable, la Nyirség, recevant plus d'humidité que la contrée entre le Danube et la Tisza. Ces sables contiennent très peu d'humus et de matières nutritives, ils ne renferment pas de calcaire, comme on le voit dans le tableau n° III dans lequel figurent les résultats de l'analyse d'un sol sablonneux de Nyirlugos.

PLANCHE V.
PLATE V.

TAFEL V.
TAVOLA V.

FIG. 27. — Lac de la vallée danubienne avant le desséchement.

FIG. 28. — Le même lac en été.

TABLEAU I. — *Sols de steppe*

	Csorvás (com. Békés)						Homokos (com. Temes)						Bajmok (com. Bács-Bodrog)						
	A		B_1		B_2		A		B_1		B_2		A		B		C		
	0–18 cm.		60–80 cm.		100–120 cm.		0–22 cm.		22–30 cm.		50–60 cm.		0–18 cm.		40–50 cm.		150 cm.		
	p. 100	comp. molécul.	p. 100	comp. molécul.	p. 100	comp. molécul.	p. 100	comp. molécul.	p. 100	comp. molécul.	p. 100	comp. molécul.	p. 100	comp. molécul.	p. 100	comp. molécul.	p. 100	comp. molécul.	
SiO_2	5·93	1·25	5·86	1·25	5·35	1·31	4·70	1·34	6·04	1·61	5·24	1·47	4·84	1·82	5·44	2·10	4·80	2·77	SiO_2
Al_2O_3	8·10	1	7·98	1	6·93	1	5·97	1	6.38	1	6·07	1	4·52	1	4·40	1	3·60	1	Al_2O_3
Fe_2O_3	4·83	0·38	4·86	0·39	4·60	0·42	4·50	0·48	4·31	0·43	4·04	0·42	3·77	0·53	3·68	0·53	2·76	0·49	Fe_2O_3
MgO	1·71	0·54	1·81	0·58	2·24	0·82	1·78	0·76	1·91	0·76	2·21	0·93	2·64	1·49	2·72	1·58	4·89	3·45	MgO
CaO	3·22	0·72	5·11	1·16	9·84	2·59	2·96	0·90	3·76	1·07	8.73	2·62	6·86	2·77	12·98	5·38	16·55	8·37	CaO
Na_2O	0·13	0.03	0·15	0·03	0·15	0·04	018·	0·05	0 20	0·05	0·45	0·12	0·12	0·04	0·19	0·07	0·26	0·12	Na_2O
K_2O	1·21	0.16	1·16	0·16	0·91	0·14	0·72	0·13	0·76	0·13	0·64	0·11	0·73	0·18	0·51	0·13	0·48	0·14	K_2O
CO_2	0·46	0·13	2·11	0·61	6·62	2·22	1·66	0·65	2·11	0·77	7·10	2·71	5·86	3·00	10·89	5·74	16·71	10·80	CO_2
SO_3	0·08	—	0·07	—	0·06	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	SO_3
P_2O_5	0·20	—	0·18	—	0·13	—	0·14	—	0·09	—	0·06	—	0·09	—	0.07	—	0·04	—	P_2O_5
MnO	0·09	—	0.08	—	0·08	—	0·02	—	0·03	—	0·02	—	0·02	—	0·01	—	0·01	—	MnO
Soluble en H Cl	25·96	—	29·37	—	36·91	—	22.63	—	25·59	—	34·56	—	—	—	40·89	—	50 17	—	Soluble en H Cl
Eau 105+	4·47	—	4·30	—	4·08	—	3.25	—	3·70	—	3·05	—	3·25	—	3·20	—	3.05	—	Eau 105+
Eau 105−	1·95	—	1·69	—	0.83	—	3·02	—	3·17	—	2·45	—	2·72	—	2·35	—	2·77	—	Eau 105−
Humus	5·96	—	5·42	—	2·50	—	5·37	—	3·60	—	2·77	—	4·83	—	2·59	—	0·54	—	Humus
Azote	0·32	—	0·26	—	0·12	—	0·31	—	0·18	—	—	—	0·27	—	0·17	—	—	—	Azote

TABLEAU II. — *Sols sylvestres.*

SOLS GRIS.

	Tenke (com. Bihar)										Kisunyom (com. Vas)						
	A_1		A_2		B_1		B_2		C		A		B_1		B_2		
	0–15 cm.		15–20 cm.		60–80 cm.		100–120 cm.		200–220 cm.		0–25 cm.		35–40 cm.		50–70 cm.		
	p. 100	comp. molécul.	p. 100	comp. molécul.	p. 100	comp. molécul.	p. 100	comp. molécul.	p. 100	comp. molécul.	p. 100	comp. molécul.	p. 100	comp. molécul.	p. 100	comp. molécul.	
SiO_2	3·32	1·30	4·62	1·12	4·76	0·85	4·61	0·73	6·51	1·31	3·29	1·13	6·98	1·24	7·87	1·05	SiO_2
Al_2O_3	4·36	1	7·03	1	9·49	1	10·79	1	8·46	1	4·93	1	9·53	1	12·63	1	Al_2O_3
Fe_2O_3	3·54	0·52	4·22	0·38	5·18	0·35	5·15	0·30	4·30	0·32	3·77	0·49	5·70	0·38	5·70	0·29	Fe_2O_3
MgO	0·52	0·30	0·32	0·12	0·47	0·13	0·45	0·11	0·77	0·23	0·72	0·37	1·14	0·30	1·11	0·22	MgO
CaO	0·25	0·11	0·27	0·07	0·41	0·08	0·66	0·11	0·49	0·11	0·49	0·18	0·48	0·09	0·80	0·11	CaO
Na_2O	0·14	0·05	0·28	0·07	0·52	0·09	0·32	0·05	0·18	0·04	0·10	0·03	0·28	0·05	0·33	0·04	Na_2O
K_2O	0·50	0·12	0·55	0·08	0·54	0·06	0·62	0·06	0·74	0·09	0·64	0·14	0·90	0·10	1·05	0·09	K_2O
CO_2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	CO_2
SO_3	0·03	—	0·01	—	0·03	—	0·01	—	0·05	—	—	—	—	—	—	—	SO_3
P_2O_5	0·08	—	0·12	—	0·11	—	0·09	—	0.05	—	0·02	—	0·01	—	0·01	—	P_2O_5
MnO_2	0·04	—	0.03	—	0·03	—	0·02	—	0·02	—	0·02	—	0·01	—	0.01	—	MnO_2
Soluble en H Cl	12·78	—	17·45	—	21·54	—	22·72	—	21·57	—	14·11	—	25·24	—	29·72	—	Soluble en H Cl
Eau 105+	1·65	—	2.68	—	4·46	—	4·45	—	4·49	—	2·47	—	4·32	—	5·74	—	Eau 105+
Eau 105−	2·74	—	3.21	—	4·83	—	5·02	—	2·62	—	1·22	—	2·71	—	4·27	—	Eau 105−
Humus	2·08	—	0·86	—	1·03	—	—	—	—	—	1·86	—	0·56	—	—	—	Humus
Azote	0·17	—	0·08	—	0·09	—	—	—	—	—	0·12	—	0·07	—	—	—	Azote

Suite au TABLEAU II. — *Sols sylvestres.*

SOLS BRUNS.

	Karád (com. Somogy).						Nagykanicsa (com. Zala).						
	A		B		C		A		B		C		
	0–10 cm		40–50 cm		40–50 cm		0–22 cm		50–60 cm		140–150 cm		
	p. 100	comp. molécul.	p. 100	comp. molécul.	p. 100	comp. molécul.	p. 100	comp. molécul.	p. 100	comp. molécul.	p. 100	comp. molécul.	
SiO_2	3·41	1·40	4·90	1·16	4·66	1·86	3·68	1·09	4·48	0·86	4·79	1·28	SiO_2
Al_2O_3	4·14	1	7·16	1	4·25	1	5.71	1	8·86	1	6·39	1	Al_2O_3
Fe_2O_3	2·91	0·45	4·96	0·44	3·11	0·46	3·49	0·39	5·88	0·42	4·41	0·44	Fe_2O_3
MgO	0·70	0·43	1·21	0·43	2·52	1·51	0·83	0·37	1·41	0·41	2·36	0·95	MgO
CaO	0·49	0·22	0.58	0·15	12·43	5·32	0·46	0·15	0·50	0·10	5·42	1·55	CaO
Na_2O	0·30	0·12	0·29	0·07	0·34	0·13	0·11	0·03	0·16	0·03	0·46	0·12	Na_2O
K_2O	0·48	0.13	0·77	0·12	0·52	0·13	0·65	0·12	0·70	0·09	0·67	0·11	K_2O
CO_2	—	—	—	—	10·97	5·99	—	—	—	—	5·13	1·87	CO_2
SO_3	0·03	—	0·01	—	0.01	—	—	—	—	—	—	—	SO_3
P_2O_5	0·05	—	0·16	—	0·12	—	0·02	—	0·04	—	0·05	—	P_2O_5
MnO_2	0·11	—	0·09	—	0·06	—	0·04	—	0.04	—	0·02	—	MnO_2
Soluble en HCl	12·62	—	20·13	—	38·99	—	14·99	—	22·07	—	29·70	—	Soluble en HCl
Eau 105+	1·70	—	3·65	—	2·64	—	2·51	—	4·22	—	2·82	—	Eau 105+
Eau 105−	2·77	—	3·92	—	1·10	—	1·17	—	2·35	—	1·70	—	Eau 105−
Humus	1·64	—	0·11	—	—	—	1 86	—	0.43	—	—	—	Humus
Azote	—	—	—	—	—	—	0·11	—	—	—	—	—	Azote

TABLEAU III.

	« Terre de poix » Békés (com. Békés)						Sols sablonneux			
							Kecskémet (com. Pest)		Nyirlugos (com. Szaboles)	
	A		B		C		A		A	
	0–20 cm		50–70 cm		100–120 cm.		0–10 cm		0–10 cm	
	p. 100	comp. molécul.	p. 100	comp. molécul.	p. 100	comp. molécul.	p. 100	comp. molécul.	p. 100	comp. molécul.
SiO_2	4'23	0'53	4'48	0'55	4'91	0'65	1'39	1'69	2'50	3'01
Al_2O_3	13'50	1	13'82	1	12.80	1	1'40	1	1'41	1
Fe_2O_3	5'44	0'26	6'16	0'28	6'98	0'35	1'56	0'71	2'02	0'91
MgO	1'01	0'19	1'11	0'20	1'74	0'35	0'32	0'58	0'31	0'56
CaO	1'45	0'20	1'47	0'19	1'17	0'17	0'53	0'69	0'16	0'21
Na_2O	0'13	0'02	0'48	0.06	0'70	0'09	0'04	0'04	0'04	0'04
K_2O	0'86	0'07	1'62	0'13	2'01	0'17	0'12	0'09	0'12	0'09
CO_2	—	—	—	—	—	—	0'21	0'35	—	—
SO_3	0'03	—	0'03	—	0'05	—	—	—	—	—
P_2O_5	0'13	—	0'16	—	0'21	—	0'03	—	0'04	—
MnO	0'01	—	0'03	—	0'09	—	0'03	—	0'05	—
Soluble en HCl	26'79	—	29'36	—	30'66	—	5'63	—	6'71	—
Eau 100 +	6'56	—	6'66	—	6'47	—	0'37	—	0'71	—
Eau 100 —	3'85	—	4'08	—	3'18	—	0'38	—	0'47	—
Humus	7'86	—	2'67	—	0'89	—	0'65	—	0'35	—
Azote	0'45	—	0'15	—	—	—	0'07	—	0'05	—

La composition de la partie silicatée y est

3.01 $Si\,O_2$, 1 $Al_2\,O_3$, 0.90 bases.

Ces sables, anciennement recouverts de forêts, ont conservé leur caractère de sol sylvestre.

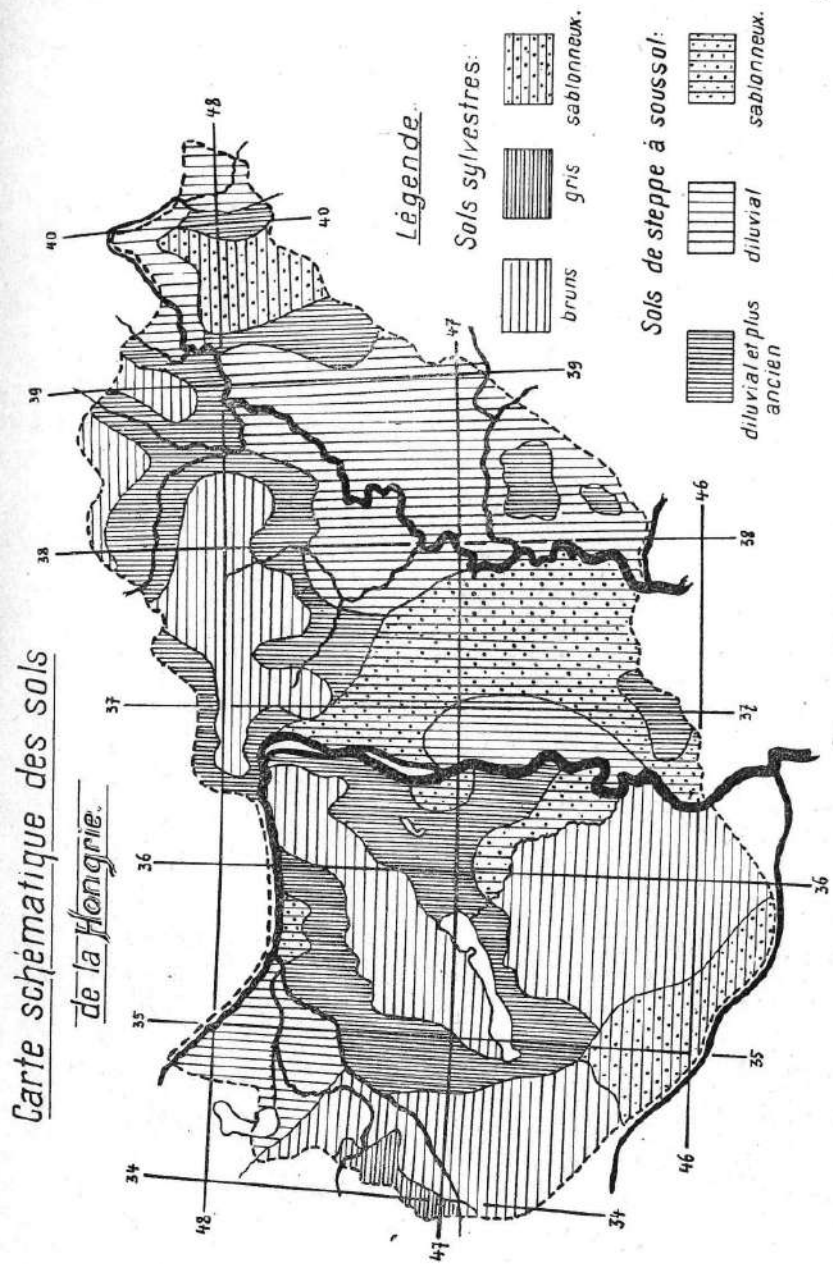


FIG. 29. Sols de la Hongrie.

***

L'extension des sols étudiés est représentée d'une manière schématique par la carte annexée. Sur cette carte ne figurent que les six principaux types du pays. Ce sont les types dominants ; tous les terrains qui se trouvent dans l'aire d'un de ces types. s'y transforment avec le temps. Cela ne veut pas dire que l'on n'y puisse trouver un sol d'un autre type. En réalité, ces territoires sont assez variés, surtout les terrains alluviaux. Ici l'on trouve des sols de steppe brunes bien développés, comme type dominant, puis des anciens fonds de marais, des terres argileuses noires, des salants et enfin des alluvions à peine changés. Mais dans tout le territoire les agents de la formation des sols produisent avec le temps des sols de steppe là, où le drainage est bon.

Dr. R. BALLENEGER, *Budapest* (*Hongrie*). — **Sur la composition chimique des sols de la Hongrie.**

RÉSUMÉ.

Les conditions géologiques et climatologiques si variées de la Hongrie ont pour résultat une grande variété de types de sols. Dans la Grande Plaine hongroise caractérisée par un climat sec, la formation des sols tend vers le type de terre noire. Ces terres d'une grande fertilité sont comparables aux tchernozoms de la Russie à cette différence près qu'elles sont plus claires. Ces terres reposant sur du loess atteignent jusqu'à un mètre de puissance et contiennent en moyenne 5 à 6 % d'humus. Leur teneur en calcaire est de 0,2 à 10 % dans l'horizon superficiel, et de 10 à 30 % dans le sous-sol. Grâce à cette haute teneur en humus et en calcaire leur structure est excellente. Elles sont riches en azote (0,24 à 0,32 %). Quant à la composition de la partie soluble dans l'acide chlorhydrique (méthode de Hilgard) le fait le plus remarquable est la constance de la composition des échantillons pris dans des profondeurs variables ; la quantité des bases et de l'acide silicique est supérieure à l'alumine. La teneur en potasse est élevée, elle varie entre 0,7 à 1,2 %. Elles manquent parfois d'acide phosphorique, dans ces cas elles en contiennent moins de 0,1 %.

Sur la rive gauche de la Tisza des argiles noires couvrent de grandes étendues. Ces terres noires sont les vestiges des anciens marécages assainis au siècle dernier. Ce sont pour la plupart des terres vierges à peine soumises à la culture. Ces terres très argileuses sont riches en matières organiques, leur teneur en humus atteignant jusqu'à 8 %. La teneur en azote est aussi très élevée (0.3 à 0.5 %), par contre elles manquent de calcaire. Quant à la composition de la partie minérale soluble dans de l'acide chlorhydrique la quantité des bases et de l'acide silicique est inférieure à l'alumine. La teneur en potasse est élevée (0.7 à 1.3 %), mais l'acide phosphorique fait souvent défaut. Ces terres qui sont d'une fertilité exceptionnelle tant que leur haute teneur en matières organiques et en azote n'est pas épuisée, se gâtent en beaucoup d'endroits et se transforment en terres salantes, d'une culture difficile. Parfois des sels solubles s'y accumulent et il se forme du carbonate de sodium.

En passant de la Grande Plaine vers les montagnes le climat devient humide et par conséquent les sols sont plus ou moins débarrassés de matières solubles. Ces sols gris ou d'un brun clair, recouverts anciennement de forêts de hêtre, contiennent peu d'humus, en moyenne 2 %, et sont pauvres en azote (0.11 à 0.17 %). Sous la surface d'un ton clair il se trouve une couche d'un brun foncé ou rouge, caractérisée par une accumulation d'hydrate de fer. Le sous-sol est ou bien du loess jaune faisant effervescence avec les acides ou bien de l'argile exempt de calcaire. Quant à la composition minérale de la partie soluble dans de l'acide chlorhydrique, elle est caractérisée par le fait que dans les horizons supérieurs la quantité des bases est inférieure à l'alumine. Dans la solution acide l'on dose fort peu de potasse (0.5 à 0.6 %), la teneur en acide phosphorique est toujours inférieure à 0.1 %.

Dr. R. BALLENEGER, *Budapest* (*Hungary*). — **On the Chemical Composition of Hungarian Soils.**

ABSTRACT.

The very various geological and climatic conditions in Hungary have, as a result, a great variety in soil-types. In the Great Plain of Hungary with a characteristic dry climate, the soils resemble the " black earth' '. These very fertile soils are comparable to the " tchernozioms " of Russia, but they are lighter in colour. The soils, lying on loess, are about a metre thick, and generally contain about 5-6 % humus. Their chalk content amounts to 0.2-10 % in the surface horizon, and from 10 to 30 % in the sub-soil. Thanks to this high humus and chalk content, their structure is excellent. They are rich in nitrogen (0.24-0.32 %). As to the composition of the part soluble in hydrochloric acid (HILGARD'S method), the most remarkable fact is the constant composition of the samples taken at different depths ; the amount of bases and silica is superior to alumina.

The potash content is high, varying from 0.7 to 1.2 %. There is sometimes a lack of phosphoric acid, in which case they contain less than 0.1 %.

On the left bank of the river Tisza black clays cover vast plains. These black soils are the remains of old bogs dried in the last century. They are mostly virgin soils, very little cultivated. These clays are rich in organic matter, the humus content amounts to 8 %. The nitrogen content is also very high (0.3-0.5 %), but they are lacking in chalk. As to the composition of the mineral part soluble in hydrochloric acid, the amount of bases and silica is inferior to alumina. The potash content is high (0.7 to 1.3 %), but the phosphoric acid is often lacking. These soils are exceptionnally fertile as long as their high content of organic matter and nitrogen is not exhausted, but they are lowered in value in many places and transformed into salt-soils difficult to cultivate. Sometimes they accumulate soluble salts and forms sodium carbonate.

Passing from the Great Plain towards the mountains, the climate becomes moist and consequently the soils are leached, more or less, of their soluble salts. Grey or light brown soils, formerly covered with beech forests, contain little humus, about 2 %, and are poor in nitrogen (0.11-0.17 %). Under the light coloured surface, there is a layer of dark brown, to red, characterised by an accumulation of iron-hydroxyd. The subsoil consists either of yellow loess, containing lime, or else clay without lime. As to the mineral composition of the hydrochloric acid soluble part, the upper horizons contain less bases than alumina. The acid solution contains very little potash (0.5 to 0.6 %), the phosphoric acid content is always less than 0.1 %.

Dr. P. TREITZ,
Budapest, Ungarn.

DIE BODENREGIONEN IM GESCHICHTLICHEN UNGARN UND DIE STELLUNG DER HAUPTBODENTYPEN ZU DER ALLGEMEINEN BODENKLASSIFIKATION *

Dr. P. TREITZ, *Budapest (Hongrie)*. — **Les régions naturelles du sol de la Hongrie historique et les types des sols principaux, en relation avec la classification générale.**

RÉSUMÉ.

Il y a deux formes des cartes des sols : Cartes agrogéologiques et cartes du sol selon les zones ou les régions de climat.

Les cartes agrogéologiques ont pour tâche de représenter la construction géologique d'une contrée. Ces cartes ne donnent aucune idée de la relation qui existe entre les plantes et le sol.

Les cartes des sols fondées sur l'influence des éléments du climat c. à. d. les cartes des sols climato-zonaux ont pour but unique de représenter les relations qui existent entre les plantes et le sol qui les nourrit.

Les données d'une carte des sols climato-zonaux peuvent être les suivantes:

1) Le caractère pétrographique de la roche mère.
2) La constitution mécanique des couches, qui nourrissent les plantes.
3) La forme de la végétation.
4) Les principales qualités physiologiques de la végétation du sol.
5) Le caractère physiologique végétal du climat.

Le classement des sols climato-zonaux est fondé sur les qualités écologiques des plantes. La formation des plantes primordiales nous démontre toujours les qualités physiologico-végétales des sols. C'est ainsi que, si nous désignons une zone de sol par sa végétation primordiale, nous avons en même temps caractérisé ses propriétés physiologiques principales. Ce qui est, en ce qui concerne la culture des plantes, de la plus grande importance. Par conséquent, cette nomenclature sera celle qui servira le plus exactement à l'agriculture comme à la science.

Les types principaux des sols de la zone tempérée froide. — Dans la zone tempérée les agents climatiques ont fait naître trois formes principales de végétation, la forêt, la prairie et le marécage. Chacun de ces types principaux offre des subdivisions. Les forêts se divisent en forêts à conifères et forêts à feuillage caduc ; ces dernières se divisent à leur tour en forêts de chênes, forêts de hêtres et forêts gazonées (transition entre la zone des forêts et la zone des prairies). Dans la zone des prairies nous distinguons trois subdivisions : Une zone à sol noir, une autre à sol brun chocolat et une troisième à sol châtaigne. L'intensité du sol s'affaiblit au fur et à mesure que l'aridité du climat augmente et cause, partant, un croissement de la sédimentation des poussières suivi d'une diminution de la teneur en humus. Les formations des marais changent aussi leur formes sous l'influence des différents agents du climat. Les marais à mousses se trouvent dans la zone des forêts, tandis que les marais couverts d'herbes et de roseaux, ainsi que les marais à l'eau salante, sont ceux de la zone des prairies.

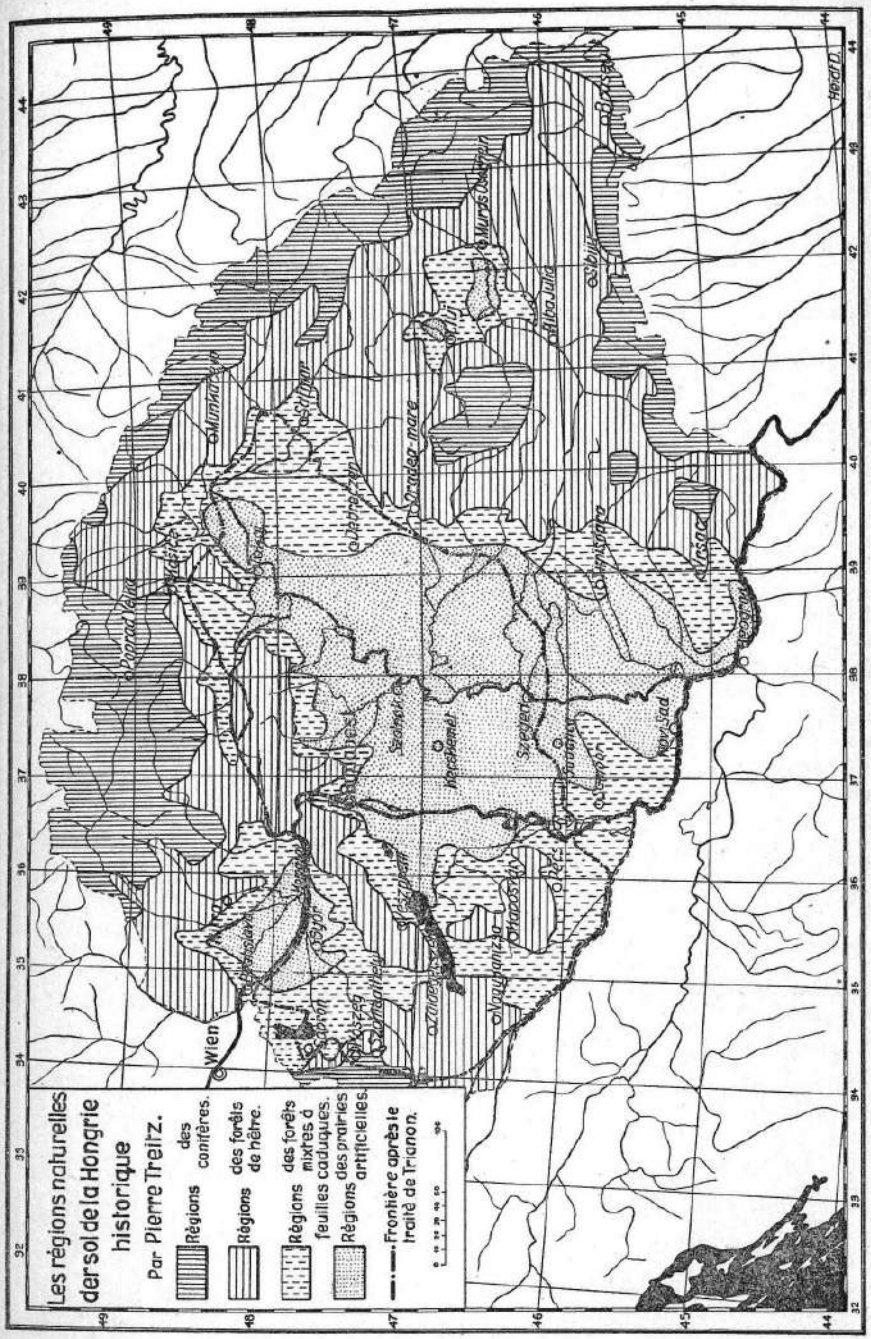


FIG. 30. Sols de la Hongrie

L'influence transformatrice que la couverture végétale exerce sur la terre, peut être exprimée par la phrase suivante : « Le climat donne la forme à la végétation et les plantes en transforment la terre qui enveloppe leurs racines ».

Le profil du sol forestier. — Dans la forêt le sol se couvre d'une couche de décombres végétaux de toute sorte, qui sont en voie de décomposition. Cest la litière silvestre. Sous la litière se trouve le sol proprement dit dont la coupe verticale permet d'y distinguer trois parties c.-à.-d. trois horizons.

A. — Horizon du lessivage d'une teinte claire. B. — Horizon de l'accumulation, qui se trouve au milieu et dont la teinte est plus foncée. C.—Horizon de la roche mère.

Les deux horizons supérieurs A et B sont le produit de l'action de la végétation forestière sur la base C. J'ai réussi à déchiffrer le cours de la formation des profils et j'ai trouvé qu'ils sont le résultat de la marche de la vie des plantes. En manifestant leurs fonctions vitales elles transforment la base autour de leurs racines par leurs conditions vitales.

Les profils des prairies. — Ce ne sont pas seulement les arbres qui transforment le sol selon leurs nature physiologique, mais aussi les végétaux des prairies forment un profil des couches superficielles. Il est bien entendu que ces profils se distinguent par plusieurs qualités de ceux des forêts, mais ils sont néanmoins conformes entre eux et caractéristiques pour les sols recouverts de gazon.

Le profil des prairies se divise en deux parties : celle supérieure est toujours d'une couleur sombre, noire ou brune ; au-dessous est située la roche mère, et cette dernière a toujours une couleur claire, jaune-paille, ou jaune-rougeâtre. Les trois horizons de profils des sols forestiers ont aussi leur correspondants dans les profils des prairies, mais ils ne sont pas visibles et n'apparaissent que dans les données de l'analyse.

La région des steppes artificielles. — Quand l'homme détruit les forêts et dessèche les marais, pour créer de la terre arable, il ne fait que transformer le sol naturel en sol de prairies artificielle. Un labourage continu transforme le profil du sol forestier ou marécageux en un profil de prairie artificielle. Cette transformation constitue un procédé très lent et influence les qualités physiques, aussi bien que la composition chimique du profil entier.

Les profils des prairies artificielles ne sont pas complètement égaux à ceux des prairies naturelles, mais ils ont cependant beaucoup de traits communs.

Cette conformité s'accroît avec la durée de l'utilisation comme terre arable et avec l'aridité du climat actuel.

Les sols des prairies artificielles de la Hongrie centrale qui depuis quelques milliers d'années sont exploités comme terre agricoles, ont subi une transformation si complète qu'on pourrait les prendre pour des sols de prairie naturelle si l'on ne connaissait pas leur origine.

Concentration en ions hydrogène des sols de la Hongrie. — En exprimant le caractère des sols hongrois par l'exponent pH, on a les données suivantes :

a) *Région des forêts à conifères.* — Près de la ville de Sopron, Roche mère : gneis. Plantes : *Pinus sylvestris, Calluna vulgaris, Vaccinium myrtillus.* Litière : pH = 4.8-4.9.

b) *Région des forêts à feuilles caduques* : Près de Budapest. Roche mère : grès quartzeux. Plantes : chêne, *Carpinus betulus*, etc. pH = 5.

c) *Région des forêts à hêtre*, comté de Somogny, près de la ville de Kadarkut. Roche mère : couches des marnes pannoniennes. Plantes : hètre et *Pinus nigra.* Litière : 0-3 cm : Ph = 5.4.

d) *Région de la prairie artificielle.* Près de la ville de Karczag ; comté de Szolnok. Roche mère : loess, Ancien pâturage, labouré depuis 10 années environ, pH de 6.9 à 8.9.

Nomenclature des sols. — La meilleure base d'une nomenclature est celle du climat physiologique C'est vrai que la nature du climat physiologique n'est pas encore fixée par des données météorologiques suffisantes. Mais néanmoins on peut désigner le climat local par des plantes prédominantes dans un certain lieu.

Les noms des classes, des divisions et des subdivisions sont empruntés à la botanique, ils qualifient beaucoup mieux les classes, les divisions et les subdivisions que les données insuffisantes météorologiques et sont plus faciles pour la mémoire que les noms artificiels latins, employés par quelques savants.

Pour pourvoir indiquer le degré de transformation qu'a subi un sol en question, il faut distinguer deux grandes classes des sols en terrains habités : la classe des sols naturels et la classe des sols artificiels.

1) *Les sols naturels* sont ceux dont la stratification ne fut pas altérée par l'homme, et de cette manière la construction du profil a gardé sa forme originaire.

2) *Les sols artificiels* sont tous les sols dont l'ordre des horizons fut plus ou moins altéré.

Le premier groupe de sols comprend les terres *arables*, dont la couche superficielle (horizon A_1) fut détruit par le labourage.

Le deuxième groupe renferme les sols des jardins et des vignobles. La construction d'un jardin ou d'un vignoble exige le rigolage entier du sol jusqu'à une profondeur de 60 cm. Ce travail ne cause pas seulement l'ameublissement des couches, mais aussi un renversement de leur ordre, quand l'horizon *A* vient au-dessous et l'horizon *C* au-dessus. Il se forme un sol tout nouveau, dont toutes les qualités se distinguent du sol originaire.

Dans les terrains montagneux, où les pentes des collines et des montagnes servent depuis des siècles comme terres arables, la plus grande partie du profil naturel fut déjà entraînée par les eaux des précipitations et c'est la roche mère qui donne aujoud'hui la matière à la terre arable. Et après plusieurs siècles de dénudation la productivité du sol ne diminua pas par l'entraînement de la couche superficielle, parce que le labourage à toujours restitué la fécondité à la couche supérieure. Le degré de la dénudation n'est pas égal dans toutes les parties d'une pente, il y a des endroits où l'on peut trouver des restes du profil originaire. Les sols de pentes ne sont que des ruines du sol originaire naturel. Par conséquent le nom *sols en ruines* désignera le plus précisément l'état actuel de ces types de sol.

La classification qui suit embrasse seulement les types des sols qui se trouvent dans la zone tempérée de l'Europe. Après ce modèle de classification il sera possible d'en dresser une qui embrasse tous les types des sol, qui existent à la surface du globe.

Ière CLASSE. — RÉGION DES FORÊTS. SOLS SYLVESTRES.

1ère. *Division. — Région des forêts conifères.*

Sols naturels :

Sols décolorés grises
(Podsol de l'école russe)
Podsols caillouteux
Podsols sablonneux.

Terres :

Terres sylvestres grises caillouteuses
Terres sylvestres grises sablonneuses.

2ème *Division. — Région des forêts de hêtre.*

Sols naturels :
Sols décolorés jaunes.
Podsol limoneux.
Podsol argileux.

Terres :
Terres sylvestres brunes sablonneuses.
Terres sylvestres brunes limoneuses.
Terres sylvestres brunes argileuses.
Terres franches brunes (*Vályog* de la Hongrie).

3ème *Division. — Région des forêts mixtes à feuillage caduc.*

Sols naturels :
Podsols sablonneux gris.
Podsols argileux gris.

Terres :
Terres à tchernosiom brunes sablonneuses.
Terres à tchernosiom brunes argileuses.
Terres à tchernosiom brunes limoneuses.
Terres franches brunes (« Vályog »).

a) *Subdivision : Sols des vallées et des bassins mouillés.*

Sols naturels :
Sols sylvestres tourbeux.
Sols sylvestres humifères.

Terres :
Terres tourbeuses.
Terres sablo-humifères.
Terres argilo-humifères.

IIème CLASSE. — RÉGION DES PRAIRIES ARTIFICIELLES. (STEPPES).

(*Région des avant-steppes roumaines*).

Sols naturels :
En Hongrie ils manquent.

Terres :
Terres tchérnosioms noires limoneuses.
Terres tchérnosioms noires argileuses.
Terres tchérnosioms brunes limoneuses.
Terres franches brunes (« Vályog »).

a) *Subdivision. — Terrains originels mouillés, actuellement secs.*

Sols naturels :
Sols tourbeux noirs sablonneux.
Sols vaseux noirs argileux.

Terres :
Terres humifères noires argileuses.
Terres tourbeuses.

IIIème CLASSE. — LES SOLS SALÉS ET ALCALINS.
(Produits par des exhalation de gaz).

Sols salés sylvestres (contenant des sulphates).
Sols salés alcalins tchérnosiom à soude.
Sols alcalins tchérnosiom sablonneux.
Sols alcalins tchérnosiom argileux. (*Szik-Sols* en Hongrie).

IVème CLASSE. — LES SOLS EN RUINES.

Sols de granit ; Sols de trachyt ; Sols de basalt ; Sols calcaires etc. Sols tufeux ; Sols marneux ; Sols « Nyirok » ; Sols « terra-rossa ». Les types : sols latéritiques manquent.

L. TREITZ, *Budapest (Ungary).* — **The Regions of Soils in Ancient Hungary and the Position of the chief Types of Soil in Relations to the General Classification.**

ABSTRACT.

The author distinguishes between original soil (jungfräuliche Urböden) and cultivated soils altered by men. In order to obtain knowledge of the processes which have caused the soil formation it is necessary to know the original soils. In separate paragraphs (1) the main soil types of the cold temperate climate zone and the forming factors influencing their genesis, (2) the region of the natural steppes, and (3) the territory of the steppes arisen in an artificial way, are described. Furthermore the importance of the determination of the hydrogen-ion concentration for the distinction between soil earths differing from each other is emphasized. The alterations which the original soils have been subjected to through the interference of man are dealt with in a special paragraph. At the end the essay emphasizes a proposal of nomenclature and classification of the earths of Hungary. The latter embraces :

I. Soils of forest regions, sylvestral soils.
II. Steppe regions, Tchernosiom.
III. Soils formed under the dissolving effect of gases streaming forth from the interior of the earth.
IV. Ruin soils.

Prof. Dr. A. A. J. DE 'SIGMOND,
Université des Sciences Techniques, Budapest, Hongrie.

LES SOLS ALCALINS DE LA HONGRIE, LEURS PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES ET LEUR AMÉLIORATION.

C'était bien le célèbre agronome américain M. le Professeur et Docteur E. W. W. HILGARD, qui nous a démontré scientifiquement que la formation des sols alcalins proprement dits est en relation avec le climat aride. Il nous a démontré aussi qu'une considérable partie de notre globe est bien riche en ces terres presque

stériles : ainsi une grande partie de l'Ouest de l'Amérique du Nord et du Sud, les grands déserts de l'Afrique, les steppes de l'Asie et d'Europe, les Indes et l'Australie. Dans son livre bien connu il dit : [1]

« It will therefore be seen that *the problem of the utilization of alkali lands for agriculture is not of local interest only, but is of world-wide importance* ».

C'est bien une des raisons pourquoi je prends la liberté de faire connaître ici le résumé de mes études sur les sols alcalins de la Hongrie, dont j'avais commencé l'étude sistématique dès 1900 et dont j'ai donné une réassumation complète dans une monographie : « A hazai aszikesek és megjavitási módjaik ». (Les sols alcalins de la Hongrie et leur modes d'amélioration) couronnée par l'Académie des Sciences de la Hongrie, à Budapest, et qui parut en 1923. Je pense que les idées et les expériences, qui sont amassées dans ce livre, peuvent intéresser non seulement les agriculteurs et les savants de la Hongrie, mais aussi de toutes les nations, qui ont dans leur des sols alcalins. Mais hors de cet intérêt pratique, comme je vais le démontrer, l'étude pays des sols alcalins a une valeur spécifique au point de vue de la science agronomiqne proprement dite.

Si l'évaporation n'était pas assez intense pour que les eaux superficielles se pusssent dessécher entièrement, alors ici se produiseraient des prairies humides ou des marais. Toutes ces formations on les retrouve encore maintenant dans l'environnement des sols alcalins de la plaine hongroise.

D'après la morphologie de ces sols, on avait supposé aussi, que l'horizon *A* (élluvial) s'était formé comme le même horizon des sols podsoliques, c'est-à-dire dans des circonstances plus on moins arides [2].

Mais M. GLINKA vient de démontrer, que la formation des sols alcalins s'écoule au contraire dans un medium plus ou moin alcalin, dû à des carbonates de soude. Concernant les preuves de cette thèse je me rapporte au livre de MR. GLINKA cité plus haut.[2] D'après des expériences propres je peux non seulement confirmer les expériences de MR. GLINKA, mais j'ai trouvé encore, que *les sels alcalins ont transformé tout à fait spécialement la composition chimique des sols alcalins, et surtout la proportion des bases dans la partie dite zéolithique du sol.*

Pour démontrer les caractéristiques chimiques d'un sol alcalin, j'ai choisi de calculer les données analitiques en valeurs des équivalents de la partie du sol décomposée par l'acide chlorhidrique concentré à chaud par la méthode de M. HILGARD.

Pour mieux illustrer la règle, je reproduis ci- joint la composition d'un profil des sols alcalins dans le Hortobagy (Hongrie). (*voir tableau N.* 1)

L'origine des sols alcalins c'est la première question dont je m'occupe dans mon livre. J'ai trouvé notamment que la théorie de M. HILGARD n'était pas suffisante pour élucider la question : Pourquoi dans le plus près voisinage des sols du type de chernosiome, des steppes fécondes, des forêts, de la plaine etc. se trouvent tout à coup les sols alcalins stériles, saturés plus ou moins par des sels alcalins, quand le climat de l'environnement de ces différents types de sol est le même, la matière originelle est aussi à peu près la même ? Il est vrai que les sols alcalins se trouvent le plus souvent dans les dépressions de la contrée, mais le contraire se trouve chez nous aussi

[1] E. W. HILGARD : Soils. New-York- 424. 1910.
[2] Ibid. pages 197-208.

TABLEAU N° 1.

Équivalent des constituants positifs.	Horizon 1	2	3	4	5	9
	pourcents					
Na I	14.77	8.99	7.45	3.93	6.53	5.11
K I	0.90	3.52	3.16	2.81	3.16	3.07
Ca II	1.51	1.09	1.63	7.20	7.70	5.36
Mg II	5.82	7.32	7.22	8.43	6.72	6.76
Fe III	20.47	21.39	26.66	19.67	20.50	19.89
Al III	56.53	57.69	53.88	57.96	55.39	59.81
Équivalent des constituants négatifs.						
SO_4 II	0.79	0.57	0.40	0.02	—	0.05
CO_3 II	—	0.04	1.08	0.62	0.95	0.72
PO_4 III	0.39	0.28	0.43	0.53	0.53	0.30
SiO_4 IV	98.82	99.11	98.09	98.83	98.52	98.93
SiO_2 surplus	10.08	10.50	6.31	2.36	2.92	6.23
	calculé sur le sol original.					
Résidu insoluble	52.48	39.58	45.15	55.45	56.62	35.99
SiO_2 soluble enHCl et Na_2CO_3.	22.76	28.61	23.78	17.78	17.07	27.14
Taux des gramme equivalents .	0.8517	1.2124	1.1814	1.0354	0.9351	14.022
Taux des % des equivalents:						
Constituants positifs de I et II valeur	23.00	20.92	19.46	22.37	24.11	20.30
Constituants positifs de III valeur	77.00	79.08	80.54	77.63	75.89	79.70
Taux des constituants sans SiO_4	1.18	0.84	1.91	1.17	1.48	1.07
CO_3 II	—	0.04	1.08	0.62	0.95	0.72

bien souvent. C'est bien pour cette raison que SIBIRTZEW détermine les sols salins comme *types intrazonaux*, dont la genèse correspond à des circonstances locales, qui modifient plus ou moins le caractère zonal.

L'autre lacune de la théorie de Mr. HILGARD était la thèse, *que la stérilité des sols alcalins dérive directement et seulement de leur teneur considérable en sels alcalins*, tels que le sulphate, le chloride et les carbonates de soude. Et comme le carbonate normal de soude dissout les « matières noires » (l'humus) du sol, il partage les sols alcalins en deux groupes : *les sols alcalins noirs, et les sols alcalins blancs.* Eh bien, chez nous on trouve bien souvent des sols alcalins riches en carbonate de soude, mais leur couleur n'est pas du toutn oire, au contraire blanche et brillante, et par contre on

trouve des sols alcalins aussi bien brunâtres, bien souvent avec des croûtes écorcées presque noires, sans que le sol contienne même des traces de carbonate de soude. Car les croûtes consistent d'argile et d'humus colloïdal et ne contiennent presque point de sels alcalins. C'était par suite de cette théorie de Mr. HILGARD que nos agronomes supposaient toujours, que la stérilité de nos sols alcalins hongrois dérivait de la teneur en carbonate de soude.

Quant à l'origine de nos sols alcalins j'ai démontré dès 1903 que *le climat aride ne suffit pas pour faire comprendre l'origine de ces sols salins, nommés « Szik » ou « Szék » chez nous.* J'ai prouvé que dans le sous-sol *on trouve toujours ici un horizon ou une couche imperméable,* qui avait causé que l'eau et les sels alcalins, qui venaient tantôt de la décomposition des minéraux du sol, tantôt des infiltrations et d'érosion des environnements plus élevés, ne pouvaient pas s'infiltrer dans le sol. Ainsi *le terrain restait pendant longtemps inondé.* Et vraiment si on cherche les sols alcalins en Hongrie, on les trouve *au long des territoires d'inondation d'autrefois du Danube et du Tisza et de ses affluents.* Le climat de la grande plaine hongroise est certainement semiaride, mais cela ne suffit pas pour que les sols alcalins se produisent là, *il en faut encore de l'eau stagnante intermittante,* qui favorise la *décomposition chimique des constituants du sol,* puis les transporte et accumule dans les horizons superficiels du sol. Mais ce n'est pas seulement chez nous ainsi. Si on étudié de plus près l'origine des sols alcalins, par exemple dans l'Ouest des États-Unis ou en Égypte, on trouve que les mêmes circonstances ont causé là aussi la formation des sols alcalins. Moi-même je n'ai pas encore eu l'occasion de visiter les sels alcalins de la Russie, mais d'après la description des savants russes et de mes compatriotes qui ont visité la Russie, il est bien probable, que les mêmes facteurs prévalaient dans les grandes steppes de la Russie comme chez nous dans la grande plaine de la Hongrie, et que la formation des sols salins là-bas était la même que chez nous.

C'est bien M. le Professeur K. GLINKA, qui a introduit pour l'explication de l'origine des sols alcalins un second facteur, l'*humidité de temps en temps surabondante.* Dans son livre récent il dit entre autres [1]. « Sie werden — c'est a dire les sols alcalins — in verschiedenen klimatischen Zonen beobachtet und zwar in den Teilen dieser Zonen, welche relativ kleine Mengen atmosphärischer Niederschläge enthalten. Diese Böden entstehen gewöhnlich *in den gleichen Reliefformen wie Moor- und Wiesenböden in den an Feuchtigkeit reichen Gegenden* ». Tout à fait comme chez nous on trouve les sols alcalins dans les zones arides ou semiarides, là ou les eaux superficielles s'accumulent de temps en temps, dissolvent les sols solubles en eau, et par la capillarité et l'évaporation, les accumulent dans les horizons A et B du profil.

Il est évident en outre, que si l'on considère qu'en général le *Na* comme constituant du sol ne joue qu'un rôle tout à fait négligeable, ici on voit que le *N* a pris surtout le rôle du *Ca.* Cela fait l'impression comme si le *Na* avait déplacé plus ou moins le *Ca.* Le maximum des équivalents pour cent du *Na* se trouvent dans l'horizon N° 1, puis les équivalents diminuent jusqu'à l'horizon N° 4, pour regagner de nouveau vers les horizons plus profonds. L'horizon N° 1 représente la couche décorée à la surface, que d'après sa couleur on jugerait podsolique. L'horizon N° 2

[1] Dr. G. GLINKA: Die Typen der Bodenbildung, p. 177. Berlin 1914.

[2] Dime: Formation des semisteppes au sud du Gouvernement de Charicin Saratev 1907, en langue russe.

représente l'horizon d'accumulation (*B*) d'une couleur noire et presque imperméable pour l'eau. L'horizon N° 3 représente l'horizon ferrugineux supérieur, N° 4 l'horizon riche en concrétions calcifères ; N° 5 second horizon ferrugineux, enfin N° 6 l'argile bleue-grisâtre, un peu sablonneuse qui représente la couche primitive imperméable, *l'un des facteurs de la genèse du sol salin.* On peut aperçevoir aussi dans le tableau N° 1 une accumulation des matières décomposables par l'acide HCl concentré.

Si au contraire l'on détermine les bases échangeables par des solutions de sels neutres, par exemple par une dissolution de NH_4NO_3 de 10 pour cent, on trouvera comme si le Na avait déplacé en premier rang le *Ca* par substitution, puis le *Mg* et en troisième rang le *K.* Cette régle se manifeste dans le tableau N° 2.

TABLEAU N° 2.

Numéro du horizon.	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	Total
	Millimols calculés pour 100 grammes de sol.				
1.	2.60	1.34	0.42	5.50	9.86
2.	2.30	8.06	5.58	3.02	18.96
3.	5.42	8.92	0.34	1.84	16.52
4.	9.80	2.56	—	0.34	12.70
5.	10.58	6.30	0.18	0.04	17.10
6.	12.34	2.24	0.60	0.10	15.48
	Millimols % des bases échangées.				
1.	26.4	13.5	4.3	55.8	100.0
2.	12.1	42.5	29.4	16.0	100.0
3.	32.8	54.0	2.0	11.2	100.0
4.	77.1	20.0	—	2.9	100.0
5.	61.9	36.0	1.0	0.3	100.0
6.	79.7	15.8	3.9	0.6	100.0

On voit précisément que le *Na* augmente graduellement de la couche plus profonde jusqu'à la surface, comme si on avait laissé agir des dissolutions de $NaCl, Na_2So_4$, ou de la soude sur des zéolithes de Ca, Mg ou K. L'inverse se trouve chez le Ca, qui représente en général dans les sols semiarides ou arides le taux à peu près de 70-80 % des bases échangeables. Le maximum du Mg se trouve ici dans l'horizon N° 3, tandis que celui du K dans l'horizon N° 2.

Il suit de tout cela, *que dans la formation des sols alcalins en général un lessivage alcalin se manifeste,* comme l'a trouvé déja MR. GLINKA dans une autre manière. Mais il sort aussi de ces faits, *que les propriétés chimiques et physiques des sols alcalins ne dépendent pas seulement des sels solubles en eau, mas aussi des bases échangeables par les solutions des sels neutres.* Car pour la perméabilité du sol il faut se rendre compte que *plus on a des silicates zéolitiques saturés par le Na dans le sol, la perméabilité du sol*

deviendra toujours plus mauvaise. Il arrive souvent, que même la couche supérieure est presque imperméable à cause de cette composition chimique. Cette imperméabilité s'accentue encore par la présence du carbonate de soude. Car ce dernier dissolubilise la « *matière noire* » et peptise encore les hydrogels du sol.

Ainsi on peut dire qu'en général *pour la formation des sols alcalins il en faut les conditions suivantes* :

1) Un climat *aride* ou *semiaride*, c'est-á-dire que l'évaporation soit pendant une saison assez longue plus intense que la précipitation ;

2) *Un sous-sol plus ou moins imperméable*, qui empêche que les eaux superficielles s'enfiltrent dans le drainage naturel, au contraire cette imperméabilité du sous-sol contribue à la formation des eaux stagnantes, qui solubilisent les sels du sol et puis, par l'évaporation, les mènent et concentrent dans les couches supérieures. Ici il y a assez d'occasion pour que ces hydrogèles nommés plus haut, se saturent avec les ions de Na et que les propriétés chimiques et physiques des sols alcalins se développent plus ou moins selon les conditions données.

3) Mais pour que cette dernière condition s'établisse, il faut *des conditions hydrographiques et orographiques qui donnent la possibilité, que l'eau superficielle*, dérivent tantôt des inondations des fleuvents, tantôt du drainage des environnements plus élevés, *s'accumule dans certains terrains sans écoulement parfait.*

Et vraiment si on étudie de plus près l'occurence des sols alcalins de la Hongrie et leur genèse, *on retrouve toujours la responsabilité de ces trois facteurs dans la formation de ce type du sol.* Naturellement le degré de l'effet de ces trois facteurs varie selon les conditions climatiques, orographiques et hydrologiques du présent et du passé. C'est la raison pourquoi on trouve les sols alcalins tantôt au voisinage direct des sols de steppes ou de forêts de notre grande plaine, tantôt à la périphérie des marais ou des terrains couverts de roseaux. Il se trouve bien souvent que dans les bassins plus ou moins étendus se trouvent des lacs salins, qui sont souvent stériles, mais aussi souvent pleins de vie végétale et animale.

Selon le degré de l'effet des différents facteurs génétiques, la composition chimique et mécanique des sols alcalins varie naturellement. Ainsi il se présentait utile de ranger ces sols alcalins dans des groupes caractéristiques. Les caractéristiques de ces groupements sont donnés dans le tableau N° 3.

Comme on le voit par ce tableau le groupement de ces sous-types est basé sur la composition chimique et mécanique des sols alcalins. Le groupement des savants russes, notamment de M. GLINKA repose cependant sur la morphologie du profil. Et il est intéressant que les sols appartenant au groupe principal N° 1, ont à peu près la même structure que les « Solonec »-s de la Russie, tandis que les sols de soude se raprochent plutôt des « Colontchak »-s carbonatés de la Russie. Il est vrai qu'entre les derniers sous la subdivision : argileux on trouve quelquefois la tendence au développement de quelque structure, mais Mr. GLINKA remarque aussi dans son ouvrage cité plus haut [1] que le « Solontchak » et le « Solonec » ne forment pas des groupes strictement séparables, car il y a beaucoup de gradations transitoires de l'un à l'autre.

M. GLINKA explique aussi la formation de la structure des « Solonec »- par le

[1] GLINKA : Die Typen der Bodenbildung, p. 197.

TABLEAU N° 3.

Groupement systématique des sols alcalins hongrois.

I. — GROUPE PRINCIPAL : SOLS ALCALINS SILICATÉS.

Caractéristiques : *a*) chimiques — base dominante Al. (Fe) ; acide dominant SiO_4 ; sel dominant Na_2SO_4 ; fractions dominantes : 0'02-0'002 et argile colloïdale.

b) mécaniques — horizon A : gris de souris, alluvial ; horizon B : noir ou brun avec structure spéciale, horizon d'accumulation d'humus et d'autres colloïdes.

c) du profil — horizon C : jaune, pleine de concrétions de $CaCO_3$, souvent de $CaSO_4$ aussi. horizon D : couche basale ; argile imperméable bleu gris ou jaune.

1. SUBDIVISION. Sols alcalins fertiles. La teneur en sols solubles en eau (pricipalement Na_2SO_4) ne dépasse pas le taux de 0'2 % sans carbonates quelconques.

2. SUBDIVISION. Prairies alcalines. La teneur du sol en sels solubles dépasse souvent considérablement (jusqu'a 1-2 %), le taux de 0'2 %, le sel dominant est le Na_2SO_4, tandis que le Na_2CO_3 ou NaCl se trouve quelquefois aussi en abondance.

1. Variété : poussiéreux. Fraction de 0'02-0'002 mm. domine.

2. Variété : argileux. Fraction de l'argile colloïde varie entre 30-40 %.

1. Variété : sans carbonate de soude. Le $CaCO_3$ se trouve ici dans le sous-sol, commençant par l'horizon C. Les cristaux de plâtres se trouvent bien souvent.

2. Variété : avec carbonate de soude. Le $CaCO_3$ se trouve ici déjà dans les horizons supérieurs. La teneur de Na_2CO_3 varie souvent entre 0'1-0'2 %.

II. GROUPE PRINCIPAL : SOLS DE CARBONATE DE SOUDE.

Caractéristiques : *a*) chimiques : Bases dominantes Ca. Mg. Acides dominants Co_3 Sel dominant Na_2C_3

b) mécaniques : chaque variété en commençant des sablons jusqu'aux argiles.

c) profil : les horizons A B et C sont souvent à peine reconnaissables, mais il se trouvent aussi des profils semblables du groupe principal NoI. ; la couche basale est toujours un sable assez grossier.

SUBDIVISION D'APRÈS LA COMPOSITION MÉCANIQUE

	1. Argileux	2. Sable fin argileux	3. Sable grossier
Sable	15-35 %	59-70 %	80-95 %
Limon (Fraction 0'02-0'002)	30-50 %	19-20 %	4-8 %
Argile colloïde	10-50 %	15-20 %	à peine 1 %

Les horizons superficiels sont souvent de la même structure que les sols alcalins silicatés. Au-dessous de l'argile, souvent à 170 cm. de profondeur, sable grossier.

Point de structure visible et si le sable fin argileux ne dépasse pas 20-40 cm. d'épaisseur, dans le sable basal on trouve une couche calcifére plus ou moins cimentée et presque imperméable.

Point de structure, quelquefois la couleur des couches varie. Dans une profondeur de 1-2 m. un banc de calcaire ne manque jamais ; au dessous suit sable grossier.

pouvoir dissolvant des solutions de soude sur la « matière noire » (acides humiques) du sol [1]. J'ai trouvé moi-même que, — tandis que la solution de soude dissout facilement la « Matière noire » du sol, — le bicarbonate, sulphate ou chloride ne dissolvent presque rien. Mais voici une contradiction qui se présente dans le cas des sols alcalins silicatés (subdivision N° 1) : Ils sont tout à fait exempts de carbonates et pourtant la structure du horizon B ressemble tout à fait à la structure des « Solonec » prismatiques ou de forme de colonne. Ainsi il faut supposer que *non seulement le carbonate de soude peut mobiliser la « matière noire » et les autres colloïdes des sols alcalins*, ou que pendant une *période transitoire* de la formation il y a eu une occasion, pour que, par la décomposition des matières organiques, un peu de carbonate de soude se soit formé, qui a mobilisé alors les matières humiques, et puis disparut parfaitement des horizons A et B.

Au contraire dans les sols de carbonate de soude, la structure est bien rare. M. GLINKA remarque aussi que dans le cas ou en même temps avec le carbonate de soude il y a une abondance de sulphates et de chlorides de soude, les derniers empêchent la formation des solutions apparentes et des suspensions colloïdales et empêchent aussi la mobilisation de ces matières de l'horizon A à l'horizon B. Mais dans notre cas, d'après plusieurs analyses de sols de soude hongrois, on trouve que le taux d'ensemble ne dépasse guère le 10-25 % et le reste des sols est représenté par des carbonates de soude, ces faits semblent être bien différents de ceux notés par Mr. GLINKA. Je pense que la formation de structure des « Solonec » exige *une matière primitive riche en colloïdes et en « matières noires »*. Dans les cas de sols de soude sablonneux toutes les deux conditions préliminaires manquent. Mais aussi la présence de $CaCO_3$, qui domine tout à fait la composition chimique de ces sols, laisse supposer, que les suspensions colloïdes se précipitent vite et peut-être dans une autre manière et forme, que dans le « Solonec » de type.

Il serait donc bien intéressant d'illustrer ces faits expérimentaux par les données analytiques. Mais il n'y a pas de place dans ce court rapport pour ces tableaux bien nombreux qui ont été publiés dans ma monographie citée plus haut.

Je me rapporte encore seulement aux différents modes d'amélioration de ces sols souvent tout à fait stériles ou d'une exploitation tout au plus restreinte. On peut classifier ces différentes méthodes d'amélioration en quatre groupes principaux, notamment :

1) méthodes physiques ;
2) méthodes reposant sur l'éloignement des sels nuisibles du sol;
3) méthodes chimiques ;
4) exploitation par des plantes salifères.

Les méthodes physiques consistent tantôt dans un mélange d'une couche marneuse de la couche supérieure, ou dans des procédés différents pour empêcher la capillarité ou l'évaporation sur la surface du sol. Ces procédés ont été applicables avec succès pour les sols alcalins silicatés, dits fertiles, dans lesquels le taux des sels nuisibles ne dépasse guère 0'2 %, tandis que pour l'amélioration des sols plus riches en sels nuisibles l'éloignement des sels est inévitable. Heureusement nous en connaissons déja plusieurs méthodes, qui peuvent être appliquées rationellement selon les conditions agronomiques et hydrologiques. Toutes ces méthodes reposent sur la dissolution et lavage du sol, tantôt à l'aide des précipités naturels, comme par les différentes méthodes d'irrigation et par le drainage. En tout cas le lavage parfait représente la méthode la plus radicale, mais pas toujours la plus rationnelle. Surtout si le sol alcalin est presque inperméable, comme la plupart de nos sols alcalins silicatés ; alors le drainage est souvent problématique, et une irrigation ruisselante, qui lave surtout les couches supérieures, suffit assez souvent. Cela dépend naturellement de la teneur en sels des sols. J'ai trouvé que si le taux total des sels solubles en eaux ne dépasse guère le taux de 0,25 %, et le taux de Na_2CO_3 les 0,10 % la méthode avait bon succès. Au contraire si le taux des sels dépasse les 0,50 % et Na, CO_3 0,20 %, l'amélioration est si lente, qu'elle est presque irrationnelle. Dans ces cas l'exploitation de ces sols stériles consiste dans la formation des lacs artificiels pour la pisciculture systématique. Si le sol est perméable, alors naturellement le lavage parfait sera aussi rationnel, comme on le fait en France et en Italie, en Amérique, en Egypte etc. Mais aussi dans le cas où fait défaut l'eau d'irrigation, on peut opérer de sorte que les précipitations des saisons humides ne s'écoulent pas inutilement de la surface. On les enferme entre des digues pour retenir sur la surface les eaux nécessaires. Ainsi les sels s'infiltrent dans les couches plus profondes et on gagne un foin assez bon et puis, après la coupe, encore un pâturage. Dans quelques districts de nos sols alcalins cette méthode d'amélioration c'est démontrée bien rationnelle.

Quant à l'amélioration chimique des sols alcalins, nous connaissons le plâtrage inauguré par M. HILGARD. Cependant cette méthode est souvent bien coûteuse, surtout si le sol contient beaucoup de carbonate de soude. Et aussi il est nécessaire, que le Na_2SO_4 qui se forme, soit lavé et drainé. Ainsi le plâtrage, d'après le directif de M. HILGARD, ne s'était pas prouvé rationnel dans la plupart de nos sols salins. Mais le plâtre ne transforme pas seulement le carbonate de soude du sol, mais aussi les matières colloïdes ou zéolitiques du sol. Un sol imperméable et de mauvaises propriétés physiques, deviendra après un plâtrage convenable, perméable et bien arable. Non seulement le plâtre, mais le $CaCl_2$ et le $Ca/NO_3/_2$ se comportent de la même manière. Pour arriver a ce résultat il faut déterminer le taux des ions échangeables de K et de Na, et employer les sels de Ca dans une quantité équivalente. Et c'est porquoi le plâtrage sur les sols alcalins silicatés ne donne souvent pas de résultats efficaces, parce qu'il n'est pas suffisant de transformer le Na_2Co_3 en Na_2SO_4, selon l'équation de Mr. HILGARD :

$$Na_2CO_3 + CaSO_4 Na_2SO_4 + {}^{o}CaSO_4.$$

Il est nécessaire encore, que les silicates zéolitiques, qui existent dans les sols alcalins en majorité comme zéolithes de natrium ou de kalium, se transforment en zéolithes de calcium. Et c'est aussi la cause, que dans le cas des sols alcalins silicatés et riches en carbonate de soude, le plâtrage se démontre irrationnel, parce qu'il faudrait employer ici une quantité considérable. Mais pour les sols alcalins silicatés et exempts de carbonate de soude, le plâtrage ou d'autres sels de Ca sont appropriés pour améliorer ces sols.

Enfin il est à mentioner, que certaines plantes exploitent des quantités considérables de ces sels nuisibles du sol. En Australie et en Californie les différentes espèces des *Adtriplex* ont été examinées avec quelque succès. Mais chez nous en Hongrie tous

[1] Voir pages 202-208 dans son livre cité plus haut.

les expériments de ce genre ont échoué. Il y a pourtant une classe de plantes qui résiste assez bien à des solutions salifères : se sont les Carex, Typha et les hydrophires parains. Comme l'application des ce plantes pour l'industrie est en développement, il est bien probable que la culture rationnelle de ces plantes servira à l'avenir pour exploiter les sols alcalins chargés d'autant de sels solubles, dont l'extraction ne serait pas rationnelle.

En résumant mes expériences, j'ose constater que l'amélioration des sols alcalins peut avoir un succès pratique non seulement en Hongrie, mais probablement en Russie et partout dans le monde avec des sols semblables, si seulement l'*examen du sol précède le choix de la méthode d'amélioration.* Il est aussi évident de mes recherches que *non seulement l'irrigation et le drainage peuvent être employés avec succès,* mais que, selon la spécialité différente des sols alcalins, il y a d'autres méthodes qui peuvent réussir avec profit économique. Et cela constitue justement l'importance pratique de ces recherches scientifiques et aussi l'intérêt international de la question des sols alcalins.

Prof. Dr. A. A. J. DE 'SIGMOND, *Budapest (Hongrie).* — **Les sols alcalins de la Hongrie, leurs propriétés physiques et chimiques et leur amélioration.**

RÉSUMÉ.

1) L'origine des sols alcalins dépend des trois facteurs suivants :

a) un climat aride ou semiaride ;

b) un sous-sol primitivement imperméable pour les eaux superficielles ;

c) des conditions hydrographiques et orographiques, qui donnent l'occasion aux eaux superficielles, dérivant tantôt des inondations des fleuves, tantôt du drainage des environnements plus élevés, de s'accumuler dans certains terrains sans écoulement parfait.

2) Selon le degré d'effet de ces différents facteurs génétiques la composition chimique et mécanique, comme toute la morphologie du profil donnent des variations bien distinctes, qui permettent de ranger les sols alcalins dans des groupes et sous-groupes raisonnables. Le groupement systématique des sols alcalins hongrois se trouve reproduit dans le tableau N° 3.

3) Le caractère chimique et physique de ces sols ne dépend pas seulement de leurs teneurs en sels alcalins, mais surtout dans les sols alcalins silicatés avec une structure spéciale et qui sont riches en matières zéolithiques colloïdales, les bases de ces zéolithes sont plus ou moins déplacées par Na ce qui fait que ces sols alcalins, même après un lavage parfait, ne perdent pas leurs mauvaises propriétés physiques (imperméabilité, tendance a faire des croûtes, manque d'ameublissement, le labour découpe des mottes formidables, qui ne pulvérisent jamais, mais deviennent après désiccation dures comme la pierre etc.). Car celles-ci ne dépendent pas des sels alcalins du sol, mais de ses matières zéolithiques saturées de Na_2O.

4) Les méthodes d'amélioration de ces sols alcalins, souvent presque stériles, se laissent arranger en quatre groupes principaux :

a) méthodes physiques ;

b) méthodes reposant sur l'éloignement des sels nuisibles ;

c) méthodes chimiques ;

d) méthode d'extraire les sels par des plantes salifères.

Prof. Dr. A. A. J. DE 'SIGMOND, *Budapest (Ungary).* — **The Alkaline Soil of Hungary, their Physical and Chemical Properties and their Amelioration.**

ABSTRACT.

1. The origin of alkaline soils depends on the three following factors :

(*a*) an arid or semi-harid climate ;

(*b*) a subsoil, originally impermeable to superficial waters ;

(*c*) hydrographic and orographic conditions giving an opportunity to the superficial waters coming from the inundations of the rivers or from the draining of the higher surroundings to accumulate in certain soils without a perfect discharge.

2. According to the degree of effect of these different genetic factors, the chemical and mechanical composition as well as the whole morphology of the profile furnish quite distinct variations which make it possible to class the alkaline soils in reasonable groups and sub-groups. The systematic grouping of the Hungarian alkaline soils is reproduced on table No. 3.

3. The chemical and physical character of these soils does not only depend on their content in alkaline salts, but especially in the silicated alkaline salts of a special structure, which are rich in colloidal zeolithic material, the bases of these zeoliths are more or less displaced by Na, which prevents these alkaline soils, even after a perfect washing, from losing their bad physical properties (impermeability, tendancy to form crusts, no mellowness, implements cutting out of it immense clods which never pulverize, but become as hard as stone after desiccation, etc.), for these bad properties do not depend on the alkaline salts of the soil, but on the zeolithic material saturated with Na.

4. The methods for improving the often almost barren alkaline soils can be divided in four principal groups :

(*a*) physical methods ;

(*b*) methods based on the removal of the harmful salts ;

(*c*) chemical methods ;

(*d*) methods for the extraction of the salts by means of saliferous plants.

U. PRATOLONGO.

Milano, Italia.

ALCUNE RICERCHE PRELIMINARI SULLE ARGILLE ALCALINE ITALIANE.

Le argille terziarie di formazione marina che hanno tante parte nel rilievo appenninico di più recente emersione, dànno un contributo notevole alla formazione di terreni alcalini.

Le caratteristiche fisiche, chimiche e fisiologiche di tali terreni conferiscono loro un'impronta comune e tipica. L'alta compattezza è la caratteristica fisico-meccanica di più rilievo. La facilità con cui l'argilla si stempera in acqua agevola e esalta i processi di denudamento e di erosione ; il modellamento esterno di tali formazioni as-

sume aspetti tipici e caratteristici : le *crete senesi*, le *biancane*, i *mattaioni*, i *calanchi*, le *ripe*, le *scrime*, i *cavoni*, le *galneddule*, ecc. ne sono gli aspetti esterni più noti e ricordati. Le ingenti variazioni di volume che sono connesse al processo di imbibizione e di essiccamento delle argille stesse, conferiscono ad esse la nota *fessurabilità*, tipica e caratteristica dei terreni alcalini. L'alto potere di imbibizione è la fonte della nota instabilità di queste formazioni, onde dipende assai sovente il carattere di franosità.

Le caratteristiche chimiche di tali terreni, solo di recente sottoposti ad indagini accurate, dànno facilmente ragione del caratteristico loro comportamento fisico, chimico e agrario. Esse possono essere così riassunte :

1° *È caratteristica costante di tali argille un grado notevole di alcalinità.* Nelle argille emiliane, toscane, lucane e siciliane che ho potuto esaminare, il grado di alcalinità è risultato normalmente compreso fra 8,6 e 9,0 e oltre (fra 40 e 100 volte l'acqua e oltre).

2° *Le argille stesse presentano sovente un grado variabile e talora anche notevole di salsedine.* Nelle argille toscane che ho esaminato a questo riguardo la salsedine (espressa como cloruro sodico) è risultato sovente dell'ordine di 3-4 per mille, accompagnata da un contenuto di solfati (espressi come solfato sodico) pari a 4-5 per mille.

3° *È caratteristica costante di tali terreni la presenza di disolfuro di ferro (pirite o marcassite).* Nelle argille toscane da me esaminate a questo riguardo il contenuto di solfuri è risultato non inferiore all'1 per mille. Il colore cinereo o plumbeo che tali argille assumono, normalmente è legato alla presenza di tali composti.

La tipica povertà floristica di tali formazioni è evidentemente legata alle proprietà fisiche e chimiche ora accennate.

Il comportamento agrario di tali terreni riflette assai nettamente i vizi di fertilità che sono definiti dalle improprie caratteristiche fisiche, chimiche e fisiologiche ora esaminate. Solo dopo aver eliminato per dilavamento la salsedine eccessiva, solo dopo aver corretto l'eccessiva alcalinità e i vizi che ne dipendono, solo allora il terreno può essere dissodato e utilmente sottoposto a coltura ; la sua relativa ricchezza in elementi di fertilità conferisce in questo caso al terreno stesso una feracità di regola assai elevata.

Prof. U. PRATOLONGO , *Milan (Italie)*. — **Quelques recherches préliminaires sur les argiles alcalines italiennes.**

Les argiles tertiaires de formation marine, que l'on rencontre en quantités notables dans les Appennins d'émersion très récente, contribuent remarquablement à la formation des terrains alcalins.

Les caractéristiques physiques, chimiques et physiologiques de ces terrains donnent leur une physionomie commune et typique. La caractéristique physico-méca nique qu'on relève le plus est constituée par leur haute compacité. La facilité avec laquelle l'argile se détrempe dans l'eau, favorise et augmente les processus d'érosions. La configuration extérieure de ces formations acquiert des aspects typiques et caractéristiques : « crete senesi », « biancane », « mattaioni », « calanchi », « ripe », « scrime » « cavoni », « ganneddule », etc. Les variations notables de volume qui dépendent du processus 'd'imbibition et de desséchement des argiles, leur confèrent la propriété bien connue, caractéristique et typique des terrains alcalins, de se fendiller. Le pouvoir élevé d'imbibition est la source de l'instabilité pareillement bien connue de ces formations et de laquelle dépend fort souvent la caractéristique de s'ébouler. Les caractères chimiques de ces terrains, que seulement depuis peu de temps ont été soumises à des recherches soignées, expliquent facilement leurs qualités physiques, chimiques et agricoles Ces qualités peuvent être résumées de la manière suivante :

1) Une caractéristique constante, de ces terrains est leur alcalinité élevée. Dans les argiles de la Toscane, de l'Emilie et de le Sicile, l'A. a trouvé un degré d'alcalinité entre 8,6 et 9,0 et davantage (entre 40 et 100 fois d'eau).

2) Les argiles se présentent souvent salines, à un degré variable et parfois même notable. Cette salure (exprimée en chlorure de sodium) a été rencontrée par l'A., dans les argiles de la Toscane, à raison de 3-4 p. 1000 et accompagnée de 4-5 p. 1000 de sulfates (exprimés en sulfate de sodium).

3) La présence de bisulfure de fer (pyrite ou marcassite) est une caractéristique constante de ces terrains. Dans les argiles de la Toscane, examinées par l'A. le contenu de sulfures n'est pas résulté inférieur à 1 p. 1000. La couleur cendrée ou plombée de ces argiles est normalément dépendante de la présence des ces composés.

La pauvreté caractéristique de la flore de ces formations est évidemment liée aux propriétés physiques et chimiques mentionnées.

De même le comportement agricole de ces terrains ressort bien nettement des vices de fertilité représentés par les caractéristiques non favorables physiques, chimiques et physiologiques remarquées. Seulement après avoir éliminé par le délavage la salure excessive et avoir amendé l'alcalinité excessive et ses conséquences, on pourra défricher le terrain et la relative abondance de facteurs de fertilité confère à ce dernier une fécondité généralement fort élevée.

Prof. U. PRATOLONGO, *Milan (Italy)*. — **Some Investigations on Italian Alkaline Clays.**

Tertiary clay of marine formation is found in considerable quantity in the recently emerged Apennines and contributes largely in the formation of alkaline soils.

The physical, chemical and physiological characteristics of these soils give to them a typical appearance in general.

The physico-mechanical characteristic that is observed most is due to their great compactness.

The facility with which clay goes into suspension in water favours and assists the process of erosion.

The external configuration of these formations takes on a typical and characteristic aspect : « crete senesi », « le biancane », « mattaini », « calanchi », « ripe » « scrime », « cavoni », « gannedule ». etc.

The chief variations in volume, which depend on the processes of imbibition and drying of the clays, give them the well-known property, characteristic and typical of alkaline soils, of cracking.

The increased power of imbibition is the source of instability, similarly well known in these formations, on which depends very often the caracteristics of slipping.

The chemical properties of these soils which are only in recent times been the subject of careful research, explains clearly their physical, chemical and agricultural qualities. These qualities may be summarised as follows :

(1) A constant characteristic is their high alkalinity. In the clays of Tuscany, Emilia and Sicily, the author has found a degree of alkalinity between 8.6 and 9.

(2) The clays often show a variable degree of salinity, sometimes to a notable extent. The author has found in the case of the clays of Tuscany, a salinity (expressed as sodium chloride) of 3-4 parts per 1000, together with 4-5 parts per 1000 of sulphates (expressed as sodium sulphate).

(3) The presence of bisulphide of iron (pyrites or marcassite) is characteristic of these soils. In the Tuscany clays examined the sulphide content was not less than 1 per 1000.

The characteristic poverty of the flora of these formations is evidently due to their physical and chemical properties.

From the agricultural standpoint these soils show clearly the effects of the unfavourable physical, chemical and physiological properties alluded to. Only after the removal by drainage of the excessive salinity and the excessive alkalinity with all its consequences, will it be possible to cultiva the soils, and by increasing the factors of fertility to raise the yields generally.

Dott. A. VECCHI,

Laboratorio di Litologia e Geologia agraria, Perugia, Italia.

I SEDIMENTI DEL TRASIMENO E LA PEDOLOGIA

Il Trasimeno, sua origine. Caratteri orografici ed idrografici. — Significato della flora spontanea. Caratteri geo-agronomici dei terreni del bacino imbrifero. — Natura e fertilità dei terreni di fondo. — Analisi fisico-meccaniche e chimiche; prove dirette di coltivazione. — Convenienza di ulteriore e maggiore ritiro delle acque in rapporto all'igiene, al clima e all'economia agricola.

Nell'epoca pliocenica un grande lago stendevasi dall'attuale bacino del Trasimeno, verso Nord-Ovest, sino al piano di Arezzo e forse comunicava con quello del Valdarno occupando tutta la Valle di Chiana, come attestano i depositi pliocenici marini, lacustri e fluviali.

Le formazioni geologiche del bacino imbrifero; che ha una superficie di kmq. 280; nella parte collinare si riportano all'Eocene, specialmente ad Est ove la riva cade a picco sullo specchio d'acqua; mentre ad Ovest troviamo depositi alluvionali del Quaternario recente (parte pianeggiante), seguiti da quelli del Quaternario antico e più in alto dalle formazioni argillose del Pliocene.

I monti che per tre quarti lo circondano non superano l'altitudine di m. 802 (monte Castiglione), mentre una linea di brevi colline lo separa dalla Valle di Chiana.

Non si può geologicamente sostenere neppure per il Trasimeno, come fu asserito per altri laghi italiani, l'origine di reliquato, nuovamente fatta viva in questi ultimi anni.

La superficie dello specchio d'acqua, situato a m. 258,46 sul livello del mare (quota dello sfioratore dell'emissario), è di kmq. 126.

Nel suo interno vi sono tre isole la Minore, la Maggiore, la Polvese.

PLANCHE VI.
PLATE VI.
TAFEL VI.
TAVOLA VI.

FIG. 31. — *Isola Maggiore* (Castello Guglielmi) con riva a picco e tutta sprovvista di vegetazione palustre.

FIG. 32. — *Lago Trasimeno.* Paesaggio palustre, a sud di Castiglione del Lago; con *passo* artificiale attraverso le canne, le quali si spingono sino ad oltre m. 100 dalla riva.

Il Trasimeno non ha sorgenti proprie, come dimostrano le continue oscillazioni del pelo d'acqua in relazione ai periodi di massime e minime pluviometriche, e riceve quindi il contributo dei soli torrenti di breve corso che in numero di 50 scendono dai colli e dai monti vicini, tutti a carattere prettamente torrenziale.

Dal voluminoso catalogo inedito delle fanerogame che vivono nel bacino del Trasimeno, compilato dal compianto Monsignore CICIONI G., che io ebbi l'onore di consultare egli vivente, ho stralciato l'unito elenco di piante a carattere più o meno palustre, moltissime prettamente palustri, che confermano la tesi di considerare il Trasimeno, più che un Lago, una vera e grande palude.

Tesi avvalorata in questi ultimi anni di massima magra (il pelo d'acqua attualmente — gennaio 1925 — trovasi a m. 1,50 circa, sotto il piano dello sfioratore; dalla presenza di piante palustri che hanno invaso tutte le maggiori insenature, e si trovano abbastanza frequenti, nella zona delle acque bianche, riunite a ciuffi, anche a considerevoli distanze dalla riva, verso il centro del bacino.

RANUNCULACEAE.

Genere: *Ranunculus* (Tourn) L. *Ranunculus aquatilis* L. con le varietà *submersa* o *fluitans* Fr. e *terrestris* Arc.
Ranunculus trichophyllus Ch.
Ranunculus repens L. con le varietà: *erectus* D. C. e *linearilobis* D. C.
Ranunculus Lingua L.
Ranunculus muricatus L.
Ranunculus sceleratus L.
Gen. *Càltha* (Rupp.) L.
Càltha palustris L.

NYMPHAEACEAE.

Gen. *Nymphaea* (Tourn.) L.
Nymphaea alba L.
Gen. *Nuphar* S. et. S.
Nuphar luteum (L.) S. et. S.

CERATOPHYLLACEAE.

Gen. *Ceratophyllum* L.
Ceratophyllum demersum L. β *submersum* L.

CRUCIFERAE.

Gen. *Nàsturtium* (L.) R. Br.
Nasturtium officinale R. Br.

HYPERICACEAE.

Gen. *Hypericum* (Tourn.) L.
Hypericum tetrapterum Fr. o Hy. γ *acuium* (Moench.).

MALVACEAE.

Gen. *Althaea* (Tourn.) L.
Althaea officinalis L.
Gen. *Hibiscus* L.
Hibiscus Trionum L.

LEGUMINOSAE

Gen. *Melilòtus* (Tourn.) L.
Melilòtus palustris W. et. K.
Gen. *Anagyris* (Tourn.) L.
Anagyris foetida L.
Gen. *Galèga* (Tourn.) L.
Galèga officinalis L.

LYTRACEAE.

Gen. *Lythrum* L.
Lytrum salicaria L. con le varietà: *cinereum* Griseb. e *tomentosum* Mill.
Lytrum virgatum L.
Lytrum hyssopifolia L.

OENOTHERACEAE.

Gen. *Epilòbium* L.
Epilobium parviflorum Schreb.
Epilobium Dodonaei Vill.
Epilobium hirsutum L.
Epilobium palustre L.
Gen. *Trapa* L.
Trapa natans L. (di dubbia presenza).
Gen. *Ludwigia* L.
Ludwigia palustris (L.) Ell.

UMBRELLIFERAE.

Gen. *Hydrocòtyle* (Tourn.) L.
Hydrocòtyle vulgaris L.
Gen. *Apium* (Tourn.) L.
Apium nodiflorum (L.) Rchb. F.
Gen. *Oenanthe* (Tourn.) L.
Oenanthe Phellandrium L. od *Oenanthe aquatica.* (L.) Poir.
Gen. *Ferula* (Tourn.) L.
Ferula Ferulago β *nodiflora* L.

COMPOSITAE.

Gen. *Eupatorium* (Tourn.) L.
Eupatorium cannabinum L.
Gen. *Tussilago* (Tourn.) L.
Tussilago Farfara L.
Gen. *Bidens* L.
Bidens tripartita L.
Bidens bullata L.
Gen. *Asteriscus* (Tourn.) L.
Asteriscus aquaticus (L.) Less.

Gen. *Gnaphalium* L.
Gnaphalium luteo-album L.
Gen. *Filago* L.
Filago germanica L.
Filago minima (Sm.) Fr.
Filago gallica L.
Gen. *Cirsium* (Tourn.) L.
Cirsium palustre (L.) Scop.
Cirsium arvense (L.) Scop.
Cirsium Acarna (L.) Scop.
Gen. *Crepis* (Vaill.) L.
Crepis paludosa (L.) Moench.

GENTIANACEAE.

Gen. *Erythraea* (Rem.) Neck. em.
Erythraea palustris (mihi) è forse la *E. tenuiflora* (Hoff. et L. K.).
Erythraea spicata (L.) Pers.
Gen. *Menyanthes* (Tourn.) L.
Menyanthes trifoliata L.

BORRAGINACEAE

Gen. *Myosòtis* (Dill.) L.
Myosòtis palustris (L.) Lam.

SOLANACEAE.

Gen. *Solanum* (Tourn.) L.
Solanum Dulcamara L.

SCROPHULARIACEAE.

Gen. *Scrophularia* (Tourn.) L.
Scrophularia aquatica L.
Scrophularia canina L.
Gen. *Veronica* (Tourn.) L.
Veronica Beccabunga L.
Veronica Anagallis L.
Veronica serpyllifolia L.

LABIATAE.

Gen. *Mentha* L.
Mentha rotundifolia L.
Mentha aquatica L.
Mentha pyramidalis Tenn.
Gen. *Nèpeta* L.
Nèpeta graveolens Will.
Gen. *Scutellaria* L.
Scutellaria galericulata L.
Gen. *Stachys* L.
Stachys italica L.
Stachys palustris L.

LENTIBULARIACEAE.

Gen. *Utriculària* L.
Utriculària vulgaris L.

PRIMULARIACEAE.

Gen. *Lysimachia* L.
Lysimachia vulgaris L.
Lysimachia Nummularia L.
Gen. *Samulus* (Tourn.) L.
Samulus Valerandi L.

POLYGONACEAE.

Gen. *Polygonum* (Tourn.) L.
Polygonum amphibium L.
Polygonum lapathifolium L. con la varietà : β *Persicaria* L.
Polygonum aviculare L. con la varietà : δ *depressum* Meins.
Polygonum serotinum
Polygonum nodosum Pers.
Gen. *Rumex* L.
Rumex aquaticus L.

CHENOPODIACEAE.

Gen. *Atriplex* (Tourn.) L.
Atriplex patulum L.

HALORRHAGIDACEAE.

Gen. *Myriophyllum* L.
Myriophyllum spicatum L. con le varietà : α *tipicum*, β *alterniflorum* (D. C.)
Myriophyllum verticillatum L.

CALLITRICHACEAE.

Gen. *Callitriche* L.
Callitriche palustris con le varietà : α *stagnalis*, β *verna* L.
Callitriche autunnalis L.

EUPHORBIACEAE.

Gen. *Euphorbia* L.
Euphorbia palustris L.

CERATOPHYLLACEAE.

Gen. *Ceratophyllum* L.
Ceratophyllum demersum L. con la varietà : β *submersum* (L.).

NAJADACEAE.

Gen. *Vallisneria* (Micheli) L.
Vallisneria spiralis L.
Gen. *Potamogeton* (Tourn.) L.
Potamogeton germanica L.
Potamogeton natans L. e β *fluitans* (Roth.)
Potamogeton lucens L.
Potamogeton pectinata L. β *marina* (L.)
Potamogeton perfoliata L.
Potamogeton densa L.
Gen. *Zannichellia* (Micheli) L.
Zannichellia palustris L.
Gen. *Najas* L.
Najas minor All.
Najas major All. o *marina* L. (Excl. var.).
Gen. *Hydrocharis* L.
Hydrocharis Morsus-ranae L.
Gen. *Lemna* L.
Lemna trisulca L.
Lemna minor L.
Lemna gibba L.
Lemna polyrrhiza L.

IRIDACEAE.

Gen. *Gladiolus* (Tourn.) L.
Gladiolus palustris Gaud.
Gen. *Iris* (Tourn.) L.
Iris Pseudo-acorus (*Apogon* Baker, *Xiphion* Parl. p. p.).

ALISMATACEAE.

Gen. *Alisma* L.
Alisma Plantago L.
Alisma Plantago β *lanceolatum* Witt.
Alisma parnassifolium Bassi in L. (tipica e copiosa).
Alisma ranuncoloides L.
Gen. *Sagittaria* L.
Sagittaria sagittaefolia L.

JUNCACEAE

Gen. *Juncus* (Tourn.) L.
Juncus compressus Jacq.
Juncus bufonius L.
Juncus articulatus L. α *lamprocarpus* (Ehrh).

ARACEAE.

Gen. *Acorus* L.
Acorus Calamus L. (rarissimo).

TYPHACEAE.

Gen. *Typha* (Tourn.) L.
Typha latifolia L.
Typha angustifolia L.
Gen. *Sparganium* (Tourn.) L.
Sparganium simplex Huds.
Sparganium ramosum Huds. o *S. erectum* L.

CYPERACEAE.

Gen. *Cyperus* (Tourn.) L.
Cyperus longus L.
Cyperus longus L. β *badius* (Desf.)
Cyperus fuscus L.
Cyperus fuscus L. β *virescens* Ces.
Cyperus glomeratus L.
Gen. *Heleocharis* R. Br.
Heleocharis acicularis (L.) R. Br.
Heleocharis palustris (L.) R. Br.
Gen. *Fimbristilys* Vahl.
Fimbristilys dichotoma (L.) Vahl.
Gen. *Scirpus*. (Tourn.) L.
Scirpus mucronatus L.
Scirpus lacustris L.
Scirpus Holoschoenus L.
Scirpus maritimus L.
Scirpus parvulus R. et S.
Scirpus triquetrus L.
Gen. *Carex* L.
Carex vulpina L.
Carex distans L.
Carex Pseudo-Cyperus L.
Carex Riparia Curt.
Carex hirta L.
Carex minuta L.
Carex divulsa Good.
Carex Maxima Scop.
Carex Ruta L.

GRAMINACEAE.

Gen. *Panicum* L.
Panicum Crus-galli L.
Gen. *Phragmites* Trin.
Phragmites communis Trin.
Gen. *Arundo* (Tourn.) L.
Arundo Pliniana Tourn.
Gen. *Agrostis* L.
Agrostis alba L. con le varietà : *verticillata* Will. e *vulgaris* With.

* * *

Benchè sulla natura e costituzione dei terreni agrari del fondo del Trasimeno siano state fatte a più riprese delle osservazioni saltuarie ed unilaterali, pur non ancora quei sedimenti sono chiaramente conosciuti.

Il CRISPOLTI ed il PASCOLI, delle affermazioni dei quali si valsero il MARIOTTI A. e il BERNARDI B. (1791), ritennero che il fondo del Lago fosse costituito per : « 5/6 di arena, ghiaia e sassi e la sesta parte limosa » giudicandolo quasi sterile.

L'Abate BORGHI B. e GAMBINI R. (1826), dopo avere dissertato intorno alla probabile costituzione del fondo del Trasimeno come derivato dai terreni circonvicini, erosi e trasportati dalle acque che scolano verso l'interno del bacino, lo dichiararono senz'altro fertile. ANTINORI R. (1864) prelevati n. 42 campioni nell'interno del bacino, li trovò tutti più o meno argillosi e credette poter concludere, anche in base alle analisi dei chimici PURGOTTI S. e VECCHI A., che esclusi i seni palustri e la zona perimetrale, profonda m. 150 circa, il fondo del Trasimeno si troverebbe poco meno che sterile.

Egli divise i campioni prelevati in quattro grupp ponendo nel :

1° gruppo quelli distanti da m. 50 a 300 della riva ;

2° gruppo, quelli dai 300 agli 800 metri ;

3° gruppo, quelli dagli 800 ai 3000 metri ;

4° gruppo quelli dei seni palustri e dei porti, ove più ricchi sono gli avanzi organici.

Nella sua relazione dichiara senz'altro fertili le terre del IV gruppo e nei riguardi delle altre così si esprime: «essere i bassi fondi palustri poverissimi ed affatto privi di *terriccio*, si esigerebbe perciò lungo tempo ed ingenti capitali per renderli fruttiferi».

Tali osservazioni (ANTINORI), contraddicono quelle del CRISPOLTI e del PASCOLI, le quali furono riconfermate pochi anni or sono da PANTANELLI D. Dello stesso parere dell'ANTINORI si è espresso il CADOLINI (1867), nella sua monografia sulla sistemazione del Trasimeno [1].

Debbo alla cortesia del Prof. DE ANGELIS-d'OSSAT G. rendere qui omaggio per l'aiuto amorevole con cui mi ha assistito nelle complesse e delicate ricerche.

* * *

Per formarmi un criterio completo sulla fertilità delle terre di fondo, ho intrapreso uno studio geo-agronomico, in relazione alle rocce che affiorano nel bacino imbrifero.

Vincendo le difficoltà che non mancano in simili casi, ho prelevato, nel novembre 1921, n. 46 campioni, in giro lungo la riva e a differenti distanze da essa, in modo da completare la rete fissata dall'Antinori e raccogliere tutti i diversi tipi di terreno agrario (fig. 33).

Per tale operazione mi sono servito di speciali sonde, da me fatte costruire e che applicate alle contingenze locali, corrispondono a quelle usate dai limnologi in analoghe circostanze.

I campioni raccolti con tutte le cautele del caso, in sacchetti di tela a trama fine, affinchè le parti minutissime del terreno non sfuggissero con l'acqua di imbibizione, li lasciai seccare all'aria e costituirono il saggio delle ricerche, fisiche, meccaniche, chimiche, litologiche, nonchè sperimentali, allo scopo di riconoscere le loro attitudini, nei riguardi dell'Agricoltura.

Assicuratomi con speciali sondaggi che la natura dei campioni non cambia per uno strato di oltre cm. 50, dirò subito come essi non differiscono sostanzialmente fra loro e si possano considerare quasi tutti costituiti da materiale argilloso con più o meno sabbia. Essi corrispondono quindi a quelli prelevati dall'Antinori. Da notare che la sabbia va sempre più diminuendo dalla riva verso il centro del bacino e si rinviene in abbondanza, mista a residui vegetali riconoscibili e a sostanza organica, nei delta dei torrenti, pochissimo avanzati nello specchio d'acqua e a Sud di Castiglione del Lago, nella regione che può denominarsi dell'emissario naturale. Poichè i campioni prelevati vicino alle sponde si possono e si debbono considerare simili a quelli di riva, soltanto con frammenti più attenuati e più ricchi d'argilla

[1] Del Trasimeno, sotto il punto di vista geo-idrologico e pedologico, si sono anche occupati PEITINGER (1779), — FERRARI (1790), — FABBRONI G. B. (1832), — FLORENZI E. (1832) — MENICUCCI E MASSARI (1832), — FOSSOMBRONI, MANETTI e FOLCHI (1864-65), — BONFIGLI F. (1864-65— BORGIA T. (1864), — CESARI C., FRANCESCONI F., BRUSCHI A. (1867) — BOSCHI, BANDINI e ARCENTI (1867) — MATTIROLO T. (1876), — CICIONI G. (1985), — MENCHINI L. (1900), RISTORI G. (1905), — DE SANCTIS (1912), — MONALDI C. (1912), — oltre il DANZETTA, il BALDUCCI, il CUPPARI, l'ABBENE, l'AMATI, lo SPEZI, il PAVESI, lo STRELLITOKS, il PASQUINI P. etc.

e di sostanza organica, ho ristretto la mia indagine su quelli più importanti ed in ispecial modo su quelli del centro del bacino.

La separazione dell'argilla col metodo Schultze su tre gruppi di campione ha dato i seguenti risultati:

1° gruppo: — Terreni sino a m. 100 dalla riva: (Argilla 46 % - Sabbia 54 %).

2° gruppo: — Terreni da 100 a m. 1000 dalla riva: (Argilla 50 % - Sabbia 50 %).

3° gruppo: — Terreni del centro del bacino: (Argilla 77,8 % - Sabbia 22,2 %).

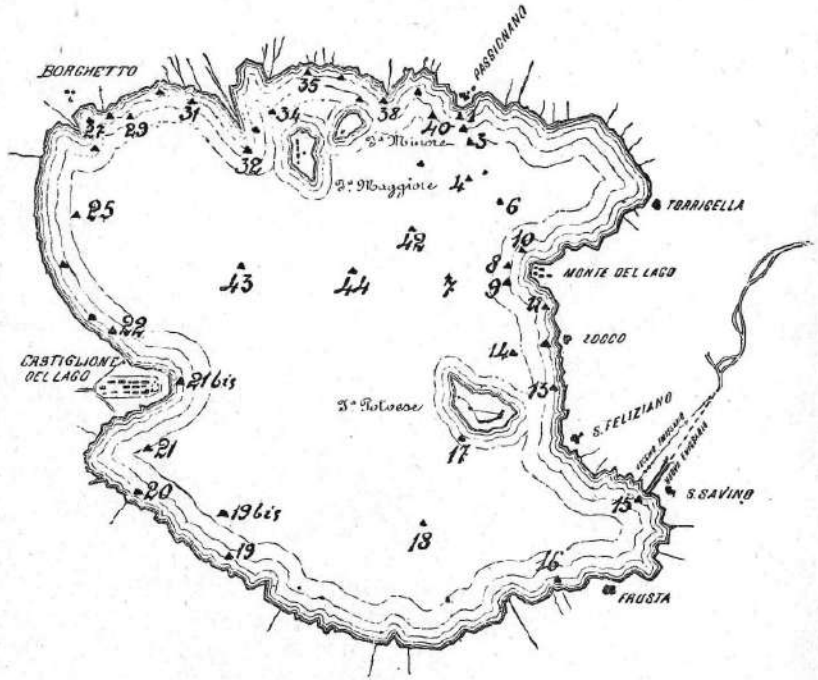


FIG. 33. — Trasimeno. 1 : 150.000.

Da tale separazione e dall'esame particolareggiato dei campioni, facendo tesoro delle osservazioni dell'Antinori e mie, si conferma come effettivamente il fondo del Trasimeno debba essere costituito in prevalenza da materiale argilloso, eccezionalmente sabbioso e che in ristrettissime plaghe e alla foce dei torrenti può essere ghiaioso e ciottoloso.

Per farmi un concetto completo della natura di quelle terre, ho sottoposto la parte sabbiosa ad un sommario esame microscopico, dal quale si desume che realmente i materiali sabbiosi possono considerarsi come gli attenuati di quelli

che formano le rocce dei bordi del lago, e che in essi diminuisce sempre più la parte calcarea ed aumenta quella silicea, ecc.

I frammenti più abbondanti appartengono al Quarzo, alla Piromaca, e non mancano granelli di Feldespato, fra i quali i più frequenti paredebbansi riferire all'Ortose.

Si osservano inoltre laminette di Mica e frammenti ferrugginosi profondamente alterati e ridotti quasi allo stato di sesquiossido idrato.

Ho cercato di assicurarmi della presenza o meno del solfuro di ferro, ma questo minerale non lo ho riconosciuto per certo per quanto qualche granello abbia mostrato i caratteri della Marcasite.

* * *

Per riconoscere i rapporti di derivazione fra la natura e costituzione delle terre del fondo del bacino e le rocce che circondano il Lago, non sarà inutile un rapido sguardo alle formazioni geologiche che vi affiorano.

I sedimenti dell'Eocene, rappresentati da banchi di arenaria, scisti arenacei, e zone calcaree ed argillose qua e là inframezzate nella massa, dominano nella parte montuosa e collinare.

Più in basso troviamo un piano elevato di circa m. 40, formato dai depositi del Quaternario antico che confinano con quelli dell'attuale, in continuo incremento per opera dei torrenti che adducono al Trasimeno un notevole contributo di acque torbide nella stagione delle pioggie. Essi sono costituiti in prevalenza da materiale sabbioso nella regione Sud-ovest; sabbioso argilloso nelle altre regioni e sporadicamente ghiaioso e ciottoloso.

Questi terreni sono ottimi dal lato della fertilità come ci viene dimostrato dallo sfruttamento intensivo di cui sono oggetto e come fu riconosciuto da Felicioni C. (1921), con le seguenti analisi fisico-meccaniche:

N° Campioni	Località	Vagli Wahnschaffe				Levigatore di Nöbel						CaCo³
		Sopra 1 cm.	Sotto 1 cm.	Sotto 2 m/m	Totale	Allunga I	Allunga II	Allunga III	Allunga IV	Vaso Raccoglimento	Totale	%
A	Calcinaio	2 —	14,60	83,40	100	3 —	80,90	4,67	7 —	4,20	99,77	4,47
B	Poderaccio	0 —	0 —	100 —	100	0 —	93,72	0,52	4,52	0,64	89,40	0 —

« Va segnalato il fatto che sebbene all'esame calcimetrico il campione sabbioso B si sia dimostrato mancante di *Ca*, elemento indispensabile; le coltivazioni sono rimunerative, segno evidente che questo elemento deve essere contenuto in qualche altro elemento minerale ». (Felicioni C. — Contributo allo studio geo-agronomico dei terreni agrari intorno al Lago Trasimeno).

È bene ricordare come il Felicioni abbia portato il suo esame sui campioni che, all'esame macroscopico, presentavano i più disparati valori.

Riporto anche i risultati delle analisi fisico-meccaniche, eseguite da Puletti T. (1924).

N° Campioni	Località	Vagli Wahnschaffe				Levigatore di Nöbel						CaCo³
		Sopra 1 cm.	Sotto 1 cm.	Sotto 2 m/m	Totale	Allunga I	Allunga II	Allunga III	Allunga IV	Vaso Raccoglimento	Totale	%
1°	S. Arcangelo	0 —	7,80	92,20	100	8.40	68,88	6,40	12,16	3,72	99,56	0,72
2°	S. Savino	0,70	58,10	41,20	100	0 —	26,44	20,12	44,60	8,24	99,40	1,65
3°	S. Savino	0,20	51,80	48 —	100	0 —	52,30	9,10	27,60	10,44	99,44	1,20
4°	S. Feliciano	1,10	39,10	59,80	100	6,60	56,08	6,48	22,84	7,52	99,52	1,40

La costituzione delle terre da me studiate accenna ad un eccesso di argilla e ad una relativa deficienza di sabbia; ma lo scarto non è tale da ritenerle non fertili.

Persuaso di non arrivare alla conoscenza completa delle terre del fondo del lago con la sola analisi fisico-microscopica, ho cercato di integrarla con una parziale analisi chimica su tre campioni del centro del bacino e cioè su quelli corrispondenti ai n. 18, 42, 43.

Tale analisi ha dato i seguenti risultati:

1°	Az	0,16 %
2°	K^2O	0,865 %
3°	P^2O^5	0,102 %
4°	$Ca\,CO^3$	4,99 %
5°	Sostanze organiche	5,86 %
6°	H^2O a 110°C	8,30 %
7°	Indeterminati (ferro, silice, ecc.)	79,723 %

Parecchie osservazioni si potrebbero fare sulla grande quantità di sostanza organica, di potassa e di anidride fosforica; ma la natura del sedimento spiega favorevolmente i fatti inquantochè la potassa potrebbe indirettamente venire dal feldespato di cui abbiamo fatto cenno e dai residui vegetali ed animali; indirettamente dal quantitativo assorbito dall'argilla. In via subordinata deriva anche dalle rocce circostanti che contengono spesso granuli di Glauconite e di altri minerali con potassa.

Il fosforo è in relazione con le materie organiche che non possono mancare in un lago così popolato di pesci, di Plankton e persino della vita vegetale, talvolta rigogliosa anche a discreta profondità.

La sproporzione fra la sostanza organica e l'azoto può trovare spiegazione nella differente natura della sostanza organica e nella sua riduzione comunque avvenuta.

La calce è in proporzione più che sufficiente.

Da queste osservazioni e da quelle che si deducono per caratteri macroscopici, si può argomentare che le terre del fondo sono provviste in misura più che sufficiente degli elementi della fertilità.

Dalle analisi note si ricavano i valori delle coordinate degli elementi per la rappresentazione grafica della cubatura, della costituzione, e della ricchezza di tali terre, secondo il metodo BERNARD.

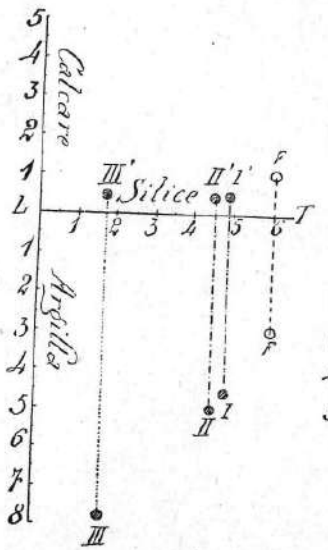


FIG. 34. — Rapporto centesimale fra argilla calcare e silice.

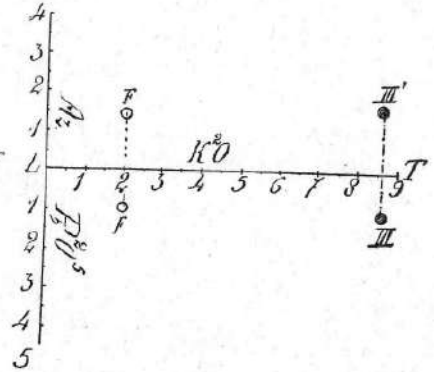


FIG. 35. — Rapporto millesimale della fertilità.

La cubatura della costituzione (fig. 34) — rapporto centesimale fra argilla, calcare, e silice — e quella in millesimi, della ricchezza (fig. 35); messe a confronto con i valori di una terra franca (F.) e di una terra ricca, ci presentano una buona costituzione ed un grado elevato di fertilità, trovandosi l'Az, il Ph, ed il K, in considerevoli quantità da assicurarci non solo una potenza notevole, ma anche una ricchezza insolita.

Ma poichè talvolta anche terre molto promettenti possono presentare caratteri negativi in tenuissime proporzioni che toglierebbero del tutto la fertilità, ho creduto opportuno ricorrere ad una esperienza diretta, la quale derimesse i dubbi che potevano sorgere in proposito. Ho per questo motivo impiantato delle prove dirette di coltivazione su tre terreni correspondenti ai punti centrali del bacino ove vorrebbero manifestarsi le più sfavorevoli condizioni.

Dopo avere prelevato i campioni correspondenti ai n. 42-43-44, li posi in vasi di terracotta porosa e li lasciai all'azione degli agenti atmosferici per alcuni giorni.

I vasi, che avevano le seguenti dimensioni:

Altezza media m. 0,07

Diametro medio m. 0,38

Superficie media mq. 0,113411

in numero di quattro, li contrassegnai coi n. 42, 43, 44, 45, riempiendo i primi tre coi terreni corrispondenti ed il quarto con un miscuglio di tutti e tre.

Il giorno 7 dicembre 1921 furono impiantate le esperienze allo scopo di riconoscere non solo il valore di germinazione, ma anche lo sviluppo vegetativo.

La semina delle granelle, dopo essere state riconosciute adatte alla bisogna, fu fatta infiggendo i semi leggermente nel terreno, e per le quantità seguenti:

Vaso n. 42. Favetta: semi: 22.
Vaso n. 43. Grano: semi: 63.
Vaso n. 44. Ravizzone: semi: 400
Vaso n. 45. Senape: semi: 350.

A causa dei rigori invernali, l'esperienza fu eseguita in vasi a 14° C., sino a completo sviluppo, sorvegliandole giornalmente e annaffiando ogni qualvolta se ne vide il bisogno.

La germinazione avvenne, nei giorni dall'8 all'11 dicembre 1921 per i vasi 43, 44, 45 e dal 12 al 24 stesso mese per il vaso n. 42.

L'esito fu positivo e la produzione notevole in tutti quattro i vasi come si rileva dalle fotografie eseguite il 15 marzo 1922. (fig. 36 e 37).

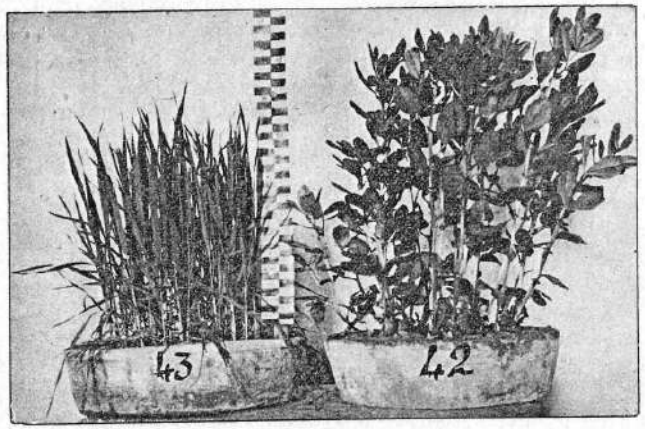


FIG. 36. — Prove colturali.

Ciò ha dimostrato che la feracità di tali terre in generale, non può essere messa più in dubbio.

Avanti ai fatti da me dimostrati per via diretta cadono tutte le affermazioni sinora fatte in proposito.

* * *

Non è quindi fuori luogo porre la questione del prosciugamento del Trasimeno a vantaggio dell'agricoltura nazionale che ne risente il bisogno. Le terre renderebbero certamente di più di quanto si ricava attualmente con la pesca che dob-

biamo ritenere giunta al massimo stante la cura assidua del direttore della Stazione Idrobigioloca di Monte del Lago, POLIMANTI O., e mercè l'opera sino ad ora svolta dal BISANTI C., direttore del Consorzio di Piscicultura del Trasimeno.

Il tecnico che si accingesse a redigere un progetto esecutivo, troverebbe facilitato il compito nelle naturali condizioni topografiche, altimetriche e idrologiche di questo lago.

La misera opera dell'abbattimento del diaframma-incile dell'emissario basterebbe a ridare all'agricoltura le terre attualmente comprese nelle bagna-asciutta.

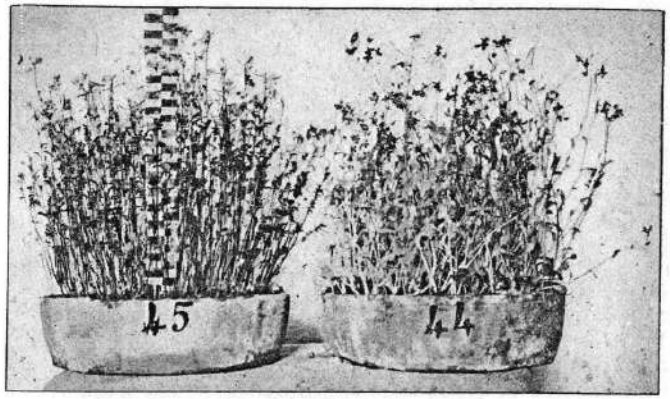


FIG. 37. — Prove colturali.

Un approfondimento della galleria emissario e del successivo canale, per una profondità iniziale di m. 8,10 e per una lunghezza di m. 2100 circa, usufruendo dei numerosi piccoli salti attualmente esistenti, basterebbe per ottenere il completo vuotamento del bacino.

Le preoccupazioni di ordine igienico non possono trovare serio fondamento in quanto la recente bonifica (1897-98) non ha per nulla variato le condizioni ambientali, ma solo allontanato le plaghe paludose ; un successivo ritiro delle acque migliorerebbe indubbiamente le condizioni igieniche dei paesi nelle immediate vicinanze del lago in quanto si allontanerebbe dalle sponde palustri e di conseguenza il pericolo della diffusione della malaria giacchè ormai sembra dimostrato che la zanzara (*Anopheles Culex*) non si allontani più di km. 1 dal luogo d'origine (*Habitat*). Un ritiro non può avere alcuna influenza sulle condizioni climatiche della zona stante la piccola profondità dello specchio d'acqua.

L'idea di lasciare un piccolo bacino, allo scopo di non variare le evoluzioni naturali delle geomorfe, dovrebbe attuarsi mediante un limitato specchio d'acqua nel *polder* più basso, che, meriterebbe allora, per le sue rive ben fisse, il vero nome di lago, e sarebbe destinato anche allo scopo di ricevere lo scolo del bacino imbrifero e fornire le acque eventualmente necessarie ai bisogni igienici e agrari della regione.

Il tempo che ci separa dall'ultima bonifica ha dimostrato come non si possa più parlare della valorizzazione del Trasimeno sviluppando l'industria del forestiero e del villeggiante. Benchè questo lago sia provvisto di celeri mezzi di accesso quale la ferrovia che per ⅓ del suo perimetro ne lambisce le sponde e le ottime strade carrozzabili che lo circuiscono ; poco o nulla hanno progredito i paesi rivieraschi. Da ultimo si può osservare che quanto si propone in merito alla bonifica agraria, si potrebbe attuare gradatamente, ciò che non ci impedirebbe di retrocedere qualora ci risultasse la necessità di tornare allo stato primitivo.

La relativa tenue spesa rimarrebbe sempre compensata lautamente da un riordinamento della bonifica scomparsa della bagna-asciutta, dalle condizioni igieniche più soddisfacenti, e dalla superficie perennemente conquistata all'agricoltura. Non sarà difficile al progettista tenere conto della separazione delle acque alte dalle basse, mediante un canale, allo scopo di avvantaggiare il governo delle acque piovane della zona redenta ; ma altresì delle vallecole del bacino, le quali con opportune sistemazioni non dovrebbero più tributare al piano i materiali grossolani, e con opportune disposizioni, come i bacini a corona, si potrebbero trasformare in altrettanto utili quanto ora sono dannose.

Dr. A. VECCHI, *Laboratorio di Geologia e Litologia Agraria, Pérouse (Italie)*. —
Les sédiments du lac Trasimeno en rapport avec le pédologie.

RÉSUMÉ.

En considérant la question du séchage du lac Trasimène, il est nécessaire d'établir l'origine et les propriétés mécaniques, physiques, litologiques et chimiques des terres au fond de l'eau, en ce qui concerne la fertilité probable.

L'examen de 50 échantillons prélevés dernièrement par l'auteur avec des sondes spéciales, les a différenciés ; ils sont constitués de matière argileuse mélangée avec plus ou moins de sable, au fur et à mesure qu'on procède vers le centre du bassin, et on peut les considérer pareils aux terrains de la rive.

Le sable va toujours en diminuant, tant en quantité, qu'en dimension, au fur et à mesure qu'on procède vers le centre du lac ; il est plus abondant, en procédant de l'est à l'ouest, mélangé à des matières plus grossières (graviers) et à des résidus végétaux dans les deltas peu étendus des torrents et au sud de Castiglion del Lago, dans la zône qu'on peut appeler la zône d'émission naturelle.

La séparation de l'argile, méthode SCHULTZ sur trois groupes d'échantillons a donné les résultats suivants : 1er groupe : terrains qui s'éloignent de la rive jusqu'à 100 m. (argile 46 % — sable 54 %) ; 2ème groupe : de 100 m. à 1000 m. (argile 50 % — sable 50 %) ; 3ème groupe ; centre du bassin (argile 77.8 % — sable 22.2 %).

L'examen microscopique des résidus sablonneux démontre la relation directe de ceux-ci avec les constituants des roches des terrains de la rive.

Les fragments les plus importants appartiennent au Quartz, à la « Piromaca », et au feldspath orthose, d'autres à des lamelles de Mica et à des éléments ferrugineux réduits à l'état de sesqui-oxydes hydratés etc.

La formation géologique du bassin imbrifère de la partie des collines appartient à l'éocène surtout à l'est, où la rive tombe à pic sur la surface de l'eau.

À l'ouest, la rive est plutôt en plaine, et on y trouve des dépôts d'alluvions du quaternaire récent, suivi de ceux du quaternaire ancien, et, plus en haut, des formations argileuses du pliocène.

La composition chimique des terrains du fond du lac Trasimène (centre du bassin) est la suivante : Az 0.16 %, K^2O 0.865 %, P^2O^5 0.102 %, $CaCo^3$ 4.99 %, matière organique 5.86 %, H^2O à 100° 8.30%, indéterminé (silice, fer, etc.) 77.723%.

A remarquer surtout la grande quantité de matière organique. Des expériences directes en pots, sans aucune fumure, ont réussi mieux qu'on ne l'avait cru à l'avance.

La constitution mécanique, ainsi que les éléments de la fertilité, démontrent qu'on ne saurait mettre en doute la fertilité de ces terres en général ; toutes les observations contraires faites jusqu'ici, sont réduites à rien.

Dr. A. VECCHI, *Laboratorio di Geologia e Litologia Agraria, Perugia (Italy)*. — **Composition of the Soil at the bottom of the Trasimeno Lake in relation to Pedology.**

ABTSRACT.

Considering the question oi drying the Trasimeno lake, it is necessary to establish the origin and the mechanical physical, litological and chemical properties of the soil at the bottom of the water, in order to study its paobable fertility.

The author has taken 50 samples (Antinori 1864) with special borers. The samples consist in clay material mixed with more or less sand, less in the middle of the basin and here the soil may be considered similar to the soil on the coast.

The sand decreases in quantity and in dimension, from the bank in the direction of the middle of the lake ; the sand increases from east to west, mixed with coarse material and vegetal residues in the small deltas of the rivers and at the south of Castiglion del Lago, which is the region of natural emission.

The separation of clay, after the method SCHULTZ, on 3 groupes of samples has given the foollowing results :

1st group. Soils starting from the bank until about 100 m. (clay 46 % — sand 54 %).

2nd group. From 100-1000 m. (clay 50 % — sand 50 %).

3rd group. Centre of the basin (clay 77.8 % — sand 22.2 %).

The microscopical examination of the sand residues, shows a close relation to the constituents of the rock of the soil round about. The most important fragments belong to the quartz, to piromaca, others to mica lamels and ironholding elements, reduced to hydrated sesquioxides, etc.

The geological formations of the imbreferous basin at the hill side belong to the Eocene especially at the east side, where the bank falls straight down into the water.

In the west, the banks are more flat, and we find alluvial deposits from recent Quarternar followed by those from the older Quarternar and higher up clay formations of the Pliocene.

The chemical composition of the soil at the bottom of the lake (centre of the lake) is the following : N = 0.16 % — K^2O = 0.865 % — P^2O^5 = 0.102 % — $Ca\ CO^3$ = 4.99 % — organic matter = 5.86 % — H^2O at 100° = 8.30 % — Undetermined (silica, iron, etc.) = 77.723 %.

The large amount of organic matter is to be noted. Pot experiments, without any fertilizer, have succeeded above expectation.

In regard of the mechanical composition and of the elements of fertility, it has been proved that there is no doubt about the fertility of these soils ; all contrary observations made until now have been now definitely contradicted.

J. WITYN,

Ministry of Agriculture, Latvia.

MOST MOMENTOUS PHASES OF SOILS DEVELOPMENT IN LATVIA [1]

There are very different subsoils having been of great consequence as to the development of the upper layers of grounds in Latvia. The most important of them are subsoils consisting of morainic marly loam and its other products separated by circulating waters, of coarse gravel containing a more considerable quantity of $CaCO_3$, of sand without it, of sandy loam, of stoneless marly loam containing 15-20 % of $CaCO_3$ and 2-5 % $MgCO_3$, and exhibiting an ingredient of 80 % of loam. The quantity of precipitations in different parts of Latvia is varying between 450 and 680 mm. The upper layers of the grounds have been considerably metamorphosed ; but independently of peculiar well qualified grounds in some drier parts of Latvia, there are still such grounds which underwent but a little metamorphosis. Taking into consideration both the level of the underground-water and the subsoil, the most momentous phases in reference to the development of the upper layers may be specified as follows :

A) DEEP UNDERGROUND-WATER.

1. *Subsoil consists of marly loam with 20 % of $CaCO_3$ and $MgCO_3$; ingredient of loam* : 20-80 %.

Phase I. Although a great deal of $CaCO_3$ has been washed away, it is still to be found in the upper layer ; the soil is still neutral and has never been acid ; 5-10 % of humus ; thickness of layer 30-40 cm. ; physical qualities of the grounds are excellent ; lower layers can be reached by the roots of plants ; earth is rooted up by a great many moles and worms, crops are generally abundant and assured.

Phase II. Deficiency of lime makes itself, to some extent, conspicuous in the particles of loam and of putrified matters. As to its external appearance, the soil does not much differ from that of Phase I. Only there is not such a plenty of moles, and the physical qualities are worse ; the cultivation is more difficult ; the crops are abundant, but less proof against drought.

Phase III. Upper layer shows an intensively acid reaction ; the colour is bluish grey ; 20-30 cm. in depth there is formed a clammy and hard loam-coat

[1] *Voir aussi* : J. WITYN. Die Hauptphasen des Podsolbildungsprozesses. Riga, 1924

isolating the lower layers from the upper ones. The roots of plants in connection with the acid reaction produce an intensive metamorphosis of mineral matters in the upper layer. This, on the other hand, calls forth a diminution of the ingredients of the loam — especially of K_2O_0, Na_2O and CaO — and an equal diminution of the ingredients of humus, and lessens the thickness of the layer. P_2O_5 change into hardly solvable amalgamations. Crops are thrice more moderate than in Phases I and II, and not assured.

Phase IV. Layer of humus becomes thinner and more acid; beneath it, a white coloured layer particularly badly carried away, and with very bad physical qualities, forms itself; plants strike roots in the upper layer, but are stunted in their growth in consequence of moisture and of deficiency of nutritious sustances. Crops are very insufficient and uncertain.

Because the lower layers are isolating themselves from the upper ones already in Phase I, $CaCO_3$ is to be found on similar subsoils almost equally deep, from 60-70 cm. forth, in all other phases.

2. *Subsoil consists of sandy marly loam; ingredients of loam: about* 20 %.

Here the same phases may be noticed, with the exception of the fact that carbonate of lime is to be found from 150-200 cm. forth, and that the white coloured carried away layer in Phase IV is much ticker.

3. *Subsoil consists of coarse gravel, with* 40-60 % *of* $CaCO^0$.

Also to be found in all other phases, but pretty often in Phase I.

4. *Subsoil consists of sand without any* $CaCO_3$. *About* 1.20 % *of* K_2O, *and about* 0.60 % *of* Na_2O.

Phase I, *i. e.* neutral reaction, is seldom to be noticed; Phases III and IV are easily met whereby a development of swamp-ore-layers takes place, with ingredients of ferric oxides (III); but there is also an accumulation of acid-natured organic matters (IV).

B) LOW UNDERGROUND-WATER; SOIL CONTAINS A GREAT DEAL OF ORGANIC MATTER.

1. *Subsoil consists of marly loam.* $CaCO_3$ is vanishing from the upper; la ye the loam turns grey or blue, and shows very bad physical qualitities, especially in relation to water and air. Plants cannot take roots; $CaCO_3$, is to be found from 50-70 cm. forth.

2. *Subsoil consist of sand.* Organic matters manifest a great deficiency of lime; nevertheless, if there is not about 1 % of CaO, development of swamp-ore does not take place; in case of a smaller percentage, a thick brown layer of swamp-ore forms itself in the lower part of the upper layer.

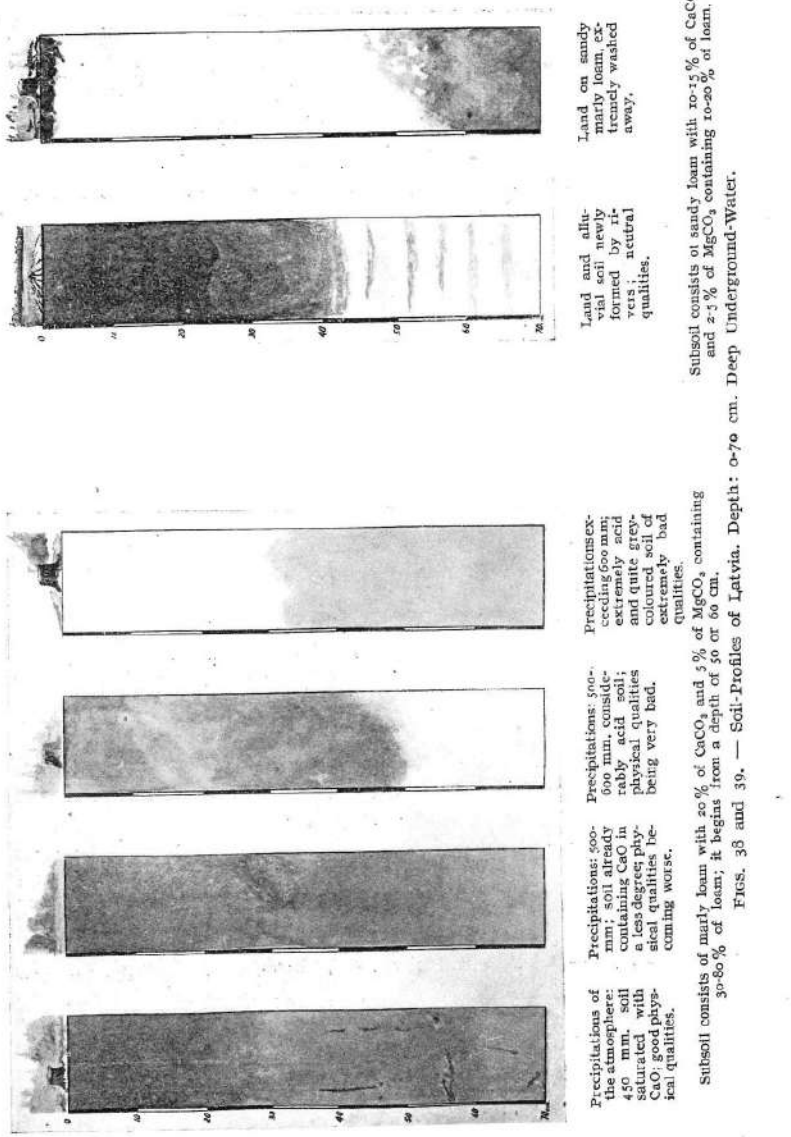
C) UNDERGROUND-WATER, BREAKING FORTH INTO THE UPPER-LAYERS.

Accordingly to the constituents of the underground-water, new deposits make themselves conspicuous, such as

1. Source-lime — to 98 % of $CaCO_3$ — with neutral turf plentifully saturated with N, if underground-water contains $Ca(HCO_3)_2$.

2. Meadow-ore — $2Fe_2O_3 3H_2O$ — if underground-water contains $Fe(HCO_3)_2$.

PLANCHE VII.
PLATE VII.
TAFEL VII.
TAVOLA VII.



FIGS. 38 and 39. — Soil-Profiles of Latvia. Depth: 0-70 cm. Deep Underground-Water.

J. WITYN, *Ministère de l'Agriculture, Lettonie.* — **Les fases les plus importantes de la formation des terrains en Lettonie.**

RÉSUMÉ.

L'A. en se basant sur le niveau de l'eau souterraine et sur la nature du sous-sol, décrit les phases principales de formation du terrain agricole. Il distingue trois processus différents de formation, suivant que: 1) le niveau de l'eau souterraine est profond ; 2) le même niveau et plus proche de la surface du sol et ce dernier contient une grande quantité de matière organique ; 3) l'eau souterraine s'ouvre des voies jusqu'à travers les couches supérieures du terrain.

J. WITYN, *Ministry of Agriculture, Latvia.* — **Most important Phases of the Development of Soils in Latvia.**

ABSTRACT.

The writer, taking into consideration the level of the underground water and the nature of the sub-soil describes the principal phases of the formation of agricultural land. He distinguishes three distinct processus in the formation (1) with deep underground water ; (2) with low underground waters, the soil containing a large amount of organic matter ; (3) with underground water breaking out into the upper soil layers.

Prof. Dr. K. O. BJÖRLYKKE,

Norges Landbrukshøiskoles Geologiske Institut, Aas, Norwegen.

TYPISCHE BODENPROFILE IN NORWEGEN.

Die systematische Bodenkunde fällt in zwei Teile : *Das Studium der Bodenarten und das Studium der Profile.*

Die Bodenarten sind geologische Bildungen und ihre Variation hängt teils von dem Materiale, von dem sie entstanden sind, und teils von den Naturkräften, welche sie hervorgebracht haben, ab.

So lange man sich nur an den Untergrundsboden hält, befindet man sich auf geologischem Gebiet, befasst man sich dagegen mit der Muttererde oder dem oberen verwitterten Teile der Erdrinde, so ist man auf dem Gebiete der Bodenkunde, und damit kommt man auch ins Profilstudium.

Es gibt nämlich auch klimatische Boden-arten oder-typen, welche aus ein und derselben petrographischen Bodenart durch Verwitterung oder Auslaugung unter besonderen Verhältnissen entstanden sind. Diese müssen im Profile studiert werden.

Man kann sich vollständige Profilproben oder sogenannte *Monoliten* verschaffen, indem man einen Eisenrahmen in die Erdwand von der Oberfläche bis in eine bestimmte Tiefe hineinpresst. In Russland wird ein von RISPOLOSHENSKI [1] konstru-

[1] K. GLINKA. — Die Typen der Bodenbildung. S. 12.

ierter Apparat angewandt, welcher Profile von der Grösse 7 1 × 18. × 7 cm gibt. Auf Reisen fällt dieser Apparat indessen etwas beschwerlich, und ich bin deshalb in den letzteren Jahren dazu übergegangen, kleinere, längliche Schachteln von galvanisierten Eisenplatten in der Grösse 50 × 10 × 5 cm zu benutzen. Diese können mit einem Hammer in die Erdwand gehauen und, gut in Papier eingepackt, im Rucksack verwahrt werden.

Neben den Monoliten entnimmt man auch Proben in Grösse eines Liters aus den verschiedenen Schichten in bestimmten Tiefen für mechanische und chemische Analysen. Diese Proben können in Leinenbeuteln verpackt werden.

Von solchen typischen Profilproben habe ich jetzt etwas über 200 von den verschiedenen Gegenden des Landes.

Ich habe nun versucht diese Profile nach dem Verwitterungsgrade, so wie dieser sich in der Farbe der Schichten zeigt, zu klassifizieren. Hierbei muss man die Faktoren in Betracht ziehen, welche Einfluss auf die Bildung des Erdprofils haben. Hierzu gehören :

1) *Der Charakter der Bodenart*, nach welchem man drei Hauptgruppen unterscheiden kann : *Sand- und Kiesböden, Lehm- und Tonböden* samt *Humusböden*.

2) *Die Lage im Terrain* und *der Stand des Grundwassers*, wonach man gleichfalls unterscheiden kann : *Gesenkte Lage* (Tieflage) mit einem Grundwasserstande in der Nähe der Erdoberfläche, *flache* oder *ebene Lage* mit einem mittleren Grundwasserstande und *erhöhte Lage* (Hochlage) mit einem niedrigen Grundwasserstand.

3) *Die Höhe über dem Meer und die klimatischen Faktoren*, von denen besonders der Niederschlag von wesentlicher Bedeutung ist.

Das, was bei den Bodenprofilen am meisten augenfällig ist, ist die *Farbe* der verschiedenen Schichten samt ihrer Tiefe und grösserer oder geringerer Deutlichkeit.

Die Farbe wird auch in der internationalen Literatur als Bezeichnung der Bodenarten in verschiedenen klimatischen Zonen angewandt [1], aber ich sehe hier von dieser internationalen Nomenklatur ab und halte mich nur an meine eigenen Profile.

In der *Sand-* und *Kiesbodengruppe* ist das Profil am häufigsten deutlich entwickelt. Gewöhnlich ist das sogenannte *Podsolprofil*, welches daran erkannt wird, dass unter der Humusschicht eine weisse oder hellgraue Schicht folgt und darunter eine rostfarbige (Rosterde), welche zum Teil fest zusammengekittet ist (Ortstein). Dieses Profil kommt am gewöhnlichsten in Norwegen in dem Innern des Landes vor und in einiger Höhe über dem Meer, dagegen nicht so gewöhnlich weder in den tiefer gelegenen Strichen des Landes noch draussen an der Küste. (Als Beispiele können genannt werden : 1. Östlich von Mysen, Oestfold, 2. Rena (Bahnhaltestelle) in Oesterdalen, 3. Mesnalien bei Lillehammer, 4. Tursjösäter in Valdres, 5. Tana in Finmarken).

Das Podsolprofil ist aber nicht überall alleinherrschend, oft findet man unter der Humusschicht eine gelbe, bräunliche oder rötliche Schicht. Die gelbe Farbe kommt wohl von wasserreicheren Eisenverbindungen (Eisenoxydhydrat) und die rötliche Farbe von wasserarmen Eisenverbindungen (Eisenoxyd) ; dazu kommen die schwarzen Humuspartikel, welche zusammen mit der gelben und roten eine bräunliche Farbe geben.

[1] Laterit, Roterden, Gelberden, Braunerden, Podsolböden, Schwarzerden u. s. w.

Dasjenige Profil, bei welchem unter der Humusschicht eine gelbfarbige Schicht vorkommt, habe ich ein *Gelberdeprofil* genannt (Beispiel : 6. Möistad bei Hamar, 7. Umgegend von Lillehammer, 8. Aamli in Telemarken).

Hat der Boden unter der Humusschicht eine bräunliche Farbe, erhält man ein *Braunerdeprofil* (Beispiel : 9. Time auf Jären, 10. Moberg auf Lista, 11. Hallevand bei Larvik, 12. Enigheten bei Fredriksvärn).

Findet man endlich unter der Muttererde eine rötliche Schicht, erhält man ein *Roterdeprofil* (Beispiel : 13. Skaar in Vestagder, 14. Risebru in Romerike).

Bei der Lehm- und *Tonbodengruppe* hat das Profil ein nicht sehr ins Auge fallendes Aussehen. Der gewöhnlichste Tonboden in Norwegen ist ein ursprünglich bläulicher mariner Ton. Dieser pflegt mitunter in gesenkter Lage direkt unter der oberen humushaltigen Muttererde vorzukommen. Man hat dort ein Profil vor sich, was ich als *Blautonprofil* bezeichnet habe (Beispiel : 15. Thorsö-Gut in Oestfold).

In ebener oder erhöhter Lage des Terrains nimmt der oberste Teil des Tons unter der Humusschicht dagegen eine graue oder weisse Farbe an, welche dem Profile sein Gepräge gibt. Das am meisten typische ist das *Weisstonprofil* (Beispiel : 16. Osaker in Oestfold, 17. Baastad in Oestfold). Zu diesem Profil gehören mehrere stark verwitterte und ausgelaugte Tonsorten, welche eigene Lokalnamen in den verschiedenen Gegenden erhalten haben, wie *Schorfton* (skurvelere) und *Weisston* (kvitlere) in Romerike, *Kartton* (kartlere) und *Haferumlaufboden* (havreskiftejord) in Oestfold, Knospenton (knoppelere) in Sörland u. s. w.

Etwas weniger verwittert und ausgelaugt ist das *Grautonprofil* (Beispiel : 18. Balteröd in Borge, 19. Im Parke der landwirtschaftlichen Hochschule). Hier hat der Ton unter der Muttererdeschicht eine etwas dunklere graue Farbe und zeigt Rostflecken punktweise und in Ritzen. Dieses ergibt, dass die Eisenverbindungen hier nicht fortgeführt sind wie bei dem Weisston, sondern in Eisenoxydhydrat oxydiert sind. Dieses Profil erinnert etwas an den *Gleihorizont* der Russen, welche die braunen Eisenoxydhydratflecken als vom Grundwasser abgesetzt ansehen.

Die zwei letztgenannten Tonbodenprofile mit einer abgebleichten Schicht unter der Humusschicht entsprechen in einiger Beziehung dem Podsolprofile bei der Sand- und Kiesbodengruppe.

Die abgebleichte Schicht kann doch auch bei der Tonbodengruppe fehlen, und anstatt dessen erhält man unter der humushaltigen oberen Schicht eine farbige, teils bräunliche, teils gelbliche.

Profile mit der braunen, ehestens blass chokoladebraunen Farbe unter der Humusschicht habe ich *Braunionprofil* genannt (Beispiel : 20. Oestreng und Goro in Höland). Die braune Farbe verliert sich in 40-60 cm Tiefe und geht hier in Grau- oder Blauton über.

Mehr gewöhnlich ist das *Gelbionprofil* (Beispiel : 21. Kirkerud im Hakedal) mit einer blass gelblichen Farbe unter der oberen humushaltigen Schicht. Auch diese Farbe verliert sich in der Tiefe und steht ohne Zweifel mit der Verwitterung des Bodens in Verbindung.

Es gibt aber auch andere Ton-und Lehmsorten mit einer bestimmten Eigenfarbe ausser dem früher genannten Blauton.

Auf dem Versuchshofe Vold bei Trondhjem hat nämlich der Untergrund eine

grünliche Farbe und gibt deshalb ein *Grüntonprofil*, aber diese grünliche Farbe ist kaum ein Verwitterungsphänomen, sondern schreibt sich vielmehr daher, dass der Ton durch Zerbröckelung des grünlichen Trondhjemsschiefers, welcher den Felsengrund in diesem Gebiete bildet, entstanden ist.

Einen Lehm von *chokoladebrauner* Farbe gibt es bei Vadsö in Finmarken und auch bei diesem muss sich die Farbe vom Felsengrund herschreiben, von dem der Lehm entstanden ist.

Von stark eigenfarbigen norwegischen Bodenarten könnte auch *die norwegische Schwarzerde* genannt werden, welche von verwittertem Alaunschiefer entstanden ist. Diese Bodenart hat eine nicht geringe Ausbreitung im Oslogebiet, Hadeland, Toten und in Hedemarken.

Diese eigenfarbigen Bodenarten gehören doch einer anderen Kategorie an als diejenigen, welche charakteristische Farben durch die Verwitterung der oberen Schicht erhalten haben.

Ich möchte bei dieser Gelegenheit die Aufmerksamkeit auf diese letztgenannten Bodenarten hinleiten, da diese den Unterschied zwischen dem Oberboden und dem Untergrund je nach der Weise und dem Grade der Verwitterung andeuten. Man dürfte wohl darauf schliessen, dass die verschiedenen Verwitterungsformen und -farben einen etwas verschiedenen chemischen Gehalt repräsentieren.

Wenn dies befriedigend untersucht wird, sollte man von der Verwitterungsform der Bodenarten Schlüsse ziehen können auf ihren Gehalt an Pflanzennährstoffen und dadurch auch auf ihren ökonomischen Wert.

Das *Bodenprofilstudium* hat deshalb ausser seiner theoretischen auch eine nicht geringe praktische Bedeutung für die Beurteilung der Bonität und Verschiedenartigkeit des Bodens.

Der erste Schritt auf diesem Wege muss aus Untersuchungen draussen in der Natur bestehen. Diese müssen Klarheit darüber schaffen, was wir *haben* und wie die verschiedenen Profile *auftreten*. Gerade dies war es, worauf ich bei dieser Gelegenheit aufmerksam machen möchte.

Der nächste Schritt muss aus Laboratoriumsarbeiten und Ausdeutung der vorliegenden Observationen bestehen, was ich in gegenwärtiger kurzgefassten Uebersicht nicht habe berühren können.

Prof. Dr. K. O. BJÖRLYKKE, *Aas (Norvège)*. — **Profils typiques des sols en Norvège.**

RÉSUMÉ.

La pédologie systematique comprend l'*étude respectif des différentes sortes et des différents profils du sol.*

Les terrains sont des formations géologiques qui peuvent être classifiés d'après des principes différents et particulièrement suivant la grosseur des particules constituantes.

On a encore des types de sol dépendant du climat et qui font partie de l'étude des profils. On peut obtenir des échantillons complets de profils — ou des monolithes comme on dit habituellement — en enfonçant dans le sol, jusqu'à une certaine profondeur, un châssis en fer. En Russie on fait usage d'un dispositif (RISPOLOSHENSKI) qui donne des profils ayant les dimensions de 71 × 18 × 7 cm. L'A a récemment employé des boîtes de fer galvanisé qui présentent les dimensions de 50 × 10 × 5 cm. et qui sont fort maniables et transportables. On peut classifier les profils d'après le degré de désagrégation qui se rend évident dans la coloration des couches.

Parmi les facteurs qui influent sur la formation du profil il y a d'abord le *caractère* du sol, d'après lequel on peut distinguer deux groupes principaux de terrains : *a*) *sables et graviers* et *b*) *argiles*. En outre on considère la position *in situ* et *l'élevation du niveau de l'eau souterraine* et alors on a des *terrains en dépression*, des *terrains plats* et *des terrains élevés*. Enfin on doit considérer l'*élevation au-dessus du niveau de la mer* et les *facteurs climatiques*, parmi lesquels la pluie et la neige sont les plus importants.

Le groupe des *sables* et *graviers* est celui qui en général présente les profils avec leurs caractères les plus marqués. On y distingue principalement le *profil du podsol*, caractérisé par une couche blanche ou d'un gris clair placée au-dessous d'une couche d'humus et qui, à son tour, recouvre une couche ayant une coloration rouilleuse et une grande cohésion. En Norvège on rencontre le plus souvent ce profil à l'intérieur du pays et à certaines altitudes, tandis qu'il n'est pas habituel ailleurs. Fréquemment on trouve au-dessous de la couche humifère un lit brunâtre ou rougeâtre caractéristique des profils en question, qui peuvent être alors distingués en profils à terre jaune, profils à terre brune, profils à terre rouge.

Dans le groupe des argiles, les caractères des profils résultent moins évidents. L'argile que l'on rencontre le plus communément en Norvège, est une argile originairement d'une couleur bleu marin et qui souvent dans les localités en dépression est directement placée au-dessous de la couche humifère, formant ce que l'A. a appelé *profil à l'argile bleue*. Dans les plaines et dans les localités élevées la partie supérieure de cette argile bleue a acquis, sous l'influence des vicissitudes athmosphériques, une couleur blanche ou grise, d'où la distinction en *profil à argile grise* et *profil à argile blanche*. Ce dernier profil est bien évident, lorsque l'argile qui se trouve immédiatement au-dessous de la couche humifère, a une coloration blanche marquée ou légèrement grise. Le profil à argile grise présente immédiatement au-dessous de la couche de l'humus une couleur grise un peu plus intense et en général des tâches rouilleuses, ce qui rend le profil semblable au *Gley-horizont* de Russie. Comme dans le groupe de *sables* et *graviers*, nous trouvons, toutefois, souvent que l'argile au-dessous de la couche humifère a acquis une coloration brunâtre ou jaune, et alors il en résulte un *profil à argile brune* ou un *profil à argile jaune*. Cette coloration augmente cependant légèrement à la profondeur et à une profondeur de 40-60 cm. elle devient une argile grise ou bleue, en montrant ainsi que ce phénomène dépend de la désagregation.

On a encore des argiles qui présentent une coloration qui leur a été donnée par la roche mère. Ainsi, il y a *l'argile verte* près de Trondhjem et *l'argile brune chocolat* près de Vadsö en Finmark. Parmi les autres types de sols caractérisés par leur coloration, on peut mentionner le *terrain noir norvégien*, originé par des schistes alumineux. Ces argiles à coloration propre appartiennent toutefois à une classe de terrains différente de celle des sols qui ont acquis une coloration caractéristique par suite de la décomposition ou désagrégation de la couche supérieure. L'A. attire spécialement l'attention sur la désagrégation parce qu'elle marque la différence entre la couche superficielle et le sous-sol.

Il ressort de cela que les diverses formations et les diverses coloration produites par la désagregation représentent les résultats de contenus chimiques différents. En établissant ces faits il sera possible, suivant les cas, de tirer de la manière de décomposition ou de désagrégation des conclusions en ce qui concerne le contenu du sol en

substances nutritives pour la plante et, par conséquent, la valeur économique du terrain.

L'*étude des profils des sols*, présente, outre sa valeur théorique, une grande importance au point de vue pratique. On doit faire le premier pas par des investigations dans la nature. Le second pas sera constitué par les travaux de laboratoire et l'interprétation des observations accomplies.

Prof. K. O. BJØRLYKKE, Ph. D. — **Typical Soil Profiles in Norway.**

ABSTRACT.

Systematical soil science falls into two parts, viz., *the study of the various kinds of soil, and the study of soil profiles.*

Soils are geological formations which are classified according to varying principles, but in practice chiefly according to the size of the particles of which they are constituted. Besides this principle, there are also climatic types or classes of soil, according to varying processes of weathering, and these are studied in the soil profiles.

Complete profile samples — or monolites as they are called — may be obtained by means of iron frames which are pressed into the wall of earth, from the surface down to a prescribed depth. In Russia a contrivance constructed by RISPOLOSHENSKI is commonly used, yielding profiles of dimensions 71 × 18 × 7 centimeters.

The author has lately employed fairly long boxes of galvanized iron plates, of dimensions 50 × 10 × 5 centimeters. These may be hammered into the wall of earth, packed in paper and carried home in a rucksack.

The next step is the classification of the profiles according to the degree of weathering, as it appears mainly in the colouring of the strata. Consideration should be given, however, to the factors which may have influenced the formation of the soil profile. Among these is the *character* of the soil, according to which two main groups may be distinguished, viz. *sands* and *gravels* and *clays*. Further, *the position in the field*, and *the elevation of the ground water*, which leads to a distinction between a *low lying* position a *flat* or *even* position and an *upland* position. Finally there are the *level above the sea* and the *climatic factors*, of which latter the rain and snowfall are the most important.

The profile is generally most distinctly developed within the group of *sands* and *gravels*. The most common occurrence is the so-called *podsol profile*, which is characterized by a white or light greyish stratum under the stratum of humus, below this again a rust coloured layer (*Rosterde*) which in places is firmly cohesive (*Ortstein*). In Norway this profile occurs chiefly in the inland districts, and at considerably high altitudes above the sea. But the podsol profile is not everywhere the chief formation. We often find under the layer of humus a brownish or reddish stratum, which becomes characteristic of the profiles in question, and according to which they are styled *yellow-soil-profiles, brown-soil-profiles*, or *red-soil-profiles*.

In the clay group, the appearance of the profile is less striking. The clay most common in Norway is an originally bluish marine clay, which in low-lying positions, often in a non-weathered state, extends up to the upper stratum carrying humus, forming what the author has styled *a blue-clay-profile*. In level or upland

positions the upper part of the blue marine clay has been weathered, and has assumed a white or greyish colour. Then *a grey-clay-profile* or *a white-clay-profile* is obtained. The latter is the more pronounced, when the clay immediately below the layer of humus has a pure white or faintly grey colour. In the grey-clay profile the said stratum has a somewhat darker greyish tint, and as a rule contains spots of rust, isolated or along cracks. This gives it some likeness to the Russian Gley-horizon.

As in the sand-and gravel group, however, we often find that the clay below the layer of humus has not bleached, but that it has assumed a brownish or yellow colour. In such cases a *brown-clay-profile* or a *yellow-clay-profile* results. This colouring, however, grows fainter with the depth, and at a depth of 40-60 centimetres becomes grey clay or blue clay, thus showing itself to be a pronounced weathering phenomenon.

There are, however, also clays with a distinct colour which they have acquired from the bed rock from which they originated. Such is the *green-clay* near Trondhjem and the *chocolate-brown clay* near Vadsö in Finmark. Among other soils characterized by their colouring we might mention the *Norwegian black soil* which originates from aluminious shales. These self-coloured clays belong, however, to another class than the soils which have assumed characteristic colouring by decomposition or weathering of the upper stratum. The author draws special attention to the latter because they indicate the differentiation between the upper soil and the subsoil.

It would appear a safe assumption that the various formation and colours produced by weathering represent a somewhat varying chemical composition. When the facts have been satisfactorily investigated it should be possible from the form of decomposition or weathering of the soil to draw conclusions with regard to its content of plant food, and thereby to its economic value.

The *study of soil profils*, besides its theoretical value, is therefore of great practical importance in the estimate of the quality of a soil, and of its varying character. The first step towards our goal is an investigation in nature of the soils we possess and of their occurrence. The next step would be laboratory work, and an interpretation of the observations thus obtained.

Prof. K. O. BJÖRLYKKE,
Aas. Norwegen.

DIE NOMENKLATUR UND KLASSIFIKATION DER BODENTYPEN IN NORWEGEN *

Prof. K. O. BJORLIKKE, *Aas* (*Norvège*). — **La nomenclature et la classification des sols en Norvège.**

RÉSUMÉ

Selon l'idée de l'auteur il faut d'abord étudier le caractère du sous-sol avant que de s'adonner à la classification des sols. Les sous-sols doivent être divisés d'après les points de vue géologiques et pétrographiques. Pour la division pétrogra-

phique il faut que l'analyse de la terre mécanique serve de fond. L'auteur fait le classement des sols norvégiens dans les principaux groupes suivants :

A. Les sols minéraux purs ou sans humus.
B. Les sols minéraux avec de l'humus.
C. Terrains humifères et autres types organogènes de sol.

Par rapport au caractère du profil du sol sont notés les profils de *Podsol, Braunerde* et *Gelberde*. Ceux-ci se trouvent en Norvège dans des contrées qui peuvent être classifiés d'après la quantité d'eau tombée en : *a*) arides, *b*) légèrement humides et *c*) fortement humides.

Prof. K. O. BJORLIKKE, *Aas (Norway)*. — **The Nomenclature and Classification of the Soils in Norway.**

ABSTRACT.

According to the author's opinion the qualities of the earth must previously be studied before the soils may be classified. The soils should be classified from geological and petrographical points of view. For the petrographical classification the mechanic earth analyses should be taken as a basis. The author classifies the Norwegian soils in the following main groups :

A. Mineral Soils or Soils without Humus.
B. Mineral Soils containing Humus.
C. Humus-Soils and other organogen Soil Types.

With regard to the character of the soil profile *Podsol-Braunerde* and *Gelberde* profiles are stated. These exist in Norway in districts which in consideration of the quantity of atmospheric precipitation may be classified as : (*a*) arid, (*b*) slightly humid and (*c*) highly humid.

Dr. D. J. HISSINK.

Direktor. Rijkslandbouwproefstation Groningen, Holland.

VERSUCH EINER NOMENKLATUR UND KLASSIFIKATION DER NIEDERLAENDISCHEN BOEDEN, NEBST BEMERKUNGEN DER METHODIK.

I. Mineralböden (Humusgehalt gering).
  a) Tonböden ;
  b) Lehmböden ;
  c) Sandböden ;

und Kombinationen von *a*, *b*, *c* ;

II. Moorböden.
  a) Hochmoorböden ;
  b) Uebergangsmoorböden ;
  c) Niederungsmoorböden.

III. Gemischte Böden (I und II).
  a) Humuston-, resp. Lehmböden ;
  b) Humussandböden.

I. — MINERALBÖDEN.

Ton ist ein chemischer Begriff ; er ist das amorphe minerale Verwitterungsprodukt, hauptsächlich der Feldspate. Er besteht im Mittel zu ungefähr $^2/_3$ aus dem Verwitterungssilikat A (molekulare Zusammensetzung im Mittel ungefähr Al_2O_3, 3,6 SiO_3 0,56 Fe_2O_3) und $^1/_3$ aus dem Verwitterungssilikat B (molekulare Zusammensetzung ungefähr Al_2O_3 2 SiO_2 (1). Der Ton bildet das amorphe minerale Verwitterungsprodukt in allen Mineralböden, sowohl in den Ton- und Lehmböden, als auch in den Sandböden, soweit in diesen letzteren amorphe mineralische Bestandteile vorhanden sind.

Mechanische Zusammensetzung der Mineralböden.

Die Tonbestimmung ist sehr zeitraubend. Da die Tonsubstanz zu den feineren Bodenbestandteilen gehört, ist es zu erklären, dass dieselbe auch einen mechanischen Begriff bekommen hat, nämlich " Teilchen von kleinen Dimensionen ".

Die mechanische Bodenanalyse hat den Zweck, die Grössen der einzelnen Bodenbestandteile kennen zu lernen. Bei dieser Analyse sind zwei Teile scharf zu unterscheiden, und zwar :

1) das Voneinanderlösen der Teilchen, also die Vorbereitung der Bodenprobe, und

2) die Trennung der freien Teilchen in Fraktionen verschiedener Grösse.

Für die Methode sei auf die Arbeit in den Int. Mitt. für Bodenkunde (2) hingewiesen. Bei humusreichen Böden ist Zerstörung des Humus mit H_2O_2 (3) nötig. Behandlung mit HCl und Abschlämmen mit NH_4OH bleibt aber immer nötig (4).

Gewählt ist die Einteilung in vier Fraktionen nach Atterberg und zwar :

I, die Tonfraktion (< 0.002 mm) ;
II, die Feinstoff-Fraktion (0,002 - 0,02 mm) ;
III, die Fraktion der wasserhaltenden Sande (0,02 - 0,2 mm), und
IV, die Fraktion der wasserdurchlässigen Sande (0,2 - 2 mm).

Bemerkt sei, dass die erste Fraktion neben Ton (chemischer Begriff) auch Mineralpartikelchen enthält und zwar in Lehmböden wahrscheinlich relativ ziemlich viel, während in der zweiten Fraktion neben Mineralpartikelchen auch Ton vorhanden ist. Die Schlämmanalyse lehrt also nicht den Gehalt an Ton (chemischer Begriff) kennen ; vor allem bei den Lehmböden treten grosse Unterschiede auf.

Gehalt in % auf Trockensubstanz an	Fraktion I	Fraktion II	Fraktion I + II	Ton (chemische Analyse)
Flusston (lehmige Tonböden)	23	31	54	36
	24	35	59	42
	41	41	82	61
Geschiebelehm	—	—	73	56

Trotz dieser Unzulänglichkeiten ist die mechanische Bodenanalyse dennoch ein wertvolles Hilfsmittel bei der Klassifikation, weil sie viel rascher ausführbar ist als die chemische Analyse (Bestimmung der Verwitterungssilikate A + B) (5).

Unterschied zwischen Ton- und Lehmböden.

Der Unterschied zwischen Ton- und Lehmböden wird gesucht in dem verschiedenen Verhältnis zwischen dem Gehalte an Fraktion I und II. Bei Tonböden, wenigstens bei den nicht zu leichten Tonböden, ist dieses Verhältnis (d. h. der Quotient $\frac{\text{Fraktion II in \%}}{\text{Fraktion I in \%}}$ kleiner als 1, bei den typsichen Lehmböden grösser als 1. So enthält der schwere Tonboden B 793 von Fraktion I 49,0 % und von Fraktion II 29,3 % (Verhältnis 0,60); der schwere Lehmboden resp. 31,8 % und 38,1 % (Verhältnis 1,20).

Die weitere Einteilung in schweren, in leichten und in sandigen Ton- und Lehmböden ist ziemlich willkürlich. Vielleicht können hier auch andere Grössen mit in Betracht gezogen werden (6). Es sei bemerkt, dass der Gehalt an freiem Eisenhydroxyd auch von Einfluss auf die Schwere des Bodens ist.

Die Sandböden lassen sich in wasserhaltende und wasserdurchlassende Sandböden einteilen, je nachdem sie mehr von Fraktion III oder IV enthalten.

In folgender Tabelle sind einige Beispiele der Einteilung nach der mechanischen Bodenanalyse gegeben. Die Zahlen beziehen sich auf $CaCO_3$-freie Trockensubstanz, Der Gehalt an Humus ist nicht bestimmt; er ist aber gering, höchstens einige Prozente. Die Zahlen für Fraktion I sind für einige Böden also ein wenig zu hoch. Zum Vergleich sind einige Lehmböden aus Deutschland mit aufgenommen.

Kalkgehalt der Mineralböden.

Zur näheren Klassifikation wird der Kalkgehalt benutzt.

Bestimmt wird:

a) der Gehalt an $CaCO_3$ (7), und

b) der Gehalt an austauschfähigem Kalk (8).

a) $CaCO_3$. Unterschied wird gemacht zwischen $CaCO_3$ in grober Form (Muschelschalen) und feiner Form. Die frischen marinen und fluviatilen Ablagerungen enthalten im Mittel ungefähr 10 % $CaCO_3$ in feiner Form. Stellenweise kann der Gehalt infolge Vorkommens von Muschelschalen grösser sein.

b) Der Gehalt an austauschfähigem Kalk in den jungen marinen und fluviatilen Ablagerungen beträgt ungefähr 1 % CaO in Prozenten auf Fraktion I + II (Wert *a*). So lange der Boden $CaCO_3$ enthält, bleibt *a* fast gleich. Nach dem Auslaugen des $CaCO_3$ sinkt auch der Wert *a* sehr allmählich. In sehr alten Tonböden ist bis zu 0,4 % CaO auf Fraktion I + II gefunden. Es sei hier bemerkt, dass einige durch Vermittlung von Prof. GANSSEN (Berlin) empfangene Lehmböden, welche unter stark saurem Waldhumus gelagert waren, sich als nahezu frei von austauschfähigem Kalk zeigten.

Der Gehalt an $CaCO_3$ und austauschfähigem Kalk beeinflusst bei den schweren Mineralböden in erster Linie die Struktur.

Der Säuregrad der Mineralböden (pH der wässrigen Bodensuspension).

Auch der Säuregrad liefert wertvolle Anhaltspunkte zur Beurteilung und Klassifikation der Mineralböden.

Versuch einer Klassification der Mineralböden nach den Resultaten der mechanischen Bodenanalyse.

N° B	Klassifikation und Ort des Vorkommens und nähere Angaben.	Gehalt an Fraktion I	Gehalt an Fraktion II	Verhältnis II : I	Gehalt an Fraktion III	Gehalt an Fraktion IV
793	*Schwerer Tonboden* Junger Polderboden (Dollardton. Prov. Groningen).	49.0	29.3	0,60	21.4	0.3
1097	*Tonboden* ziemlich alter Polderboden (Westkapelle, Prov. Zeeland),	30.2	19.3	0.64	46.9	3.6
520	*Leichter Tonboden* Junger Polderboden (Anna-Paulowna, Prov. Noord-Holland).	21.4	13.0	0.62	63.3	2.3
505	*Sandiger Tonboden* ziemlich alter Polderboden (Wadwerd, Prov. Groningen),	11.9	7.6	0.64	69.5	11.0
9b.	*Lehmiger Tonboden* Flussablagerung Diesbosch (Prov. Zuid-Holland).	31.8	38.1	1.20	29.6	0.5
1187	*Sandiger Lehmboden* Flottlehm (Bremen).	8.8	12.2	1.30	76.2	2.8
1186	*Lehmiger Sandboden* Flottlehm (Bremen).	3.1	12.4	4.00	82.7	1.8
622	*Wasserhaltender Sandboden* Wattsand, vom Watt (an der Küste Prov. Groningen).	0.1	2.3	—	87.4	10.2
963	*Wasserdurchlassender Sandboden* Dünensand, Narcissenboden (Lisse, Prov. Zuid-Holland).	0.0	2.4	—	17.5	80.0

So lange $CaCO_3$ vorhanden ist, reagieren die Böden schwach alkalisch (pH im Mittel ungefähr 7.5).

Nach dem Ausspülen des $CaCO_3$ ist die Reaktion infolge des vorhandenen austauschfähigen Kalkes anfänglich noch schwach alkalisch. Mit dem Sinken des *a*-Wertes sinkt auch pH. Die Tonsubstanz kann jedoch ziemlich weit entkalkt sein, ohne sauer zu reagieren; z. B. B 1458, völlig humusfreier Tonboden mit a = 0,33 und pH = 7,5. Solange in derartigen kalkarmen Tonböden nur sehr geringe Humusmengen vorhanden sind, ist bis jetzt kein niedrigerer pH-Wert als ungefähr 6,5 - 6 gefunden. Dass auch sehr saure humusfreie Mineralböden vorkommen, beweisen die obengenannten CaO-freien deutschen Lehmböden (pH von 4-5).

Beim Steigen des Humusgehaltes in CaO-armen Mineralböden, sinkt pH;

der Boden kann ziemlich sauer reagieren. In alten kalkarmen Tonböden, welche schon mehrere Prozente Humus enthielten, wurde pH zu ungefähr 5 gefunden.

Nach COMBER lässt sich pH ziemlich gut schätzen.

II. — MOORBÖDEN.

(*Humusböden*).

Nach dem Vorschlage FLEISCHERS werden als ausgesprochene Hochmoore diejenigen angesehen, deren Gehalt an Kalk (CaO) in der von zufälligen Bestandteilen (Sand, usw.) frei gedachten, völlig trockenen Bodenmasse 0.5 % nicht übersteigt, als Niederungsmoore jene, deren Kalkgehalt unter denselben Voraussetzungen mindestens 2,5 % beträgt ; die dazwischenstehenden Bildungen werden als Uebergangsmoore bezeichnet, und zwar je nachdem sie der einen oder anderen Gruppe nahestehen, als hochmoor- oder niederungsmoorartige Uebergangsmoore (9).

Bei der Beurteilung dieser Gruppe handelt es sich also in erster Linie um die Bestimmung des Gehaltes an Humus und Kalk.

Der Gehalt an Humus lässt sich aus dem Gehalt an Wasser und Glühverlust berechnen. Der Kalk wird in austauschfähiger Form bestimmt. Der Gehalt an CaO auf Humus bringt auch den Säuregrad des Bodens zum Ausdruck (siehe sub. III). Die Methode COMBER kann bei diesen Böden zu grossen Abweichungen führen.

Weiter ist der N-Gehalt wichtig, zumal wenn dieser Gehalt in Prozenten auf Humus bezogen wird (Wert P). In diesem Wert P besitzen wir ein Mittel, um wenigstens etwas über den Zerzetzungszustand der organischen Stoffe aussagen zu können. Auch gibt der P-Wert Aufschluss über den Grad der Assimilierbarkeit des Stickstoffes für die Pflanzen (10). In Hochmoorböden kann der P-Wert bis ungefähr 1,5 steigen, in Niederungsmoorböden bis auf ungefähr 2,5 sinken. Der P-Wert ist auch für die folgende Gruppe III von Belang.

III. — GEMISCHTE BÖDEN.

Methoden.

Humusbestimmung. Für die Humussandböden kann der Gehalt an organischer Substanz aus dem Gehalt an Glühverlust und Wasser (evtl. CO_2) berechnet werden. Sobald jedoch bedeutende Mengen an Ton vorhanden sind, sind die auf diese Weise erhaltenen Zahlen etwas zu hoch, weil beim Glühen auch chemisch gebundenes Wasser entweicht. Mit ziemlich grosser Genauigkeit ist der Gehalt an chemisch gebundenen Wasser auf 7 % der Fraktion I + II zu setzen (11). Für eine genaue Kenntnis des Humusgehaltes ist die Bestimmung des Gehaltes an C notwendig.

Mechanische Analyse. Wenn die Böden mehr als einige Prozente Humus enthalten, ist Zerstörung des Humus bei der Vorbereitung der Bodenprobe notwendig. Dies findet am einfachsten durchen Kochen mit H_2O_2 statt (12).

Austauschfähiger Kalk. Der austauschfähige Kalk stammt in den Humustonböden zum Teil aus der Humussubstanz, zum teil aus der Tonsubstanz. In der unterstehenden Tabelle ist dieser Kalk auch in den Humustonböden in Prozente auf organischer Substanz umgerechnet. Diese Zahlen sind also zu hoch ; sie sind jedoch untereinander einigermassen vergleichbar.

Versuch einer Klassifikation von Humuston-, resp. Humussandböden nach dem Gehalte an Humus, CaO und CaO auf Humus.

N°. B	Gehalt in % auf Trockensubstanz an: $CaCO_3$	Gehalt in % auf Trockensubstanz an: organischer Substanz	Gehalt in % auf Trockensubstanz an: austauschfähigem CaO	CaO in % auf org. Substanz	pH
		a) *Humustonböden.* (*)			
891	—	17.6	0.480	2.7	4.9
812	—	34.0	0.983	2.9	5.2
897	—	23.6	0.801	3.4	5.7
805	—	10.2	0.833	5.1	6.0
888	—	19.5	1.007	5.2	6.4
905	—	15.6	1.034	6.7	7.2
902	—	23.2	1.439	6.2	7.6
885	1.2	18.3	1.314	7.2	7.5
908	2.1	16.9	1.275	7.5	7.9
		b) *Humussandböden.* (**)			
1380	—	24.9	0.385	1.5	4.4
1277	—	52.7	0.770	1.5	4.4
481	—	7.5	0.180	2.4	5.4
1386	—	20.4	0.682	3.3	5.9
1397	—	22.5	1.014	4.5	6.8
480	—	7.6	0.355	4.7	6.8

(*) Gehalt an Fraktion I + II nicht bestimmt, sodass keine Korrektur des Gehaltes an organischer Substanz (aus Glühverlust bestimmt) vorgenommen werden konnte. Austauschfähiger CaO auf org. Substanz umgerechnet, ist aber zum Teil in der Tonsubstanz vorhanden.

(**) Der Boden 1277 nähert sich schon den Moorböden der Gruppe II, die Böden 481-480 den Sandböden (Gruppe I) an ; sie werden jedoch noch am besten unter Gruppe III untergebracht.

ANMERKUNGEN.

(1) Verhandlungen der zweiten internationalen Agrogeologenkonferenz, Stockholm, Seite 25-68, 1910; *Int. Mitt. für Bodenkunde*, V, Seite 1-24, 1915.
(2) *Int. Mitt. für Bodenkunde*, XI, 1921. Auch *Jaarboek Studiebelangen*, Wageningen, 1915-16 en 1916-17.
(3) G. W. ROBINSON, *The J. of Agric. Science*, XII, 287-291, 1922.
(4) Diesbezügliche Analysebelege in der Kommission für die mechanische und physikalische Bodenanalyse.
(5) Annähernd kann aus den Al_2O_3-Gehalt des Verwitterungssilikats A den Tongehalt durch Multiplikation mit 7.5 erhalten werden.
(6) Siehe die verschiedenen Arbeiten von ATTERBERG, KOPECKÝ, FROSTERUS a.
(7) Die $CaCO_3$-Bestimmung gibt nicht unerhebliche Unterschiede, wenn der Boden in der Kälte mit Essigsäure oder bei Kochhitze mit verdünnter HCl ausgeführt wird.
(8) *Int. Mitt. für Bodenkunde*, XII, 81-172, 1922.
(9) *Jahrbuch der Moorkunde*, 2. Jahrg, Seite 1, 1913.
(10) *Int. Mitt. für Bodenkunde*, XI, 174-176, 1921.
(11) Das chemisch gebundene Wasser in der Tonsubstanz (Silikat A + B) ist nur von VAN BEMMELEN (*Landw. Vers. Stationen* 37) und LEOPOLD (Verslagen Proefstations, 8 ; auch Anmerkung 1, Stockholm) bestimmt worden. Ich habe es in % auf A + B berechnet auf resp. 8.8-8.9-8.4-8.6-8.5, im Mittel 8.6 %.
(12) Siehe Anmerkung (3).

Dr. D. J. HISSINK, *Groningen (Pays-Bas)*. — **Essai d'une nomenclature et d'une classication des terrains hollandais et observations sur la métode relative.**

RÉSUMÉ.

L'auteur traite les sols d'après leur construction mécanique et d'après le caractère général chimique sans prendre en considération leur position dans le profil du sol. Ils se divisent en : 1) « Mineralböden » (avec peu d'humus), 2) « Moorböden » et 3) « Gemischte Böden ».

Dr. D. J. HISSINK, *Groningen, Holland*. — **Expriments regarding the Nomenclature and Classification of the soils of Netherland, with observations of the method.**

ABSTRACT.

The essay considers the earths according to their mechanical composition and general chemical character without taking into consideration their position in the ground profile. They are divided in : I Mineralböden (with a small percentage of humus), II Moorböden and II Gemischte Böden.

Dr. P. TESCH,
Haarlem, Holland.

VERSUCH EINER NOMENKLATUR UND KLASSIFIKATION DER NIEDERLÄNDISCHEN BODENARTEN (SOUS-SOLS) NACH REIN PETROGRAPHISCHEN GESICHTSPUNKTE UND MIT BENUTZUNG DER IN DEN NIEDERLANDEN UEBLICHEN BEZEICHNUNGEN.*

Dr. P. TESCH, *Haarlem (Pays-Bas)*. — **Essai d'une nomenclature et d'une classification des sols hollandais (sous-sols) au point de vue pétrographique et en utilisant les dénominations usuelles en Hollande.**

RÉSUMÉ.

Ce mémoire contient un tableau, sur lequel les sols sont divisés en A. « mineralische Bodenarten » et B. « organogene Bodenarten », dans les groupes desquels la division des types est basée sur le caractère du materiel du sol.

Dr. P. TESCH, *Haarlem (Holland)*. — **Experiments regarding the Nomenclature and Classification of the Netherland Kinds of Soil (Sous-sols) from a Pure Petrographical Point of View, using the Indication practised in Netherland.**

ABSTRACT.

The essay contains a scheme in which the earths are divided in : *A*. " Mineralische Bödenarten " and *B*. " Organogene Bodenarten " within which groups the type classification is based on the nature of the earth material.

Directeur STAWOMIR MIKLASZEWSKI,
Varsovie, Pologne.

NOMENCLATURE ET CLASSIFICATION DES SOLS (Mémoire relatif à la Pologne) *

RÉSUMÉ.

L'auteur y décrit les méthodes de recherches, dont on s'est servi depuis 1901, en faisant le plan des sols polonais ainsi que le classement de ceux-ci. En traçant le plan on distingue 3 groupes essentiels : 1) Sols silicateux, 2) Sols calcifères, 3) Sols humiques, lesquels se divisent ensuite en un nombre de subdivisions, prenant en considération les changements de conditions du matériel, le profil du sol et l'âge géologique de la roche-mère. La disposition est rendue compréhensible par plusieurs tableaux.

S. MIKLASZEWSKI, *Varsaw (Poland)*. — **Nomenclature and Classification of Soils in Poland.**

ABSTRACT.

The author describes the methods of investigation which since the year 1901 have been used in mapping the Polish soils and the classification of the same used. In mapping, distinction is made among three main groups : I Silicious Soils, II Calcareous Soils, III Humus-Soils, which then are divided in numerous subdivisions, whereas attention is paid both to the varieties in the material nature, ground profiles and the age of the bed rock. The classification is illustrated by several tables.

Prof. M. M. FILATOW

TITRE :

PROFIL PÉDOLOGIQUE PAR TOUTES LES ZONES DE LA RUSSIE EUROPÉENNE, DEPUIS LA PÉNINSULE DE KOLKI JUSQU'À LA FRONTIÈRE DE LA PERSE

Prof. W. KROKOS,
Odessa, Ucraine.

TITRE :

SUR LA QUESTION DE LA CLASSIFICATION DU TCHERNOZIOM (TERRE NOIRE) DANS LE MIDI DE L'UCRAINE

Prof. A. A. KRASSUK,
Petrograd, Russie.

TITRE:

LES TYPES DE SOLS DES RÉGIONS DU NORD

Prof. A. KOSTUKIEWISCH-TIESENHAUSEN,
Smolensk, Russie.

TITRE:

DE L'INFLUENCE DU MICRORELIEF SUR LE SOL SELON LES OBSERVATIONS FAITES DANS LE GOUVERNEMENT DE SMOLENSK.

Prof. MAHOFF,
Kiew, Ucraine.

TITRE:

QUESTIONS DE L'ÉVOLUTION DU SOL DE L'UCRAINE

Prof. V. I. KROKOS,
Odessa, Ucraine.

LE LOESS ET LES SOLS FOSSILES DU SUD-OVEST DE L'UCRAINE.

Une expédition, dirigée par le prof. A. I. NABOKIKH, explorait en 1914-1917 les sols et les couches quaternaires du Gouvernement de Kherson (aujourd'hui la plus grande partie en est réunie au gouvernement d'Odessa, ainsi que la région nord-ouest du gouvernement d'Ekaterinoslav). Je fus un des collaborateurs de cette expédition. La roche principale sur laquelle s'est formé le sol du gouvernement de Kherson se trouva être le loess. C'est pourquoi il fut l'objet d'une étude scrupuleuse à l'aide de coupes artificielles très profondes d'où l'on tirait dehors, sur le plateau, les échantillons des couches decouvertes.

Le loess. En 1912 V. D. LASKAREV (7. p. 10-11) travaillant à l'exploration géologique le long du chemin de fer en construction de Chepetowka-Kamenetz-Podolsk constata deux étages du loess, séparés par des couches horizontales du sol enterré. V. D. LASKAREV rapporta l'étage inférieur du loess à la deuxième époque interglacière, la couche horizontale de l'humus, qui lui est superposée, à la troisième époque glacière et l'étage supérieur du loess à l'époque postglacière. Avec cela V. D. LASKAREV n'acceptait, suivant les idées reçues en Russie, que deux périodes glaciaires (la deuxième et la troisième) et considérait l'avant dernière période (la première selon la Russie) comme ayant atteint son maximum.

Au printemps de l'année 1915, A. I. NABOKIKH (9. p. 23) en se basant sur l'étude des profondes coupes artificielles faites en Bessarabie et dans le gouvernement de Kherson, démontra que les dépôts du loess, au sud-ouest de la Russie, formaient trois étages (le supérieur, le moyen et l'inférieur), séparés l'un de l'autre par des couches du sol fossile (enterré). En rattachant chaque étage du loess à la glaciation des régions de la Russie situées plus au nord, A. I. NABOKIKH émit la supposition que la plaine de la Russie a subi trois époques glaciaires et que la glaciation dernière y avait atteint son maximum. V. D. LASKAREV adhéra en tout point à l'opinion de A. I. NABOKIKH et examina la littérature concernant les dépôts quartenaires du Midi de la Russie (8).

A la fin de l'été 1915 (6. p. 57-58) je fis creuser un puits de la profondeur de dix mètres sur le plateau près de la station du chemin de fer Migaewo (à 85 kil. d'Odessa); au fond du puits je fis faire un forage peu profond. En tout, l'épaisseur du loess se trouva à decouvert sur la profondeur de 18.6 mètres et on put y constater les couches suivantes:

Premier étage du loess:

1. Le sol contemporain (terre noire avec taupinières)	De	0	à	1	m.
2. Le loess	»	1	»	2,1	»

Deuxième étage du loess:

3. Premier sol fossile (terre noire)	»	2.1	»	2.9	»
4. Le loess	»	2,9	»	7,0	»

Troisième étage du loess:

5. Deuxième sol fossile (forte terre noire).	»	7	»	8,4	»
6. Le loess	»	8,4	»	16,3	»

Quatrième étage du loess:

7. Troisième sol fossile (forte terre noire).	»	16,3	»	17,8	»
8. Le loess	»	17,8	»	18,6	»

Le forage fut suspendu dans l'épaisseur du loess. En me basant sur ce profil j'émis l'opinion qu'il y avait quatre étages de loess au gouvernement de Kherson.

En 1922 je me mis à travailler aux matériaux recueillis dans les expéditions de 1914-1917, concernant le loess du ci-devant gouvernement de Kherson. J'étu-

diai 21 profils artificiels et profonds du loess ainsi que les résultats de 165 analyses chimiques detaillées des couches du loess et de la moraine.

Outre le profil à la station du chemin de fer de Migaewo où furent constatés pour la première fois les quatre étages du loess, j'étudiai le profil près Woznéssensk (situé au bord du Boug au N. d'Odessa) (5. p. 3-5), où l'épaisseur du loess se trouva aussi être formée de 4 étages. C'est pourquoi nous pouvons affirmer maintenant que dans le gouvernement de Kherson l'épaisseur du loess ne contient pas moins de 4 étages. Comme la coupe verticale du loess n'a pas pu être effectuée en entier, dans toute sa profondeur jusqu'aux plus anciennes roches (tertiaires), la question de savoir si l'épaisseur du loess ne serait pas encore plus compliquée reste à résoudre.

La région du gouvernement de Kherson adjacente au Dnieper et qui s'avance le plus au NO, à mi-chemin de Krementchoug (gouv. de Poltava) à Alexandrie, fut couverte du Grand Glacier. Le profil creusé dans cette region (village d'Ivanovka), comme le démontra A. I. NABOKIKH en 1915 (9 ; p. 23) (5 ; p. 11-13), découvrit l'ordre suivant de couches du loess :

1. Le loess ;
2. La moraine avec les restes du sol fossile à sa surface ;
3. Le loess sous la moraine ;
4. Le sol fossile ;
5. Le loess.

Ainsi le deuxième et le troisième étages du loess se trouvèrent être sous la moraine. En commentant ce profil, A. I. NABOKIKH, adhérant au point de vue de P. A. FOUTKOVSKY, qui considérait que le loess s'était formé lors du retrait du glacier, affirmait que le loess (N. 5) se rattachait à l'époque de la première glaciation ; que le sol fossile (N. 4) s'était formé pendant la première epoque interglaciaire ; que le loess (N. 3) s'était formé lors du retrait du deuxième glacier ; que la moraine (N. 2) était le représentant de la troisième glaciation en Russie, qui y avait atteint son maximum, et le loess qui recouvrait la moraine s'était formé lors du retrait de ce Grand Glacier.

Le matériel que j'ai étudié m'a amené à d'autres conclusions.

De nombreux profils dans la région des glaciers (gouv. de Kherson et de Poltava) dénotent que le premier étage du loess est separé de la moraine à laquelle il est superposé, par une couche de sol fossile, qui présente dans certains cas le sol fossile, le podzol (Loubny, gouv. de Poltava, 4 ; p. 96), et dans d'autres cas la terre noire fossile (3 ; p. 104-108).

Ces faits démontrent qu'après la disparition des glaciers dans la région du Dnieper, celle-ci se couvrit de sol. Il n'y eut point de déflation de la moraine pendant le retrait du glacier.

En 1904, N. BOGOLUBOV (1) constata que dans le gouvernement de Kalouga, le loess se trouvant entre deux moraines est separé de la moraine inférieure par une serié de dépôts lacustre-forestiers. Selon l'avis de N. BOGOLUBOV l'influence du glacier sur la formation du loess n'est point admissible.

D'un autre côté l'analyse chimique constate une affinité étroite entre la masse de la moraine et celle du loess.

Ainsi nous avons :

L'analyse est calculeé pour des roches sans humus, sans carbonate et sèches.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	Mn_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	Somme	CO_1	$CaCO_3$	l'humus
Ivanovka :												
Premier étage du loess.	79.53	9.88	3.59	0.08	1.78	1.19	3.09	1.08	100.22	6.72	13.93	0.94
Moraine	79.79	8.22	3.36	0.08	1.72	1.72	2.19	1.03	98.11	5.88	8.61	0.05
Deuxième étage du loess	82.44	8.31	3.24	0.05	1.69	1.69	1.44	0.76	99.62	5.15	8.03	0.55
Troisième étage du loess.	77.98	11.61	3.99	0.09	1.66	1.11	2.33	1.44	100.22	4.45	8.29	0.10
Koloniaev:												
Premier étage du loess.	81.21	7.96	3.17	0.18	0.80	2.18	2.04	1.33	98.92	3.58	8.13	0
Moraine	84.53	8.56	2.89	0.06	0.04	1.63	2.27	1.00	100.98	3.58	8.14	0

C'est pourquoi on peut admettre une liaison étroite (affinité) du loess et de la moraine dans le sens que la matière pour la formation du loess était fournie par les masses de la moraine.

Le sol, gisant sur les dépôts de la moraine, exclut la possibilité de la formation du loess par l'inflation lors du retrait du glacier. D'un autre côté le second étage du loess, gisant sous la moraine, n'en est pas séparé par des couches du sol fossile. Sous ce rapport les profils d'Ivanovka (5 ; p. 11-13) et de Loubny (4 ; p. 96-97) sont particulièrement précieux ; une moraine peu épaisse gît sur le second étage du loess, dont les couches supérieures n'offrent aucun signe de destruction. J'explique ce fait par la liaison qui existait entre le loess et le glacier qui s'avançait. Je suis d'avis que l'avancement du glacier du Dniéper ne s'effectuait pas sans interruption et alternait avec son retrait, c'est à dire qu'avaient lieu des oscillations de l'extrémité inférieure du glacier. Ces mouvements du glacier occasionnaient la fonte des glaces et formaient de puissants torrents qui charriaient une enorme quantité de matériaux friables et grenus, dont les grains présentaient une certaine variété ; ces materiaux contenaient une masse de parcelles poussiéreuses (dépôts du zandre). Les dépôts du glacier séchant rapidement étaient emportés par le vent, qui venait du glacier qui s'avançait, et la fine poussière lancée au loin recouvrait l'ancienne steppe et servait de matériel à la formation du loess.[1] Le glacier qui s'avançait recouvrait l'étage du loess à peine formé. Il se peut que pendant l'état stationnaire du glacier l'inflation des dépôts fluvioglaciaux de la poussière continuait, ainsi que la formation du loess. Mais quand le glacier qui

[1] R. LAUTERBORN (Ueber Staubbildung aus Schotterbänken im Flussbett des Rein. *Verh. d. Nat. medic. Ver. zu Heidelberg*, 1912. N. F. Bd, IX. H. 4. p. 350-368) démontre que dans les dépôts des galets et des cailloux charriés par les torrents glaciaires se trouvaient une grande quantité de menues parcelles de poussière ; en séchant rapidement ces dépôts soulevés par le vent formaient des nuages de poussière qui se convertissaient en couches du loess contemporain.

occupait la vaste plaine russe se partagea dans son retrait en plusieurs glaciers séparés, de faibles vents locaux ne furent pas en état de produire l'inflation des dépôts de la moraine sur une grande échelle, et les épaisseurs de la moraine abandonnées par le glacier se couvraient de terre noire et même de sol du podzol.

L'opinion sur la formation du loess pendant l'avancement du glacier fut énoncée la première fois en 1903 par N. I. KRISTAFOVITCH (2 ; p. 184-190), qui avait étudié les dépôts quaternaires du sud-ouest de la Pologne dans la région Nouvelle Alexandrie-Lubline, procédant de l'analyse de la faune du loess. Cependant selon son avis les matériaux de la formation du loess n'étaient pas fournis par les dépôts apportés par le glacier, mais par des roches plus anciennes.

Les quatre étages du loess de nos régions correspondent à quatre époques de glaciation dans les parties de la plaine russe, situées plus au nord.

En 1918, S. A. IAKOVLEV (8 ; p. 1, Appendice 2) constata dans les environs de Petrograd, à l'aide de sondages, trois moraines (la supérieure, la moyenne et l'inférieure) dont chacune correspondait à une glaciation indépendante des autres. La recherche de la quatrième moraine, rattachée au quatrième étage du loess, constitue le problème d'explorations futures des dépôts quaternaires de la plaine russe.

La glaciation du bassin du cours moyen du Dniéper fut la cause de la formation du deuxième étage du loess, en comptant d'en haut. En me basant sur les quatre étages du loess de nos régions, je considère la glaciation du Dniéper comme étant la troisième glaciation qui atteignit son maximum dans la plaine russe.

Le premier étage du loess, c. a. d. le supérieur, gisant sur la moraine du Dniéper et séparé d'elle par une couche du sol fossile, se forma lors de l'avancement de la quatrième et dernière glaciation, dont les proportions furent bien moindres que celles de la troisième glaciation.

L'étude de la distribution de SiO_2, dans les étages du loess dans nos régions, dénote une curieuse influence du Dniéper (v. la table 1).

Ce tableau indique que lors de l'inflation des couches du loess par la poussière il s'y mêlait une matière plus grossière, par les vents provenant de la vallée du Dniéper.

Sols fossiles. On a constaté dans le loess éolien de nos régions trois couches de sols fossiles. L'étude morphologique des sols fossiles indique que là nous avons affaire à d'anciennes terres noires. Dans certains cas (Elisabethgrad, Ivanovka) on observe dans les sols fossiles des terres noires les mêmes couches que dans les terres noires contemporaines, notamment la couche superficielle coloriée par l'humus, plus ou moins de la même nuance une couche interne, pâlissant graduellement et fortement carbonatée et, enfin, une couche du loess d'un jaune-clair, fortement carbonatée.

La première couche (en comptant d'en haut) de la terre noire se trouve à la profondeur de 3,2 m. en moyenne et sépare le deuxième étage du loess du premier, qui le recouvre. Le deuxième sol fossile, qui sépare le deuxième et le troisième étages du loess, repose à la profondeur de 9,4 m. en moyenne. Le troisième sol fossile gît à la profondeur de 9,1 m. (Vosnessensk) à 16,3 m. (Migaevo).

TABLE 1.

La moyenne du contenu de SiO_2 dans les étages du loess sous l'influence du Dniéper, causée par la distance des lieux du fleuve.

				Les étages du loess.			
				1	2	3	4
1	Kil. du	Dniéper.	Kers, champ exp.	81.7	79.1		
6	»	»	Beloserka	78.9	81.4		
26	»	»	Kolontaev	82.6			
30	»	»	Ivanovka	78.2	79.4	78.6	
85	»	»	Adjamka	72.1			
120	»	»	Vizirka	72.4	74.0		
130	»	»	Kourissovo	71.0	73.4	68.3	
150	»	»	Olgopol	67.8	70.8		
165	»	»	Novooukraïnka	73.1	72.3		
200	»	»	Migaevo	69.6	71.0	67.6	68.16
250	»	»	Pavlovka (Joumanovo)	69.8	71.7		
290	»	»	Birzula	69.2			

Le cent pour cent du contenu de l'humus dans les sols fossiles est minime ; ainsi nous avons :

Premier sol fossile :	Migaevo	0.78 %	Humus
» » »	Belozerka	0.30 %	»
» » »	Kourissovo	0.67 %	»
Deuxième sol fossile :	Migaevo	0.43 %	»
» » »	Ivanovka	0.33 %	»
Troisième sol fossile	Migaevo	0.62 %	»

Le loess qui se trouve sous les couches de l'humus des terres noires fossiles contient de 0 à 0,21 % d'humus.

La quantité insignifiante d'humus dans les sols fossiles des terres noires s'explique par le fait que pendant des dizaines, des centaines, de milliers d'années écoulées depuis l'époque de l'inflation de ces sols par la poussière du loess, un % considérable de l'humus a eu le temps de se décomposer. Effectivement A. N. KRICHTOFOVITCH (3 ; p. 41) ayant creusé un profond puits dans un des kourgans (tertres) du district de Lebedine (gouv. de Kharkov) constata que la terre noire recouverte par le kourgan contenait 3.5 % de l'humus, tandis que le sol analogue aux environs du kourgan contenait 5.76-5.86 % d'humus. Ainsi pendant 1000 ou 2000 ans, écoulés depuis l'élevation du kourgan, la terre noire recouverte par le kourgan a perdu plus de 2.20 % d'humus.

Les couches carbonatées des terres noires fossiles contiennent pour la plupart

un % plus considérable de CO_2, que d'humus. Ainsi a Olgopol la première couche fossile d'humus contient 6.07 % CO_2, et les couches carbonatées 9.54 % de CO_2, ; à Kherson (champ expér.) les couches analogues contiennent 2.87 % et 8.43 % CO_2,.

Dans toute l'épaisseur du loess on rencontre de rares taupinières (crotovines) isolées, traces de l'activité des anciens insectivores, ce qui, réuni aux restes de voies souterraines pratiquées par les racines d'herbes perforant la masse du loess, témoigne de l'activité ininterrompue de notre steppe, qui s'était établie à l'état stable au moins depuis l'époque de formation du 4ème étage du loess. Mais les couches des sols fossiles portent les traces de nombreuses taupinières. Même dans le troisième sol fossile à la profondeur de 10.4 m. (Vosnessensk), à 15.0 m. (Lissaja Gora) on rencontre de fréquentes taupinières.

Le deuxième et le troisième sols fossiles de Vosnessensk, le premier et le deuxième sol de Jastrébincky sont à tel point creusés dans tous les sens par les anciens insectivores, qu'on peut classer ces sols dans un groupe spécial des terres noires taupinières.

L'étude de l'épaisseur des sols fossiles fournit des données interessantes sur la question du caractère des anciennes terres noires.

Le deuxième et le troisième sol fossiles atteignent pour la plupart l'épaisseur au-dessus de cent cm. et peuvent ainsi être classés dans le groupe des fortes terres noires. L'épaisseur du premier sol fossile est généralement de moins de 100 cm.

Les fortes terres noires anciennes indiquent que l'ancienne steppe fut auparavant plus humide et puis, vers l'époque de la formation des terres noires, moins fortes ; elle acquit un caractère plus enclin à la sécheresse.

LITTÉRATURE.

(1) BOGOLUBOV N. Zur geologischen Geschichte des Gouvernements Kaluga in der Glacialperiode. *Jahrb. d. Geologie und Min. Russlands.* VII, pp. 115-119, 1904-1905.

(2) KRISCHTAFOVITSCH N. Description hydrogéologique du territoire de la ville de Lublin et ses environs. *Mém. de l'Institut agronomique et forestier à Novo-Alexandria.* XV, Livr. 3ème, 1903.

(3) KRISCHTOFOVITSCH A. N. Untersuchungen des Bodens unter Kurganen des Charkovschen Gouvernement. *Pédologie.* N. 1-2, 1915.

(4) KROKOS V. I. Sur la question de la composition des dépôts quaternaires de la Russie méridionale, 1919.

(5) KROKOS V. I. Les matériaux concernants le caractère des dépôts quaternaires du ci-devant gouvernement de Kherson, 1922.

(6) KROKOS V. I. Quelques donnée sur le caractère géologique du district de Tiraspol (gouv. Kherson). *Revue géologique.* II, N. 2, 1916.

(7) LASKAREV V. Notes sur la division du loess de la Podolie et de la Volhynie en deux horizons. 1912.

(8) LASKAREV V. Revue des terrains quaternaires de la Nouvelle-Russie, 1919.

(9) NABOKIKH A. I. Les faits et les suppositions concernant la composition et la formation des dépôts post-tertiaires du sud de la Russie. 1915.

Prof. V. I. KROKOS, *Odessa (Ucraine).* — **Le loess et les sols fossils du sud-ouest de l'Ucraine.**

RÉSUMÉ.

Dans les sols quaternaires du Gouvernement de Kherson, l'A. croit pouvoir distinguer quatre couches de loess :

1) Première couche :				
a) Sol contemporain (terre noire)	de	0 à	1 m.	
b) Loess	»	1 »	2,1 m.	
2) Deuxième couche :				
a) Premier sol fossile (terre noire)	»	2,1 »	2,9 »	
b) Loess	»	2,9 »	7,0 »	
3) Troisième couche :				
a) Deuxième sol fossile (forte terre noire)	»	7,0 »	8,4 »	
b) Loess	»	8,4 »	16,3 »	
4) Quatrième couche :				
a) Troisième sol fossile (forte terre noire)	»	16,3 »	17,8 »	
b) Loess	»	17,8 »	18,6 »	

D'après certaines considérations de l'A. sur la quantité et la nature de l'humus des couches examinées, les terres fortement noires constitueraient un indice que la steppe ancienne était autrefois bien plus humide qu'à présent.

Prof. V. I. KROKOS, *Odessa (Ukraine).* — **The Loess and the Fossil Soils of the South-West of the Ukraine.**

ABSTRACT.

In the quaternary soils of the Kherson Government the author believes himself to distinguish four layers :

1) First layer :				
a) Contemporary soil (black earth)	From	0 to	1 m.	
b) Loess	»	1 »	2,1 »	
2) Second layer :				
a) First fossil soil (black earth)	»	2,1 »	2,9 »	
b) Loess	»	2,9 »	7,0 »	
3) Third layer :				
a) Second fossil soil (strong black earth)	»	7,0 »	8,4 »	
b) Loess	»	8,4 »	16,3 »	
4) Fourth layer :				
a) Third fossil soil (strong black earth)	»	16,3 »	17,8 »	
b) Loess	»	17,8 »	18,6 »	

According to certain considerations of the author on the quantity and the nature of the humus of the examined layers, the strong black earths would constitute an indication for the fact that the ancient steppe was formerly much more humid than it is presently.

L. PRASSOLOW,
Léningrad, Russie.

LES PROVINCES AGROGÉOLOGIQUES DE LA RUSSIE EUROPÉENNE.

RÉSUMÉ.

Les pédologues russes ont accompli pendant le dernier demi-siècle une œuvre d'une ampleur énorme en dressant les cartes des sols en Russie sur la base de la théorie génétique des sols du Prof. DOKONTCHAEFF. Les études du sol exécutées à cet effet ont embrassé les 55 % du territoire de la Russie d'Europe (environ 2 50 000 km²). et jusqu'à 21 % du territoire de la Russie Asiatique. L'A. essaie de faire une synthèse des cartes pédologiques de détail de la Russie Européenne en les groupant schématiquement par provinces et par régions agro-géologiques. Etant donné que le sol est un des principaux facteurs au moyen desquels la nature exerce son influence sur l'économie rurale et même sur toute la culture humaine en général, il est évident qu'un schéma des provinces et des régions agro-géologiques peut servir de base solide pour l'application du principe géographique à l'étude de l'économie rurale. Au point de vue théorique les provinces agrogéologiques naturelles doivent être consirées comme un complément et un développement naturel de la théorie des zones agro-géologiques selon la conception fondamentale de la distribution des sols sur la surface du globe terrestre.

Dans la plaine de l'Europe Orientale les zones agro-géologiques sont plus nettement déterminées que partout ailleurs. Elles s'étendent ici par bandes de centaines de kilomètres en largeur dans la direction du WSW au ONO en suivant les changements des principaux éléments du climat. la pression barométrique, la température et l'humidité relative. En suivant une direction perpendiculaire à celle que nous venons d'indiquer nous constatons la succession des zones dans l'ordre suivant : toundra, podzol marécageux, tschernosiom et enfin la zone méridionale à sols châtains et fauves, mêlee aux les terres salines.

A l'intérieur de ces zones on peut découvrir des variations et des transitions d'ordre zonal et en outre diverses déviations et anomalies locales dans les type de sol et dans leurs combinaisons (paysages agro-géologiques) qui dépendent soit des diversions locales du climat (entre autres l'intensification du climat continental de la Russie Européenne de l'Ouest à l'Est, soit des conditions oro-géologiques.

Au Nord les combinaisons des sols marécageux et podzoliques sont remplacées premièrement par une prépondérance de ces derniers et ensuite par des transitions progressives aux combinaisons des types de sols de forêts et de steppes. Les types de sols septentrionaux s'étendent très loin vers le sud en pénétrant dans la région sablonneuse et dans celles des montagnes de l'Oural. Des combinaisons locales toutes spéciales sont formées ici par le paysage terminal de moraine, par la plaine lacustre du Nord-Ouest, par le relief doucement ondulé du Centre de la Russie, par les marais du "*Poliessii*" (Régions des Forêts, vallée du Pripet), etc. Dans la zone du

tchernosiom on constate an centre la succession suivante : tchernosioms septentrionaux (dégradés), délavés, gras, normaux et méridionaux. Mais à l'Est et à l'Ouest de cette ligne centrale la succession n'est plus la même et devient plus compliquée sous l'influence du relief et des roches. Les tchernosioms du Sud-Ouest sont généralement plus puissants mais moins riches en humus que ceux de l'Est et des Steppes d'Outre-Volga. Un type " provincial " spécial est celui du tchernosiom du littoral de la Mer d'Azow — profond, mais riche en carbonates. A l'Ouest et à l'Est on découvre la pénétration des types septentrionaux dans le Sud sur les hauteurs tandis qu'au contraire les types de sols méridionaux pénètrent vers le Nord dans les dépressions du sol, par exemple dans les régions au delà du Wolga et au delà de l'Oural. La zone des steppes méridionales dépourvues de tchernosiom entoure en demi-cercle la dépression caspienne. Elle se subdivise en régions des sols châtains, des combinaisons salines et des déserts sablonneux.

En général on peut distinguer 35 grands territoires ou provinces, dont les frontières ne sont cependant pas indiquées sur la carte annexée à l'ouvrage de l'A. intitulé les Provinces Agrogéologiques de la Russie d'Europe.

Ces provinces sont :

1. Extrême Nord-Toundra.

2. 3 et 4. Provinces de marécages à podzol : Kola-Kem, Onego-Dwina, Petchora.

5 et 6. Podzol marécageux : provinces Orientale et Nord-occidentale (lacustre).

7, 8, 9. Podzol : Moraine du Waldaï, occidentale (Smolensk-Moscou) et du Haut-Dnilpr.

10. Marécage à podzol : Pologne..

11. Podzol de l'Ucraine.

12, 13, 14, 15. Podzol Haut : Wolga, de l'Oka (sablonneuse), orientale de Wiatka-Perm et montagneuse de l'Oural.

16, 17, 18, 19 et 20. Provinces de tchernosiom, région de forêts et de steppes : Sud-Ouest de l'Ukraine, Centrale, du Wolga, de l'Outre-Wolga, et de l'Oural.

21, 22, 23, 24, 25, 26, 27. Tchernosiom des steppes : provinces centrale, sud-occidentale, de la Mer Noire, de la Mer d'Azow, du Don, du Wolga et de l'Outre-Wolga.

28, 29, et 30. Provinces à sols châtains du Don, de l'Outre-Wolga, et du Caucase Septentrional.

31. Province à tchernosiom sur les pentes d'approche du Caucase.

32. Province des combinaisons de terres salines et des sables de la plaine du littoral Caspien.

33. Province marécageuse à podzol au delà du l'Oural.

34. Province à tchernosiom de forêts et des steppes au delà de l'Oural.

35. Province à tchernosiom de steppes au delà de l'Oural.

L. PRASSOLOW, *Leningrad* (*Russia*). — **The Agrogeological Provinces of Russia in Europe.**

ABSTRACT.

During the last half century a work of great importance has been accomplished by the Russian soil scientists in preparing the soil map of Russia on the basis of the genetic theory of soils advanced by Professor DOKONTSCHAEFF. The soil studies made for this purpose covered 55 per cent. of the territory of Russian Europe (nearly 2,600,000 square kilometres), and up to 21 per cent. of the territory of Russia in Asia. The author attempts to make a synthesis of the detailed soil maps of European

Russia grouping them schematically by agrogeological provinces and regions. Seeing that the character of the soil is one of the main factors in rural economy, and indeed in determining the types of human culture and civilisation, it is obvious that a schematic description of the agrogeological provinces and regions may be of value as a solid basis for the application of the geographic factor to the study of rural economy. From the theoretical point of view the natural agrogeological provinces must be considered as a complement and natural development of the theory of the agrogeologic zones, following the fundamental conception of the distribution of the soils on the surface of the globe.

In the plain of Eastern Europe the agrogeologic zones are more clearly marked than elsewhere. They extend here in bands hundreds of kilometres wide in the direction WSW to ENE following the changes of the principal climatic factors: the barometric pressure, the temperature and the relative humidity. Following a line drawn at right angles to that already indicated the following succession of belts is noted : tundra, marshy podzol, tchernozem, and finally the southern zone of red brown and light brown soils mingled with the salt lands.

Within these belts may be found sundry variations and transition types belonging to the zone and besides many divergences and anomalies, both in the type of soil and in their combinations, (agrogeological regions) which depend either of the local variations in climate (one such being the way the continental climate of European Russia becomes more intense as one goes from West to East), or to oro-geological conditions.

Towards the North the combinations of the marshy and podsolic soils are first replaced by a preponderance of the podsols, and then by progressive transitions to combinations of forest and steppe soil types. The northern types of soil extend far towards the south penetrating into the sandy region and into that of the Ural mountains. Special local combinations are here formed by the terminal moraine country, by the lake plain of the North West, by the gentle undulations of the centre of Russia, by the regions of the " Poliessia " (Regions of the valley forests of the Pripet) etc. In the tchernozem zone the following succession is observed in the centre: northern tchernozems (degraded), washed out, rich, normal and southern. To the East and West of this central line, however, the succession is no longer the same and becomes more complicated, under the influence of the relief and the rocks.

The tchernozems of the Southwest are usually more effective but less rich in humus than that of the East and of the Trans-volgan steppes. A special " province " type is that of the littoral tchernozem of the Sea of Azov, a deep layer, rich in carbonates. To the West and East the northern types are observed to penetrate southwards on the heights while on the contrary the southern types of soil penetrate northwards along the depressions, e. g. in the regions beyond the Volga and the Ural range. A half circle round the Caspian depression is formed by the zone of southern steppes which are without tchernozem. It is sub-divided into the regions of the red brown soils, of the salt mixed soils and the sandy deserts.

In general 35 large territories or provinces may be distinguished the borders of which are not however indicated on the map appended to the work of the author entitled the *Provinces Agrogéologiques de la Russie d'Europe.*

These provinces or areas are characterized as follows :

1. Tundra : extreme North.

2, 3 and 4. Podzol marshes : provinces of Kola-Ken, Onego-Dvina, Petchora.

5. and 6. Podsol marshes : Marshy podzol : Eastern and North-Eastern provinces (lake regions).

7, 8, 9. Podsol : Valdai moraine. Western provinces (Smolensk-Upper Moscow) and the Dnieper.

10. Podsol marshes : Poland.

11. Podsol of the Ukraine.

12, 13, 14, 15. Podsol : Upper, Volga, of the Oka (sandy type), Eastern provinces (Viatka-Perm) and the mountainous region of the Urals.

16, 17, 18, 19, 20. Forest and steppe tchernozem region : South-east of the Ukraine, Central, Volga, Trans-volgan and Ural provinces.

21, 22, 23, 24, 25, 26, 27. Steppe tchernozem : Central and South-western provinces, Provinces of the Black Sea, of the Sea of Azov, of the Don, Volga and Trans-volgan.

28, 29 and 30. Provinces with red brown soils : provinces of the Don, Trans-volga and Northern Caucasus.

31. Tchernozem province on the foot hills of the Caucasus.

32. Province of the blends of salt lands and sand of the plain of the Caspian littoral.

33. Marshy podsol : of the Trans-Ural region.

34. Forest and Steppe tchernozem of the Trans-ural region.

35. Steppe tchernozem of the Trans-Ural region.

Prof. SVEN ODÉN.

Stockholm, Sweden.

THE STRUCTURE AND PROPERTIES OF SOME SWEDISH SOILS

ABSTRACT.

This paper is devoted to the practical description and demonstration of the results obtained by the methods the theory of which was outlined in the foregoing paper and indicates also some new methods of studying physical properties.

Above 100 μ where the distribution curves become uncertain the *Tyler Standard Sceen Sieves* are used in conjunction with the *Ro-Tap Shaker* to separate the fractions, from 100 μ to 5 μ the modified *Wiegner*-instrument and from 10 μ to 0,1 μ the *recording balance* is used, while the other methods have only been tested.

The most convenient way to plot the diagrams and typical curves for quaternary Swedish soils are demonstrated and for some of these the physical properties are described and in some cases related to the distribution curves.

Soils with a marked minimum in the distribution curve have a tendency to become flowing when wetted above a certain percentage of water, especially if alkaline conditions are prevalent — as often is the case when ammonia is produced by bacteria in spring — and is due to the smaller particles forming a suspension or colloid solution which rends a breaking down of the structure more easy, thus taking away the cementing material.

The *shrinkage* of the soils during evaporation was studied. It was found that the previous treatment and packing of samples exert a distinct influence on the shrinkage-curves in some cases.

The complexity of the conception " plasticity " is discussed and it is emphasized that the time-factor of the deformation must come in when plasticity is to be measured.

An experimental arrangement to measure something which comes rather near to " plasticity " is demonstrated. Here the energy required to move the soilmass and displace the particles against each other with a certain velocity is measured.

Prof. SVEN ODÉN, *Stockholm (Suède)*. — **Structure et propriétés de quelques sols suédois.**

RÉSUMÉ.

Cette communication concerne la description et la démonstration pratique des résultats obtenus avec les méthodes dont la théorie a été exposée dans la communication précédente et indique aussi quelques nouvelles méthodes d'étude des propriétés physiques.

Au dessus de 100 μ, limite où les courbes de distribution deviennent incertaines, l'auteur a employé les tamis « *Tyler Standard Sceen* « avec les secoueurs « *Ro-Tap* ». Pour la fraction 100 μ à 5 μ l'instrument modifié de *Wiegner* et pour la fraction 10 μ — 0,1 μ la *balance automatique*. Les autres méthodes ont seulement été essayées.

L'auteur fait la démonstration de la manière la plus pratique de reproduire graphiquement les diagrammes et les courbes typiques pour les sols suédois ; il décrit les propriétés physiques de quelques uns de ces sols en les comparant aux courbes de distribution.

Les sols ayant un minimum marqué dans la courbe de distribution ont une tendance à devenir flottants, lorsqu'ils sont mouillés au-dessus d'un certain pourcentage d'eau, spécialement lorsque des conditions alcalines sont prévalentes (ce qui est souvent le cas lorsque les bactéries produisent de l'ammoniaque au printemps). Ce phénomène est dû aux particules les plus petites, formant une suspension ou solution colloïdale qui facilite la décomposition de la structure, enlevant ainsi la matière cément.

L'auteur a étudié le retrait des sols pendant l'évaporation. Il a trouvé que le traitement et le tassement préliminaire des échantillons exerce, dans certains cas, une influence marquée sur les courbes de retrait.

L'auteur discute la complexité de la conception de la « plasticité », et il souligne l'importance du facteur « temps de déformation » pour les mesures de plasticité.

L'auteur fait la démonstration de la mesure de quelque chose qui approche beaucoup de la « plasticité ». Il mesure l'énergie nécessaire pour déplacer la masse du sol et pour déplacer les particules les unes par rapport aux autres avec une certaine vitesse.

Dr. SIMON JOHANSSON,
Stockholm, Sweden.

CLASSIFICATION AND TERMINOLOGY OF SWEDISH SOILS, ESPECIALLY MINERAL SOILS, USED BY THE GEOLOGICAL SURVEY OF SWEDEN *

ABSTRACT.

A scheme is shown for a geological classification of the earths, of which the author divides the mineral earths according to mechanical composition so that th percentage of clay determines the main groups which thereby are divided into : I Sand Soils, II very little Clayey soils, III Clayey soils and IV Clays. For the humus mixed and the pure humus soils a special scheme is given.

Dr. S. JOHANSSON, *Stockholm (Suède)*. — **Classification et nomenclature des sols suédois, specialement des sol minéraux, par le Service géologique de la Suède.**

RÉSUMÉ.

L'auteur nous montre un tableau pour la classification des sols dans leque il divise les sols minéraux d'après la composition mécanique, de manière à ce que la quantité d'argile décide les groupes essentiels qui se divisent alors en : 1) Sols sableux, 2) Sols légèrement argileux, 3) Sols argileux, 4) Argiles.

Un tableau à part est présenté pour les terres mélangées de terreau (humus-mixed) et celles proprement dites d'humus (humus soils).

Dr. L. v. POST,
Stockholm, Schweden.

DAS GENETISCHE SYSTEM DER ORGANOGENEN BILDUNGEN SCHWEDENS *

Dr. L. v. POST, *Stochholm (Suède)*. — **Le système génétique des formations organogènes de la Suède.**

RÉSUMÉ.

L'auteur démontre que pour les sols organogènes il n'existe pas de classement qui soit praticable pour plusieurs buts différents. La seule disposition naturelle à base rationelle est celle qui se rapporte à leur génèse. Dans l'ouvrage l'auteur donne ensuite le classement des sols organogènes, dont on se sert en Suède dans les recherches systématiques de tourbière, et lequel en premier lieu a été établi d'après les principes de stratigraphie et de développement historique. En même temps il démontre la disposition dont on se sert pour les recherches d'un but pratique.

Dr. L. VON POST, *Stockholm (Sweden)*. — **The Genetic System of the Organogen Formations of Sweden.**

ABSTRACT.

The author emphasizes that a classification of the organogen earths, which would be practicable for several different purposes, does not exist. The only natural classification on rational grounds is a division according to the nature of the earths with regard to their genesis. In the work then, the classification of the organogen earths, which is used at the systematical peat investigation in Sweden and which is principally established according to stratigraphical development historical principles, is described. Besides this the classification used in investigations for practical purposes is stated.

Dr. V. NOVÁK,
Brünn, Tschekoslovakei.

DIE BEI DER BODENFORSCHUNG IN DER TSCHEKOSLOWAKEI BENUTZTE NOMENKLATUR UND KLASSIFIKATION *

Dr. V. NOVÁK, *Brno (Tchékoslovaquie)*. — **La nomenclature et la classification employées dans les recherches pédologiques en Tchécoslovaquie.**

RÉSUMÉ.

L'auteur démontre que la classification se base sur l'origine géologique du sol et sur la composition mécanique. Dans les recherches, il faut distinguer entre :

« *Boden* » dans le sens « die ganze Mächtigkeit der Verwitterungsschicht, soweit sie imstande ist, die landwirtschaftlichen Gewächse zu ernähren », et.

« *Erdart* » : « das mineralische Verwitterungsprodukt, sei es nun als selbständige Bodenablagerung oder als einzelner Bestandteil des Boden-profils ».

Dans le profil du sol on distingue entre « Oberboden » et « Unterboden ». « Oberboden » est constitué de *Ackerkrume*, travaillée avec outils et machines et *Ackersohle*, non touché par la charrue.

Les sols en Tchécoslowaquie se caractérisent par la constitution mécanique pour laquelle on s'est servi de la classificaztion de *Kopecký*. Pour la caractéristique pédologique cette échelle est complétée de rapports sur la couleur du sol, sur l'humus et sur la quantité de fer et de carbonate.

Quant au cadre d'un système de classification, l'auteur veut nous faire remarquer, comme étant son opinion personnelle, qu'un système commun valable pour les différents terrains ne pourrait être admis, sans qu'il soit avant tout nécessaire d'indiquer les lignes droites les plus essentielles dans ce cas. Selon l'auteur il faudrait généralement en classant les sols, s'abstenir de : « klimazonale Bodentypen » et là-dessus les placer par rapport à la constitution de la roche-mère.

Quant à la classification des sols par rapport à la composition du matériel, il faudrait fixer les limites pour les terres minérales et celles humifères. Ces dernières doivent être classées à part.

Dr. V. NOVÁK, *Brünn (Tchécoslovaquie)*. — **The Nomenclature and Classification in the Pedological Researches in Czecoslovakia.**

ABSTRACT.

The author states that the earth classification in Czecoslovakia is based on the geological origin and the mechanical composition of the earth. At the investigations distinction should be made between :

" *Boden* " in the meaning of " die ganze Mächtigkeit der Verwitterungsschicht, soweit sei imstande ist, die landwirtschaftlichen Gewächse zu ernähren ", and

" *Erdart* " : das mineralische Verwitterungsprodukt, sei es nun als selbsständige Bodenlagerung oder als einzelner Bestandteil des Bodenprofils ".

In the soil profile distinction is made between " Oberboden " and " Unterboden ". Oberboden is composed of the " Ackerkrume " turned up by implements and the " Ackersohle " which is not touched by the plough.

The earths are characterized in Czecoslovakia according to their mechanic composition, wherein KOPECKIJ's scale of classification is used. For the pedological characteristic this scale is completed by statements as to the colour, contents of humus and iron, and quantity of carbonate of the earth.

As to the establishment of a system of classification the author emphasizes his personal opinion that a general system valid for all domains hardly can be obtained, but the question is to state the main lines for such. According to the author's opinion one has to start from " klimazonale Bodentypen " in the classification of soils and from this to take into consideration the composition of the earth-bed.

In classifying the earth types with regard to the material composition a limit for the mineral earths and humus earths should be stated. The humus earths should be classified separately.

V^{ÈME} COMMISSION

CARTOGRAPHIE DES SOLS

Note: Plusieurs communications concernant les travaux de cette Vème Commission avaient été déjà présentées en un volume (*État de l'étude et de la cartographie des sols dans divers pays de l'Europe, Amérique du N., Afrique et Asie.* « Cartea Romaneasca » — Bucarest, 1924), édité aux frais de l'Institut géologique de la Roumanie et par les soins de MM. G. MURGOCI et A. OPRESCO. Partant, la rédaction des Actes a reproduit seulement les titres des mémoires en question, en les marquant cependant par un astérisque, et renvoyant ainsi le lecteur au texte original du volume cité.

Prof. Dott. G. DE ANGELIS D'OSSAT

Museo e Laboratorio di Geologia, R. Istituto Superiore Agrario, Perugia, Italia.

LA VARIABILITÀ DEI CRITERI PER LE CARTE AGRONOMICHE

Resisterò alle lusinghe per una digressione sul grado di possibilità e di utilità delle carte agronomiche che dovrebbero abbracciare nazioni ed interi continenti. Tutti gli studiosi sono convinti che all'immane ed arduo compito non corrisponderebbe, per ora, un congruo compenso. Con la presente affermazione non intendo disconoscere i vantaggi reali che deriverebbero alla scienza del suolo dalle carte agronomiche di tal sorta, purchè eseguite con pochi e saldi criteri e senza la pretesa d'illuminare tutti gli agricoltori e su tutte le coltivazioni. Mi dichiaro poi convinto assertore dell'utilità somma delle carte agronomiche che interessano limitate superficie e redatte con scopi prefissi. Con pari franchezza manifesto la mia esplicita ed incondizionata contrarietà alle carte agronomiche di vaste regioni, rilevate con unicità e complessità di criteri e quindi con la pretesa di corrispondere alle numerose finalità dell'agricoltura, in condizioni ambientali tanto diverse. Il valore assoluto scientifico che esse potrebbero vantare non sarebbe mai sufficiente a far perdonare loro lo scopo finale non raggiunto.

Coll'allargare la superficie rappresentata, aumenterebbero le complicazioni e con queste rimarrebbe sempre più offesa la chiarezza: il lavoro poderoso non si potrebbe certo assolvere che con un periodo lunghissimo di tempo e con lo spreco di egregie somme: tutto molto impari al vantaggio, il quale poi scema con l'aumento dell'estensione.

Non tornino discare in proposito le seguenti riflessioni:

a) La costruzione di estese carte agronomiche si potrebbe ritenere imperfetta *a priori* per la mancanza assoluta o per l'incertezza delle carte geologiche. È privilegio e ventura solo di limitate zone il possedere carte geologiche con sicuri riferimenti cronologici e litologici. È pacifico, dall'asserzione giustissima del RISLER in poi, che la carta geologica costituisce il canevaccio fondamentale sopra cui deve ricamarsi quella agronomica.

b) La mancanza di una classificazione generale dei terreni agrari impedisce la generalizzazione delle buone classificazioni regionali e quindi rimane impossibile, od almeno equivoca, la determinazione delle correlatività fra terre lontane, ciò che dovrebbe costituire il valore intrinseco delle grandi carte agronomiche. I geologi, pur con qualche incertezza, hanno potuto fissare una gamma internazio-

nale de' colori per rappresentare le formazioni geologiche sincrone di regioni lontanissime fra loro ; ma gli scienziati del terreno agrario sono ancora molto lontani da tanto ambita meta. Il terreno agrario cela ancora gelosamente molti misteri e molte delle caratteristiche svelate variano relativamente a molti fattori, di cui finora ci sfugge l'entità e la correlatività.

c) Se potessimo vantare carte geologiche perfette e la classificazione generale delle terre, a mio modesto parere, non sarebbe ancora possibile rilevare carte agronomiche dettagliate per vaste regioni. Pur permanendo, in senso assoluto ed astratto, la stessa caratteristica al medesimo tipo di terreno agrario, pure agrariamente deve considerarsi relativa ogni caratteristica o proprietà alla estrinsecazione proteiforme delle condizioni ambientali, variabili e per latitudine, per altitudine, per esposizione, per umidità, ecc., ecc. Laonde lo stesso colore o segno mentre indicherebbe l'identità di due terre lontane; d'altra parte queste si comporterebbero, rispetto alla vegetazione, in modi disparatissimi. Il segno rappresenta il terreno allo stato statico e la vegetazione invece lo sfrutta allo stato dinamico in correlazione agli atmosferili ed agli agenti organici, viventi od in via d'alterazione.

d) Chi sente la necessità di ricorrere ai lumi delle carte agronomiche di estese regioni? Non certo l'agricoltore di terre sulle quali fu praticata la suprema industria da tempi remoti. Egli, per intelligente e diuturna esperienza, affinata dagli stimoli del tornaconto, ha un concetto chiaro — per quanto empirico — della natura, potenzialità ed arrendevolezza delle sue terre, già sfruttate quasi al sommo grado.

Alla carta agronomica invece farebbe ricorso il pioniere dell'agricoltura in terre incolte o malamente coltivate, che si propone l'intensificazione colturale e più spesso la industrializzazione. Or bene la delusione non potrebbe non mancare. È possibile in carte così vaste indicare dati così specifici quali l'agricoltore domanda? Egli si smarrirebbe certo fra la selva intricata dei colori e dei segni di dati superflui ed oziosi, senza la speranza di trovarvi quanto risponde alle sue giuste domande particolari.

Per i citati motivi e per altri di cui faccio grazia al lettore si deve respingere l'unicità dei criteri informativi delle carte agronomiche di estese superficie, se si vogliono utili all'agricoltura. Avanti ho esplicitamente dichiarato il valore scientifico di simili carte, se rilevate sopra pochi e saldi criteri ed in ciò amo non essere frainteso. Però se la carta agronomica mira a rendersi utile all'agricoltura sommamente ed immediatamente, la deve informarsi a criteri diversi, corrispondenti direttamente alla finalità agraria che si vuol raggiungere. Una cooperatrice più preziosa dell'agricoltore non si potrebbe immaginare ; massime quando si vogliono bonificare le terre, quando si desidera intensificare le colture, quando si vuole ridurre l'incolto, quando si aspira alla industrializzazione agraria, ecc.

Lo studioso del suolo, con le diverse carte agronomiche o meglio con i vari stadi della costruzione della carta, si deve proporre di prevenire spesso e di accompagnare sovente l'agricoltore che si accinge a rendere più produttive le terre sulle quali esercita la sua industria. Gli anticipati dettagli e la mancanza nella bisogna dei dati necessari ed utili non accattivano l'animo dell'intelligente agricoltore alle carte agronomiche. Queste debbono prevenire e coadiuvare, come or ora dicevo, l'agricoltore nello svolgimento del complesso programma delle opere e dei piani colturali coi quali si mira a trasformare una terra incolta a terra ad alto reddito.

A mo' di esempio soltanto — chè i casi sono molti e svariati — si potrebbe indicare la seguente successione desumendola dalla mia non breve esperienza professionale.

1. — Se il terreno lo richiede conviene fissare con i criteri positivi della idro-geologia le norme più sicure e meno costose per raggiungere la bonifica idraulica. La tecnica che trascura simili dettami spesso deve lamentare colossali insuccessi. La ragione della soverchia acqua nel terreno in istudio, l'evoluzione della geomorfa di cui fa parte, insieme allo stadio del ciclo vitale della rete idrografica che s'allarga nel bacino, con affioramenti di determinate rocce, solcate da corsi d'acqua lontani dal profilo di equilibrio, ecc., offrono all'agro-geologo i dati per la più sicura e meno dispendiosa bonifica idraulica.

2. — La sistemazione delle terre, insieme al miglior governo delle pluviali dovrebbe costituire, a bonifica idraulica ottenuta, la mira principale dell'agricoltore. Anche in questo non è avara dei suoi lumi l'agro-geologia ; anzi potrà inoltre investigare le sorgenti e le acque sotterranee, sia freatiche che profonde, col fine di volgere a vantaggio le acque che altrimenti potrebbero minare a grave danno.

3. — L'agro-geologia saprà indicare, secondo la membratura geologica della zona e la sua costituzione litologica, il piano stradale, i materiali migliori per aprirle e conservarle. Inoltre sarà ricca di utili insegnamenti sui materiali da costruzione, da fognatura, da emendamenti, ecc. Indirettamente si ottiene la conoscenza della profondità delle terre arabili e la possibilità e la convenienza dello scasso, ecc.

4. — Le pratiche culturali che vi si esercitano o quelle che si vogliono sperimentare richiedono, a questo punto, la conoscenza della costituzione meccanica e della ricchezza del terreno agrario, relativamente agli elementi di cui risultano. S'inferisce da ciò la scelta degli emendamenti e dei fertilizzanti ; con che le pratiche agrarie s'avvieranno e si svolgeranno in un campo meno oscuro e con sicura guida si porteranno a maggiori redditi.

5. — L'opera dello scienziato del suolo e del suo coltivatore sarà coronata dallo studio più completo possibile nelle qualità meccaniche, fisiche, chimiche, litologiche e fisiologiche, sempre in relazione alle coltivazioni che si praticano o che si ha in animo d'introdurre. Lo scopo finale sarà costituito dal massimo reddito raggiungibile, senza però diminuire il valore del capitale terra, il quale — solo per poca o punta conoscenza della sua natura — è ritenuto generalmente come indistruttibile anche attraverso tempi lunghissimi.

Le carte agronomiche — così sommariamente tracciate — ritengo risponderebbero, se non a tutte, certo al maggior numero delle interrogazioni dell'agricoltore, il quale sarebbe costretto a riconoscerne il valore reale e diretto.

Solo per questa via la « Scienza del suolo » guadagnerà il posto d'onore che le compete, con utilità somma dell'umanità e con soddisfazione vivissima dei suoi appassionati cultori.

G. DE ANGELIS D'OSSAT, *Pérouse (Italie)*. — **La variabilité des méthodes employées pour dresser les cartes agronomiques.**

RÉSUMÉ.

La relativité des caractères des terres est subordonnée aux conditions de milieu extrinsèques et protéiformes. Chacune des nombreuses finalités agricoles exige des connaissances déterminées, et juge les autres oiseuses et superflues. Ces motifs principaux font que les méthodes qui président à l'établissement des cartes agronomiques ne peuvent être ni uniques, ni peu différentes, mais elles varient en fonction des diverses conditions de milieu et des buts agricoles visés.

Prof. DE ANGELIS D'OSSAT, *Perugia (Italy)*. — **Differences of View respecting Agronomical Maps.**

ABSTRACT.

The relative importance of the characters of soils depends upon the multifold manifestations of the environmental conditions.

Each of the many objects of agriculture require special knowledge, while other data appear in this respect useless and superfluous. Therefore the information given by agronomical maps cannot be the same, or slightly diverse, but must be variable in function of the different environmental conditions obtaining and the agricultural objects it is desired to promote.

Prof. J. AFANACIEFF.

Gorkis, Russie.

TITRE :

ESQUISSE GÉNÉRALE DU TABLEAU PÉDOLOGIQUE DU GLOBE

Dr. T. MIECZYNSKI.

Landwirtschaftliches Institut, Pulawy, Polen.

ZUR METHODIK DER BODENUNTERSUCHUNGEN IM FREIEN *

Prof. A. CHEVALIER,

Institut National agronomique, Paris, France.

TITRE :

INDICATIONS FOURNIES PAR LA VÉGÉTATION SPONTANÉE POUR L'ÉTABLISSEMENT DE LA CARTE DES SOLS.

M. TERLIKOWSKI,

Institut Agronomique, Pulawy, Pologne.

CAISSE AUX MONOLITES *

Dr. P. KRISCHE,

Berlin, Deutschland.

DIE VERTEILUNG DER LANDWIRTSCHAFTLICHEN HAUPTBODENKARTEN IM DEUTSCHEN REICHE*

Dr. WILH. WOLFF,

Landesgeolog Bergrat, Berlin, Deutschland.

DIE AGROGEOLOGIE IM RAHMEN DER GEOLOGISCHEN ARBEITEN DER PREUSSISCHEN GEOLOGISCHEN LANDESANSTALT*

Dr. WILH. SCHOTTLER,

Hesse, Deutschland.

DIE BODENKUNDLICHEN ARBEITEN IN HESSEN-DARMSTADT*

Prof. H. STREMME,

Danzig.

DIE BODENKUNDLICHE KARTIERUNG IN DEUTSCHLAND *

Dr. v. LEINIGEN-WESTERBURG,
Hochschule für Bodenkultur, Wien, Oesterreich.

DIE BODENCARTOGRAPHIE IN OESTERREICH *

Dr. A. TILL,
Hochschule für Bodenkultur, Wien, Oesterreich.

DIE BODENKARTIERUNG IN OESTERREICH *

Dr. Ing. B. RAMSAUER,
Salzburg, Oesterreich

DIE BODENUNTERSUCHUNG UND KARTIERUNG im LANDE SALZBURG *

Dr. MÜNICHSDORFER,
München, Deutschland.

DIE AGROGEOLOGISCHEN KARTENBAYERNS 1:25000 *

Dr. REISS,
München, Deutschland.

ALLGEMEINES UND DIE GEBIRGSBLAETTER 1.25000 *

FR. HALET,
Gembloux, Belgique.

L'ÉTAT ACTUEL DES ÉTUDES SUR LE TERRAIN ET DE LA CARTOGRAPHIE AGROGÉOLOGIQUE.*

GRÉGOIRE, ACH. et F. HALET,
Bruxelles, Belgique.

ÉTUDE AGROLOGIQUE DU DOMAINE RAIDEUX *

E. B. DE OLIVEIRA,
Director of the Brazilian Geological and Mineralogical Survey, Rio de Janeiro, Brazil.

THE CARTOGRAPHY OF THE SOILS AND SUPERFICIAL DEPOSITS OF BRAZIL *

Dr. I. ANDERSEN,
Copenhague, Danémark.

SUR L'ÉTAT ACTUEL DES ÉTUDES SUR LE TERRAIN ET DE LA CARTOGRAPHIE AGROGÉOLOGIQUE EN DANEMARK *

Dr. J. ANDERSEN,
Copenhagen, Danemark.

ÉTAT DES ÉTUDES SUR LE TERRAIN ET DE LA CARTOGRAPHIE AGRO-GÉOLOGIQUE *

A. HUME,
Giza, Egypt

TITRE :

CHARACTER OF THE SOILS OF EGYPT

FAURA I. SANS,
Espagne

TITRE :

LA CARTE AGRONOMIQUE DE LA CATALOGNE AU 100.000ÈME*

Director C. I. MARBUT,
Washington, U. S. A.

THE UNITED STATES SOIL SURVEY *

R. S. SMITHS,
U, S. A.

THE CARTOGRAPHY OF SOILS OF ILLINOIS *

Prof. M. F. MILLER,
Columbia, U. S. A.

METHODS OF IDENTIFICATION AND MAPPING SOILS IN USE IN THE STATE OF MISSOURI *

P. E. BROWN,
Ames, Iowa, U. S. A.

SOIL SURVEY IN IOWA *

Dr. B. AARNIO,
Geolog der Finnischen Geolog. Landes-Anstalt, Helsinki, Finnland.

FINNLAND *

Prof. M. L. CAVEUX,
Collège de France et Institut National Agronomique, Paris, France.

ÉTAT ACTUEL DE LA QUESTION DES CARTES AGRONOMIQUES EN FRANCE *

L. GENTIL,
Paris, France.

LES SOLS DU MAROC *

Prof. M. DALLONI,
Algérie.

ÉTAT ACTUEL DE NOS CONNAISSANCES SUR LES SOLS *

G. W. ROBINSON,
Bangor, N. Wales, Great Britain.

MEMOIR ON SOIL SURVEY IN GREAT BRITAIN *

Dr. GRENVILLE A. J. COLE,
Director of the Geological Survey, Dublin, Ireland.

THE CARTOGRAPHY OF SOIL AND SUPERFICIAL DEPOSITS IN IRELAND*

JAN, HUIDEKOPER, and A. L. HUIDEKOPPER,

TITRE :

A PRELIMINARY NOTE OF THE SOILS OF INDORE, CENTRAL INDIA

Mademoiselle SANDERS,

TITRE :

ÉTUDE SUR LE SOL ARABLE DE L'INDE

H. B. MAUFE,

Director of the Geological Survey of S. Rhodesia.

REPORT ON THE PRESENT STATE OF SOIL INVESTIGATION IN SOUTHERN RHODESIA *

MALCOLM,

TITRE :

SOILS AND HUMAN SETTLEMENT IN WEST AFRICA

(Preliminary Note)

Prof. Dr. G. C. GEORGALAS,

Directeur du Bureau Géologique, Athènes, Grèce.

L'ORGANISATION DES ÉTUDES PÉDOLOGIQUES DE LA CARTOGRAPHIE DES SOLS *

Dr. T. SEKI,

Nishigahara, Tokio, Japan.

THE PROGRESS OF THE SOIL MAPPING IN JAPAN *

Dr. G. LASZLO u. P. TREITZ,

Agro-Chefgeologen an d. Földtani Intezet, Budapest, Ungarn.

STAND DER AGROGEOLOGIE U. PEDOLOGIE IN UNGARN *

Dr. G. LAZLO et P. TREITZ, (*Hongrie*). — **Etat des travaux agrogéologiques et pédologiques en Hongrie.**

RÉSUMÉ.

Les travaux agrogéologiques et pédologiques accomplis en Hongrie depuis leur commencement jusqu'à la guerre mondiale se trouvent décrits en résumé dans le mémoire de feu B. de INKEY sous le titre : « Geschichte der Bodenkunde in Ungarn ».

En renvoyant les intéressés à ce mémoire, les AA. répondent au questionnaire de la V^e Commission du Comité d'agrogéologie et de pédologie sur les points suivants :

1. — *Principes généraux de l'étude des sols en plein champ et au laboratoire.*

2. — *Méthodes des relevés agrogéologiques et de la classification des sols.*

a) Organisation du travail en plein champ:

b) Détermination des types pédologiques en plein champ.

c) Méthodes des recherches physiques et chimiques en faveur d'une classification des sols.

3. — *Etat présent des relevés agrogéologiques et pédologiques.* — Les relevés agrogéologiques récents sont exécutés de la manière ancienne, ceux de nature purement pédologique selon les résolutions acceptées en 1911. Quelques experts s'occupent de la description monographique des principaux types de sols, d'autres construisent les cartes pédologiques de terrains situés dans différentes zones climatologiques du pays. Ces cartes démontrent, outre les caractères pétrographiques des roches-mères, principalement les effets des agents climatologiques et biologiques. Ces recherches fournissent des suppléments à la carte climatozonale de la Hongrie ; leurs descriptions représentent, pour ainsi dire, le texte explicatif de cette carte

a) Description et représentation des résultats.

b) Explications et publications.

4. — *Liste des cartes agrogéologiques publiées.*

I. Les cartes à l'échelle de 1 : 75,000, comme résultats des relevés systématiques exécutés et publiés par ordre de l'Institut Géologique, sont les suivantes :

a) « Environs de Magyarszölgyén et Párkánynána » (en hongrois, allemand et français) relevés par H. HORUSITZKY, B. de INKEY et E. TIMKÒ. Budapest, 1903. Coloris et lettres noires désignent la pétrographie et l'âge géologique du sol arable : eaux en bleu ; hachures en couleurs analogues désignent la pétrographie du sous-sol. Si à un type de sous-sol correspond constamment un même type de sol arable, les hachures sont négligées. Chiffres bruns désignent l'épaisseur du sol arable en décimètres ; fraction roses le pourcent en chaux respectif du sol arable et du sous-sol.

b) « Environs de Szeged et Kistelek » (en hongrois et allemand) relevé par P. TREITZ, Budapest, 1903.

Le coloris désigne l'âge géologique du sous-sol ; eaux en bleu ; hachures en noir ou couleur analogue désignent la pétrographie du sol arable.

c) « Environs de Ersekujvár et Komáron » (en hongrois et allemand) relevé par H. HORUSITZKY, E. TIMKÒ et G. de LÁSZLO. Budapest, 1908.

Coloris et lettres noires désignent l'âge géologique et la pétrographie du sous-sol; eaux en bleu ; sols alcalins circonscrits en rose : hachures en couleur indifférente désignent la pétrographie du sol arable.

d) « Environs de Vágsellye et Nahysurány » (en hongrois et allemand) relevé par H. HORUSITZKY. Budapest, 1912.

e) « Environs de Szempcz et Tallós » (en hongrois et allemand) relevé par H. HORUSITZKY. Budapest, 1912.

f) « Environs de Nagyszombat » (en hongrois et allemand) relevé par H. HORUSITZKY. Budapest 1913.

II. Les cartes publiées comme suppléments aux mémoires spéciaux ont paru généralement dans les Annales (Mitteilungen) de l'Institut Géologique.

III. Cartes manuscrites:

a) « Carte pédologique des environs de Szeged », 1 : 25,000, par P. TREITZ.

b) « Carte agrogéologique de la région entre le Danube et la Tisza », 1 :100,000, par P. TREITZ.

c) « Carte pédologique du comitat Csongrád », 1 :200,000, par P. TREITZ.

d) « Carte des sols de la Hongrie (classification naturelle selon les zones climatologiques), 1 :3000,000, par P. TREITZ.

e) « Carte ampélologique des sols des environs du lac Balaton » par P. TREITZ.

f) « Carte ampélologique des sols des vignobles dans le comitat Baranya », par P. TREITZ.

5. — *Liste des cartes importantes d'autres genres.*

Le nombre des cartes géologiques, hydrologiques, géobotaniques, agronomiques, forestières, climatologiques et géographiques est si grand et d'une si grande variété, que leur énumération même approximative ne peut avoir place dans le court rapport présent.

G. DE LÁZLO and P. TREITZ, *Budapest (Ungary).*

— State of the Agrogeological and Pedological Work in Hungary.

ABSTRACT.

The agrogeological and pedological work accomplished in Hungary from its beginning up to the world war is described in an abstract in the memoir of the late B. de INKEY under the title of " Geschichte der Bodenkunde in Ungarn ". While referring those who take an interest in this question to this memoir, the Authors answer the list of queries of the V^th Commission of the Committee of agrogeology and soil science on the following points :

1) *General principles of the study of soils in the open field and in the laboratory.*

2) *Methods of agrogeological statements and classification of soils.*

a) Organisation of work in the open field.

b) Determination of the soil types in the open field.

c) Methods of physical and chemical research in favour of a classification of soils.

3) Present state of agrogeological and pedological statements. The most recent agrological examinations have been executed by the former method, those purely pedological according to the resolutions accepted in 1911. Some experts have occupied themselves in monographics descriptive of the chief soil types, others are constructing the pedological maps of the soils situated in the different climatological zones of the country. Beside the petrographic caracteristics of the mother-rock, these maps chiefly show the effects of the climatological and biological agents These researches furnish supplementary matter for the climatozonal map of Hungary ; their descriptions present, so to speak, the text explaining this map.

(*a*) Description and representation of results.

(*b*) Explanation and publication.

4) *List of published agrogeological maps.*

I. *The maps on a scale of* 1 : 75.000, as results of the systematic statements executed and published by order of the Geological Institute, are the following :

(*a*) " Surroundings of Magyarzölgyén and Párkányána " in Hungarian, German and French, by H HORUSITZKY, B. de INKEY and E. TIMKÓ, Budapesti, 1908.

Colouring and black letters indicate the geological age and the petrography of the sub-soil ; waters in blue ; alkaline salts surrounded by light red ; hatchings in different colours indicate the petrography of the arable soil.

(*d*) " Surroundings of Vágsellye and Nagysurány ", in Hungarian and German, by H. HORUSITZKY, Budapest, 1912

(*e*) " Surroundings of Szempoz and Tallos ", in Hungarian and German, by H. HORUSITZKY, Budapest, 1912.

II. The maps published as supplements to the special memoirs have generally appeared in the Yearbook: Mitteilungen des Geologischen Instituts.

III. Manuscript maps:

(*a*) " Pedological map of the surroundings of Szeged " 1 :25,000, by P. TREITZ.

(*b*) " Agrogeological map of the region between the Danube and the Tisza ", 1 :100,000, by P. TREITZ.

(*c*) " Pedological of the Csongrád Comitat " 1 :200,000, by P. TREITZ.

(*d*) " Map of the soils of Hungary, natural classification according to the climatological zones ", 1:3.000.000, by P. TREITZ.

(*e*) " Ampelological map of the soils of the surroundings of Lake Balaton ", by P, TREITZ.

(*f*) " Ampelological map of the soil of the vineyards in the Saranya Comitat ", by P TREITZ.

5) *List of the important maps of other kinds.*

The number of geological, hydrological, geobotanical, agronomical, forestal, climatological and geographical is so large and of such variety that their enumeration, even approximative, cannot be attempted in the present short report.

Dr. P. TREITZ,

Kön. Agro- Chefgeologe, Budapest, Ungarn.

VERBREITUNG DER ALKALIBODEN IM GROSSEN UNGARISCHEN TIEFLAND*

Dr. P. TREITZ, *Budapest (Hongrie).* — **La dissemination et l'étendue des salants dans la Grande-Plaine hongroise.**

RÉSUMÉ.

Dans le bassin pannonien les terrains salants n'apparaissent qu'après la régulation des fleuves et le desséchement des marais, c.-à-d. depuis 200 années. Il y a des terrains salés dans toutes les zones climatiques ; les salants litoraux se distinguent tout à fait des salants continentaux (nommés alkali lands, szik-terrains). La formation et l'accumulation des sels sont causées par des agents géologiques, biologiques et climatériques.

Agents géologiques : Le long des lignes tectoniques il se trouvent beaucoup des pointes où se dégagent des mélanges de gaz de l'intérieur de la terre, ce sont : l'acide carbonique, methan, ammoniaque, acide sulphurique, acide borique, etc. Les gaz arrivent à la surface avec de l'eau et alors ce sont des sources thermales, ou bien sèches. Les roches, après l'exhalation subissent une désagrégation et par suite de cette décomposition prennent naissance et s'accumulent dans le sol des sels différents. *Les agents biologiques* transforment le carbonate d'ammoniaque en nitrate de soude,

en nitrate de potasse ou nitrate de chaux, selon la composition chimique du sol. *Les agents climatiques* provoquent la séparation des sels divers, Dans les zones arides les sels alcalins s'accumulent dans le sol ou s'effleurent à la surface. Dans les zones humides ce sont les sulfates d'aluminium, ou de fer, qui s'accumulent ; parfois le premier s'effleure. La différentiation des sels, nés par la décomposition des roches, depend de l'intensité du lessivage climatique.

Types des sols alcalins. La forme des types est en connexion avec la situation géographique. Les salants litoraux contienneunt des sels marins. Les salants continentaux se distinguent par leur teneur en sel alcalin, principalement en carbonate de soude qui s'effleurit par places. Sous le régime du climat du dattier l'intensité de l'évaporation est si grande que les sulphates aussi s'effleurissent à la surface du sol qui se couvre d'une croûte de sel.

L'action des sels alcalins cause la fluidification des substances colloïdes du sol. *Les sels neutres* comme ceux de la troisième classe, coagulent les composants colloïdaux du sol. Mais les gels naissants sont reversibles, ils ne se transforment en gels irreversibles que par l'oxidation de leur teneur en fer.

Les salants du Grand-Bassin hongrois. On y peut distinguer des salants de nitrates, des salants de carbonate de soude et des salants de « *szik* ». Les salants de nitrates se sont formés au le temps, quand le Grand-Bassin était encore plein de terrains marécageux. *Les salants à carbonate de soude* qui se trouvent dans tous les continents, se forment sans exception le long des lignes tectoniques. Dasn le Grand-Bassin hongrois aujourd'hui les efflorescences ne se forment que dans les terrains sablonneux, sur le bord des lacs salés. Depuis la dessiccation du Grand-Bassin les terrains argileux sont à peu près totalement déssechés, le niveau de l'eau souterraine est descendu jusqu'à une profondeur de 4-5 m. La neige fondante imbibe même l'argile et amène la soude dissoute dans le sous-sol, les couches superficielles sont privées des bases libres et toutes leurs composantes colloïdes se fluidifient. En été, quand ces taches se dessèchent, elles forment un sol dur, imperméable, ressemblant à ce type de sol que nous connaissons sous le nom de " Takir ". Dans le sous-sol de ces salants argileux il y a une couche qui est saturée de sulphate de soude et de sulphate de chaux ; ces terrains sont de vrais " *szik-terrains* ". Le territoire sablonneux entre le Danube et la Tisza commence au nord de Budapest et sa frontière méridionale est auprès de Subotica (Szabadka) ; c'est une chnaîe d'élévations de 30-40 m. sur le niveau des vallées. Le sable a une épaisseur de 200 m. et de grands terrains sont encore recouverts de sable mouvant. Tout ce territoire sablonneux est parsemé de milliers de lacs salés, dont l'eau est noire ou blanche. Les lacs salés à l'eau blanche sont situés sur des points d'exhalation de gaz, leurs eaux sont toujours laiteuses par des sels colloïdaux de carbonate de chaux et de magnésium en suspension ; elles contiennent en outre du bicarbonate de soude en solution. Le fonds des lacs est formé d'un sable marneux, qui se recouvre après l'évaporation de l'eau d'une croûte de carbonate de soude. En été, le vent forme de petite tourbillons de sel sur ces plaques blanches, recouvertes d'efflorescences, et transporte le sel à de grandes distances. Le carbonate de soude retombant donne au sol dans les environs des lacs salés un caractère alcalin. Les lacs salés à l'eau noire remplissent des dépressions, dans lesquelles, pendant la saison humide, l'eau des précipitations s'accumule. La couleur noire de ces eaux provient de l'humus qui se peptise dans l'eau alcaline, contenant du soude. Sur le fond desséché de ces lacs noirs, après l'évaporation de l'eau, il ne se forme aucune efflorescence. Les lacs blancs sont stériles, il n'y a pas de végétation sur eux ; les lacs noirs au contraire sont très fertiles, une végétation luxuriante recouvre leurs bords.

Dans les territoires sablonneux il se forme des grès calcaires, dans lesquels les grains de sable sont cimentés par un mélange de carbonates de *calcium*, *magnésium*, *natrium* et *ferrum*. On trouve aussi le sable des dos des chaînes de collines cimenté par le même mélange, durci à un tel degré, qu'ils forment ainsi à la silviculture un obstacle insurmontable. Dans les territoires argileux sous le régime d'un climat dont l'hiver est neigeux, les terres contenant de la soude se développent à un type spécial. La neige de l'hiver mouille même l'argile alcaline et lessive le mélange des sels dans le sous-sol. Les plantes, pendant leur courte période de végétation, enlèvent de la couche au-dessus de l'horizon salé, non seulement l'humidité, mais aussi les bases libres. La couche du sol, au-dessus de l'horizon salé, devient tellement appauvrie en bases, que tous ses composants colloïdaux se peptisent, se fluidifient, et créent une couche imperméable entre la couche végétale et l'horizon salé. Desséchée cette couche forme un banc dur et compact. (« *Hardpan* » en anglais ; « *Szikfok* » en hongrois).

L'eau des précipitations ne peut pas s'imbiber dans le sol, elle s'accumule sur la surface, tandis que dans le sous-sol la couche des colloïdes peptisés reste sèche. Les colloïdes gonflent le printemps, pourtant ils ne permettent aux racines de percer. La vie des plantes dépend de l'humidité de la couche superficielle et comme cette humidité est d'ordinaire insuffisante, la végétation dépérit déjà au début de l'été.

Ce type de terrains salins est extraordinairement répandu dans la Grande-Plaine hongroise ; la transformation de ces terrains à peu près stériles en terre fertiles est une des question les plus actuelles de la Hongrie mutilée.

Dr. P. TREITZ *Budapest (Ungary)*. — **Diffusion and Extension of Saline Soils in the Great Hungarian Plain.**

ABSTRACT.

In the Pannonian Basin the saline soils have only appeared since the regulation of water-courses and the draining of the swamps, i. e. since 200 years. In all climatic zones there occur saline soils ; those on the sea-shore are quite distinct from the continental saline soils (the so-called alkali lands or szik-soils). The formation and accumulation of the salts are caused by geological, biological and climatic agents.

Geological Agents : along the tectonic lines there are many points from which mixtures of gases issue from the interior of the earth : carbonic acid, methane, ammonia, sulphuric acid, boric acid, etc. These gases reach the surface mixed with water and form hot springs, or they may issue in a dry state. The rocks near the exhalation undergo decomposition and as a consequnce different salts are formed and accumulate in the soil.

The biological agents transform the ammonium carbonate into nitrates of sodium, potassium and lime, according to the chemical composition of the soil

The climatic agents bring about the separation of the different salts. In the arid zones the alkaline salts accumulate in the soil or effloresce on the surface. In the humid zones the salts that accumulate are aluminium sulphate or iron sulphate : the first sometimes effloresces. The differentiation of the salts, formed by the decomposition of the rocks depends on the intensity of the climatic lixiviation.

Types of alkaline soils. The particular type is related to the geographical situation. The saline soils on the sea-shore contain sea-salts. The continental saline soils are distinguished by their content of alkaline salt, chiefly as sodium carbonate, which effloresces in certain places. Under the influence of the climate of the date-palm, the intensity of evaporation at the surface of the soil is such that it is

covered with a crust of sulphates. *The action of the alkaline salts* causes the liquifaction of the colloidal substances of the soil. *The neutral salts*, like those of the third class, cause the colloidal elements of the soil to coagulate. But the resulting gels are reversible, they are only transformed into irreversible gels by the oxidation of their iron content.

The saline soils of the Great Hungarian Basin. Nitrate, sodium carbonate, and " szik " salts may be distinguished in this soil. The nitrate salts were formed at the time when the great basin was still composed of marshy soils. The sodium carbonate salts, which are to be found in all the continents, are formed along the tectonic lines. In the Great Hungarian Basin the efflorescences are only formed now in the marshy soils, at the edge of the salt lakes. Since the draining of the Great Basin the clay soils are almost completely dry, the level of the subterranean water having fallen to a depth of 4-5 m. Even the melting snow sinks into the clay and carries the dissolved soda into the sub-soil ; the over-lying layers are deprived of the free bases and all their colloidal constituents liquefy. In summer, when these areas dry up, they form a hard, impermeable soil, resembling the soil type known as " Takir ". In the sub-soil of these clayey saline soils there is a layer saturated with sodium sulphate and lime sulphate ; these soils are true " szik " soils. The sandy region between the Danube and the Tisza begins north of Budapest and its southern border is near Subotica (Ssabadka) : it forms a chain of hills of 30-40 m. above the level of the valleys. The sand has a depth of 200 m. and large stretches of soil are still covered with moving sand. All this sandy territory is strewn with thousands of salt lakes, the water of which is black or white. The salt lakes, the water of which is white, are situated at the points where gas is given off, their water is always milky owing to the colloidal salts, carbonate of lime and magnesia in suspension ; they contain besides sodium bicarbonate in solution. The bottom of the lakes is formed by a marly sand, which after the evaporation of the water is covered with a crust of sodium carbonate. On these white surfaces which are covered with efflorescence the wind in summer forms little eddies of these salts carrying them away to considerable distances. The sodium carbonate falling down again gives to the soils in the neighbourhood of salt lakes an alkaline character. The salt lakes which have black water, fill up depressions in which, during the wet seasons, the rain accumulates. The black colour of this water is due to the humus which is peptonised in the alkaline water containing sodium. On the dried floor of these black lakes no efflorescence forms itself after the evaporation of the water. The white lakes are barren without any vegetation ; the black lakes on the contrary are very fertile, a luxuriant vegetation covering their borders.

Types of the saline soils. In the sandy territories calcareous sandstone forms itself in which the grains of sand are cemented with a mixture of carbonates of calcium, magnesium, sodium and iron. The sand of the top of the hill chains is cemented with the same mixture hardened to such a degree that it forms a serious obstacle to sylviculture. In the marly territories under the influence of a climate with snowy winters, the soils containing soda develop into a special type. The winter snow sinks into the alkaline marl and washes out the mixture of salts in the subsoil. During their short period of vegetation the plants deprive the layer above the salt level not only of its humidity, but also of the free bases. The soil layer above the salt level becomes so poor in bases that all its colloidal components are peptonised, liquify and form an impermeable layer between the humous layer and the salt level. When dried out, this layer forms a hard and compact ridge (" Hardpan " in English ; " Szikfok " in Hungarian).

The rain water not being able to penetrate into the soil, accumulates on the surface, while in the sub-soil the layer of peptonised colloids remains dry. The colloids swell in spring, but they do not allow the roots to penetrate. The life of plants depends on the humidity of the surface layer, and this humidity being generally insufficient, plant life disappeans as early as the beginning of summer.

This type of saline soils is especially diffused in the Great Hungarian Basin ; the transformation of these almost barren soils into fertile soils is one of the most pressing questions for the Hungary of to-day.

Prof. EGIDIO FERUGLIO.
Udine, Italia.

LA CARTA GEOAGROLOGICA DELL'ANFITEATRO MORENICO DEL TAGLIAMENTO

La carta geoagrologica (manoscritta) dell'anfiteatro morenico del Tagliamento che presento al Congresso, comprende le seguenti sei tavolette al 25 mila del foglio 25° della Carta d'Italia: « Tarcento », « Tricesimo », « Fagagna », « Buia », « Maiano» e « S. Daniele del Friuli », La seconda e la terza di queste tavolette sono state rilevate rispettivamente dal compianti prof. GIUSEPPE FERUGLIO [1] e dott. G. B. DE GASPERI [2].

Le tavolette « Buia » e « Maiano » erano state rilevate geologicamente, tempo addietro, dai prof. A. Tellini, che ne lasciò una copia inedita alla Società Alpina Friulana.

L'area occupata dalle tavolette « Buia » e « Tarcento » è compresa nella carta geologica al 100 mila dei dintorni di Tarcento del prof. O. MARINELLI.

L'idea del rilevamento a nuovo con intento agrologico, dell'intero anfiteatro, è del compianto dott. G. B. DE GASPERI, che eseguì il rilevamento della tavoletta « Fagagna », tracciando le linee direttive del lavoro nel quale più tardi associò lo scrivente, che, dopo la morte di Lui avvenuta sul campo di battaglia, ne proseguì e ne portò a compimento l'opera. Lo scrivente in questi ultimi anni ha eseguito a nuovo il rilevamento delle tavolette « Tarcento », « Buia », « Maiano » e « San Daniele del Friuli », compiendo anche una parziale revisione alle tavolette « Fagagna » e « Tricesimo », alle quali portò qualche lieve correzione e aggiunta, sopratutto per quanto riguarda l'estensione delle morene prevurmiane situate all'esterno della prima cerchia dell'anfiteatro.

La carta, oltre all'anfiteatro vero e proprio, comprende anche alcuni lembi della regione submontana e precisamente :

---

[1] *Contributo allo studio delle carte agronomiche del Friuli. Tavoleita « Tricesimo ».* Udine, Assoc. agr. friul., 1907.

[2] *Descrizione geologica della tavoletta « Fagagna »*, pubblicaz. postuma a cura di M. GORTANI, nel volume « Scritti vari di geografia e geologia » di G. B. De Gasperi. Firenze, Memorie Geografiche, 1922.

1° una parte dell'ellissoide giurese-cretacea dell'Arzino, situata sulla destra del Tagliamento cui si affianca verso l'esterno una larga fascia di terreni terziari, piegati in sinclinale, applicata alla gamba meridionale dell'ellissoide, anticlinale più a sud e nuovamente sinclinale verso la pianura e l'anfiteatro;

2° una parte dell'ellissoide giurese-cretacea della Bernàdia, compresa nella tav. « Tarcento » e circondata da una potente serie di sedimenti eocenici i quali si estendono in tutta la metà orientale dell'anfiteatro, qua e là emergendo dalle morene in lembi isolati.

Nel quadro seguente trovasi elencata, nelle linee essenziali, la serie dei terreni prequaternari compresi nella carta dell'anfiteatro.

L'anfiteatro morenico si scopre a semicerchio fra il Tagliamento e la Torre ed è composto di tre cerchie principali, cui s'interpongono diversi cordoni secondari. Esso si eleva da una base alta da 140 a 200 m. s. m. e raggiunge nella prima cerchia un'altitudine massima di 270 m. Le tre cerchie spettano all'ultima glaciazione (Vurmiano): ad una glaciazione più antica, presumibilmente a quella rissiana, appartiene una larga fascia collinosa, assai degradata e con potente strato d'alterazione, che si svolge esternamente alla prima cerchia, ai due lati del Cormòr. Nella pianura fra Tricesimo e Reana, le morene antiche furono ridotte dall'erosione a piccole alture isolate, a contorno ovale, allungate da monte a valle.

Le cerchie glaciali e i cordoni interposti sono separati da zone depresse e pianeggianti, cosparse originariamente di bacini lacustri, ora interamente ricolmati, ad eccezione del laghetto di San Daniele e trasformati in torbiere. Tali zone sono costituite di alluvioni ghiaiose fluvioglaciali e nelle parti più depresse di alluvioni minute dovute al lavaggio dei colli vicini. All'esterno della prima cerchia s'innesta il grande *cono di transizione*, essenzialmente ghiaioso e terrazzato, che costituisce l'alta pianura friulana.

A monte dell'anfiteatro si stende invece il *bacino terminale*, originariamente lacustre ed ora ricolmato e livellato dalle alluvioni del Tagliamento e dei torrenti che scendono dalla falda montuosa degradante fra Genova ed Artegna.

I terreni quaternari furono distinti nella carta nelle seguenti categorie: *glaciali, fluvioglaciali ed alluvionali, lacustri e torbosi*. Ciascuna di queste categorie fu ulteriormente suddivisa in altri termini, sulla duplice base geologica (cronologica) e geognostica. Senza voler ora entrare in una minuta disamina della serie stabilita e dei complessi fenomeni geologici del quaternario friulano, che saranno oggetto di uno studio speciale, ci limitiamo a riassumere nel seguente prospetto i varî termini distinti, adottando la divisione in quattro periodi glaciali stabilita da PENCK e BRÜCKNER.

TABELLA I.

	Tavoletta "Maiano"	Tavoletta "Tarcento"
GIURESE SUPERIORE E CRETACEO INFERIORE	Calcari coralligeni selciferi; calcari bruni e grigi in strati sottili. Calcari ad *Elipsactinie*.	Calcari a *Coralli*, *Diceras*, *Nerinee* ecc. del Titonico. Calcari a *Camacee* inferiori. Calcari bituminosi, lastriformi.
MESOCRETACEO	Potente complesso di calcari a *Rudiste*, comprendente il Turoniano superiore e forse anche il Senoniano inferiore.	Potente complesso di calcari a *Rudiste* che arriva localmente sino al Senoniano superiore.
NEOCRETACEO (Senoniano)	Emersione durante il Senoniano superiore e l'Eocene inferiore.	Emersione durante il Senoniano superiore e l'Eocene inferiore.
EOCENE MEDIO (Luteziano)	Complesso arenaceo-marnoso a facies di *flysch*, con strati di brecciole nummulitische.	1. *Zona inferiore*: complesso arenomarnoso a facies di *flysch*, con interposti banchi di brecce calcaree ad elementi cretacei. 2. *Zona superiore*: complesso prevalentemente areno-marnoso (*flysch*), fossilifero in vari punti.
OLIGOGENE MEDIO	Parziale trasgressione durante l'Oligocene medio. Emersione durante l'Oligocene superiore ed il Miocene inferiore.	
MIOCENE — LANGHIANO	Arenarie marnose, molasse micacee ed arenarie glauconitiche con denti di pesce a *Pecten praescabriusculus*.	
MIOCENE — ELVEZIANO	Marne ed arenarie marnose a *Venus Dujardini*.	
MIOCENE — TORTONIANO	Conglomerati calcarei ad *Ostrea crassissima* con lignite e lenti sabbiose a *Potamides bidentatus*; molasse e sabbie ad *Ancilla glandiformis*.	
MIOCENE — PONTICO	Conglomerati calcarei con intercalazioni argillo-marnose lignitifere, a fossili continentali.	

TABELLA II.

Età	Serie dei terreni		Vicende geologiche	Caratteri geognostici
	glaciali	fluvioglaciali, alluvionali, lacustri, ecc.		
PLIOCENE	—	Conglomerato di Ragogna a fauna d'acqua dolce e conglomerati del Cuèl Vergnàl (Villafranchiano?).	Fase continentale, sollevamento della regione.	Conglomerato ad elementi alpini e prealpini, prevalentemente calcareo-dolomitici.
GUNZIANO E MINDELIANO (Diluviale antico)	Morene non distinte.	Alluvioni cementate, coperte dalle morene rissiane. Terrazzo di Qualso?	1ª e 2ª glaciazione, alle quali spettano le terrazze alluvionali, coperte di *ferretto*, di Udine, Rosazzo e Carraria e parte dei conglomerati formanti il sottosuolo della pianura friulana.	Alluvioni ciottolose, per lo più cementate e ferrettizzate.
INTERGLACIALE	—			
RISSIANO (Diluviale medio)	Morene degradate e ferrettizzate, all'esterno della 1° cerchia.	Conglomerati giustapposti alle morene antiche e sottoposti a quelle vurmiane. Alluvioni cementate di Tarcento. Alluvioni di Vergnacco miste con depositi vurmiani.	3ª glaciazione e deposizione d'una grande cerchia fra il Tagliamento e la Torre. Alluvioni fluvio-glaciali di Udine, Pozzuolo, Buttrio, Orgnano e Variano.	*a*) Morene di fondo, composte di limo calcareo con massi e ghiaie, con potente strato d'alterazione decalcificato, rossastro (*ferretto*).
INTERGLACIALE	—		Terrazzamento e ferrettizzazione.	*b*) Alluvioni ad elementi prevalentemente calcarei e dolomitici, per lo più cementate, coperte d'uno strato di *ferretto* di 2-3 metri di spessore.
VURMIANO (Diluviale recente)	1. Morene della zona esterna della 1ª cerchia. 2. Morene della zona interna della 1ª cerchia. 3. Morene della 2ª cerchia. 4. Morene della 3ª cerchia. 5. Cordoni morenici interposti alle tre cerchie e morene laterali.	*a*) Alluvioni fluvio-glaciali grossolane del cono di transizione ed alluvioni grossolane terrazzate intermoreniche ed estramoreniche. *b*) Alluvioni grossolane intermoreniche. *c*) Conglomerati vurmiani. *d*) Alluvioni argillose.	4ª Glaciazione. 1. Avanzata del ghiacciaio e suo arresto alla fronte dell'anfiteatro: prima retrocessione (deposizione della zona esterna della 1ª cerchia). 2. Parziale avanzamento del ghiacciaio e nuova retrocessione (deposizione della zona interna della 1° cerchia). 3. Terza fase di regresso del ghiacciaio (deposizione della 2ª cerchia). 4. Quarta fase di regresso del ghiacciaio (3ª cerchia). 1-4 Deposizione e terrazzamento delle conoidi fluvioglaciali ed alluvionali.	*a*) Morene di fondo, con abbondante limo e morene superficiali costituite di massi e ghiaie con poco *lehm*: strato d'alterazione potente al massimo 1 m., incompletamente decalcificato, parzialmente dilavato. *b*) Ghiaie e sabbie prevalentemente calcareo-dolomitiche, per lo più sciolte. Strato d'alterazione incompletamente decalcificato, dello spessore da pochi centimetri sino ad oltre 1 m. *c*) Alluvioni argillose di lavaggio dei colli eocenici, superficialmente decalcificate.
POSTGLACIALE	—	*a*) Ghiaie e sabbie alluvionali. *b*) Sabbie e limo alluvionali. *c*) Alluvioni minute intermoreniche. *d*) Torbiere. *e*) Falde di detrito e brecce. *g*) Alluvioni recenti; alvei dei corsi d'acqua.	Alluvionamento ed erosione dei corsi d'acqua entro i solchi terrazzati diluviali. Fase lacustre nel Campo d'Osoppo e nelle conche intermoreniche. Torbiere.	*a*) Ghiaie e sabbie prevalentemente calcareo-dolomitiche, poco o punto alterate. *b-c*) Sabbie e limo calcarei, poco o punto alterati. *d*) Argille lacustri, sapropelite e torba.

E. FERUGLIO, *Udine (Italie)*. — **La carte géo-agrologique de l'amphithéâtre morainique du Tagliamento.**

RÉSUMÉ.

L'A. dans sa communication donne des renseignements sur la carte en question. Dans deux tableaux il rapporte respectivement un sommaire des terrains pré-quaternaires et quaternaires compris dans la carte. Ces derniers terrains furent caractérisés dans les catégories suivantes : glaciaires, fluvio-glaciaires et alluviaux, lacustres et tourbeaux. Chacune de ces catégories a été ultérieurement partagée en subdivisions sur la base géologique (chronologique) et géognostique.

E. FERUGLIO, *Udine (Italy)*. — **The Agro-geologic Map of the Moranic Amphitheatre of the Tagliamento.**

ABSTRACT.

The author gives in his communication some information on the map in question.

In two plates he gives a summary of the pre-quartenary and quartenary soil layers included in the territory.

The latter soils fall into the following categories : glacial, fluvioglacial, alluvial, lacustine and peaty soils.

Each of these categories has been finally classified into sub-divisions according to the geologic (chronologic) and geognostic basis.

Dott. EGIDIO FERUGLIO

(Stazione Chimico-Agraria sperimentale, Udine).

RILEVAMENTO GEOAGROLOGICO DELLA ZONA DELLE RISORGIVE FRA IL TAGLIAMENTO E LA TORRE (FRIÙLI).

La zona delle risorgive rilevata dallo scrivente, per incarico e a spese della Stazione chimico-agraria sperimentale di Udine [1] occupa le seguenti tavolette al 25 mila del foglio 40° della Carta d'Italia : « Palmanova », « Castions di Strada », « Mortegliano », « Codroipo » e « Varmo ».

Trattandosi di una regione quasi interamente piana, alluvionale, priva di linee di demarcazione nella plastica del terreno, la delimitazione cartografica dei terreni venne eseguita mercè l'osservazione del suolo superficiale e i tagli naturali ed artificiali e per mezzo di circa 4000 sondaggi, opportunamente distribuiti. Lo studio geologico fu poi integrato dai risultati delle perforazioni profonde del terreno compiute per la ricerca di acque freatiche ed artesiane. Ad esso venne anche accompagnato lo studio delle acque sotterranee e della rete idrografica superficiale.

[1] La carta geoagrologica, della quale presento una copia in bozze, e le carte dell'ubicazione degli assaggi del suolo uscirà a cura della Stazione Chimico-Agraria di Udine, in volume apposito, ora in corso di stampa, che comprende: la descrizione geologica e idrologica del territorio esaminato e alcuni cenni sulla flora, redatte dallo scrivente; lo studio chimico del terreno e delle acque e lo studio agrario della regione, eseguiti dal prof. Domenico Feruglio, direttore dell'istituto.

La regione presa in esame si compone essenzialmente delle seguenti parti :

1) della parte inferiore dell'*Alta pianura* friulana compresa fra il Tagliamento e la Torre, situata a monte della linea delle risorgive. È una pianura asciutta, leggermente declive verso il mare, costituita per alcune decine di metri di profondità di ghiaie grossolane fluvioglaciali, ad elementi varî ma in prevalenza calcareo-dolomitici e con strato superficiale d'alterazione rossastro-ocraceo della potenza inferiore in genere a 50 centimetri.

La zona è attraversata da alcuni corsi d'acqua che, originatisi nell'anfiteatro morenico, escono nel piano fra belle terrazze, sfumanti verso sud e cessano per assorbimento un po' a monte o appena a valle della linea delle risorgive [1].

Il mantello ghiaioso d'età vurmiana, connesso alle morene dell'anfiteatro, giace sopra le alluvioni cementate e ferrettizzate dei precedenti periodi diluviali. Queste ultime affiorano qua e là alla superficie in forma di ripiani alti alcuni metri sopra il piano odierno e stanno a indicare il livello delle antiche conoidi diluviali (terrazzi di Carpeneto e di Pozzuolo).

2) L'Alta pianura passa a sud nella *zona delle risultive*, larga in media da 2 a 5 chilometri, costituita di sabbie e ghiaie a elementi di grossezza decrescente da monte a valle e della stessa natura e origine di quelli del piano soprastante.

Questa zona come indica bene il suo nome, è caratterizzata dal risorgere della falda freatica : l'acqua pullula attraverso il suolo ghiaioso raccogliendosi in rivi e canali sempre più cospicui, solo in parte sistemati e rettificati dall'uomo, che confluiscono in quattro arterie principali le quali mettono foce nel mare attraverso la laguna di Marano : lo Stella, il Turgnano, la Muzzanella e il Corno di Nogaro.

Le acque, per la mite pendenza del suolo e per l'inceppo della vegetazione, ristagnano in parte alla superficie, formando vasti impaludamenti che sono coperti in genere d'uno strato più o meno potente di terreno fitogeno, nerastro, profondamente disorganizzato.

Questo tratto di piano è nel complesso dolcemente declive verso il mare ed è solcato da sensibili depressioni del suolo, sempre più infossantisi verso sud, che rappresentano le plaghe di più attiva risorgenza delle acque.

3) Dalla zona ghiaiosa di risorgenza delle acque si passa a sud quasi bruscamente in un'area più ampia, composta essenzialmente di alluvioni minute, argillose e sabbiose finissime, profonde alcune decine di metri. Queste alluvioni in profondità s'innestano verso monte alle conoidi ghiaiose fluvioglaciali e sono dovute alla deposizione delle torbide (limo o *lehm* glaciale) delle correnti di disgelo del ghiacciaio vurmiano.

Esse sono disposte in forma di isole a contorno fusoideo o di strisce allungate da monte a valle, fra le quali s'insinuano delle zone ghiaiose che si assottigliano gradualmente verso valle. Le strisce ghiaiose occupano dei solchi terrazzati aperti entro il mantello argilloso : i banchi argillosi appaiono perciò leggermente rialzati, a guisa di terrazze amplissime e quasi insensibili.

Tale caratteristica disposizione dipende dal fatto che dopo la deposizione

[1] LORENZI (ARRIGO). — *La provenienza delle acque e la regione sorgentifera del fiume Stella* « Memorie geografiche ». Firenze, 1909.

delle alluvioni argillose, i torrenti di disgelo, improvvisamente riattivati da una fase di rapida fusione del ghiacciaio, hanno protratto le conoidi ghiaiose sopra il manto argilloso.

La Bassa pianura, argillosa, declina dolcemente verso il mare ed è solcata da numerosi corsi d'acqua a portata poco variabile, alimentati dalle risorgive. I fiumi principali scorrono profondamente infossati fra un ordine per lo più semplice di terrazze che sfumano nella zona littoranea. I solchi di terrazzamento dei fiumi di risorgiva hanno una larghezza variabile da poche decine di metri sino a più d'un chilometro e sono coperti di alluvioni ghiaiose e di limo depositato dalle acque allaganti nei periodi di piena.

Due limitate plaghe di alluvioni posglaciali e recenti si trovano al termine dei due torrenti pedemorenici Corno e Cormòr: una larga striscia di ghiaie e limo si stende poi sulla sinistra del Tagliamento ed è originata dalle divagazioni e inondazioni posglaciali e storiche del fiume.

La serie dei terreni compresi nell'àmbito della regione rilevata è riassunta nell'unito prospetto.

Età	Serie dei terreni	Vicende geologiche
LANGHIANO (Miocene)	Molasse micacee ed arenarie glauconitiche con denti di pesce a *Pecte praescabriusculus* (affioramento di Pozzuolo).	—
RISSIANO (Diluviale medio)	Ghiaie ad elementi alpini, per lo più cementate, profondamente alterate alla superficie (*Ferretto*).	3ª *Glaciazione*: Deposizione delle conoidi fluvioglaciali.
INTERGLACIALE . .	—	Terrazzamento e ferrettizzazione.
VURMIANO (Diluviale recente)	1. Ghiaia grossolane, prevalentemente calcaree, con lenti di sabbia; strato superficiale ad elementi parzialmente alterati, per lo più inferiore a mezzo metro (*Zona dell'Alta pianura*). 2. Alluvioni sabbioso-argillose, poco potenti e con lenti di ghiaie, miste talvolta con limo posglaciale. 3. Alluvioni sabbioso-argillose, per lo più molto potenti, alterate alla superficie. 4. Ghiaie prevalentemente calcaree, con sabbie, poco o punto alterate alla superficie (*Zona delle risorgive*).	4ª *Glaciazione*: 1. Avanzata e sosta del ghiacciaio alla fronte dell'anfiteatro. Deposizione delle conoidi ghiaccciate dell'Alta pianura e delle alluvioni minute della Bassa pianura. 2. Fasi di regresso del ghiacciaio e deposizione delle varie cerchie dell'anfiteatro. Terrazzamento delle conoidi ghiaiose dell'Alta pianura. Parziale terrazzamento della Bassa pianura e deposizione delle strisce ghiaiose sopra le alluvioni argillose.

Età	Serie dei terreni	Vicende geologiche
POSTGLACIALE (Alluviale)	1. Ghiaie, sabbie e limo talvolta humifero (*Solchi di terrazzamento dei fiumi di risorgiva*).	Terrazzamento della Bassa pianura per opera delle correnti di risorgiva.
	2. Ghiaie prevalentemente calcaree, con poca sabbia (*Solchi di terrazzamento dei fiumi di risorgiva*).	Deposizione delle alluvioni lungo il Cormòr, il Corno e il Tagliamento.
	3. Ghiaie grossolane, prevalentemente calcaree, con poca sabbia.	Formazione del delta.
	4. Sabbie e limo talvolta humifero.	Formazione dell'*humus* e della torba.
	5. Depositi più notevoli di *humus* e di torba.	
	6. Alveo dei corsi d'acqua.	

Dr. E. FERUGLIO, *Udine (Italie)*. — **Étude agrogéologique de la région des sources entre le Tagliamento et le Torre (Friuli).**

RÉSUMÉ.

L'A. a étudié cette région alluviale en effectuant des observations du sol superficiel et des coupes naturelles et artificielles en grande quantité (4000 environ). On a exécuté même des trous pour la recherche des eaux phréatiques et artésiennes. Dans un tableau l'A. résume la série des terrains étudiés dans la région en question.

Dr. E. FERUGLIO *Udine (Italy)*. — **Agrogeological Study of the Spring Region between the Tagliamento and the Torre (Friuli).**

ABSTRACT.

The Author has studied this alluvial region making examinations in rather a large quantity (about 4000) of the superficial (surface) soil and of the natural and artificial sections. There have even been dug holes in order to look for phreatic and artesian springs. In a table the Author resumes the series of studied soils in the region in question.

Prof. G. TRABUCCO

Firenze, Italia.

TITRE :

CARTA GEOLOGICA, GEOGNOSTICA, AGROLOGICA DEL TERRITORIO DI CARMIGNANO E DINTORNI (FIRENZE) CON MEMORIA DESCRITTIVA

Prof. O. MARINELLI.
Firenze, Italia.

TITRE :

PER UNA TAVOLA SINOTTICA DEI SUOLI ITALIANI

Prof. M. GORTANI.
R. Università, Pavia, Italia.

LA CARTOGRAFICA AGROGEOLOGICA IN ITALIA*

G. STEFANINI e A. FERRARA.

STATO ATTUALE DEGLI STUDI SUI TERRENI E DELLA CARTOGRAFIA GEOAGROLOGICA NELL'ERITREA E SOMALIA*

Prof. Dr. K. O. BJÖRLYKKE.
Aas, Norway.

ON SOIL SURVEY, INVESTIGATION AND MAPPING IN NORWAY*

Prof. J. VAN BAREN.
Wageningen, Pays-Bas.

LA CARTOGRAPHIE AGROGÉOLOGIQUE AUX PAYS-BAS

Prof. MIECZYNSKY.
Pulawy, Poland.

HAUPTSAECHLICHE PEDOLOGISCHE KARTEN UND BUECHER*

Prof. S. MIKLASZEWSKI,
École Polytechnique Varsovie, Pologne.

ÉTAT ACTUEL DE LA CARTOGRAPHIE DES SOLS*

Dr. S. MIKLASZEWSKI,
Varsovie, Pologne.

CARTE PÉDOLOGIQUE DE LA POLOGNE (DÉMONSTRATIONS) *

Prof. Dr. G. MURGOCI,
Bucarest, Roumanie.

LA CARTOGRAPHIE DES SOLS EN ROUMANIE *

Prof. G. MURGOCI,
École Polytenique, Bucarest, Roumanie.

RECHERCHES PÉDOLOGIQUES DÉTAILLÉES AU NORD DE MOGHILEW S. LE DNIESTER *

Prof. G. MURGOCI,
Bucarest, Roumanie.

TITRE :

PEDOLOGISHE DETAILSTUDIEN IN PODOLIEN

Prof. G. MURGOCI et T. PORUCIC,
Bucarest, Roumanie.

TITRE :

LES LACS SALÉS ET LES SOLS DE LONG DE LA CÔTE N. W. DE LA MER NOIRE

N. FLOROV,
Directeur des Naturistorischen Museums, Chişinău.

UBER DIE BODENCARTOGRAPHISCHEN ARBEITEN IN DER UKRAINA*

Directeur N. FLOROV,
Chisinau, Roumanie.

SUR LES RECHERCHES ET LE MUSÉE PÉDOLOGIQUE DE BESSARABIE*

Prof. Dr. G. MURGOCI,
Bucarest, Roumanie.

LES SOLS LE LONG DU CHEMIN DE FER DE BAGDAD *

Prof. Dr. G. MURGOCI.

TITRE :

CARTE PÉDOLOGIQUE DU BARAGAN

Prof. A. I. NABOKICH'
Russie.

CARTOGRAPHY OF SOILS IN «THREE PHASES»*

Prof. G. MAHOFF.
Kiev, Ukraine.

CARTE DES SOLS DE L'UKRAINE, ÉCHELLE: 10 VERSTES EN POUCES ANGLAIS

Prof. N. FLOROV.
Kiev, Ukraine.

DIE BODENKARTOGRAPHISCHE ARBEITEN IN DER UKRAINA

Prof. N. FLOROV.

SUR LA MÉTHODE NABOKICH (À TROIS PHASES) DE TRAVAUX SUR LE TERRAIN.*

Dr. HENRIK HESSELMAN.
Stockholm, Schweden.

TITRE :

KARTOGRAPHIE DER SCHWEDISCHEN BOEDEN

D. B. TODOROVICS,
Belgrad, Serbie.

LES RECHERCHES PÉDOLOGIQUES DANS LA SERBIE*

Dr. A. CAVELIN.

DIE KARTEN VON S. G. U. (SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING) *

Prof. L. VON POST.

TORFUNTERSUCHUNGEN BEI S. G. U. *

Prof. HANS BURGER,
Zürich, Schweiz

TITRE :

PEDOLOGISCHE STUDIEN IN DER SCHWEIZ

Prof. I. KOPECKÝ u. Dr. I. SPIRHANZL,
Praha, Tschechoslowakei

TITRE :

PEDOLOGISCHE KARTIERUNG IN DER TSCHEKOSLOVAKISCHEN REPUBLIK

Dr. V. NOVÁK,
Brno, Tschechoslowakei

TITRE :

BODENUNTERSUCHUNG IM TERRAIN UND KARTOGRAPHIE IN MAHREN

Dr. EM. PROTOPOPESCU-PAKE,
Bucarest, Roumanie

TITRE :

CARTE PÉDOLOGIQUE DE LA DÉPRESSION DE FIJIA

VI^{ème} COMMISSION

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE EN RELATION AVEC LA PÉDOLOGIE

Dr. K. ZIJLSTRA.
Groningue, Pays-Bas.

LA PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE PAR RAPPORT À LA PÉDOLOGIE

À la réunion du Comité International de Pédologie qui eut lieu à Zurich, du 7-10 juin 1923, il fut décidé de proposer pendant la IV^{ème} Conférence Internationale de Pédologie, la création d'une VI^{ème} Commission Internationale pour la physiologie végétale.

Cette résolution mérite d'être approuvée. Dans ces derniers temps on a réalisé toujours davantage combien les physiologues et les pédologues ont besoin les uns des autres, pour que leur travail soit productif.

Le physiologue végétal ne doit plus ignorer l'œuvre et les résultats obtenus par les pédologues ; de même le pédologue risque de limiter son action, en négligeant de tenir compte des résultats des recherches des physiologues, lorsqu'il veut appliquer pratiquement ses propres recherches.

La meilleure preuve de la vérité de ce principe se trouve dans les publications, qui ont paru ces dernières années, sur les recherches concernant l'acidité du sol au sujet des études concernant l'influence de la composition des solution nutritives sur la végétation. Le pédologue ne doit pas se borner, comme il arrive encore trop souvent, à déterminer le degré d'acidité tel quel, mais il faudrait considérer le degré d'acidité en relation avec la composition physique et chimique du sol. Ainsi, la solubilité de plusieurs matières du sol dépendra du plus ou moins de l'acidité, et par conséquent la composition de la solution du sol dépendra également du degré d'acidité. Une appréciation des sols, basée exclusivement sur la détermination du degré d'acidité et de la quantité de chaux, nécessaire pour obtenir une réaction neutre, ne saurait être juste. Il entre ici toutes sortes de facteurs en jeu, qui sont du domaine de la physiologie végétale, et ne doivent pas être négligés.

Le physiologue de son côté, qui veut contribuer à élargir les connaissances sur l'exigence des plantes en matières minérales, a besoin inévitablement de l'aide du pédologue ; ce n'est qu'ainsi qu'il sera possible d'apprendre à connaître comment la plante tire partie des circonstances dans lesquelles elle est placée.

Il n'est pas difficile de citer d'autres exemples de la dépendance mutuelle de la pédologie et de la physiologie végétale. Je veux en citer encore un. Quelques pédologues ont déjà commencé à faire des recherches concernant la composition de la solution du sol ; il est superflu d'insister sur la valeur pour la physiologie végétale de pareilles recherches, exécutées avec différents types de sols.

Je veux encore attirer l'attention sur la direction écologique en botanique, où le physiologue doit tenir compte non seulement de la composition du sol, mais

encore du niveau de l'eau souterraine, de la capacité d'eau du sol, puis dans les pays qui gagnent sur la mer le long de leurs côtes, de la teneur en sel marin de l'eau souterraine et de la solution du sol.

L'air du sol mérite aussi l'intérêt de la physiologie végétale. Les pédologues ont déjà réuni des données à ce sujet, mais qui demandent à être complétées.

Il me semble que ces quelques exemples suffiront pour indiquer un vaste champ de collaboration. À mon avis, c'est une idée heureuse, que de vouloir ajouter une commission pour la physiologie végétale à la Conférence Internationale de Pédologie. Les physiologues qui s'occupent des questions concernant l'assimilation de minéraux par les plantes, prendront contact avec les pédologues, et les pédologues qui s'intéressent à l'application pratique de leurs études, trouveront plus largement l'occasion de collaborer avec les physiologues. Forcément ce contact mutuel conduira à des enquêtes et à des projets de recherches, ébauchés d'un commun accord et finira par avoir une influence bienfaisante sur le progrès de ces deux sciences.

Dr. K. Zvlstra, *Groningen Holland.* — **Plant Physiology in Connection with Soil Science.**

At the meeting of the International Pedological Committee in Zurich, from 7-10 June 1923, it was decided, to propose during the IVth International Conference on Soil Science, the formation of a VIth International Committee for plant physiology.

This resolution deserves to be approved. For some time it has been realised how much physiologists and pedologists are dependant on each other.

Plant physiologists must no longer remain in ignorance of the results obtained by soil scientists ; also the soil scientist limits his activity, when he does not take into account the results obtained by physiologists whenever he wishes to put into practice his own researches. This is proved by the literature published during recent years on the investigations concerning soil acidity, and the influence of the composition of nutritive solutions on vegetation.

The soil scientist must not be limited to the determination of soil acidity, but he ought to consider soil acidity in connection with the physical and chemical composition of the soil. Thus the solubility of several soil substances will depend upon the more or less acidity and consequently the composition of the soil solution depends equally on the degree of acidity. An estimation of soils, exclusively based on the determination of the degree of acidity, and the amount of lime required to obtain a neutral reaction, cannot be correct. All sorts of factors of a physiological nature are of influence and must not be neglected.

The plant physiologist, who wants to contribute to our knowledge on mineral matter requirement of plants, inevitably needs the aid of the soil scientist ; only in this way will it he possible to know how plants take advantage of the conditions in which they are placed.

It would not be difficult to give other examples of the mutual dependance of soil science and plant physiology. The author gives one more :

Some soil scientists have already started investigations on the composition of the soil solution ; it is superfluous to insist on the value, for plant physiologists, of these studies on different soil types.

The author draws attention to the ecological side of botany, where the physiologist must take into account, not only the soil composition, but also the level of

subterranean water, the water-capacity of the soil, and lastly for countries increasing on the sea-board, the salt content of the subterranean water, and of the soil solution.

The soil air also deserves to be considered by the plant physiologist. Soil scientists have already collected data on this subject, but they need to be completed.

The author thinks that these examples are enough to indicate the large field for collaboration. It is certainly a good idea to add a plant physiology committee to the International Conference on Soil Science. Physiologists occupied with questions concerning assimilation of minerals by the plants will come into contact with soil scientists, and the soil scientists interested in the practical application of their studies, will find occasion to collaborate with physiologists Naturally this mutual contact will lead to plans for research planned in common, and will finally have a beneficial effect on the progress of both sciences

---

Dr. D. R. Hoagland.

Laboratory of Plant Nutrition of the University of California (U. S. A.).

THE INVESTIGATION OF THE SOIL FROM THE POINT OF VIEW OF THE PHYSIOLOGY OF THE PLANT.

The field of investigation, which has been designated by the term "Soil Science", is always concerned ultimately with the soil as a medium for plant growth. It is therefore essential to the progress of this science, that relationships between plants and soils shall constantly be kept in mind, and that researches on soils shall have an increasingly physiological trend. Experiments from the most ancient times down to the present have resulted in the accumulation of innumerable observations on the real or apparent effects on crop production of various types of soil treatment. It can not be claimed, however, that there now exists any thoroughly scientific understanding of many of the facts which have been recorded. The chemical systems of the plant and of the soil have still to be explored far more intensively before any adequate theoretical basic can be established. The very term, Soil Science, which is now employed, implies that the primary purpose of modern soil research is not to determine empirically, that certain systems of soil management are more successful than others in a given locality, but is rather to subject different soil and plant conditions to such minute and critical study that the physical and chemical mechanisms governing plant growth shall gradually reveal. themselves.

It is sufficiently obvious, that plant and soil relationships are not all of the same type, and that diverse methods of investigation are required. In the first place, since the soil is the physical medium in which root development takes place, it must possess certain mechanical and physical characteristics, which shall permit of suitable root dispersion and favorable moisture and air adjustments. All these factors are in turn intimately bound up with what may be termed the chemical relationships of soils and plants, and it is to this latter aspect of the whole question, that I am particularly desirous of addressing the inquiry on the present occasion.

In any such discussion as this, it is difficult to refrain from reiterating that well worn statement to the effect that the plant and the soil form a tremendously complex system. But this situation is not necessarily a hopeless one; it merely points to the necessity for controlling or eliminating variables to the full extent of our limited powers. This implies that laboratory, greenhouse, and other highly controlled experiments are of major importance at the present stage of development of the science. It is not, however, my purpose to deal in generalities. On the contrary the object of this paper is to make certain definite suggestions concerning the immediate possibilities of research.

From the physiological point of view, the first thing we need to know is how a plant absorbs from the soil essential or non-essential elements. It has been suggested that colloidal substances may be directly involved in this process, but none of the facts now available make it necessary to assume any other mechanism than that of the soil solution, as will be pointed out in the course of the discussion. Perhaps it would not be wise to deny the possibility that other mechanisms may be operative in the soil, but it does seem justifiable to claim that the soil solution theory offers the most hopeful guidance for future experimentation.

It is not my intention to elaborate upon the description of methods for studying the soil solution, since these have been discussed in the very recent literature, but it is essential to indicate briefly the trend of several of these investigations. The method of water extraction has frequently been employed in the attempts to discover the nature of the soil solution. This type of procedure was adopted in California as basis for a series of detailed studied on a number of different soils kept under conditions of exceptional control (1) (2). Water extracts of these soils were made at frequent intervals during the year and the analyses of the extracts in so far as they correctly reflected changes in the soil solution, showed that such solutions may undergo profound alteration even over comparatively brief intervals of time. The absorption of ions by plants has an undoubted tendency to bring about a decrease in the concentrations of many of the most important ions of the soil solution and the activities of soil micro-organisms are also the cause of highly significant fluctuations in its concentration and composition. Determinations of the depressions of the freezing point, made on soils at optimum moisture content, supplementing the water extraction studies referred to above, furnished general corroborative evidence concerning the extent to which changes in the total concencentrations of soil solutions occur (3). For reasons which do not require discussion in this connection, it has been found, that at lower moisture contents, freezing point depressions, made directly on the moist soil, in all probability do not give true values for the concentration of the soil solution.

It has been constantly recognized, that ordinary water extraction procedures do not give any direct insight into the composition of the soil solution, as it exists in the soil at optimum or lower moisture contents. To meet this difficulty various methods have been suggested for separating the soil solution from the mass of the soil, such as the oil pressure method and the LIPMAN high pressure method. (3) More recently one of the oldest methods, that of displacement by liquids, has been revived in a modern form by PARKER (5). This method has subsequently been modified and subjected to critical examination by BURD and MARTIN (6), and many

of their findings have a physiological interest in connection with the present discussion. Unfortunately the application of the displacement method to heavy soils presents great difficulty.

The importance of the role of organic matter in the soils has seldom been underestimated by soil investigators. A critical review of this question was presented several years ago by H. J. PAGE (7), but it seems desirable to make here a brief comment with regard to certain relations existing between the biological utilization of organic matter and the soil solution. If a soil is thoroughly leached with pure water, a great decrease in the concentration of the soil solution occurs, and it is no longer a favorable medium for plant growth. A soil solution may also be brought to a condition of low concentration as a result of intensive cropping. In either case, aside from the actual addition of soluble matter, the subsequent restoration of a favorable concentration depends upon the inherent solubility of soil minerals or colloidal matter and upon the production of acids. The latter process is of vital significance in this connection. Nitrate is ordinarily the principal anion of the soil solution, and its formation necessarily involves the solution of cations, such as potassium, calcium, and magnesium. Carbonic acid produced as a result of the activities of micro-organisms (and also of the excretion of carbon dioxide by plant roots) likewise plays an essential role in soil solution phenomena. Indeed it is obvious that biological activities are indispensable to the maintenance in the soil solution of adequate concentrations, not only of nitrate but also of other ions. Two soils of practically identical composition, physically and chemically, as far as can be ascertained, may nevertheless display entirely different potentialities for producing satisfactory crops over a period of years. In many such instances it is necessary to seek the explanation in the biological activities of the soil. Although the study of the soil organisms themselves is being carried out most successfully, there still remains a great field for research in determining as completely as may be the chemical changes which take place in soil solutions under the influence of the metabolism of various types of micro-organisms, and reciprocally, the effects on the development of micro-organisms of alterations which may be otherwise induced in soil solutions.

The formation of carbon dioxide has an additional interest because of the part it may take in regulating the hydrogen ion concentration of some soil solutions. For example the writer has found that the displaced solutions from certain heavily limed soils varied in reaction from very slight acidity to very slight alkalinity, but when carbon dioxide free air was passed through these solutions, the reactions became decidedly alkaline. The influence of carbon dioxide may be especially pronounced in localized zones immediately surrounding the active portions of the root system. In the formulation of hypotheses or theories concerning the relation of plant growth to hydrogen ion concentration, the activities of the plant itself should not be overlooked. Certainly solution culture studies (with common culture solutions containing nitrate) indicate that a plant possesses very considerable ability to neutralize acids or bases, because of the excretion of carbon dioxide by roots or because of the difference in the equivalents of cations and anions absorbed.

During recent years the work of HISSINK (8), KELLEY and THOMAS (9), CUMMINS and KELLEY (10), GEDROITZ (11), DE DOMINICUS (12) and of other investigators has emphasized the importance of the phenomena associated with basic exchanges in soil. The full physiological significance of these experiments has not yet been determined, but it is certain that the development of this field will throw indispensable light on a number of problems of great physiological interest, especially in connection with the growth of plants in acid soils and also in soils containing sodium compounds. It seems pertinent to mention these researches in the present paper, since they will require consideration in any extended discussion of the main question upon which suggestions are now being invited, that is, the chemical nature of the soil solution and its relation to the absorption and utilization of ions by the plant.

While the determination of the composition of the soil solution, in its varied aspects, is highly essential to the progress of researches in plant nutrition, this achievement alone would be insufficient. It is not merely a question of the culture medium, but also of the actual absorption of solutes by the plant and their functions in metabolism and growth. These phases of the research can be pursued most profitably by eliminating entirely the soil variable, in other words, by the use of sand and solution cultures, which permit of considerable control of the culture medium. But even under these apparently simple conditions of experimentation, the data obtained require very critical examination, for the system under observation still presents the difficulties always met with in the investigation of complex biological processes. The variability of plants should not be disregarded, for as has been shown by DAVIS (13), small differences between the yields of dry matter are meaningless unless a sufficient number of individuals have been included in the experiment, so as to warrant the evaluation of the data by statistical methods. Furthermore it may be suggested, that to determine alone the total dry weight of plant which can be produced with a given solution, however interesting or valuable this information may be, is only an initial step. The nature of the mechanism by which the culture solution influences the growth of the plant still remains the most difficult problem. The solution of this problem demands, that the plant itself shall be studied by all the methods available to biochemistry.

One of the important questions of soil and plant relations, which may be examined most directly by means of experiments with artificial culture solutions has to do with the absorption of ions and the effect of one ion on the absorption of another. The processes by which a plant cell removes electrolytes from solutions do not seem to be of a type which can be explained by any simple application the principles of chemical equilibrium or of mass action, as has often been suggested. The difficulty can be most readily appreciated by referring to certain recent experiments on the fresh water alga Nitella (14-18) which produces cells large enough to make possible the recovery from individual cells of uncontaminated sap. The results of the experiments in question demonstrate that a plant cell may remove ions from a solution of low concentration into a solution of much higher concentration. It appears that the process of absorption is intimately related to the growth and metabolism of the cell, and that energy exchanges are involved. Elements such as potassium, after absorption into the plant, do not

precipitate out or form combinations with organic substances, preventing their dissociation. Facts of this kind justify the investigator in hesitating to advance at the present time theories to explain the relative abilities of different plants to absorb chemical elements from the soil, or in venturing any very positive statements concerning the functions in the plant of the various essential and non-essential elements.

It may nevertheless be said with considerable assurance, that the intake of inorganic substances by plants is neither a mere absorption of soil solution under the influence of transpiration, nor on the other hand is it a case of simple selective action, by which a plant removes from solution only or even chiefly those chemical elements required for growth. Certain non-essential elements, (non essential at least in more than minute quantities) may be absorbed more readily than some of the essential ones. Also, it should be repeated, we are not yet in a position to understand the extent to which different species of plants possess specific types of absorption. This question can not be decided by soil experiments alone, since different plants, although grown in the same soil, may not be affected by the same soil solution, because of different types of root systems and unequal intensities of carbon dioxide excretion.

With regard to the intake of ions by plants, whatever may be the real nature of the process, evidence has been obtained, which shows that one ion may retard or accelerate the absorption of another ion present in the same solution (19). All types of effect have been observed, cation-cation, anion-anion, and cation-anion. Two examples may be cited. The absorption of potassium by barley plants was found to be much more rapid from chloride solutions than from sulphate solutions of equivalent concentration. The presence of relatively large proportions of sodium depressed the absorption of calcium and potassium. Wemay conclude, in fact, with reference to absorption, that the exact significance of the concentration of a given ion can only be stated in relation to the other ions present.

Perhaps these considerations might be thought to lead to the idea that certain definite ratios between the elements of a culture solution are requisite to optimum plant growth. But it does not follow that because every alteration in the composition of a solution may influence the absorption of ions by the plant or the composition of the latter, that therefore the rate of growth or the total amounts of dry matter produced necessarily suffer corresponding alterations. This is not the case, as experiments prove. On the contrary simple culture solutions of widely different composition may produce plants of equal dry weights. It is also true that many diverse types of plants may all exhibit highly satisfactory development with solutions of precisely the same composition employed as culture media. Whether or not changes in the gross composition of plants are accompanied by changes in the composition of the living protoplasm is quite another question. It is also obvious that these statements do not mean that unfavorable culture solutions do not occur, nor do they mean that all species of plants react alike to sufficiently unfavorable or deficient solutions, for as is well known, the reverse is true, and further investigation of these varying responses of different plants to toxic or unfavorable solutions will prove of great interest and value.

Although it is quite clear that many problems of plant physiology are depen-

dent for their solution on the use of artificial solution culture methods, the investigator interested in soil science will inevitably raise the question: Do the results of sand and solution culture studies throw any direct light on the growth of plants in their natural habitat of the soil? In order to answer this question it is necessary to consider some of the points of similarity and of dissimilarity between conditions in a soil and in an artificial culture solution. There exists only a very limited amount of data which can be used for making such comparisons, but some recent experiments offer a basis for several suggestions. In these experiments advantage was taken of an investigation previously mentioned in which a number of different soils were placed in large tanks and kept under conditions of careful control. Samples of these soils were examined at frequent intervals by the method of water extraction, and more recently by the displacement method for obtaining the soil solution. During several seasons barley plants were grown in artificial culture solutions side by side with the plants grown in the tanks of soil. Thus it was possible to make certain direct comparisons of the growth of plants in the two types of media. The first point which strikes the attention is that in nearly every successful culture solution so far reported, the initial concentration of phosphate is far greater than the concentration of this ion in most soil solutions, even those associated with fertile soils. This fact might lead to the assumption already mentioned, namely, that plants obtain their phosphate from the soil by some special mechanism different from that operating in culture solutions. MARTIN and the writer (20) have endeavored to examine this question by growing barley plants in culture solutions containing very low concentrations of phosphate comparable with those found in soil solutions. These low concentrations of phosphate in the culture solutions were maintained as constant as possible by using large volumes of solution for each plant, and by adding to the solutions each day additional quantities of phosphate to replace that absorbed by the plants. The amounts of phosphate removed from solution were estimated with the aid of frequent analyses of composite samples. Under these circumstances very satisfactory plant growth could be obtained even when only a few parts per million of phosphate were present in the solution at any one time. The important condition is that the phosphate ion shall be maintained above a critical concentration, which concentration may sometimes be very low. A fertile soil possesses the ability to replace continuously in the soil solution the phosphate absorbed by the plant. Of course it is possible that a soil may lose its fertility because of its inability to maintain a level of phosphate in the soil solution, suitable to the other conditions affecting growth. By the addition of soluble phosphate the level may be raised and the deficiency corrected. It will no doubt be very desirable to examine many soil solutions under diverse conditions with reference to the concentration of phosphate, especially by the displacement method described by PARKER and by BURD and MARTIN.

The ordinary course of the absorption of ions by plants such as barley brings about a gradual reduction in the total concentration of electrolytes in the soil solution. By the time that the maximum growth of the crop has been attained, all or nearly all of the nitrate may have disappeared, and other important ions, such as calcium and potassium, may be significantly reduced in concentration.

This state of affairs may now be compared with that obtaining in solution culture experiments, as they are ordinarily carried out The culture solutions are usually changed once or twice each week and the plant is therefore subjected to alternating conditions in the concentration of the solution. The original concentration of the culture solution is more or less rapidly decreased during the period between changes of solution, and sometimes a very low concentration of one or more ions may be produced, when the plants are at their most active stage of growth. After changing the solution there is a temporary return to the original concentration, followed, by a decrease, and so on during the time of the experiment. It is evident that these conditions are different from those found in the soil solution. What is perhaps of more importance, the total volumes of culture solution provided for each plant may be very restricted, so that the total quantities available of certain elements may be insufficient for maximum growth. This limitation in the supply of essential elements is especially likely to occur in sand culture experiments, in which very frequently containers of small size are employed, so that it becomes impossible to apply any large volume of solution without saturating the sand. Naturally in any particular case the adequacy of a given volume of solution, or of the frequency with which solutions are changed will depend upon the stage of growth of the plant and upon the conditions of light and temperature. It is true that these points all involve matters of technique, but their mention is important, since the interpretation of solution culture work in terms of soil conditions requires a critical examination of the technique in its relation to the absorption of ions by the plant. The question might be raised, whether it is sufficient to take into consideration only the composition of the culture solution at the time the plants are placed in it, however exactly this composition may be controlled. These statements are made not for the purpose of criticizing past work in this field, but as suggestions to be considered in the planning of future experiments.

In the majority of solution and sand culture experiments, the culture solutions are made with the use of a few salts of a greater or less degree of purity. The entire emphasis is placed ordinarily on the composition of the solution with regard to six or seven elements, but there exists very good reason for believing that these may not be the only elements required for the normal development of many plants. The researches of MAZÉ (21), Rothamsted Experiment Station (22), MC. HARGUE (23) and others indicate the necessity for the presence in the culture solution of other elements, at least in minute quantities. Manganese, Boron and several more of the rarer elements have vital functions in the plant, according to the investigations just cited. It is doubtless a fact that the ordinary salts employed in preparing culture solutions contain as impurities adequate amounts of these accessory elements, but this may not be true of all solutions and of all plants. It would seem that artificial culture solutions and soil solutions may often require careful examination to determine their content of elements of this type.

While then we may state in general that there are many points of dissimilarity between soil solutions and artificial culture solutions, as commonly used, yet on the other hand it should be emphasized that a soil solution from a fertile soil held at a favorable moisture content is not fundamentally unlike certain artificial culture solutions wel adopted to the growth of agricultural plants. By a more

thorough study of soil solutions it should become possible to plan studies with artificial culture solutions, which shall have a direct bearing on soil problems. Of course here will always remain certain limitations in this direction because of the different character of the root systems formed in soils and in solutions. Properly conducted experiments with pure sand may overcome this difficulty in part, but the control of the medium is less satisfactory than in the case of solution cultures.

It is possible that several additional suggestions for future experimentation may be best adapted to bring the discussion to a close. The problems associated with acid soils have excited perhaps more interest than any other phase of soil and plant relations. During recent years, through the use of chemical methods adapted to the approximate determination of hydrogen ion concentrations, it has been shown very definitely that the moisture of many soils has an acid reaction in the ordinary chemical sense of this term. Many such soils are found to respond to the application of lime but a favorable response is not an invariable rule. Furthermore, investigations with culture solutions do not yield any evidence that most agricultural plants are injuriously affected by hydrogen ion concentrations of magnitudes similar to those existing in the majority of acid soils. It is evident that we are dealing with one of those complex problems which requires more intensive analysis than has been accorded to it in the past. The nature of the soil solution as it exists in various types of acid soils must first be determined. It is not unlikely that much could be accomplished by making a series of observations on a considerable number of acid soils held under carefully controlled conditions. It may be suggested that large quantities of such soils should be collected in one place and after careful mixing, placed in tanks or other suitable containers of considerable capacity. The moisture contents of the soils should be carefully controlled, and if possible several moisture contents for each soil investigated. This latter point may require careful attention, since the soil solution may vary greatly in concentration with varying moisture contents. The soil solutions of representative samples of these soils should be examined with the aid of the displacement method, whenever practicable, and in other cases water extraction procedures may be employed, the extracts being made with the smallest possible proportion of water. The soil solutions would need to be investigated at various times during the year, or at different periods of crop growth. The chemical examination of the solutions should be very thorough and include estimations of the concentrations of aluminium and manganese. The hydrogen ion concentrations would of course be determined very carefully, and incidentally more information accumulated concerning the accuracy of current methods in which soil suspensions are subjected to examination. A most valuable opportunity would also be presented for making micro-biological studies, concurrenctly with the chemical studies. After a certain amount of data had been accumulated, it would no doubt become desirable to carry out physiological experiments with sand or solution cultures, imitating in the artificial culture solutions certain characteristics of the soil solution. In this way also the absorption of ions could be investigated, for it is possible that this absorption may be influenced by the concentration of hydrogen ions, or that in some acid soils the concentration of an essential element may fall below the critical point

for optimum plant growth. By the same technique the toxic effects of certain elements could be determined more exactly. It would not be necessary at first to formulate any definite theories concerning the effects of acid soils on plants. Data of the type suggested above, obtained for both limed and unlimed soils, would eventually make possible the establishment of theories which would have a validity not to be attained by theories based only on field observations, even when these are accompanied by apparent correlations with hydrogen ion concentrations of soil suspensions.

It is of course not to be supposed that the chemical relationships just discussed are the only ones concerned. For example, evidence has already been brought forward that the development of pathogenic organisms may sometimes become a very important question. But it can scarcely be gainsaid that definite progress depends to a considerable degree upon researches pertaining to the chemical and physiological relations of plants and soils, which are indeed indispensable to almost every phase of soil research.

There are many other problems requiring a similar careful investigation of the soil solution in its physiological aspects. Among such problems those connected with " alkali " soils assume in many parts of the world a position of paramount importance. The inhibition of plant growth so often occurring under conditions of irrigation, is not always attributable to the simple influence of high salt concentration per se. Other and more subtle disturbances of nutrition may be involved, the understanding of which must rest on a secure foundation of knowledge concerning the chemical system of the soil, the actual absorption of ions by plants from soil solutions containing sodium salts, and the critical limits of tolerance for different plants to disturbances in the intake of ions, or to augmented concentrations of hydroxyl ions.

From watever point of view the soil may be regarded, it will be found that problems of the chemical composition of the soil moisture, and correlated problems of plant physiology are in urgent need of solution. The purpose of this paper shall have been fulfilled, if it serves in any measure to emphasize these phases of Soil Science.

REFERENCES

(1) STEWART G. R. *Journal of Agr. Research*, XII, p. 311, 1918.
(2) BURD J. S. *Journal of Agr. Research*, XII, p. 297, 1918.
(3) HOAGLAND D. R. *Journal of Agr. Research*, XII, p. 369, 1918.
(4) BURGESS P. L. *Soil Science*, XIV, p. 191, 1922.
(5) PARKER F. W. *Soil Science*, XII, p. 209, 1921.
(6) BURD J. S. and MARTIN J. C. *Jour. of Agr. Science*, XIII, p. 265, 1923.
(7) PAGE H. J. *Trans. of the Faraday Society*, XVII, p. 272, 1922.
(8) HISSINK D. J. *Internat. Mitt. für Bodenkunde*, XII, p. 81, 1922.
(9) KELLEY W. P. and THOMAS E. B. *California Agr. Exp. Station, Technical Paper.* 1,
(10) CUMMINS A. B. and KELLEY W. P. *California Agr. Exp. Station, Tecnical Paper*, 3, 1923.
(11) GEDROITZ (reference quoted in paper by CUMMINS and KELLEY).
(12) DE DOMINICUS (reference quoted in paper by CUMMINS and KELLEY).
(13) DAVIS A. R. *Soil Science*, XI, p. 1, 1921.

(14) OSTERHOUT W. J. V. *Jour. of General Physiology*, IV, p. 275, 1921-22.
(15) IRWIN M. *Jour. of General Physiology*, V, p. 223, 1922-23.
(16) BROOCKS M. M. *Jour. of General Physiology*, IV, p. 347, 1921-22.
(17) HOAGLAND D. R. and DAVIS A.R. *Jour. of General Physiology*, VI, p. 47, 1923.
(18) HOAGLAND D. R. and DAVIS A. R. *Jour. of General Physiology*, III, p. 629, 1923.
(19) HOAGLAND D. R. and MARTIN J. C. *Soil Science* (in press).
(20) HOAGLAND D. R. and MARTIN J. C. *Soil Science* (in press).
(21) MAZÉ P. *Ann. d. Inst. Pasteur*, XXIII, p. 1, 1919.
(22) Report of the Rothamsted Experiment Station for 1921-22.
(23) MC. HARGUE J. S. *Jour. Ind. and Eng. Chem.*, XI, p. 332, 1919.

Df. D. H. HOAGLAND, *Californie (Etats-Unis)*. — **L'investigation du sol au point de vue de la physiologie végétale.**

RÉSUMÉ.

L'A. fait remarquer l'insuffisance des études pédologiques en ce qui concerne les fonctions accomplies par les végétaux, et les difficultés que ces études présentent. Il relève l'importance des processus d'absorption des éléments, essentiels ou non, de la nutrition des plantes en rapport aux méthodes des recherches des solutions du sol et fait noter que les auteurs n'ont pas apporté une attention suffisante au rôle de la substance organique.

L'A. fait remarquer en outre l'influence de l'absorption d'un ion sur l'absorption d'autres ions et, par conséquent, le rapport qui existe entre les divers éléments nutritifs des solutions de culture.

L'A. est amené à la conclusion que parmi les problèmes les plus pressants de la pédologie, on doit même placer en première ligne celui de l'étude de la composition chimique de l'eau nutritive qui circule dans le sol.

Dr. B. H. HOAGLAND, *Califonia (U. S. A.)*. — **Soil Investigation from the Point of View of Vegetal Physiology.**

ABSTRACT.

The Author points to the insufficiency of pedological studies concerning the functions exercised by the plants and to the difficulties presented by these studies. He calls attention to the importance of the process of absorption of the elements, essential or not, to plant nutrition in connection with the methods of research on soil solutions and observes that the authors of such studies have not given sufficient attention to the part of the organic substance.

The Author further remarks the influence of the absorption of one ion on the absorption of other ions and, accordingly, to the relation existing between the different nutritive elements of culture solutions.

The Author is led to the conclusion that among the most pressing problems of soil science must be placed in the first place that of the study of the chemical composition of the nutritive soil water.

Prof. J. ZOLCINSKY.
Lemberg, Polen

TITRE :

DAS SONNENLICHT, ATMOSPHAERISCHE LUFT UND BODEN; DIE BEDEUTUNG UND WIRKUNG DES SONNENLICHTES AUF DIE BODENBILDUNG UND BODENFRUCHTBARKEIT

Dr. H. LUNDEGARDH.
Lund, Sweden.

TITRE :

THE CARBON DIOXIDE PRODUCTION OF SOIL AND ITS INFLUENCE ON PLANT GROWTH

Prof. O. MUNERATI.
Rovigo, Italia.

TITRE :

LA TECNICA SPERIMENTALE DI FRONTE ALLE VARIAZIONI DEL SUBSTRATO

Dr. E. del VILLAR.
Barcelone, Espagne.

TITRE :

NOMENCLATURE DES SOLS DU POINT DE VUE DE LA PRESSION OSMOTIQUE DES SUCS

Dr. O. Arrhenius.

Experimentalfältet, Stockholm

SOIL REACTION AND PLANT GROWTH [1].

As early as Plinius, Roman authors on agriculture tell about the lime requirement of soils which were acid and how to treat alkaline soils. Vergil gives in his Georgica a very good test for alkaline soils. And Plinius tells us that different soils behave in a very different way towards liming. The agricultural science lived on these data until the last years of the 18. century. Through the discoveries of modern chemistry we have reached a better understanding of the soil conditions. But in the question of liming we have been standing still for a hundred years.

Mostly this question, as most of the questions of plant nutrition, has been looked at from the chemist's point of view, quite ignoring how the plant behaved.

During the last century, when plant ecology was founded, many scientists paid attention to the behaviour of the plants on silica soils as compared with those on lime soils. They found that different plants behaved in a very different way in this respect.

Wherry, 1918, published a paper on the relation between the soil reaction and the growth of certain orchids. In 1920 some new papers appeared on the relation between plants and the soil. The same year the author's "Ökologische Studien" appeared, in which it was shown that the composition and development of the plant societies, to a great extent, is determined by the soil reaction. The next year Olsen's excellent study appeared. All these authors working independent of each other came to the same conclusion, namely, that different plants have very different soil reaction requirements.

These views have been confirmed by many later investigations.

The growth of wild plants is therefore strongly influenced by the soil reaction.

On the other hand, with regard to our cultivated plants there is a general opinion that these plants like a neutral soil and that therefore, in order to obtain the best growth we should lime the soil to weak alkalinity.

It is hard to explain the evolution of this conception. I believe it has derived from the older textbooks in plant physiology where neutral nutrient solutions are recommended. Also, because of its being the only measureable point, the neutral point for litmus was referred to in olden days (and this point lies at slightly acid reaction 6.5). This was so often mentioned that finally it was a general thought, that "neutrality" was the best range.

When investigating the soils from some thirty Swedish farms as to their pH the author also collected data concerning the crop rotation and the quality of each crop. These data are reported in the table.

[1] For literature etc. See "Der Kalkbedarf des Bodens vom pflanzenphysiologischen Standpunkt. II. *Ztschr. f. Pflanzenernährung und Düngung*, 1924.

Tab. I.

The Relation between Crop Rotation and Soil Reaction.

Name of farm	Distribution of area (%) on different pH classes										Plants used in crop rotation			
	pH 4.0–4.4	4.5–4.9	5.0–5.4	5.5–5.9	6.0–6.4	6.5–6.9	7.0–7.4	7.5–7.9	8.0–8.4	Autumn crop	Root. crop	Spring corn	Pasture
Geråsen	—	60	33	7	—	2	3	—		—	Turnips (Swedes)*	Oats	Timothy
Munkagård	3	22	37	27	6	2	3	—		Rye	Turnips	Oats	Timothy
Sickelsjö	10	22	42	24	2	—	—			—	Turnips	Oats	Timothy
Granhammar	—	—	55	35	6	4	—			Rye	—	Oats	Timothy
Tomby	—	—	21	51	19	9	—			—	—	—	Grass
Lässtaholm		—	24	39	18	16	3	—		Rye	Turnips, Swedes	Oats	Mixed
Geråsen		—	5	43	27	20	5	—		Rye, Wheat	Swedes	Oats (Barley)	Clover
Saunarp		1	16	23	28	29	3	—		Rye, Wheat	Swedes, Potatoes	Oats	Clover
Lindhult	—	—	1	14	21	28	31	5	—	Rye (Wheat)	Swedes (Turnips)	Oats	Mixed
Anghagen		—	6	22	25	40	7	—		Rye, Wheat	Swedes	Oats (Barley)	Clover
Munkagård		—	27	30	32	11	—	—		Wheat	Swedes (Beets)	Oats (Springwheat)	Clover
Granhammar			—	30	55	12	3	—		Wheat, Rye	—	Oats	Clover
Månstorp			—	10	50	20	20	—		Rye	Potatoes	Oats	Clover
Åkesholm			6	24	39	30	1	—		Rye	Swedes (Sugarbeets)	Oats	Clover
Kjällstorp		—	3	13	38	40	6	—		Rye	Swedes (Sugarbeets)	Oats (Springwheat)	Mixed
Heagård		0.3	5	13	21	45	12	1		Wheat	Swedes (Sugarbeets)	Oats	Clover
Vapnö	—	0.3	4	7	31	50	7	—		Wheat, Rye	Swedes (Sugarbeets)	Oats	Grass
Agdatorp		—	6	18	24	36	16	—		Rye, Wheat	Swedes (Beets)	Oats Barley	Clover
Backagård			7	21	21	42	11	—		Rye	Potatoes (Sugarb.)	Oats	Clover
Brestorp			5	5	22	53	15	—		Wheat, Rye	Pot., Swedes (Sug.)	Oats	Clover
Berte		—	1	2	17	68	12	—		Wheat, Rye	Sugarbeets, Swedes	Oats, Springwheat	Mixed
Sjuntorp		—	—	1	25	53	20	1	—	Wheat (Rye)	Swedes, Sugarbeets	Barley, Oats	Clover
Krontorp			—	2	24	59	15	—		Wheat	Beets, Swedes	Oats, Springwheat	Clover
Månstorp				—	14	21	57	8	—	Wheat	Beets, Swedes	Oats	Clover
Säbyholm				4	30	31	33	2	—	Wheat	Sugarbeets, Swedes	Oats	Clover
Tomby			—	0.5	2	3	43	32	20	Wheat (Rye)	Beets	Wheat, Barley, Oats	Clover

* Crops in brackets = bad growth.

This shows that on the most acid farms only timothy, oats, and turnips are grown. On less acid soils rye also is cultivated. Towards neutrality clover is growing best, wheat and beets are beginning to be cultivated, and swedes is the general rootcrop. On alkaline soils sugar and fodder beets, wheat, barley, and alfalfa are the main crops. HILTNER working in Bavaria has obtaineds the same results.

These data are only of qualitative means. To measure the crops quantitatively is in nearly every case impossible. Since very good statistical material is available concerning the crop of sugarbeets, I have prepared a table covering data from some farms where I have made soil acidity investigations. (*See Table 2, p.* 549).

As is seen the crop is depending very much on the acidity of the soil. But these field data are not sufficient for showing the importance of the soil reaction to plant growth. Experimental work is also needed.

In 1917 HOAGLAND made an investigation of this but with very few pH intervals.

The first ones who made systematic investigations were SALTER and MC ILVAINE. In all these works, however, only the germination and the first growth were investigated.

OLSEN, OSVALD, BRYAN and the author are the only ones who have give data about the growth until maturity.

BRYAN'S work is done on a very small scale and very inaccurately. OLSEN made some waterculture experiments which were carried out excellently. His soil experiments were carried out with natural acid soils, and as these differ also in other respects, the results are not so reliable. His experiments almost entirely dealt with wild plants.

OSVALD made an interesting study using soil, and changing the acidity with HCl and Ca $(OH)_2$. He confirmed the view of the author that different cultivated plant behave in a different way and that many plants have two maxima of growth in respect to soil acidity.

In 1921 the author started soil and water culture experiments which have been continued since that time. The data obtained from the last years' experiments are of interest and are therefore given here.

TAB. 2. — *The relative yield of sugarbeets, during the years* 1916-23 *on different farms and fields in relation to soil reaction.*

Farm and year	Relative crop	Distribution of the area (in %) of the field on different pH classes				
		Above 7.0	6.9–6.7	6.6–6.4	6.3–6.0	Below 6.0
Berte:						
1916	1.17	—	50	50	—	
1917	0.86	—	60	—	40	—
1918	1.23	20	60	20	—	
1919	1.10	30	40	30	—	
1920	1.43	15	75	10	—	
1921	1.04	30	40	30	—	
1923	0.79	—	—	80	20	—
Hcagård:						
1917	0.63	7	31	23	26	13
1918	0.83	—	66	22	6	6
1919	0.74	10	51	16	7	16
1920	0.81	13	52	26	9	—
1921	0.84	23	40	17	17	3
1923	0.34	—	21	26	42	11
Kjellstorp:						
1916	—	—	14	—	14	72
1918	—	—	43	—	—	57
1919	0.43	—	—	—	16	84
1920	1.11	—	100	—	—	—
1921	1.10	50	25	25	—	
1923	0.93	Bad crop —	12	18	36	34
		Good crop 66	34			
Krontorp:						
1917	1.44	66	17	—	17	—
1918	0.75	—	72	28		
1919	1.04	57	43			
1920	1.12	14	45	23	18	—
1921	0.83	8	50	17	17	8
1923	1.00	100	—	—	—	—
Månstorp:						
1916	1.10	71	9	10	10	—
1917	0.93	15	75	10	—	
1918	0.89	8	40	52	—	
1919	1.07	82	9	9	—	
1920	0.87	32	32	36	—	
1921	1.17	71	20	9	—	
1923	1.09	100	—			
Vapnö:						
1918	0.87	46	26	—	20	8
1919	0.48	—	36	30	24	10
1920	0.63	4	50	33	13	—
1921	1.09	44	44	12	—	
1923	0.63	—	23	31	30	16
Åkesholm:						
1916	1.10	34	66	—		
1917	1.25	—	100	—		
1918	1.01	—	50	50	—	
1919	0.26			—	33	67
1920	0.36			—	50	50
1921	1.06	100	—	—	—	
1923	0.76	50	50	—	—	

TABLE 3.

The crop of cultivated plants in relation to soil reaction.

The figures give the amount of corn and straw in gr. dry weight (corn dried a 20°, straw at 60°). Top and root weight of the root crops in gr. green weight just after harvest.

| Name of plant | | Weight at | | |

Mais comment réagissent les plantes cultivées envers ce facteur? Bien des agronomes ont supposé que ces plantes se développent pour le mieux dans un terrain neutre, et que pour cela tout sol arable devrait être rendu neutre au moyen du chaulage.

Après avoir étudié un grand nombre de fermes par rapport à la réaction du sol, l'auteur trouva que sur les terrains très acides, pH 4.5-5.5, les cultures adoptées généralement sont l'avoine, les betteraves et le timothée. Sur les sols moins acides, pH 5.0-6.0, on peut ajouter le seigle à cette liste. Sur les terrains légèrement acides, pH environ 6.0, les plantes cultivées furent : le seigle ou froment, légumineuses, avoine et betteraves. Sur les terrains neutres ou alcalins on cultive : du froment, de l'orge, de l'avoine, des betteraves à sucre et fourragères et la luzerne. Les praticiens ont trouvé quelles sont les cultures les mieux adaptées à leurs terrains.

En 1920 l'auteur commença une série d'essais dans le but de résoudre ce problème expérimentalement. Les essais conduits pendant l'été de 1923 furent faits avec un si grand nombre de parcelles que les résultats montrent un haut degré d'exactitude. (*Voir Tableau nº 3 de la Communication*).

Ce tableau montre que les différentes espèces se comportent bien différemment envers l'acidité du sol. Les résultats obtenus avec plusieurs variétés d'avoine sont aussi très intéressants. Par rapport à la réaction, plusieurs espèces ont deux maxima. Ce fait s'explique ainsi : le développement dépend de la concentration des ions hydrogènes ainsi que hydroxyles. Nous avons donc affaire à deux courbes pour la croissance des plantes par rapport à la réaction du sol : l'une, montrant la relation avec les ions-hydrogène, l'autre avec les ions-hydroxyle. Ces deux facteurs sont intimement reliés entre eux, car le produit de leurs concentrations est égal à une constante. Selon la position relative de ces deux courbes, la résultante sera une courbe à un, ou bien à deux maxima. Cette hypothèse semble donner la meilleure explication des faits observés.

Par ces essais, il a été démontré que chaque espèce et chaque variété a ses exigences spéciales en fait de reaction du sol. Ce genre d'essai a et aura encore une grande influence sur la culture pratique des plantes agricoles et sur nos conceptions actuelles de ce problème.

Dr. Olof Arrhenius, *Stockholm (Sweden)*. — **Soil Reaction and Plant Growth.**

ABSTRACT.

For a very long time it has been known by farmers that different plants react differently to liming. During the years of great progress in plant geography in the last century it was found that some plants were calciphil and others were calciphob.

Plant physiologists called attention to the problem of soil reaction about twenty years ago. Most of them, however, investigated the resistance of plants to acids and alkalies. Ficher was the first to recognize that the limits of plant growth were not defined by the concentration of acids or alkalies present, but that it was due to the concentration of hydrogen and hydroxyl ions. Nevertheless, it was not until after the appearance of Sørensen's excellent work that more exact studies were made on this problem.

In 1917 Hoagland presented a work which dealt in part with this problem, but his experiments were carried out on a small scale. Salter and Mc Ilvaine were the

first persons who made investigations with regard to the germination and early growth of plants over a wider pH range.

In 1920 Wherry published his investigations on the soil reaction requirements of different species. At the same time the author in his 'Ökologische Studien' presented the idea that there is a very close relation between soil acidity and the composition and distribution of plant communities. In 1921 Olsen's brilliant work appeared in which he fully confirmed the ideas of Wherry and the author. From this it is easily seen that the growth of wild plants is greatly determined by the reaction of the substrate.

But how do the cultivated plants act towards this factor? Many agricultural scientists have suggested that these plants should grow best at neutrality, and that therefore all arable land should be made neutral by liming.

After investigating a large number of farms with regard to soil reaction, the author found that on very acid land, pH 4.5-5.5, the crops commonly grown were oats, swedes (turnips), and timothy grass. On less acid soil pH. 5.0-6.0, rye is added to this list. On slightly acid soils, pH of about 6.0, the plants cultivated were rye or wheat, legumes, oats, and turnips. Where the land was neutral to alkali, wheat, barley, oats, sugar and fodder beets, and alfalfa were cultivated. The men of practice have found which crops are best suited to their soils. In 1920 the author commenced a series of experiments to solve this problem experimentally. The experiments conducted during the summer of 1923 were made with so many checks that the results show a high degree of accuracy. The results are found in Table 1. This table shows that different species behave in a very different way towards soil acidity. The results obtained with different varieties of oats are also of very great interests. With regard to reaction, many species have two maxima. This fact is explained in this way : Growth is dependant on the concentration of both hydrogen-ions and hydroxyl-ions. We therefore have to deal with two curves for plant growth with regard to soil reaction : one showing the response to the hydrogen-ions, and the other the response to the hydroxyl-ions. These two factors are very intimately related to each other, as the product of their concentrations is equal to a constant. Depending upon the relative positions of these two curves the result will be either a single topped or a double topped one. This hypothesis seems to give the best explanation of the facts observed.

Through these experiments it has been shown that each species and each strain has its special requirements in the way of soil reaction. Such experiments have and will continue to have a very great influence on the practical cultivation of agricultural plants and on our present concept of this problem.

Table I. — *The influence of soil reaction on different crops.*

(The figures give the weight of grains for oats, wheat, barley and peas, the weight of dry hay for clover and alfalfa and the weight of roots for turnips, swedes, sugarbeets and potatoes.

Oats (avoine) Dala-strain.	pH	4,0	4,5	4,9	5,7	7,2	8,0	9,0	9,5
	Weight	3,3	6,4	13,0	28,3	16,2	24,2	22,5	21,3
	mean error	0,4	1,2	0,9	3,9	1,2	1,5	2,4	1,2
Guldregn-strain.	Weight	10.2	25,2	32,9	34,9	27,3	30,1	27,2	27,9
	mean error	1,2	3,9	1,8	3,0	1,5	2,1	3,6	5,4
Klock-strain.	Weight	9,5	33,7	36,0	22,7	23,4	20,7	29,5	23,6
	mean error	0,9	2,4	3,6	1,2	2,1	1,5	1,5	1,8

Fyris-strain.	Weight	7,8	24,6	21,0	32,0	34.0	35,5	38.9	25,0	
	mean error	0,9	1,5	1,8	3,6	2,4	1,6	2,1	3,0	
Barley	pH	3,8	4,2	4,9	6,0	7,4	8,0	8,6	9,7	
(orge)	Weight	—	—	30 0	84,5	174,9	103,5	153,9	50,2	
	mean error	—	—	4,0	5,0	12,1	7,0	7,0	11,1	
Springwheat	pH	3,4	3,9	4,7	6,3	7,2	7.9	8,5	9,0	
(blé de printemps)	Weight	0,3	13,0	41,6	63,7	88,9	78,0	76,1	15,6	
	mean error	0,1	1,6	1,0	2,4	2,0	2,8	2,7	1,6	
Peas	pH	3,7	4,1	4,8	6,1	7,0	7,8	8,8	9,2	
(pois)	Weight	—	2,3	57,8	78,2	74,1	52,4	93,0	8,8	
	mean error	—	0,2	2,3	4,0	1,3	0,7	9,0	2,0	
Alfalfa	pH	3,7	4.0	5,0	5,5	6,4	7,0	7,9	8,6	
(luzerne)	Weight	—	—	36,2	44,5	37,6	50,5	80,3	33,6	
	mean error	—	—	1,6	2,0	1,0	2,0	2,6	2,5	
Redclover	pH	3,6	4,0	4,6	6,1	7,2	7,9	8,4	9,3	
(trèfle rouge)	Weight	—	13,6	56,8	97,8	84,6	65,9	83,9	24,8	
	mean error	—	4,0	1,8	4,4	2,5	0,7	2,0	1,1	
Turnips	pH	4,1	4,4	6,1	6,4	7,4	8,0	8,9	9,5	
(navets)	Weight	47	5445	4730	4460	5710	5560	7720	2050	
	mean error	10	240	180	160	180	430	390	250	
Swedes	pH	4,1	4,9	6,1	6,5	7,4	8,5	8,8	9,5	
(rutabagas)	Weight	—	3070	3720	2560	3240	2960	2980	245	
	mean error	—	160	180	150	140	80	180	30	
Sugarbeets	pH	3,9	4,7	6.0	6,6	7.5	7,9	8,6	8,8	9,2
(betteraves à sucre)	Weight	—	2580	3380	3380	3580	2540	3240	3630	50
	mean error	—	80	44	56	64	60	80	100	0
Potatoes	pH	4,1	4,6	5,2	6,3	6,9	7.8	8,3	8,8	
(pommes de terre)	Weight	520	1470	1977	1625	430	750	1165	1500	
	mean error	34	110	90	90	10	50	44	56	

U. PRATOLONGO.

Milano, Italia.

LA REAZIONE DEL TERRENO QUALE FATTORE ECOLOGICO

La conoscenza e la misura precisa della reazione del terreno ha molto chiarito e molto innovato nel campo dei rapporti fra terreno e vegetazione.

La definizione sperimentale o per via di osservazioni del modo onde lo sviluppo vegetale dipende dalla concentrazione degli joni idrogeno e ossidrile nel mezzo nutritivo, compiuto oramai su un numero non irrilevante di specie vegetali, la più precisa conoscenza dei rapporti fra la reazione del terreno e il suo comportamento fisico, chimico e microbiologico, ha consentito finalmente di penetrare nelle loro ragioni riposte alcune fra le più interessanti correlazioni fra terreno e vegetazione.

La distinzione fisiologica di recente adottata di piante *ossifile* e *anossifile* traduce naturalmente solo in linea approssimata un rapporto assai complesso e di natura funzionale.

La distinzione dell'ecologia agraria classica di piante *calcicole* e *silicicole*, e quelle analoghe, non possono esser riguardate oggi altrimenti che come espressioni ingenue e approssimate di una conoscenza del tutto primordiale.

La conoscenza delle correlazioni fra terreno e vegetazione ne risulta ad un tempo semplificata e complicata. Semplificata per il fatto che la reazione del terreno riassume in sè molto degli incerti parametri fisici e chimici dell'ecologia agraria classica ; complicata per il fatto che non più la sola composizione chimica del terreno, ma l'intera serie delle azioni riflesse che la reazione del terreno e la sua distribuzione stratigrafica spiega sui caratteri fisici, chimici e microbiologici e quindi sul comportamento agrario e forestale del terreno entrano qui in linea di conto.

La « clorosi » già indicata come « clorosi da calcare » si rivela oggi legata all'alcalinità del terreno, e non già alla presenza di calcare che è solo causa indiretta e non constante dell'alcalinità stessa.

Le prime osservazioni compiute a questo riguardo, possono essere riassunte in questi dati : I gradi di alcalinità segnati dai coefficienti PH = 7,8-8 determinano già la clorosi degli agrumi, sopratutto del limone e dell'arancio. La clorosi alcalina della vite sembra essere determinata da gradi di alcalinità compresi fra PH = 8,6-9. Le viti europee franche di piede e le stesse viti americane sembrano presentare a questo riguardo la massima resistenza : le viti europee innestate su piede americano, presentano ad un stesso grado di alcalinità sensibilità alquanto maggiore e tuttavia diversa pei diversi porta innesti.

Nel meccanismo di adattamento delle diverse piante ai terreni acidi e alcalini domina la simbiosi micorrizica, che pone le piante in grado di alimentarsi alle riserve azotate organiche e incombuste dei terreni acidi e la emissione radicale di acidi, acido ossalico essenzialmente, atti a correggere localmente la reazione alcalina del terreno e a consentire pertanto l'assorbimento del fosforo e del ferro, ostacolato dalla reazione alcalina stessa. La sulla, la foraggera tipica dei terreni alcalini italiani, determina nel terreno formazioni vistose di ossalato calcico.

Lo studio della flora spontanea dei terreni acidi e alcalini italiani offre una serie di importanti rilievi ecologici, ora appena iniziati, ma suscettibili di proficue e interessanti estensioni

U. PRATOLONGO, *Milan (Italie)*. — **La reáction du sol comme facteur écologique.**

RÉSUMÉ.

La connaissance et la mesure précise de la réaction du sol ont jeté beaucoup de lumière et introduit beaucoup de nouveautés sur le terrain des rapports existant entre le sol et la végétation.

La définition expérimentale ou basée sur des observations du moment, dans lequel le développement végétal dépend de la concentration des ions hydrogène et oxydrile dans le milieu nutritif, exécutée maintenant, sur un nombre assez considérable d'espèces végétales, la plus précise connaissance des rapports existant entre la réaction du sol et son comportement physique, chimique et microbiologique, ont enfin permis de pénétrer dans leurs raisons cachées quelques-unes des plus intéressantes corrélations existant entre le sol et la végétation.

La distinction physiologique adoptée récemment entre les plantes *oxyfiles* et les *anoxyfiles* ne rend qu'approximativement un rapport assez complexe et de nature fonctionnelle.

La distinction faite par l'écologie agraire classique entre les plantes *calcicoles* et les *silicicoles* et d'autres analogues ne sauraient aujourd'hui être considérées autrement que comme des expressions ingénues et approximatives d'une conception tout à fait primitive.

La connaissance des corrélations entre le sol et la végétation s'en trouve en même temps simplifiée et compliquée. Simplifiée, du fait que la réaction du sol résume en soi un grand nombre des incertains paramètres physiques et chimiques de l'écologie agraire classique ; compliquée, du fait qu'il ne faut pas ici tenir compte seulement de la seule composition chimique du sol, mais aussi de l'entière série des actions réflexes que la réaction du sol et sa distribution stratigraphique exerce sur les caractères physiques, chimiques et microbiologiques et, partant, sur la façon dont se comporte le sol aux points de vue agricole et forestier.

La « chlorose » autrefois qualifiée de « chlorose de calcaire » se révèle aujourd'hui liée au contenu alcalin du sol et non pas à la présence du calcaire, lequel n'est que la cause indirecte et non constante du contenu alcalin lui-même.

Les premières observations faites à cet égard peuvent être résumées en ces dates : Les degrés de contenu alcalin désignés par les coefficint PH = 7,8-8 déterminent déjà la chlorose dans le genre *citrus*, surtout chez les orangers et les citronniers. La chlorose alcaline de la vigne semble être déterminée par des degrés d'alcalinité compris entre PH = 8,6-9. Les vignes européennes franches et les vignes américaines elles-mêmes semblent présenter à cet égard le maximum de résistance ; les vignes européennes greffées sur des pieds américains présentent, au même degré de contenu alcalin, une sensibilité un peu plus grande et différant selon les différents porte-greffes.

Dans le mécanisme d'adaptation des différentes plantes aux sols acides et alcalins domine la symbiose micorizique qui rend possible aux plantes de se nourrir des réserves azotées organiques et non-brûlées des sols acides et permet l'émission radicale d'acides, essentiellement d'acide ossalique, aptes à corriger localement la réaction alcaline du sol et à permettre, par conséquent, l'absorption du phosphore et du fer, contrariée par la réaction alcaline même. Le sainfoin d'Espagne, la plante fourragère typique des sols alcalins italiens, détermine dans les sols des formations considérables d'oxalate calcique.

L'étude de la flore spontanée des terrains acides et alcalins italiens offre une série d'importantes observations écologiques à peine ébauchées à l'heure présente, mais susceptibles d'utiles et intéressantes extensions.

U. PRATOLONGO, *Milan (Italy)*. — **Soil Reaction as an Ecological Factor.**

ABSTRACT.

The knowledge and the exact estimations of soil reactions have thrown much light upon the relations between the soil and vegetation.

The definition, experimental or by way of observation, of the moment in which the development of the plants depends of the concentration of the hydrogen and oxydril ions of the nutritive medium, now executed on a considerable number of plant species, the more precise knowledge of the relations between the reaction of the soil and its physical, chemical and microbiological demeanour have at last made it possible to understand in their hidden reasons, some of the most interesting correlations between soil and vegetation.

The physiological distinction recently adopted between *oxyphil* and *anoxyphil* plants of course only renders in an approximative may a rather complex relation of a functional nature.

The distinction established by classical agrarian ecology between *calcicole* and *silicicole* plants and others of an analogue nature cannot be considered, nowadays, otherwise than as an ingenuous and approximativeex pression of an entirely primitive knowledge.

The knowledge of the correlations between soil and vegetation is thereby at the same time simplified and complicated. Simplified, owing to the fact that the reaction of the soil resumes in itself many of the uncertain physical and chemical parametres of classical agrarian ecology : complicated, owing to the fact that one must not only keep in view the chemical composition of the soil, but the whole series of reflex actions which the reaction of the soil and its stratigraphic distribution exercises on the physical, chemical and microbiological characteristics and consequently on the agrarian and forestal demeanour of the soil.

The " chlorosis ", formerly defined as " limestone chlorosis " now reveals itself as depending on the alkaline content of the soil and not on the presence of limestone, which is only an indirect and not the constant cause of alkaline content in itself.

The first observations made in this respect, may be resumed in the following dates : The degrees of alkaline content expressed by the coefficient PH = 7,8-8 will already produce the chlorosis of the *citrus* species, particularly that of the citron and the orange. The alkaline chlorosis of the vine seems to be caused by the degrees of alkaline content included between PH = 8,6-9. The European not grafted vines and the American vines themselves seem to present in this respect the highest resistance ; European vines grafted on American stocks present, to a higher degree of alkaline content, a somewhat higher sensibility, which, however, varies according to the different graft-bearers.

In the mechanism of the adaptation of the different plants to acid and alkaline soils there dominates the mycorhiza symbiose which makes it possible for the plants to nourish themselves from the organic non-burnt azotic reserves of alkaline soils and allows the radical emission of acids, particularly of oxalic acid, apt to correct locally the alkaline reaction of the soil and therefore to consent the absorption of phosphor and of iron, rendered difficult by the alkaline reaction itself. The Spanish esparcet (*Hedysarum coronarium*), the typical fodder plant of Italian alkaline soils, causes in the soil a considerable formation of calcic oxalate.

The study of the spontaneous flora of the Italian acid and alkaline soils offers important ecological observations, as yet hardly begun, but which might be extended in a useful and interesting degree.

M. F. CHODAT

Institut de Botanique et Microbiologie de l'Université de Genève, Suisse.

RÉACTION DU SOL ET FORMATIONS VÉGÉTALES.

Les botanistes jurassiens, tant suisses que français, ont discuté à perte de vue sur l'importance relative des facteurs physiques ou chimiques du sol, sur la composition du tapis végétal. Les écologistes du siècle dernier et de celui-ci, signalent, certaines espèces comme caractéristiques des terrains calcaires et d'autres comme propres aux terrains primitifs. Une revue, même succincte, montre que ces affirmations sont souvent contradictoires et que la délimitation des deux catégories, calcicoles et silicicoles, est souvent illusoire.

Il résulte soit des déterminations de l'acidité actuelle faites « in situ », soit des cultures faites à propos de certaines plantes réactives, en milieux de pH variés, que chaque espèce possède une amplitude d'accommodation à la réaction du sol. L'amplitude de l'acidité actuelle du sol qui satisfait le développement d'un végétal, varie avec les espèces. On voit par les graphiques les espèces végétales occuper d'une manière continue toutes les zones de l'échelle des pH allant du chiffre 4 au chiffre 8. Il ne semble pas que pH = 7 neutralité de l'eau soit une valeur centrale autour de laquelle oscillent plus particulièrement les amplitudes dont nous avons parlé.

Bref, il n'est donc plus possible dans l'établissement de catégories par rapport à la nature physico-chimique du sol, de s'en tenir aux classes simplifiées des anciens auteurs.

La carte géologique et l'examen sommaire du substratum ne peuvent donner que des indications insuffisantes ; car en terrain calcaire les stations décalcifiées et acides ne manquent pas, et dans les régions siliceuses le produit de désagrégation des roches présente souvent un indice voisin du point de neutralité. Seule l'analyse détaillée des terrains correspondants aux plantes caractéristiques des formations permettra de se faire une idée de l'importance du facteur concentration en ions hydrogène dans l'établissement des associations végétales.

L'étude que nous avons faite d'un grand nombre de stations autour des lacs de Genève et d'Annecy et jusque dans les Alpes (3000 m.) montre clairement que des formations du même type comme la garide, la garide-steppe, les lapiez et les éboulis calcaires d'une part, les forêts de Larix, les Rhodoraies, les toundra alpines les curvuletum de l'autre, correspondent à des variations de pH bien définies. On peut passer des garides aux steppes garides insensiblement ; ces dernières présentent une acidité exprimée par pH = 6,7 à 7. Dans le type lande on passe aussi de la forêt avec sous-bois de myrtilles ou de Rhodendron à la toundra alpine jusqu'au loiseleurietum, ces formations constituant une série homologue dont la réaction du sol varie de pH = 4,5 à pH = 6.

Nos recherches ont également montré que la tourbière élevée (Sphagnetum) procède de la forêt humide à réaction acide et va envahir le Caricetum à réaction neutre ou alcaline qu'elle acidifie progressivement.

Dans la haute montagne le matériel trituré des moraines est, même en région siliceuse, d'acidité très faible : pH = 6,7-6,8 ; ce terrain non encore modifié par les actions chimiques de l'air ou de l'eau est progressivement acidifié par les successions d'associations végétales qui le fixent. On voit la végétation modifier la réaction du sol et préparer l'avènement d'associations nouvelles. Une partie de nos études faites sur un territoire restreint, colline isolée avec terrains et expositions variées, montre avec quelle rapidité les associations végétales se remplacent sur un petit espace en fonction du changement du pH (4,8 à 7,2).

Ces contrastes en petit dépendent sans nul doute, pour la plupart des associés, de la lutte pour l'existence; la réaction du sol vient en synergie avec les facteurs d'insolation, de termique, donner à telle ou telle espèce un avantage soit au moment de la germination, soit au cours de ea lutte pour la place.

Les présentes recherches nous amènent à considérer les facteurs d'acidité comme généraux pour la classification des formations végétales. Certaines espèces réputées calcifuges comme *Eupteris Aquilina* Newmann supportent des concentrations qui atteignent pH = 7,5. D'autres plantes réputées calcicoles et considérées comme de bons réactifs du sol chevauchent sur la ligne de neutralité : *Dryas octopetala*, *Leontopodium alpinum*. Dans certains cas on peut se demander si les espèces du type de *Genista pilosa* et d'*Erica carnea*, qui montrent deux distributions, seraient des exemples de plantes montrant un double maximum ou, si aux deux distributions, correspondent des isomères biologiques adaptés à des réactions différentes.

M. F. CHODAT, *Genève (Suisse)*. — **Réaction du sol et formations végetales.**

RÉSUMÉ.

L'acidité du sol, exprimée en valeurs pH, est la base expérimentale d'une classification naturelle des formations vegétales, en deux groupes principaux :

1. Le type des végétations croissant sur un sol acide ;
2. Sur un sol alcalin.

Dans chacun de ces groupes les formations s'ordonnent en fonction des facteurs du climat ; on passe ainsi des formations xérophytes aux formations aquatiques : Toundra au Sphagnetum (type acide), Garide au Phragmitetum (type alcalin).

Dans un même groupe, ces formations dites homologues, s'apparentent par une physionomie particulière, par une certaine communauté de la composition floristique et par la ressemblance des conditions édaphiques ; elles se distinguent les unes des autres par la puissance de végétation et par les associations végétales (composition spécifique de la flore) qui les constituent.

M. F. CHODAT, *Geneva (Switzerland)*. — **Soil Reaction and Plant Formation.**

ABSTRACT.

Soil acidity, expressed in terms of pH, forms the experimental basis of a natural classification of plant formations into two principal groups :

1. Those types of formations growing on acid soils.
2. Those growing on alkaline soils.

Within each of these groups the formations vary according to the effects of climatic factors ; all gradations may be observed from xerophytic formations to aquatic formations — tundra to Sphatgnetum on acid soils, " garide " to Phragmitetum on alkaline soils.

In the same group, those formations which may be considered homologous present a definite appearance, through a certain uniformity of the component plants and through the resemblance of edaphic factors ; they may be distinguished from one another by the luxuriance of the vegetation and by the plant associations (specific composition of the flora) of which they are constituted.

Prof. Dr. H. NIKLAS.
Weihenstephan, Deutschland.

TITRE :

WASSERSTOFFIONEN KONZENTRATION UND PFLANZENLEBEN

Prof. E. PANTANELLI.
Stazione Agraria Sperimentale, Bari.

STANCHEZZA DEL TERRENO DOVUTA AD ESCREZIONI DELLE RADICI

Le ricerche su quella categoria di fenomeni di stanchezza del suolo, che non è prodotta dalla presenza di parassiti vegetali o animali, nè da deficienza di determinati alimenti per consumo unilaterale fatto dalla ripetuta coltura di una stessa specie vegetale, sono oggi orientate in due principali direzioni.

Da una parte le diligenti ricerche eseguite a Rothamsted fin dal 1907, ad opera di RUSSELL e suoi collaboratori [1] mirano a precisare quale importanza abbia, nel rendere il terreno inadatto alla coltivazione di determinate piante, lo squilibrio nello sviluppo delle varie categorie di microrganismi che vi pullulano. L'indebolimento di talune attività batteriche per l'eccessivo sviluppo di protozoi batterifagi, la moltiplicazione di microrganismi secretori di sostanze dannose, specialmente di varî batteri anaerobi ed anche di funghi, come io stesso ebbi a mostrare [2], l'influenza capitale della reazione del suolo sullo sviluppo di determinati microrganismi e quindi sulle relazioni simbiotiche o antagonistiche che corrono fra i varî gruppi di organismi terricoli, sono tutti fatti bene accertati che permettono di identificare in determinati casi i fattori della stanchezza.

[1] RUSSELL et al. The microorganisms of the soil. London. Longmans, Green & C°, 1923.
[2] *Rendic. Accad. Lincei.* (5) XXII, p. 116 e 170, 1913. SULLIVAN, *Science* XXXVIII. 678, 1913.

Dall'altra parte non perdono interesse le ricerche condotte dal punto di vista puramente fisiologico o agronomico, con le quali si cerca di assodare il fatto della stanchezza e misurarne la portata fisiologica e pratica. In questo senso sono importanti le osservazioni di PERITURIN [1] che, coltivando successivamente negli stessi substrati l'avena, potè constatare che nel terreno restavano sostanze dannose alla stessa avena. Tali sostanze passavano nell'estratto del suolo e ne potevano essere asportate con carbone animale, mentre la sterilizzazione dell'estratto in autoclave non sempre gli toglieva la tossicità.

Ma già prima di PERITURIN numerosi ricercatori avevano osservato che certi casi di stanchezza del terreno sono dovuti all'accumularsi di sostanze velenose solubili, che perdono la loro azione con la cottura, vengono facilmente assorbite dai colloidi o da solidi finamente divisi, sono rese inattive da concimi salini, dal pirogallolo, dall'acido tannico. Specialmente Schreiner e i suoi collaboratori, senza pregiudicare la questione se tali sostanze siano prodotte in natura dalla pianta o da microrganismi, ne hanno identificato parecchie, estraendole da terreni stanchi o sterili [2].

SCHREINER e REED [3] coltivando piantine in condizioni asettiche hanno reso palese l'escrezione dalle radici di prodotti nocivi e di un'ossidasi, più attiva nei terreni fertili, di cui la radice si serve per distruggere le sostanze organiche tossiche che si accumulano nel substrato. MOLLIARD [4] coltivando il pisello in condizioni asettiche è arrivato al medesimo risultato.

In queste esperienze non si può parlare di sviluppo di protozoi nè di batteri produttori di veleni. L'escrezione ha luogo dalla radice. Resta a vedersi se tale fuoruscita di sostanze nocive dalle radici accada normalmente o segua al loro deperimento o morte per mancanza d'aria o per altri fattori sfavorevoli. Infatti la presenza delle dette sostanze velenose in natura fu generalmente osservata in terreni troppo acidi o insufficientemente aereati o in cui ristagnava l'acqua.

Per assodare in quali condizioni le radici emettano sostanze nocive e per chiarire l'influenza che queste sostanze, prodotte in assenza di microrganismi, hanno sulle funzioni radicali, fin dal 1915 ho istituito una serie di ricerche.

I semi, disinfettati esternamente con alcool e sublimato, furono introdotti in bevute di 1500 cmc., contenenti terra fina o sabbia quarzosa; in questi substrati l'umidità fu mantenuta alla metà della capacità idrica minima. La bevuta era chiusa in modo da lasciare uscire il fusto e permettere l'introduzione di soluzioni nutritizie senza inquinamenti. In ogni caso fu paragonato un recipiente non aereato con uno aereato mediante un tubo che arrivava fino al fondo e permetteva di far circolare aria filtrata.

Le piante adoperate per queste prove furono la favetta, l'avena e il girasole. Il primo sintomo di sofferenza nelle colture in vaso chiuso è la diminuzione della traspirazione, correlativa ad un affievolimento dell'attività assorbente delle radici, e che può misurarsi.

Non appena l'accrescimento si arrestava, nè in queste condizioni poteva troppo

[1] *Ann. Instit. Agron. Moscou.* XXI, 1. p. 1913.
[2] Vedi il riassunto di SCHREINER in *Journ. Amer. Soc. of Agronomy*, XV, p. 270, 1923.
[3] *Bull. Torrey Botan. Club*, XXXIV, p. 279, 1907. *Botan. Gazette*, XLVII, p. 355, 1909.
[4] *Bull. Soc. Botan. France*, LX, p. 442, 1913.

progredire, fu tolta la coltura, allontanata la pianta con tutte le radici e la terra o la sabbia furono torchiate o percolate. L'estratto così ottenuto fu filtrato per candela o sterilizzato in autoclave a 120° e poi aggiunto a una nuova coltura asettica, preparata nello stesso modo.

Su la seconda coltura si osserva che l'estratto della sabbia stanca, filtrato alla candela, ha un'azione deprimente su lo sviluppo e la traspirazione di una pianta della medesima specie assai più marcato che l'estratto diella terra, e che il riscaldamento umido a 120° ne diminuisce solo in parte la tossicità. Se però si sterilizza la bevuta già provvista del terreno e dell'estratto del terreno stanco, allora va perduta quasi totalmente la tossicità, in certi casi, specialmente con la terra, si ottiene anzi un maggiore sviluppo. Ciò conferma le osservazioni ormai numerose, secondo cui la sterilizzazione totale dissolve dal terreno principii [1] che distruggono o col loro effetto alimentare mascherano le sostanze nocive escrete dalle radici nella precedente coltura.

La produzione di sostanze nocive fu manifesta specialmente nei recipienti non aereati; in quelli aereati le manifestazioni di stanchezza mancavano addirittura o erano molto attenuate.

Facendo circolare per alcuni minuti aria satura di cloroformio, si determina una improvvisa escrezione di sostanze nocive, per cui il substrato diventa improprio, anche se si allontana il cloroformio facendo passare aria pura.

Per studiare l'azione di queste sostanze dannose, furono istituite colture acquose delle medesime piante in soluzione nutritizia di Pfeffer diluita a 1/10, cui si aggiungeva l'estratto della terra o della sabbia stanca, in varie diluizioni. Mentre le piante allevate in soluzione nutritizia crescevano regolarmente, le piante tenute in presenza degli estratti delle colture in terra davano in pochi giorni segni di sofferenza. Le foglie ingiallivano, conservandosi abbastanza turgide, sebbene le radici fossero leggermente imbrunite; l'accrescimento si arrestava. Le piante in presenza dell'estratto delle colture in sabbia presto accusavano maggiore sofferenza; le foglie si seccavano o annerivano, nell'avena a cominciare dall'apice; il fusto nella favetta e nel girasole anneriva ed avvizziva alla base; le radici imbrunivano o annerivano e addirittura si sfacevano a cominciare dalla zona assorbente.

In queste colture acquose fu pure stabilito che l'estratto del terreno stanco deprime l'assorbimento dei sali alimentari e disturba l'elezione dei singoli ioni da parte delle radici [2].

Anche sui semi ha azione nociva l'estratto del terreno stanco, come fu accertato facendo rigonfiare i semi, disinfettati esternamente, negli estratti filtrati alla candela in capsule sterilizzate, e dopo 24 ore sciacquandoli con acqua sterile, e poi mettendoli a germinare in condizioni asettiche. [3]

Queste osservazioni mi sembrano sufficienti per ritenere che le radici bene

[1] WILSON, *Proceed. Royal Soc. Dublin* (2) XIV, p. 513, 1915. SKALSKI. *Journ. f. exper. Landwirtsch.* XVIII, p. 7, 1916. KOCK, *Soil Science*. III, p. 525, 1917. LIVINGSTON, *Journ. Amer. Soc. of. Agronomy*. XV, p. 305, 1923.

[2] La misura dell'assorbimento elettivo dei due ioni di un sale, p. e. del nitrato sodico o del cloruro ammonico, è un metodo sensibile per giudicare se le radici funzionano normalmente. Cfr. PANTANELLI *Jahrb. f. wiss. Botan.* LVI, p. 698, 1915.

[3] In queste prove era escluso il fatto osservato da Hiltner (*Arb. d. Kais. Gesundheitsamtes*. III, p. 1, 1902), che nei semi durante il rigonfiamento in terra stanca si introducono batteri che disciolgono le sostanze pectiche intercellulari e così distruggono la germinabilità.

aereate e sane non emettono sostanze nocive a se stesse. Ma se si provoca una sofferenza delle radici con la deficienza di aereazione o con la narcosi, si determina l'escrezione di sostanze nocive alle radici stesse, senza alcun intervento di microorganismi.

La reazione del substrato in questi casi tende a diventare alcalina, più nella sabbia quarzosa che nella terra. Le sostanze in questione sono evidentemente solubili in acqua, ma vengono trattenute dai colloidi del suolo e vanno distrutte solo in parte col riscaldamento umido a 120°. Prosciugando con cura questi estratto tossici a temperatura non superiore a 40°, si ottiene un residuo sciropposo, alcalino. solubile in gran parte in alcool e totalmente negli acidi. Con acido cloridrico si ottengono sali, che in soluzione neutra precipitano coi reattivi delle basi ammoniche. Ammoniaca non fu riscontrata, ma è indubbia la presenza di aminobasi. Non fu però, finora possibile ottenerle in quantità tale da farne uno studio chimico

La loro azione consiste, come ho detto, nel provocare, anche in condizioni molto spinte (1 : 10.000), un aumento della permeabilità cellulare, non sempre reversiible, e tale azione deve essere specifica, perchè non sempre si manifesta su piante di altra specie, in taluni casi anzi le stimola. Ciò fu osservato nella favetta seguente all'avena.

Prof. E. PANTANELLI, *Bari* (*Italie*). — **La fatigue du sol déterminée par des exerétions de racines.**

RÉSUMÉ.

En culture aseptique sur terre ou sable on peut constater l'émission de substances toxiques par les racines, en conditions d'insuffisante aération ou de narcose.

On peut extraire ces principes nuisibles de la terre ou mieux encore du sable des cultures fatiguées et en suivre les effets sur d'autres cultures semblables, tout en évitant le développement des microrganismes.

Ces produits pathologiques des racines troublent les fonctions absorbantes des racines mêmes; ce sont probablement des bases aminiques, douées d'action spécifique, qui sont fixées par les colloïdes du sol et détruites ou masquées par la stérilisation humide à 120° C.

Prof. E. PANTANELLI, *Bari* (*Italy*). — **Soil Ratigue, due to Foot-exeretions.**

ABSTRACT.

By aseptic growing in soil or sand the emission of toxic substances by roots can be observed in conditions of insufficient aeration or narcose.

The injurious principles can be extracted from the soil or still better from the sand of "tired cultures". Their effect can be followed upon other crops, while preventing the development of microorganisms.

The pathological products of roots disturb their absorbing functions; they are probably aminobases with specific properties; they are fixed by soil colloids and destroyed or masked by moist sterilisation at 120° C.

V. RIVERA

Libero docente nella R. Università di Roma.

INFLUENZA DI ALCUNE CONDIZIONI DI TERRENO SOPRA LO SVILUPPO RADICALE DI COMUNI PIANTE ERBACEE (1)

I limiti entro i quali una determinata specie vegetale può ingigantire o ridurre le proporzioni dei suoi organi, in correlazione con le funzioni intensificate o ridotte, sono talora molto lontani : una stessa specie vegetale può raggiungere il doppio o il triplo delle sue proporzioni normali o ridurre i suoi apparecchi ad un *minimum* di statura talora straordinario : tale rilievo è fatto tutti i giorni e da chiunque sopra specie vegetanti ad altitudini o latitudini differenti, oppure su piante allevate dall'uomo con metodi colturali diversi.

Quello che però può interessare maggiormente gli studiosi dell'azione dell'ambiente sui vegetali non è tanto il gruppo dei fattori capaci di far variare i vari apparati in concordanza fra di loro, ingigantendone o riducendone le masse proporzionatamente, quanto i fattori ambientali, i quali inducano un incremento non concordante dei vari apparecchi, tali, per esempio, che determinino un notevole sviluppo della parte aerea, non compensato da un eguale o, meglio, corrispondente e proporzionato aumento della radice o viceversa.

Tra questi fattori ambientali primissimi sono quelli che si connettono alle condizioni del suolo.

Come PFEFFER nota, molto spesso le piante sono obbligate ad adattarsi alle condizioni del suolo, sì che, per una specie determinata, non vi è relazione costante tra gli organi situati al di sopra del suolo e quelli sotterranei. I valori comparativi del peso secco delle radici e del fusto per le differenti piante di coltura furono stabilite da SCHUMACHER.

Profonde variazioni si determinarono però frequentemente nell'apparecchio radicale, il quale risente tutte le azioni correlative che risultano dai suoi rapporti con il sistema situato al di sopra del suolo.

Condizioni del terreno che hanno la loro influenza per l'accrescimento e la disposizione delle radici, sono, come nota PFEFFER, la proporzione d'acqua del suolo, la maniera del presentarsi degli alimenti, la qualità e la concentrazione della soluzione nutritiva, l'aereazione e l'apporto di ossigeno, la temperatura del suolo, ecc. ecc.: nè è il caso di segnalare l'alta importanza di queste facoltà di reazione e di accomodazione delle radici.

La presenza e l'abbondanza di peli radicali è pure determinata dalle condizioni del terreno, essendo numerosi in una terra secca o in aria satura di umidità (UNGER), mentre talora la produzione dei peli radicali è impedita da umidità insufficiente, concentrazione esagerata della soluzione, resistenza meccanica eccessiva del terreno ecc. ecc.

(1) Le prove che si riportano furono eseguite per due anni nella Regia Stazione di Patologia vegetale di Roma e completate poi nell'Istituto botanico della R. Università di Bari.

Ma i lati particolari di questo importante problema pedologico interessano vivamente quando si riferiscano a piante agrarie di larga coltura e quando riguardino condizioni di ambiente radicale solite a determinarsi nelle nostre regioni, specialmente poi se gli effetti della riduzione o del maggior sviluppo della radice siano risentiti dalla pianta nella elaborazione della sostanza verde o nel periodo, più delicato, della fioritura. Precedentemente mi sono occupato di tale problema ed ho segnalato che vi sono fattori radicali, come l'abbondante umidità del terreno, certi concimi, ecc., i quali sono capaci di determinare, in certe piante, uno sviluppo veramente singolare della parte aerea e non inducono un corrispondente sviluppo della radice, la quale, al confronto della parte verde gigante, apparisce nana.

Ho segnalato pure i disturbi nelle funzioni vegetative e riproduttive che in tali piante, così deviate dalle proporzioni medie ataviche considerate normali, possono avvenire quando sopravvengano nuove e straordinarie condizioni ambientali.

Al contrario, accennando al grande sviluppo assunto da radici di alcune piante vegetanti in terreno arido e misero, in confronto della parte aerea ridotta, ho mostrato la resistenza di questi vegetali, così premuniti, a quelle stesse condizioni ambientali contrarie ed il loro vittorioso comportamento quando quelle avversità climateriche non sorpassino certi limiti.

Si comprende allora la grande importanza che possono avere ricerche sperimentali nelle quali sia fatto uno studio speciale di singoli fattori di ambiente (in questo caso di ambiente radicale), capaci di determinare variazioni in più o in meno dell'un apparecchio nei riguardi dell'altro.

Nell'esame dei risultati ottenuti giova adottare un criterio unico di valutazione, onde le differenze siano mostrate sopra una unicità di valori.

Ho adottato il criterio del *peso secco*, sebbene esso non ci renda conto completo delle variazioni *in superficie* che sono quelle che ci interessano, tanto per le funzioni radicali, tra cui principalmente quella dell'assorbimento, quanto per gli svariati compiti dell'apparecchio fogliare, le une e gli altri considerabili principalmente in funzione della superficie, perchè ordinati per le relazioni di scambio con l'ambiente esterno : questo criterio del *peso secco*, non ci dà dunque la valutazione precisa dei fatti, specialmente in rapporto alle funzioni vegetative della pianta, ma costituisce un mezzo rapido e poco suscettibile di errore, col quale solo è possibile condurre l'esame di un numero grande di individui, come è stato necessario di fare nelle prove che si rapportano. Successivamente le concordanze e le discordanze che, tra peso e superfici assorbenti o traspiranti esistono in questi casi, potranno essere esaminate : ma intanto le variazioni in peso, nelle proporzioni degli apparecchi, prodotte dai fattori in esame, ci daranno un responso non privo di interesse.

* * *

Il problema ha avuto già una trattazione ben documentata per alcuni punti di vista.

Così il BERKMANN rileva che ad un grammo di radici corrisponde un peso di parti aeree maggiore in terreno fertilizzato che in quello non concimato, maggiore in terreno umido che non in terra arida, più grande in terreno compatto che in terreno leggero ; ciò in concordanza quasi perfetta con i nostri primi studi a quelli contemporanei.

TROMMER trova, nelle necessità della utilizzazione della umidità, del nutrimento, della ventilazione, della ricerca dell'ossigeno, la ragione dello sviluppo differente di radici da lui ottenuto in terreni di diversa natura (sabbioso fino, sabbioso grossolano, compatto, ecc.).

Nello stesso ordine di fatti possono forse essere comprese le osservazioni di POLLE (per l'orzo) il quale, in colture sperimentali in terreno argilloso secco, ottenne radici più abbondanti che in terreno argilloso con elevata umidità: il suolo sabbioso non fertilizzato produce un altissimo peso assoluto di materiale radicale, mentre un terreno compatto favorisce lo sviluppo dalle parti della pianta sopra terra: all'unità di peso di sostanza radice corrisponde, in un suolo compatto, una quantità di sostanza verde, maggiore che in un suolo leggero. Piante con scarsa umidità producono minore sostanza verde che radici, in suolo argilloso e maggiore sostanza verde, in suolo sabbioso: nelle serie con alta umidità la sostanza verde raggiunge in peso il 150-200 % del peso della sostanza radicale: in generale la produzione di sostanza sopra terra è aumentata da alta umidità e compattezza di suolo. [1]

Nel suolo argilloso leggero si producono radici lunghe e fittonanti, nel compatto radici laterali numerose.

Importa sopratutto tener conto, in queste ricerche, della igroscopicità delle particelle minerali componenti un suolo, igroscopicità che varia, a parità di grandezza dei granelli, con la natura del terreno (LUXMOORE) Così grandissima è l'attrazione per l'acqua di particelle finissime di terreno argilloso.

La grandezza delle particelle terrose avrebbe poi influenza diretta sul prodotto, questa essendo massima, secondo le prove di WOLNY, in terreni aventi particelle risultanti di mm. 0,25, minima nei terreni sui mm. 2.

Del resto l'influenza, sopra l'allungamento radicale, della costituzione fisica del terreno, è evidente, come nota il CANAVARI, in fave sviluppantesi in casse apposite di paragone con sabbia e argilla.

Relativamente all'influenza delle condizioni fisiche del terreno, la letteratura, che è ricca in argomento (vedi per esempio ANDRÉ e J. RAULIN, WOLNY E., BERKMANN M., JANICSON T., oltre i classici della fisiologia vegetale) porge risultati diversi a seconda della natura del terreno, sul quale sono condotte le prove. In generale in un suolo più compatto, o a particelle più sottili, si ha sviluppo minore di radici ed invece sviluppo notevole della parte aerea, mentre il contrario si rileva per un suolo a struttura grossolana o sabbioso.

Tuttavia questa maniera di manifestarsi del differente sviluppo radicale non è costante per tutti i substrati, ma, come si è detto, sopporta variazioni a seconda della natura del substrato stesso. È inutile perciò scendere a dettagli in argomento bastando alla esposizione dei concetti, dedotti dalle prove che si rapportano, l'accenno generale sopra riportato.

(1) Mentre si correggono le bozze di questa comunicazione, si riceve un'interessante pubblicazione di JEAN e WEAVER, edita dalla Istituzione Carnegie (settembre 1924), nella quale si esamina la influenza della irrigazione sullo sviluppo radicale di molte piante di comune coltura. In questo pregevole lavoro lo sviluppo radicale viene considerato in sè e per sè e non in rapporto allo sviluppo della parte aerea: sebbene dal nostro punto di partenza gli AA. si discostino notevolmente, pure, per quello che riguarda le dimensioni e la forma delle radici, questo studio riesce molto interessante.

* * *

Per quanto riguarda la temperatura del terreno come fattore influente sullo sviluppo delle radici delle erbe, occorre premettere che, come da SACHS, van THIEGHEM e da altri è stato rilevato, gli effetti delle variazioni di temperatura sono differenti a seconda che la temperatura media si scosta più o meno dalle temperature cardinali proprie a ciascuna specie.

Dal DE GRAZIA fu sperimentato tra i 10° e i 15°, sopra patata, granoturco, frumento e canapa: queste piante risentono, nel primo periodo, dagli innalzamenti della temperatura un beneficio di un più rapido sviluppo sia del fusto, che della radice; nei periodi successivi, però, al decimo giorno dalla semina, tale fatto si affievolisce nel frumento e nella canapa, fino a cessare nel frumento a 24 giorni dalla semina ed a dare un risultato opposto nella canapa: questo fatto è dall'A. attribuito ad un inizio di eziolamento verificatosi in queste piante.

Le diverse temperature, come ha rilevato CANNON (1915), agiscono differentemente sulle varie piante sì che, secondo l'A., la sensibilità delle radici alle condizioni del mezzo sembra essere un fattore importante, nella distribuzione delle specie. giacchè quelle aventi radici più sensibili avrebbero una distribuzione più limitata, Tale concetto è ribadito posteriormente (1917) dallo stesso autore, il quale dimostra che a Tucton Ariz la temperatura del suolo, a centimetri 30 di profondità, è otto volte più efficace che non a Carmel per lo sviluppo di *Covillea tridentata*: queste differenze starebbero a dimostrare il sopravvivere di alcune specie in alcune località e lo scomparire di altre, come lo stesso autore dimostra in un lavoro successivo (1918).

Interessanti sono le esperienze di TOLSKY su avena, coltivata in terreni mantenuti rispettivamente a temperatura ambiente, a temperat. di 8° e di 25°. La temperatura elevata, che aveva reso più sollecita la germinazione ed anche più rapido il successivo sviluppo, dette però un sistema radicale meno vigoroso: le radici delle piante cresciute alla temperatura più alta erano lunghe e sottili, con poche diramazioni; quelle delle piante a bassa temperatura erano invece corte e grosse, con molte ramificazioni presso la superficie del terreno: l'A. ne trae la deduzione che è meglio seminare l'avena in terra fredda che calda.

Pure su avena esperimentò KOSSOVICH, nonchè su senapa e lino, in casse con terra concimata e mantenuta col 27 3 % di umidità, esponendo le casse a temperatura di gradi 6-8, 12-17 e 26-30. Il peso massimo delle radici riuscì più elevato nella terra a temperatura più bassa, specialmente per l'avena, la quale diede rispettivamente gr. 21,87; 12,27; 14,98 di peso radicale, sì da far concludere che la temperatura del terreno oscillante tra 6°-9° sia la più favorevole per lo sviluppo dell'avena,

In un paese come l'Italia si ha il fatto interessante che la temperatura ambiente dei mesi tiepidi e freddi presenta disparità marcatissime da un punto all'altro, fino ad aversi differenze di 10° e più nel calore medio mensile dell'aria di dicembre e gennaio nelle diverse zone di coltura del frumento. Perciò è veramente interessante riconoscere con prove sperimentali se e quale influenza abbia sullo sviluppo, specialmente nel primo periodo di vita della pianta, la diversa temperatura dell'ambiente aereo e del terreno. Queste esperienze dovrebbero essere

condotte entro i limiti delle due temperature critiche, al di sopra ed al di sotto delle quali la crescita non si determina più e la pianta passa allo stato di vita rallentata (MANGIN), caratteristica perchè la pianta diviene inerte, sembra morta, ma è invece viva e vivace. Per tre piante di comune coltura, ecco a quale altezza si hanno le due *temperature limite*, tra le quali vi è la temperatura *optimum* :

	t. limite inferiore	t. *optimum*	t. limite superiore
Grano	5°	28°	42°,5
Orzo	5°	28°	37°
Mais	9°	33°	46°

La ricerca delle temperature minima, massima ed ottima per le varie specie vegetali ha occupato l'attività di molti autori (come ASKENASY, CZAPEK, VESQUE, SACHS, HABERLANDT, KERNER, BIALOBLOCHI, WIESNER, VAN TIEGHEM, GIGLIOLI, JOST, WOLNY, ecc.) con la dimostrazione che variazioni anche piccole di temperatura attorno alla temperatura *optimum*, possono indurre variazioni talora notevolissime nella produzione vegetale.

Per quello che riguarda il frumento, LECLERC DU SABLON considera temperatura *optimum* quella che si aggira attorno ai 30°.

Senonchè l'azione del calore sopra la vegetazione è, come ricorda il CANTONI, subordinata ad una condizione generale, quella cioè che il terreno abbia una temperatura inferiore a quella dell'ambiente aereo : ed infatti quando il terreno è più caldo dell'aria, la vegetazione è sospesa.

* * *

Le variazioni nello sviluppo dei vegetali, che qui sono prese in esame, si riferiscono a prove sperimentali condotte con un substrato di allevamento particolare, la *pozzolana rossa* romana, la quale è l'elemento costitutivo fondamentale di una parte del suolo agricolo romano : può perciò, anche da un punto di vista non assolutamente teorico, riuscire interessante l'esame dei risultati ottenuti nelle prove sperimentali che si riportano.

Queste erano condotte con colture di varie piante agricole, allevate in vasi cilindrici di terracotta, oppure in vasi di vetro e mantenute in serra non riscaldata, ed in urne di vetro riscaldate, o sopra terrazze. In tali condizioni le piante crescevano discretamente, ma non avevano la vigoria delle piante allevate in pieno campo.

Questo fatto, che del resto si produce normalmente in colture che, per lo scopo cui sono dirette, devono essere necessariamente fatte in condizioni sperimentali di tale natura, non compromette nè falsa l'esito dell'esperimento, trattandosi di prove in doppia serie, con un solo fattore variante in una delle due serie, e servendo l'altra come controllo : si aveva cioè per ambo le serie un ambiente sperimentale identico meno che per una condizione, alla cui variazione devono attribuirsi le modificazioni rilevate nello sviluppo del vegetale preso in esame. Per le colture sperimentali furono usate parecchie piante agrarie e cioè frumento (var. Extra Kölben di Nilsson proveniente da Svalöff e varietà di frumento duro Dauno di Strampelli proveniente da Rieti) fava quarantina (fornita dalla casa Ingegnoli di Roma) ed alcune varietà di granone (fornite dal prof. Strampelli di Rieti).

Tutte le prove si riferiscono al primo periodo, di sviluppo della pianta, cioè a quello che va dall'inizio della germinazione fino al completamento della quarta foglia per il frumento ed il mais, periodo che si compie in giorni 20-40, secondo la stagione. In colture sperimentali di laboratorio e di serra di queste piante, è difficile andare oltre questo periodo senza che si verifichi uno sciupìo notevole delle piante in esperimento. Del resto, trattandosi di uno studio interessante, sopratutto, lo sviluppo del sistema radicale, non è insufficiente aver fermato le osservazioni a questo primo periodo, il quale ha realmente un valore deciso sullo sviluppo delle radici, come può naturalmente ammettersi; perciò le prove sperimentali rapportate, pure riferendosi ad un'epoca della vita della pianta, nella quale sta avvenendo l'utilizzazione del materiale di riserva del seme da parte degli apparecchi in accrescimento, hanno una importanza indubbia. Proprio durante quel primo periodo, infatti, viene stabilita, per i due apparecchi radicale e fusto-fogliare, in rapporto alle condizioni ambientali allora presenti, la forza e le proporzioni reciproche, facendo una prima ripartizione tra essi delle risorse di cui il completo sistema dispone tra materiale del seme e quello che risulta dall'anabolismo vegetale, fin dalle prime ore di vita verde, attivo e fruttifero. E siccome dal modo di ripartizione delle risorse, a disposizione della pianta in quel primo periodo tra parte ipogea e parte epigea dipende tanta parte della robustezza avvenire, così non è errato pensare che realmente notevole sia l'influenza dei fattori ambientali capaci di determinare le modalità ed i limiti di questo sviluppo : perciò è d'importanza primaria conoscere quali condizioni di ambiente agiscano in questo senso e quali variazioni esse siano capaci di determinare nella struttura e nello sviluppo tipico del vegetale preso in esame.

* * *

In una prima serie di prove si volle riconoscere la influenza che ha, sopra lo sviluppo in genere e quello radicale in specie, la grossessa degli elementi del substrato (pozzolana rossa) così come essi vengono separati e distinti da crivelli con fori di diverso calibro.

La massa totale di kg. 7,725 fu preventivamente arroventata al doppio scopo di ottenere la massima e più omogenea dissociazione degli elementi che la costituivano e raggiungere un disseccamento quasi assoluto di essa ; messa da banda una prima quantità di materiale (kg. 1,637) superiore a mm. 3 di diametro e perciò non utilizzabile per la vegetazione, il resto, stacciato successivamente con vagli di calibro sempre più piccolo, si è così ripartito :

Coltura 2 :	terreno	con	elementi	dello	spessore	di	mm.	3	a 2	Kg.	0,532
» 3 :	»	»	»	»	»	»	»	2	a 1	»	0,877
» 4 :	»	»	»	»	»	»	»	1	a 0,5	»	1,064
» 5 :	»	»	»	»	»	»	»	0,5	a 0,25	»	1,632
» 6 :	»	»	»	»	»	»	»	0,25	a 0,00...	»	1,993

Questi vari terreni di allevamento avevano una origine geologica comune, ma non può però dirsi che avessero una costituzione identica, perchè i vari

costituenti della roccia, nella dissociazione che di essa era avvenuta naturalmente ed in quella che si produsse artificialmente col calore, avevano resistito un poco differentemente: così, per es., la leucite, presente in piccola parte nella pozzolana, essendosi dissociata in più forte proporzione degli altri costituenti la massa primitiva, era alquanto più abbondante nelle partite di terreno a grana molto fine e più scarsa in quelle a grana più grossolana. La vegetazione durò in media non più di 55 giorni (nei mesi gennaio-febbraio), essendosi raggiunto nello sviluppo della pianta (frumento *Dauno*) il completamento della terza foglia e l'inizio di formazione della quarta, quando la prova veniva interrotta per le ragioni generali già esposte più avanti. Durante lo sviluppo delle piante si ebbe la massima cura a che la quantità di acqua in dotazione delle singole colture fosse eguale in tutte ed uniformemente distribuita nella massa: come norma per la quantità di acqua da fornire, si prese quella che fu sufficiente ad imbevere fino in fondo il substrato della coltura 6 (grana più fina); nelle colture a grana più grossolana, raccogliendosi l'acqua in prevalenza nella zona del fondo del vaso, perchè il substrato risultava permeabilissimo, si sarebbe dovuto provvedere capovolgendo più volte al giorno il vaso in modo che tutti gli strati risultassero egualmente umidi: si preferì invece dare acqua più frequentemente, ma in modo che non ne rimanesse alcun deposito nel fondo del vaso. La stessa quantità di acqua, fornita a tutti i vasi nelle prove preliminari, che arrivava immediatamente al fondo del vaso nelle colture 2 e 3, nella coltura 4 bagnava i $^3/_4$ della massa, nella coltura 5 ne imbeveva i $^2/_3$ e nella coltura 6 appena $^1/_4$ di tutta la massa terrosa: questo fatto, dovuto alle differenze grandissime di superficie, rappresentate dai terreni di differente grana dà un'idea della differente quantità di acqua occorrente nei vari vasi perchè la massa del substrato risultasse omogeneamente inumidita. Naturalmente la perdita dell'acqua per evaporazione era massima nella coltura 2 e minima nella 6 ed occorse perciò provvedere frequentemente nella prima, quasi mai nell'altra. [Vedi tavola I].

Vasi n.°	Radici	Parte aerea	Residui del seme	Somma totale	% tra parte aerea e radici
	gr.	gr.	gr.	gr.	
2	0,175	0,425	0,050	0,650	41/100
3	0,270	0,370	0,060	0,700	72/100
4	0,230	0,340	0,060	0,630	67/100
5	0,200	0,360	0,070	0,630	55/100
6	0,275	0,337	0,050	0,662	81/100

Per la serie di colture di frumento (varietà *Dauno*), uno sviluppo più sollecito si ebbe all'inizio nei vasi n. 2 e più lento in quelli n. 6: successivamente però lo sviluppo si è andato eguagliando. In queste colture come nelle altre dei n. 2-5, la massa verde prodotta equivaleva in altezza a quella del n. 2. Ma nello sviluppo radicale sono comparse differenze notevoli: l'allungamento massimo delle radici si è rilevato nelle colture delle serie mediane (2-5); i terreni a grana piccolissima e quelli a grana molto grande hanno dato un risultato assomigliante per quello

che riguarda l'*allungamento* (non il *peso*) delle radici: però la struttura di esse era straordinariamente differente. Le radici grosse e poco ramificate delle piante vegetanti nel substrato più grossolano (n. 2) portavano pochissimi peli radicali, mentre le altre ne erano più o meno abbondantemente fornite. Maggiori differenze presentavano i valori del peso dei due apparecchi aerei e radicali come è mostrato dallo specchio che si riporta e che si riferisce al *peso secco* di dieci piantine scelte tra quelle a sviluppo medio di ciascun gruppo.

I rilievi che, sopra questi valori, è possibile fare, hanno un'importanza notevole. Nelle condizioni di terreno sperimentate (l'ambiente aereo era identico perchè comune), la quantità di materia secca formata apparisce identica nei vari casi e corrispondente all'incirca a poco più di due volte il valore in peso delle dieci cariossidi disseccate: L'accrescimento totale tra culmi e radici, che queste piante sono riuscite ad effettuare, e utilizzando il materiale contenuto nel seme ed elaborandone direttamente durante lo sviluppo, risulta dunque quasi equivalente nei vari casi. Però, e questo è veramente interessante, la pianta ha inviato risorse alla radice o ai culmi, in misura maggiore o minore nei diversi casi, a seconda dello spessore della grana del terreno, con questa norma generale, che mai si è avuto una crescita più accentuata e contemporanea di parte epigea ed ipogea, ma invece la pianta, quando ha sviluppato in maggior misura la radice, ha ridotto lo sviluppo della parte aerea e viceversa. La differente natura ed il diverso spessore dei vari elementi di quest'unico terreno, mentre hanno dunque determinato un accrescimento vegetativo complessivo, che ha differenze che non sorpassano l'8 %, hanno invece indotto un differente sviluppo delle parti epigee rispetto a quelle ipogee, differenza che raggiunge un valore fino del 36 % tra due casi estremi: così avviene che il valore in peso delle radici rispetto al culmo valga, rispettivamente

$\frac{41}{100}$ ed $\frac{81}{100}$ cioè rappresenti un valore relativamente doppio nell'un caso rispetto all'altro. Questo differente sviluppo radicale, che non aumenta progressivamente col rimpicciolire della grana del terreno, e che non ha gli estremi negli estremi della serie, ha differenze ancora più grandi se si consideri, come si deve, per il suo valore in superfici, perchè al caso (n. 2) delle radici più ridotte in peso, corrisponde, perchè esse sono molto grosse e poco ramificate, una superficie di assorbimento ancor più ridotta di quello che il peso stesso non riveli ed il contrario si rileva nel caso opposto (n. 6).

Devesi però notare che le cifre rappresentanti il valore del *peso radici* non si presentano progressive, discordando nella serie notevolmente i valori delle colture n. 5. Tale fatto, che si è ripetuto in tre serie, è da me attribuito a qualità fisico-chimiche di quel substrato, che mi propongo di esaminare successivamente. Con la stacciatura si sono ottenuti in realtà, come ho già accennato, terreni costituiti differentemente. In ogni caso i risultati esposti saranno successivamente riesaminati. Comunque però, noto che il comportamento del frumento con così spiccate differenze in presenza di maggiore o minore grossolanità del substrato si può rilevare nei seminati di frumento su appezzamenti di terreno alluvionato durante l'autunno e l'inverno. Sopra le zone ad alluvione piú grossolano il frumento nasce e si sviluppa nella sua parte epigea più rapidamente che in quelle ad alluvione più

fine ed apparisce perciò anche più verde che in questo per il piú abbondante sviluppo fogliare che si determina nel primo caso rispetto al secondo ; in primavera poi le parti si invertono, ma non è compito di questo lavoro esaminare le formazioni e le trasformazioni successive, come non è compito, in uno studio sull'influenza del terreno, di esporre le ragioni di biologia e di ecologia generale delle variazioni rilevate.

* * *

Altro fattore preso in esame nei riguardi dello sviluppo radicale di piante allevate in pozzolana rossa romana, è quello della temperatura ambiente (aria e terreno), problema sul quale ho, in parte, precedentemente riferito al Congresso indetto a Catania dalla Società italiana per il progresso delle Scienze con una nota pubblicata poi negli « Atti » della Società Agronomica Italiana (vol. III, 1924).

A quanto è detto in quel lavoro, aggiungerò il risultato di prove successive, condotte con altre specie vegetali e con differenti temperature ambiente.

La influenza della temperatura, come si è accennato nei lavori precedenti, si manifesta in modo alquanto diverso nei risultati dello sviluppo degli apparecchi epigeo ed ipogeo, perchè in questo caso, non solo si ha una differente assegnazione delle risorse delle piante vegetanti ai due differenti apparecchi, ma si ha addirittura, dal punto di vista della fabbricazione ed accumulo della materia, cioè nel complesso della sostanza (peso secco) ottenuta, un *rendimento* notevolmente differente.

Alle prove di confronto tra la temperatura ambiente ed una temperatura più elevata, per solito dai 15° ai 30°, ho voluto aggiungere una terza prova contemporanea e cioè una diminuzione della temperatura ambiente (specialmente del terreno) mediante un miscuglio frigorifero di ghiaccio e sale, col quale riuscivo ad abbassare per buona parte del giorno di circa 3 gradi la temperatura del terreno, che si aggirava in media attorno a 6°. Si scendeva perciò in tal modo, in alcune ore del giorno, al disotto della temperatura limite inferiore fissata per il grano da MANGIN. I risultati sono riassunti nelle tabelle che seguono :

		Serie riscaldata (I)	Serie a temperat. ambiente (II)	Serie raffreddata (III)
		—	—	—
Temperatura dell'urna (aria)	massima	16	11,1	11,1
	minima	9	6,4	6
	media	12,5	8,5	8,05
Temperatura del terreno	media	16	6	4,5

In realtà nella serie I si aveva un esagerato aumento di temperatura del suolo, dovuto a cattivo isolamento della coltura dal piano di sostegno che veniva riscaldato : si aveva una temperatura del suolo, in alcune ore del giorno, superiore a quella dell'ambiente aereo, condizione sperimentale, questa, troppo lontana dalle comuni condizioni di vegetazione. Tuttavia non mi è piaciuto togliere dal quadro del confronto questa serie, perchè essa in realtà completa la prospettiva generale del fenomeno preso in esame. S'intende che la serie I è riportata con riserva. In tali condizioni, onde avere piante ad equivalente sviluppo, occorse, come si comprende, dare alle diverse colture un numero di giorni di vegetazione differente, come è espresso nella tabella :

PLANCHE X.
PLATE X.
TAFEL X.
TAVOLA X.

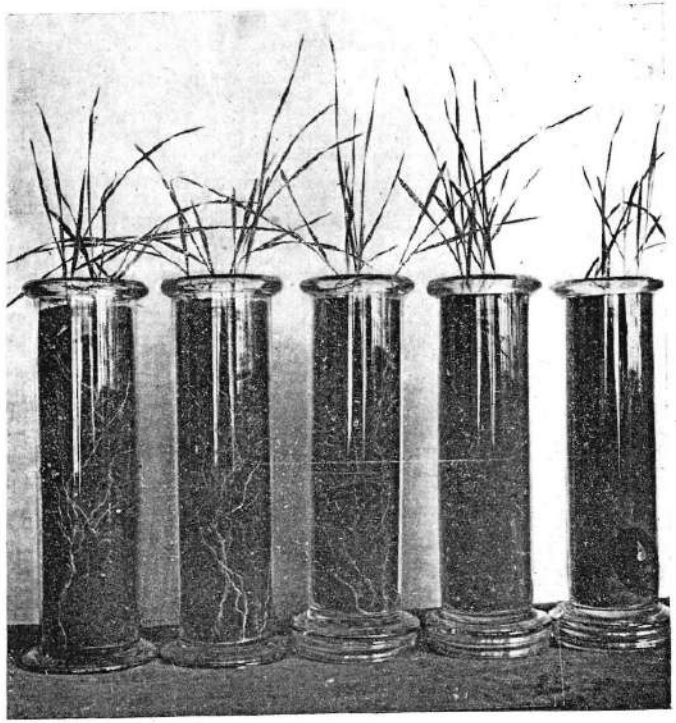


FIG. 43. — Sviluppo di piante di frumento Dauno in vasi con elementi di « pozzolana » di differente spessore.

PLANCHE XI.
PLATE XI.
TAFEL XI.
TAVOLA XI.

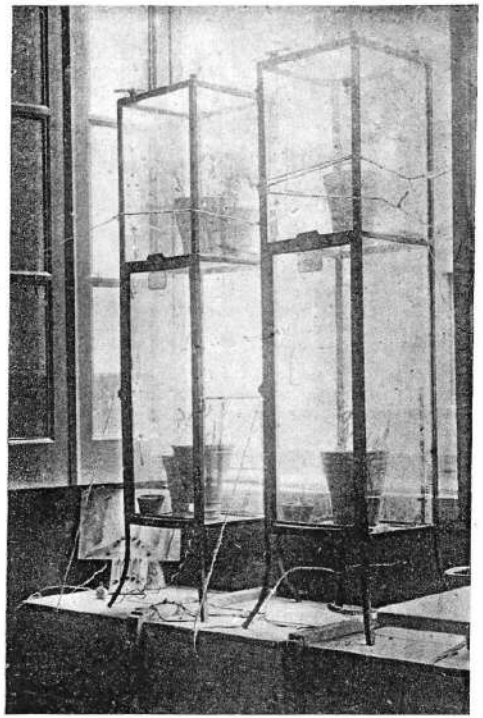


FIG. 44. — Apparecchi con riscaldamento elettrico regolabile usati per lo studio della influenza della temperatura.

	I età giorni 19 — ctm.	II età giorni 25 — ctm.	III età giorni 34 — ctm.
Altezza media culmi	25	23,3	23,3
Lunghezza media radici	28,3	27,9	18,6

Anche in questo caso si hanno dunque sconcordanze nell'allungamento dei due apparecchi, sconcordanze dunque determinate dalla temperatura ambiente dell'aria e delle radici.

Ma l'indice della robustezza delle piante ci viene data dal *peso secco* delle piantine, per il quale abbiamo trovato i valori che seguono (le prove furono su 50 piantine, ma diamo il valore per 10 piante a medio sviluppo) :

N.° 10 piantine	I	II	III
peso secco culmi.	gr. 0,210	gr. 0,216	gr. 0,227
» » radici	» 0,066	» 0,083	» 0,100
» » residui semi . . .	» 0,045	» 0,041	» 0,059
Totale . . .	» 0,321	» 0,340	» 0,386

Il peso secco totale ricavato dalle varie colture era dunque solo di poco superiore al valore in peso secco delle cariossidi seminate : le differenze nel rendimento complessivo e nello sviluppo radicale nelle diverse serie, sebbene piccole nel loro valore assoluto, per lo sviluppo poco avanzato delle piante, sono degne di essere segnalate. Nella serie a temperatura più fredda colpiscono due fatti e cioè il maggiore rendimento delle sementi in materia secca totale ottenuta e l'irrobustimento della radice rispetto al culmo, sebbene la temperatura del suolo fosse tenuta nelle medie giornaliere entro valori vicini alla temperatura limite, calcolata per il frumento, da MANGIN attorno ai 5°. Orbene in queste condizioni la pianta dà un *rendimento* generale e speciale per le radici, indubbiamente maggiore. L'importanza di queste prove non esce dal campo botanico o, meglio, se si vuole, di fisiologia vegetale e le applicazioni agronomiche di questi risultati non possono essere immediate, nè dirette : però non può non essere ricordata la norma e la credenza agricola comune che gli inverni nevosi sono fattori di piante robuste e di raccolti abbondanti. Ma su questioni di tal genere non è possibile soffermarsi in uno studio tecnico speciale come il presente. Basti notare però che la maggiore robustezza, sia della parte epigea che della parte ipogea, delle piante allevate e cresciute in terreno freddo, è rivelata dal rapporto tra peso e lunghezza dei singoli apparati. Tali valori sono rappresentabili con i numeri che si riportano :

	I	II	III
Rapporto $\frac{\text{peso}}{\text{lunghezza}}$ culmi . . .	840	927	974
» » » radici	233	297	537

Come si rileva, l'irrobustimento è progressivo e massimo nelle piante allevate e mantenute alle temperature più basse : mentre però nei culmi le differenze non sono molto notevoli, nelle radici si raggiungono valori molto più alti.

La temperatura dell'ambiente ha dunque una azione ben chiara e notevole sopra lo sviluppo della radice: la temperatura bassa, di circa 3°-4°, del terreno rallenta lo sviluppo della radice e del culmo per il frumento, ma induce la pianta a più robuste formazioni del culmo e, specialmente, della radice, al confronto di piante allevate e mantenute ad una temperatura di 6°; al confronto di queste poi, appariscono a loro volta meno robuste piante di grano, allevate ad una temperatura di terreno vicina a 16°. Secondo queste prove dunque, accostandosi alla *temperatura limite* superiore (terreno), lo sviluppo della pianta di frumento guadagnerebbe in altezza, mentre pressochè alla temperatura limite inferiore, la pianta guadagnerebbe in robustezza (più alto peso dell'unità di lunghezza del fusto e della radice). [Vedi tavola II].

Tale regola è trovata esatta anche su altre piante e per altre temperature. Così piante di favetta e di granone, allevate e mantenute ad una temperatura media di circa 25° (massima 29°, minima 22°), al confronto di controlli mantenuti ad una temperatura media di circa 18° (mass. 23°, min. 14°), hanno dato un rapporto p della parte aerea e della parte radicale, come dai numeri della tabella che segue: Avverto che i valori di p e di l si riferiscono alle piante fresche, appena svasate.

$$\frac{p}{l} \text{ della parte aerea;}$$

$$\text{Favetta } (18°) \quad \frac{p = \text{gr. } 10{,}45}{l = \text{ctm. } 22{,}30} = 46{,}86;$$

$$\text{Favetta } (25°) \quad \frac{p = \text{gr. } 11{,}12}{l = \text{ctm. } 32} = 34{,}75;$$

$$\text{Mais } (18°) \quad \frac{p = \text{gr. } 3{,}20}{l = \text{ctm. } 22} = 14{,}54;$$

$$\text{Mais } (25°) \quad \frac{p = \text{gr. } 4{,}07}{l = \text{ctm. } 32{,}50} = 12{,}52$$

Anche a queste condizioni sperimentali si è confermata la regola che in generale, con l'aumentare della temperatura, cresce, rispetto a piante di pari età (numero dei giorni di vita) ed a piante di pari sviluppo vegetativo, il valore della parte aerea, ma diminuisce quello della parte sotterra: ciò in conferma di quanto fu precedentemente esposto e su cui non ritornerò. Porto solo l'esempio di un caso intermedio, tra quelli numerosissimi sperimentali prodotti, col quale possiamo guardare complessivamente le variazioni prodotte nello sviluppo di piante allevate a differente temperatura: si tratta di piante aventi lo stesso numero di giorni di vita (seminate il 2 maggio, svasate il 18). Piante n. 9. Pesi di parti dissecate:

	Favetta a t. 18° (media).	Favetta a t. 25° (media).
parte epigea	gr. 2,91	gr. 3,30
residuo semi	» 2,76	» 2,10
parte ipogea	» 3,72	» 3,06
Totale	» 9,39	» 8,46

Tali piante si sono ottenute da semi che valevano in peso complessivamente gr. 10,86 e 10,59: si può perciò calcolare che, detraendo il valore dell'acqua di costituzione di essi semi (circa il 10 %), abbiamo arrestato la prova prima che il metabolismo del vegetale cominciasse a pesare in modo apprezzabile nella elaborazione della materia. In questo primo periodo di vita, le risorse del seme sono state dunque avviate in più grande proporzione verso la parte epigea nelle colture a più elevata temperatura e verso la parte ipogea nelle colture a temperatura più bassa. Il bilancio è in ambo i casi in perdita, essendosi avuta una diminuzione sopra la materia secca raccolta in confronto del peso secco dei semi. Tale diminuzione è però più accentuata nella serie di piante allevate a più alta temperatura, come risulta dai valori che si riportano:

	t. 18°	t. 25°
Peso originario semi	gr. 10,860	gr. 10,590
10 % acqua	» 1,086	» 1,059
Valore peso secco semi	gr. 9,774	gr. 9,531
Residui secchi seme recuperato	» 2,760	» 2,100
Peso sostanze consumate	gr. 7,014	gr. 7,431
Materia secca raccolta	» 6,630	» 6,360
Differenza in meno	gr. 0,384	gr. 1,071

Alla temperatura più alta (25°) lo sciupio del seme è dunque maggiore che alla temperatura più bassa (18°) nel primo periodo di sviluppo della favetta.

Gli stessi rilievi si possono condurre pure sopra granone, quando si esperimenti in identiche condizioni ambientali. Non riporto dati numerici onde non gravare sopra lo spazio comune: basti che io comunichi che i risultati sono concordanti. Devo però avvertire che quando si parli di sviluppo maggiore assunto dalla radice nell'un caso al confronto dell'altro, qualche volta si tratta di valori assoluti e qualche volta invece di valori relativi, cioè peso delle radici in rapporto al peso del fusto: le variazioni dipendono dalla specie vegetale su cui si è sperimentato, dalla sua età, dal grado di temperatura, ecc., ecc.

* * *

Ma tra i fattori aventi influenza sopra lo sviluppo del sistema radicale, quello che può essere considerato come spiccatamente predominante su tutti gli altri, e che può perciò ai danni dello sperimentatore incauto, determinare una vera inversione di risultati, è l'*umidità del terreno*. Ho già precedentemente messo in evidenza i termini di tale influenza in alcuni casi speciali e non è il caso di ripetersi.

Mi basta accennare al fatto, rilevato durante le prove numerose condotte avanti in quasi quattro anni di esperimenti: accadeva agli inizi di dover rilevare, per quello che riguarda lo sviluppo della radice, risultati contraddittori: sovente non erano le piante allevate a più fresca temperatura quelle che avevano uno sviluppo radicale più notevole, ma invece quelle allevate a temperatura più elevata. La causa di questo fatto apparve più tardi e fu eliminata: nelle urne riscaldate elettricamente la perdita dell'acqua, era, per cause ovvie, maggiore nell'unità di

tempo, che nelle urne a temperatura ambiente o raffreddate: di guisa che, fornendosi acqua di irrigazione contemporaneamente alle due serie di colture, avveniva che le colture in atmosfera riscaldata, in alcune ore del giorno, rimanevano con un terreno ad una percentuale di acqua molto più bassa che nell'altro: questo fatto era sufficiente a determinare, a favore della pianta che, anche per poche ore, aveva sofferto il secco, uno sviluppo radicale notevolmente maggiore delle colture di controllo.

Fu perciò necessario, nello studio dell'influenza dei singoli fattori, onde eliminare l'influenza predominante di questo e sottrarsi a così gravi disturbi nella valutazione di quelli, usare nelle prove la più meticolosa cura perchè mai avvenisse che il valore dell'umidità, in una serie, si abbassasse di troppo al disotto di quello di un'altra: io usavo rifornire di acqua le colture fino a due volte al giorno, ed, onde non eccedere nella fornitura, pesare esattamente le singole colture ricostituendo in ciascuna di esse, volta per volta, non più che la quantità di acqua perduta dal terreno e dalla pianta, anche se in dosi minime. Solo in tali condizioni è possibile sperimentalmente riconoscere il valore e l'influenza degli altri fattori ambientali. Da quanto è sopra accennato si rileva che i fattori di ambiente studiati, aventi maggiore influenza sopra lo sviluppo radicale, sono, per ordine di importanza, quelli che seguono:

umidità del terreno;
buona costituzione fisica (grana fine) di esso;
temperatura elevata;

Questi fattori, che agiscono dunque con diversa intensità, hanno però una azione sui vegetali studiati in un'unica direzione, determinando uno sviluppo minore (assolutamente o relativamente alla parte aerea) delle radici, in peso ed in superficie. Le condizioni contrarie ed opposte determinano fatti differenti e contrari; il sommarsi di due o tre condizioni ambientali del primo tipo determina un risultato maggiore, proporzionato al numero ed alla intensità dei fattori; l'associarsi di fattori opposti, determina al contrario una riduzione o correzione della azione di ciascuno di essi.

BIBLIOGRAFIA.

ANDRÉ CH., *Comp. rend. de l'Ac. des Sciences*, vol. CXII, 1891.
BERKMANN M., *Internat. Mitt. Bodenk.* (1913), n. 1.
BIALOBLOCKI, *Landw. Vers.*, 1870, vol. 13.
BRENCHLEY W. E., *The Annals of Applied Biology*. Vol. VI, n. 4. Londra (1920).
BRENCHLEY W. E. & JACKSON, *Annals of Botany*. Vol. 35, n. 140, 1921.
CANAVARI J., *Le Stazioni Agr. Sperim.*, vol. 45. Modena, (1912).
CANNON W. A., *Amer. Journ. of Botany*, vol. II. Lancaster (1915), n. 5.
CANNON W. A., *Carnegie Institute, Washington, Year Book*, 16 (1917).
CANNON W. A., *Plants World*. 21 (1918) n. 3.
CANTONI G., *L'agricoltura in Italia*, Milano, Hoepli, 1885.
DE GRAZIA S., *Le Stazioni Sperim. Agrarie Ital.*, vol. XLI (1908), p. 97, p. 689-703, p. 739.
GIGLIOLI, *Trattato di chimica agraria*. Portici, 1902.
HABERLANDT *Molte's Landw. Vers.* 1874.
JAMICSON T., *Proceedings of the Agric. Res. Association*.
JEAN F. C. e WEAVER J. E. *Root Behavior and Crop Yield under Irrigation*. Carnegie Instit. of Washington, sept. 1924.
KOSSOVICH, *Journ. Expt. Landw.*, 4 (1903), n. 4.

LECLERC DU SABLON, *Traité de physiologie végétale et agricole*, Paris, 1914.
MANGIN M., *Traité de Physique biologique*. Paris, Masson, 1901, p. 1124.
MUENCHER W. C., *Amer. Journ. of Botany*, 1922, vol. 9.
PFEFFER W., *Pysiologie végétale*, trad. Firedel. Paris, Schleicher, 1904.
POLLE R., *The Influence of Different Degrees of Soil Moisture Content and Soil*, ecc. « Journal Landw. », 58 B. H. 4, 1910.
RIVERA V., *Le Staz. Sperim. Agr. ital.* Vol. XLIX. Modena, 1916.
RIVERA. *Atti della Soc. Agron. ital.*, n. 3. Roma, 1924.
RIVERA, V., *Il problema agronomico*, ecc. Libreria di scienze e lettere. Roma, 1924.
SACHS, *Jahresb. Wiss. Bot.* II, 1860, 338 e 365.
SACHS, *Botanique*. Trad. v. Tieghem. Paris
SCHUMACHER W., *Jahresb. d. Agriculturchem.*, 1864.
THIEGHEM (Van), *Jahresb. f. Agr.* 1903, 45.
TOLSKY A., *Jahresb. f. Agr.*, 1903, n. 45.
TROMMER M., *Landw. Jahrb.* Bayern, 1920.
UNGER, *Anatomie*, 1855, p. 309.
WOLHY E., *Forsch. Agr. Phys.* 20 (1898), n. 3.
WOLNY E., *Agr. Phys.*, 1891.
WOLNY E., *Forsch., Agr. Phys.*, 1898.

Prof. V. RIVERA, *Rome*. — **Influence de quelques conditions du sol sur le développement des racines de plantes herbacées communes.**

RÉSUMÉ

L'A. a effectué des expériences sur les facteurs du milieu qui provoquent dans le froment, le maïs, la féverolle, dès le début un allongement de la racine, en la rendant en même temps plus vigoureuse. Ce développement radical a été déterminé respectivement en rapport avec sa valeur absolue, avec la portion aérienne de la plante, avec la longueur de la même racine et finalement on a déterminé le rapport entre le poids et la longueur de l'organ en question. En effet, le poid-d'un centimètre de racine résulte plus élevé dans les plantes cultivées à des tempés ratures plus basses ou dans un terrain pauvre en eau ou même lors des cas où le sol présente une grosseur remarquable de ses particules. Pareillement, le *rendement utile* de la substance de la graine se montre un peu plus grand à températures plus basses.

Prof. V. RIVERA, *Rome*. — **Influence of some Soil Conditions on the Growth of the Roots of Common Plants.**

ABSTRACT.

The Author experimented in order to establish the influence of environmental conditions on the growth or the vigor of the roots of cereals, maize and beans. This influence can be calculated either with regard to the absolute value of the aerial part of the plant, or with regard to the length of the root, or with regard to the relation between weight and length, the weight of 1 cm. root being higher in the case of plants grown in a colder climate or on comparatively dry soil, or, sometimes, in the case of larger soil particles. Accordingly, the substance of seeds renders a larger yield at low temperatures.

Dr. V. Uhlela.
Brno, Czechoslovakia.

TITRE:

THE INFLUENCE OF SOIL ON THE DEVELOPMENT OF WATER PLANTS

Dr. R. V. Allison,
New Brunswick N. J., U. S. A.

THE INFLUENCE OF PLANT GROWTH UPON THE STATE OF AGGREGATION OF SOIL PARTICLES

In the time of the Ancients the mysterious development of the plant in its annual or biennial cycle from seed to seed was the cause of much serious speculation among the thoughtful people of the time. In fact, many fanciful hypotheses are recorded in the literature of this period by which it was thought to account for the wondrous forces which seemed to direct and control the beautiful transformations involved in this purely organic phenomenon.

Through the centuries that have followed, the mysticism with which the earlier philosophers clothed the natural behavior and response of plant life gradually gave way to a more tangible basis of understanding. By the close of the eighteenth century the nature of the relation of the plant to the soil was roughly understood. This development, to be sure, has followed more or less closely that of the primary sciences. In fact it is upon this background of truth that the numerous theories and hypotheses have been gradually developed which seem best to define and explain the complex relationships that have been found to exist between the plant and its environment.

While we can not touch even upon the more important points in the history of the development of this most interesting phase of the agricultural science, we may note that it has clearly led us to our present understanding of the fact that plant growth, universally, represents the definite response of more or less definite materials to the definite forces and conditions present in the environment with which it happens to be concerned.

The Relation of the Plant to the Soil.

During the last two decades the more rapid development of our knowledge of the chemical nature and physical structure of the soil is to be attributed, in no small part, to contemporaneous progress in physical and colloidal chemistry. This modern application of the physico-chemical sciences has been highly instrumental in developing our present understanding of the relation existing between the plant and the soil. In considering the ultimate relation of the plant to the soil, however,

one must note that with the exception of the recent hypothesis of Dr. Comber, no other very definite theory as yet has been put forward to indicate the actual relation of the absorbing system of the plant to the constituent particles of soil.

The idea more commonly prevalent among plant physiologists seems to be that the plant roots obtain their mineral salts by assimilating them directly from the free soil solution. Comber's hypothesis, on the other hand, provides for a continuous system between the root hairs and the colloidal covering of the soil particles due to a natural cementing together of the two. By this means the electrolytes that are required from this source are regarded as moving from the soil directly into the plant system as through a single medium. Since the root system can come into direct contact with but a very small portion of the individual soil particles, however, this would seem to necessitate simple diffusion of soluble salts from particle to particle.

In the present communication no attempt will be made to indicate a definite mechanism to provide for this phase of assimilation. We know that certain of the inorganic constituents of the soil enter the plant in proportions that are in accord with the requirements of its metabolism and also that they undoubtedly enter only in their dissociated form as ions or radicals. With regard to the elements held in the soil in an absorbed condition, they are to be regarded as readily available to the plant whether removed directly into the root system or after first passing into solution. In this, it is understood that with the impoverishment of the soil solution in certain elements as the result of plant growth, the consequent movement of such of these as are present in the soil mass in an absorbed condition is out from the interior as well as from the exterior surfaces of the soil particles and that the equilibrium adjustments that are constantly occurring both upon the inner and outer surfaces of the structures probably procede very rapidly. It is furthermore certain that such elements, once withdrawn from the soil complex and built into the organic structure of the plant, represent up to a certain extent at least, a permanent loss to the former system.

The fact that this assimilation by the plant of the individual ions or radicals of different compounds is, in many cases, distinctly differential, is highly important in any consideration of the relation of plant growth to the consequent structure of the soil. Thus, if nitrogen be supplied to the plant in the form of a nitrate in which the base is not required to the same extent as the acid radical, as the plant grows the medium will tend to become alkaline due to the fact that the nitrate radical is taken up more rapidly than the basic element and the latter is thus left to accumulate as a residue. This tendency is observed with particular readiness in solution cultures. On the other hand if the nitrogen is supplied in the form of ammonium chloride or sulfate, the medium will tend to become more acid, or at least less saturated with bases, as growth progresses. The nature of this tendency will be better understood from the graphs of figure 45.

The data upon which these graphs are based were derived from two series of cultures with barley in the percolator type of culture vessel recently described in *Soil Science* (17, p. 97). One series of these cultures was in sand and the other in soil. Both were given adequate fertilizer treatment with the nitrogen in the form of sodium nitrate. In this method of culture, as described earlier, the solution upon

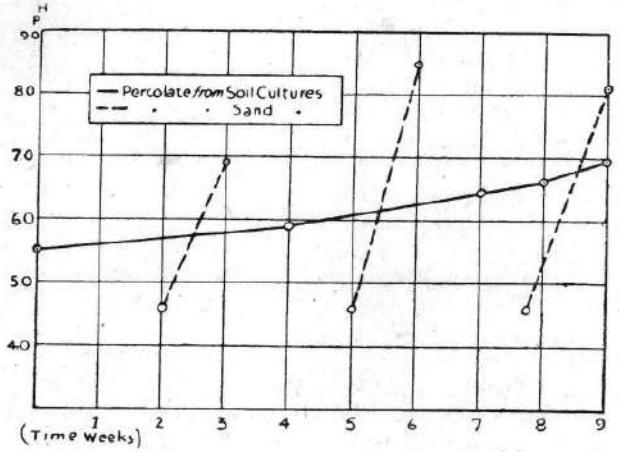


FIG. 45. — The effect of plant growth upon the reaction of a percolating nutrient solution through soil versus sand as a substratum.

which the plants depend for their mineral nourishment was repeatedly passed through the substratum daily, the volume each time being made up to a liter. In the case of the sand cultures it was found necessary to renew the solution at least once a week, especially after the plants had become somewhat developed. This was due largely to the fact that with the reaction of the solution changing so rapidly, trouble was anticipated with regard to the availability of iron to the plants. It was also found that the solution sometimes became badly contaminated with algae if passed through the cultures for longer periods. In the case of the soil cultures, however, the same solution was continued through the cultures without changing throughout the period of growth.

While the quantitative values are not given for the plant development as necessary to the present consideration, it should be noted that the growth of barley in both series was comparably vigorous. The nature of the development in the sand cultures is indicated by the rapidity of the change in the H-ion concentration of the percolating solution, particularly in the later periods.

It is seen that in the case of the sand cultures the reaction of the solution, though renewed each week, changes with great rapidity as compared with that of the soil cultures. In both instances these tests for the concentration of the H-ion were made colorimetrically upon the percolating solutions. According to tests by the same method upon the soil of these cultures, the reaction change was found to be comparatively slight. Without doubt if it had been tested in suspension, electrometrically, the change in reaction would have been found to be even less. Thus the capacity of the plant to bring about this change in reaction as well as the buffer qualities of the soil which prevent sudden or extensive changes of reaction from such a cause are here illustrated in a striking manner. In similar studies with potassium nitrate, quite the same results were obtained when this salt was substituted for sodium

nitrate. With ammonium sulfate, however, the tendency in this respect, as might be expected, was quite in the opposite direction.

Aside from the straightforward chemical transformation of these materials, residual to assimilation, to less soluble forms, the buffer quality of the soil that has been noted so frequently in connection with studies of this nature is doubtless due, in no small part, to the capacity of its so-called zeolitic portion for removing such materials from solution by physical adsorption. This reaction, however, being largely one of an exchange nature, is, up to a certain point at least, scarcely to be distinguished from one of a chemical nature.

In ordinary soils, whatever zeolitic material enters into its composition may be present in any degree of saturation with regard to calcium and other cations, respectively. For this reason, the nature and extent of the response of a soil in respect to its buffering capacity must necessarily depend, from the physical standpoint, first, upon the amount of reactive material present; second, upon the nature and degree of its saturation and third, upon the nature of the residue or other substances with which the reaction is to take place. Thus it is seen that the so-called buffer capacity of a soil, though it varies greatly among different soils, must have a limiting value in all cases and if treatment with a soil amendment which leaves behind a residue deleterious, for instance, to soil reaction be too long continued, the soil mass is due to become altered not only chemically but physically as well.

Thus it is interesting to note that the ammonium sulfate treated plot upon Broadbalk at Rothamsted still produces a good crop of wheat even after receiving eighty annual applications of this salt. A similarly treated plot in the New Jersey series, however, has become essentially sterile, for practical purposes, after less than fifteen such treatments. The soil in the former case is a heavy clay that had been treated heavily with lime some time prior to the beginning of the experiments. In the latter case it is a light Sassfras loam that usually has but a moderate content of lime. Under the former conditions, however, it has been observed that calcium is being lost rapidly so that in due time this soil, too, may be expected to become too acid for profitable cropping without the application of lime. In the opposite reaction tendency that appears with the application of sodium nitrate, the replacement of calcium by sodium in the zeolitic compounds ultimately develops serious changes in the physical nature and tilth of the soil. These points will be further discussed below and their bearing upon the present problem will there become more apparent.

It is indicated in the summary statement which has been distributed to the members of the congress that the tendency of plant growth to disperse the colloidal material of the soil was first observed while preparing undried, cropped and uncropped samples for colorimetric studies. It might be added that the effect has been observed to appear consistently in a great number of cultures with several different plants and under a variety of fertilizer treatments.

Certain inimical results from the use of fertilizer salts were emphasized by KRÜGER as early as 1905, particularly in connection with the use of sodium nitrate. He, in common with many other workers in the past, associated the degeneration of the physical condition of the soil that results from applications of this salt to the development of a sodium residue and its subsequent transformation to sodium carbonate.

That this effect in the field is quite serious is understood from the fact that, in heavy soils in particular, the tilth usually becomes very bad and their culture is rendered both difficult and unsatisfactory under the circumstances of such treatment.

Upon the basis of his observations while working under field experimental conditions with fertilizers, MAUSBERG (1913) also makes special mention of sodium nitrate in this same connection. More recently HOAGLAND and MARTIN (1920) of California in studies upon the effect of plant growth upon the concentration of the soil solution report that a physical disturbance of the soil mass appeared concurrently with plant growth. Dr. KELLEY, also of California, and others have made numerous observations upon the use of sodium nitrate, particularly in citrus culture. Here the damaging effect of its long-continued use, without proper amendment, not only upon the physical and chemical condition of the soil but upon the health of the plants as well, has been considerably emphasized.

Perhaps the greatest difficulty in quantitative studies of the nature here undertaken is to find a satisfactory method for determining the degree of dispersion of the colloidal material of the soil. The customary procedure of suspending it in distilled water was adopted. The real significance of the results, so far as the soil *in situ* is concerned, may be seriously questioned, however, because of the manifold factors involved in such a procedure. As a single instance of this, one has but to consider the proportion of soil to water that is to be used in the preparation of the suspension. A series of graphs, figures 46_a and 46_b, will indicate the complex nature of this factor alone. The soils used in the pot cultures upon which these graphs are based was a Sasfrass gravelly loam. The fertilizer treatment was uniform in all with sodium nitrate as the source of nitrogen, in I, and ammonium sulfate in II. Those so indicated were cropped with rye for a definite period while the others were held fallow. The ordinates of the graphs represent the relative amounts of suspended material (mgm. per 100 cc.) obtained with the corresponding quantity of soil indicated on the mantissa.

With the cropped soil that had received sodium nitrate, the amount of material remaining is suspension increased continuously with increasing amounts of soil while with the fallow soil it increased to a maximum at about ten grams per 100 cc. and then decreased. In the case of soils receiving ammonium sulfate, however, the suspended material for the cropped soil increased to a maximum at about 20 grams and then decreased while the fallow soil receiving the same fertilizer treatment was found to fall off rapidly in the quantity of suspendable material until at 10 grams per 100 cc., the supernatant liquid was practically clear. In this series the H-ion concentration of the suspending medium was determined and in no cases can the significant changes in the degree of flocculation be attributed to variations in this value resulting from the use of the different quantities of soil indicated.

The duration and severity of shaking are further factors that are difficult to determine in studies of this nature, where it is desirable to correlate the results obtained with conditions existing in the soil mass under natural conditions.

In field studies to be reported below in some detail, the quantity of moist soil used was equivalent to two grams of the air dried material, while in the laboratory series with popcorn, twenty-five grams were used. In either case the samples were placed in 100 cc. shaking cylinders, 100 cc. of distilled water added

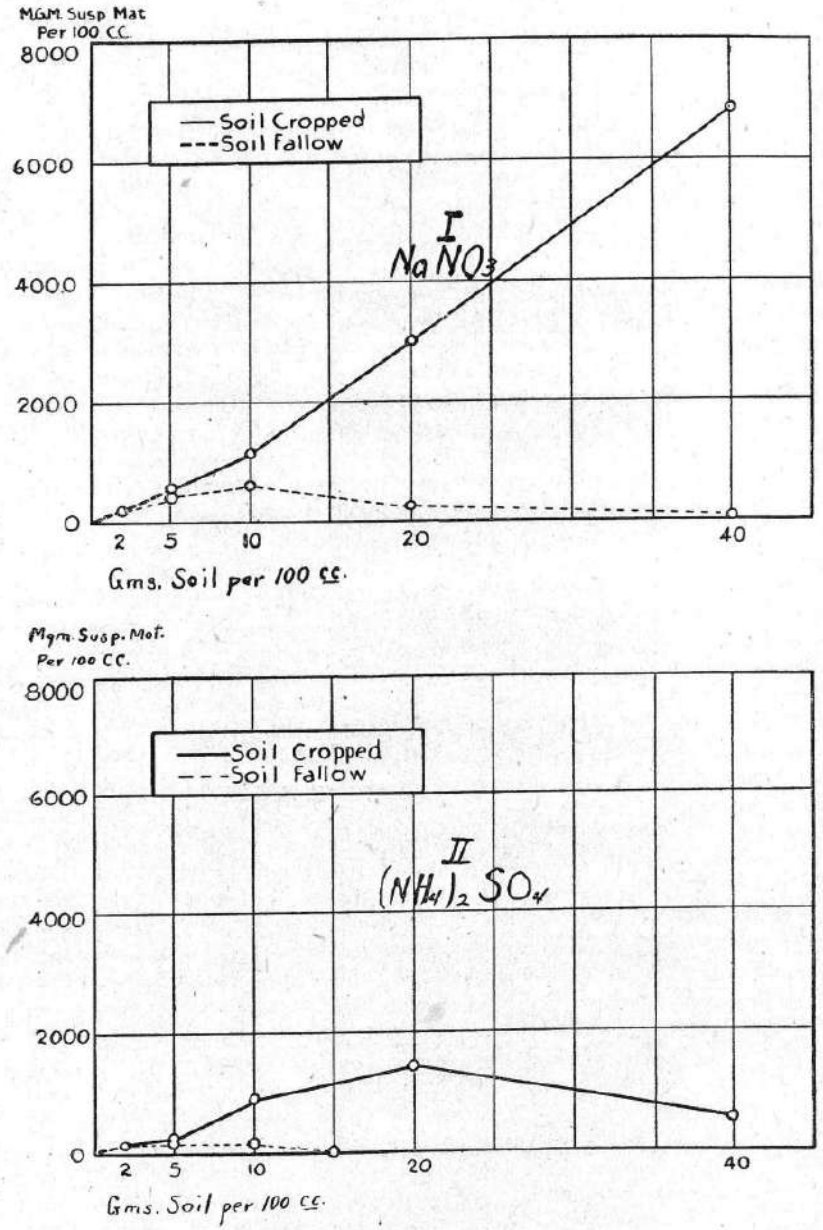


FIG. 46 *a* and 46 *b*.

The effect of varying the quantity of differently treated soil with regard to cropping upon the results obtained in studies upon their rates of sedimentation.

and the whole system agitated by inverting for one hour at the rate of thirty times per minute. They were then permitted to stand in the dark at a constant temperature of 28° C. for 24 hours. The upper 70 cc. (10.5 cm) were then drawn off and the quantity of suspended inorganic material determined in the whole or an aliquot part by precipitating, filtering, igniting and weighing. The value so found has been calculated to 100 cc. and so reported.

As already noted, practically all observations that have been made upon the soils of greenhouse cultures carried out as indicated above have consistently pointed to the same specific tendency of plant growth in its effect upon the degree of aggregation of the soil particles. For this reason, the popcorn series, wherein sodium nitrate was used as a source of nitrogen, will alone be presented in detail at this time as a basis for discussing the theoretical nature of the effect. These cultures were prepared particularly to determine the progressive nature of the tendency through successive stages of plant growth and consequently the plants were removed at the intervals noted and the proper studies carried out upon the soils at the time of harvest. In the attempts of following this effect under natural conditions in the field, however, it will be found that here any tendency of this nature on the part of the growing crop is rendered still more complicated by a number of additional factors that are contemporaneously active in a variety of directions.

Green-house Cultures.

For the purpose indicated above, the pop-corn cultures were prepared in glazed, earthenware pots which conveniently held 1.4 kg of soil. The soil used was a mixture of ten percent heavy Elkton silt loam and ninety percent Sassfrass loam. The quantity used was kept small and the application of fertilizers made comparatively heavy in order to secure a maximum effect in a minimum of time. Minerals were applied to all the cultures at the rate of 1500 pounds of acid phosphate and 200 pound of potash as potassium sulfate per conventional acre. In the particular series to be described, Series I, all cultures received sodium nitrate as a source of nitrogen at the rate of 1500 pounds per acre. Cultures 1-8 inclusive were cropped while those of 9-11 were held fallow as checks.

In all the cultures indicated as cropped the pop-corn seed were planted on March 8th and the last set harvested May 1st, giving for those cultures harvested as the last of the series a maximum growing period of fifty-four days. Upon removing the plants from the cultures, besides tabulating their total dry weight, studies were also made upon the H-ion concentration of the soil, the relative concentration of the soil solution by the lowering of the freezing point, the quantity of nitrate nitrogen present and the degree of dispersion of the colloidal material. The data will be presented and discussed largely as graphs.

The effect of plant growth upon the stability of the finer fraction of the soil is well shown in figure 47, Planche XII. Here each of the cylinders, prepared as outlined above, represents the soil from a different one of the cultures at the time of harvest and they are numbered according to the date upon which the crop was removed. Each cylinder thus refers successively to the successive points upon the graphs of figures 48 and 49 below which in turn refer to the dates of harvest as there indicated on the abscissa. It should be noted that the uncropped cultures regularly gave results

PLANCHE XII.
PLATE XII.
TAFEL XII.
TAVOLA XII.

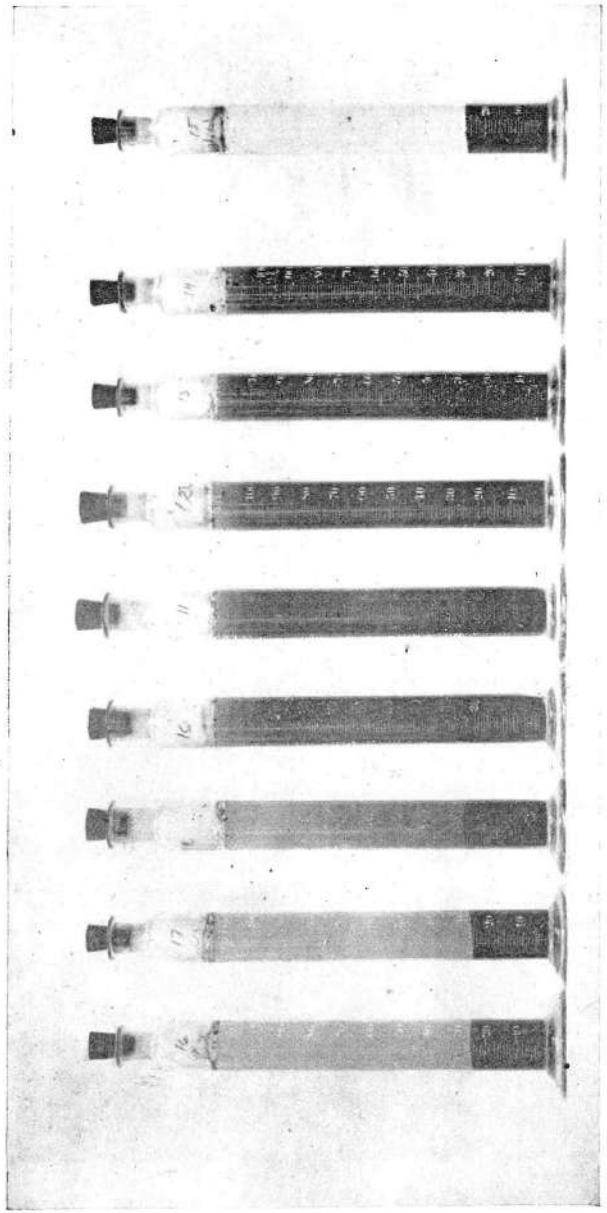


FIG. 47. — The effect of plant growth upon the stability of the finer fraction of the soil.

similar to those indicated in cylinder 1 before the plants were large enough to be effective in this way. The progress of deflocculation with plant growth is very evident. It should be noted that this series of cylinders were of necessity prepared after the last cultures had been removed. Thus the soils of the cultures harvested earlier had been stored for somewhat more than a month before this special series of cylinders were prepared.

The progressive dispersion of the colloidal material of the soil at successive periods in the development of popcorn in series I.

Number of cylinder in plate (Left-right)	Period of Growth (days)	Dry Weight (Grams)
1	14	3670
2	19	8450
3	26	1.3645
4	31	4.5800
5	36	9.2270
6	42	11.1020
7	48	17.4200
8	54	19.8600
9 (As 8 with Inoc. Sulfur.)	54	21.1700

This effect upon the soil was found to be quite permanent, however, and it is thought that this short period of storage did not greatly alter the effect that is displayed in the figure as compared to the quantitative values shown in the graph of figure 4. These latter of course indicate the results of tests conducted at the time of harvest. The permanence of the effect was also tested experimentally. Thus upon some rye cultures in which Sassfrass gravelley loam with 25 percent clay was used as substratum, the following results were obtained.

TABLE 1.

The effect of storage of the moist soils upon the deflocculation effect produced by plant growth.

Culture	Treatment	Cropping	Susp. Mat. per 100 CC.		Dep. of freezing point C/10
			Time of Harvest	After 7 Mo.	
12	$NaNO_3$	Cropped	.7475 Mgm.	.4500 mgm.	.013
		Fallow	.0695	.0350	.053
15	$(NH_4)_2SO_4$	Cropped	.2400	.1650	.019
		Fallow	.0100	.0060	.046

The depression of the concentration of the soil solution as a result of cropping is also apparent from the considerable decrease in the lowering of the freezing point that is indicated in the last column of the table.

To test the permanence of the effect in the case of the pop-corn series, the soil of series 8, the last set harvested, was compared with that of the uncropped cultures 9-11 after all had been stored ten months, and it was found that the degree of dispersion in the cropped soil was still four times that in the fallow soil under the conditions of measurement that have been defined above.

The graphs of figures 48 and 49 have been prepared upon the same scale and thus, for comparison, are superimposable. It is observed that those for 49 have been inverted. This has been done in order to facilitate the comparison of the direction and extent of the changes which they represent, respectively, with those of figure 4. They show at the different periods indicated the total dry weight of the plants harvested, the degree of deflocculation of the soil, the relative concentration of the soil solution and the quantity of nitrogen present in the soil as nitrates.

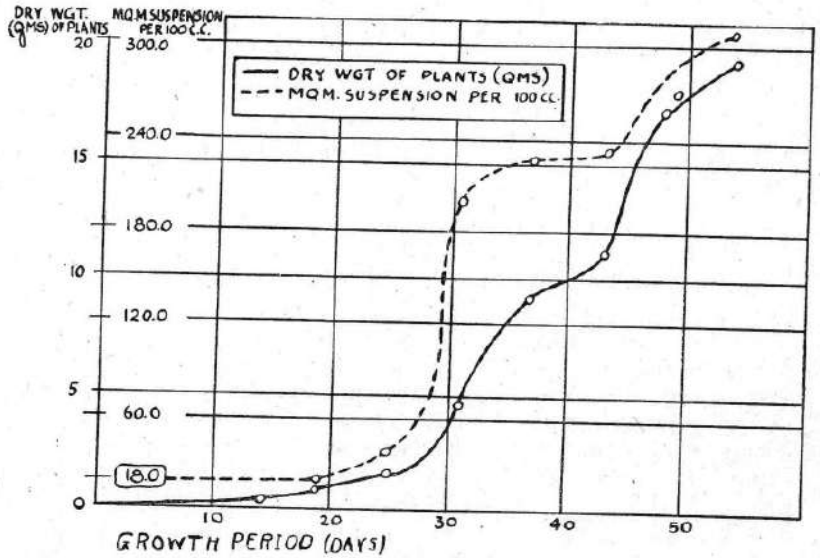


FIG. 48. — Graphs showing the dry weight of plant material developed (grams) and the relative amount of soil material remaining in suspension at the successive periods of harvest indicated.

In figure 4 the curve showing the increase in the dispersion of the colloidal material of the soil is seen to follow, in a general way, the increase in dry weight of the plants as well as the assimilation of the nitrate radical and the depression of the total concentration of the soil solution as indicated in figure 5. The pauses that are to be noted in the development of the plant (as expressed by the increase in dry weight) are of interest. The first referred to occurs at about the fortyday period and the second is beginning at the time of harvest. While without doubt the earlier pause is more fundamentally physiological in being the result of a natural cessation of certain phases of metabolism with perhaps the acceleration of others, the latter is most likely expressive of some limiting factor, probably nitrogen.

At the first break in the dry weight curve, it is seen that the rate of assimilation apparently decreases. That this is probably the case would appear from the increase in the concentration of the soil solution as expressed by the cryoscopic curve as well as the sedimentation curve which breaks over at this point and then starts upward again, as does the cryoscopic curve, with the resumption of normal assimilation. A subsequent similarity occurs in the behavior of these same curves as the final break in the dry weight occurs. This is due, without doubt, as was suggested, to limiting factors in the form of properly available salts, probably nitrogen.

With regard to the discussion of these points which it will be seen are somewhat incidental to the main study, it is emphasized that, for their definite establishment, a much more detailed examination of the question is necessary. Their considera-

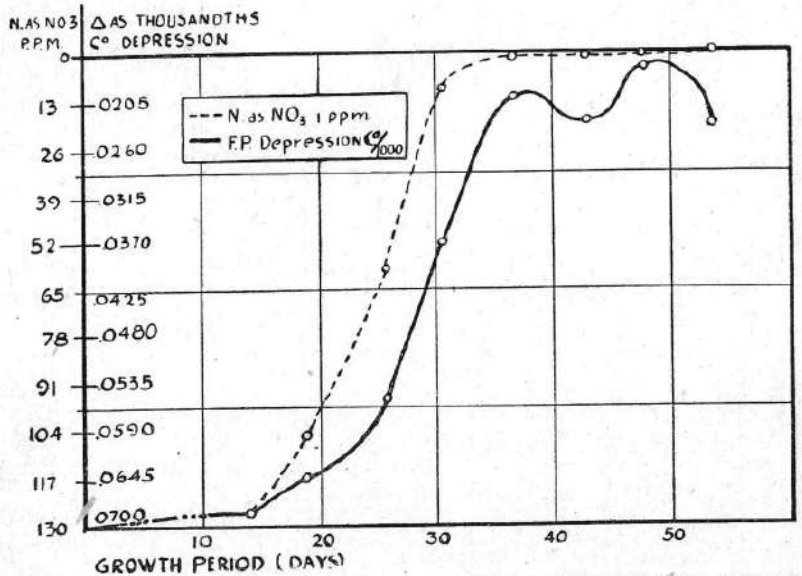


FIG. 49. — Graphs drawn to the same scale as those of figure 4 to show the relation of the assimilation of the nitrate radical and the progressive depression of the concentration of the soil solution to the change in the degree of dispersion of the colloidal materials of the soil.

tion gives rise to numerous interesting questions. For instance if the first pause in growth be real and the correlation of increased concentration of the soil solution and decrease in the rate of deflocculation of the colloidal material be genuine, it would be interesting to know whether the relation of the salts of the soil to the plant is purely static at the time of this occurrence or whether electrolytes may not be leaving the plant during this period. The whole problem, in fact, is complicated by the possibility of discharge by the plant of organic and inorganic materials into the soil. Data is available in the literature which indicates that certain plants, in one way or another, may lose or give up to the soil a considerable portion of their ash constituents at certain stages in the progress of their development.

The relation of plant growth to the equilibrium of the soil colloids and the interpretation of this effect on the part of the plant in peptizing in finer fraction of the soil as comparable of the similar effect of washing these materials free of their adsorbed salts is borne out by the results of certain studies which will be briefly described before passing on to the studies carried out under field conditions.

The first of these studies involves soils from the pop-corn series I and II. The latter which is not described above, involves the application of inoculated sulfur to a series of cultures identical in treatment and arrangement with that of Series I to study its effectiveness in preventing this deflocculating effect of plant growth. Studies of this nature were also carried out with lime, and acid phosphate, and with certain physical treatments, but this phase of the work will not be discussed in detail at this time. Soils from these two series (at the sixth harvest period) were subjected to repeated sedimentation with the results indicated in the table.

TABLE 2.

The effect of washing by continued resuspension upon the stability of the colloidal material of cropped and fallow soils with and without inoculated sulfur.

Series		Mgm. Susp. Mat. per 100 CC.				
		1st Sed.	2d Sed.	3d Sed.	4th Sed.	Total
I*	1 Cropped . . .	235.0	252.5	204.5	143.5	835.0
	2 Fallow	82.0	280.0	269.0	162.0	793.0
II**	1 Cropped. . . .	4.0	33.2	267.0	267.0	571.0
	2 Fallow	5.8	66.0	297.0	285.0	653.0

* Soil from culture of regular series at 42 days.

** As above but treated with inoculated sulfur.

While the results of but four successive sedimentations are indicated, it is seen that the values for the fallow soil of series I, subsequent to the first treatment, rise sharply in successive sedimentations so that the sum of the four for the uncropped soil does not differ greatly from that of the cropped soil. In the case of the sulfur treated soil the rise is somewhat slower but here likewise it is indicated that if the treatments be carried far enough the total amount of suspendable material would be about the same as in the case of the soils receiving sulfur. The effectiveness of sulfur oxidation in controlling this effect is plainly apparent. It is further evidenced in figure 3 where tube 9 represents a culture comparable to that of 8 in point of fertilizer treatment and time of harvest and differing from it only in that it had received a treatment of inoculated sulfur. Indeed the dry weight of plant material removed from it was actually greater than from those cultures not receiving such a treatment. It would appear that if this flocculation in the case of the sulfur treated soils is due to the adsorption of hydrogen ions arising from the acid produced by the oxidation of this material, these ions must be rather readily removable since the effect is apparently so reversible.

From the results of these studies upon the effect of continuous dilution upon the stability of the colloidal material of the soil, it is apparent that it is this concentration and dilution factor that is active in the tests reported earlier under figure 2, where the effect of the variation in the quantity of soil used is reported. This with an appreciable concentration of salts present, increasing the amount of soil used in the same volume of water, besides improving the physical conditions for flocculation, tends to give a higher concentration of soluble salts which will also act in accelerating the reaction.

An analogous effect through the washing of a clay soil has been obtained in another study of quite a different type. In this, the air dried soil was firmly packed into cylinders so devised that a constant pressure of 1 cc. of water or solution would be maintained above the upper surface of the soil column. The lower end of the column was covered with a filter paper and so arranged that the free percolate

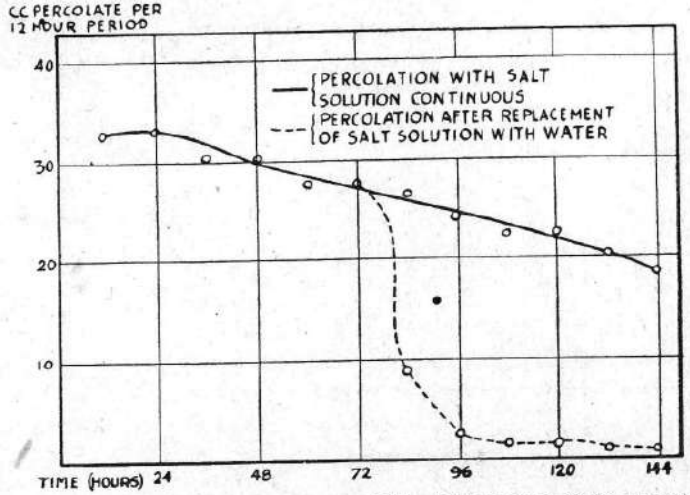


FIG. 50. — The effect upon the permeability of ist structure of the moment of soluble salts from the soil mass with which they are in equilibrium.

was caught in a glass bottle and at the same time protected against evaporation. For the present, it will be sufficient to note that with the application of a 75 % solution of sodium nitrate, the rate of percolation (measured by the volume of liquid passing through per twelve hour period) was quite uniform in all the tubes and fell off but gradually as indicated by the continuous line in the graph of figure 50. With the replacement of the salt solution by distilled water, however, the rate of percolation in the tubes so treated fell off sharply. The effect upon the soil structure of the removal of soluble salts in equilibrium with the soil system will be referred to again.

The possibility of the importance of this washing effect in the field as responsible for the deflocculating action of salt applications, particularly upon heavy soils, is scarcely to be doubted. SHARP, of California, found this effect to be particularly severe in his studies upon the toxicity of alkali salts upon plant growth

in a Davis silt loam. These cultures being in cylinders and exposed to the weather, the progressive change in the physical structure of the soil that followed sucessive rainfalls quite diverted the study from its original purpose to one of the effect noted. It is thought that these changes in soil structure that have been observed rather frequently to follow upon the physical removal of the salt concentration from the soil system by washing may be found to have much in common with the tendencies towards similar changes in the soil mass which appear as a consequence of plant growth.

With regard to the studies under field conditions, a considerable number of the « A » and « B » plots of the wellknown nitrogen availability series at the New Jersey Station were sampled, while under crop, through the season of 1922. The soil of this series is a typical Sassfras loam and the crop growing at the time of this study

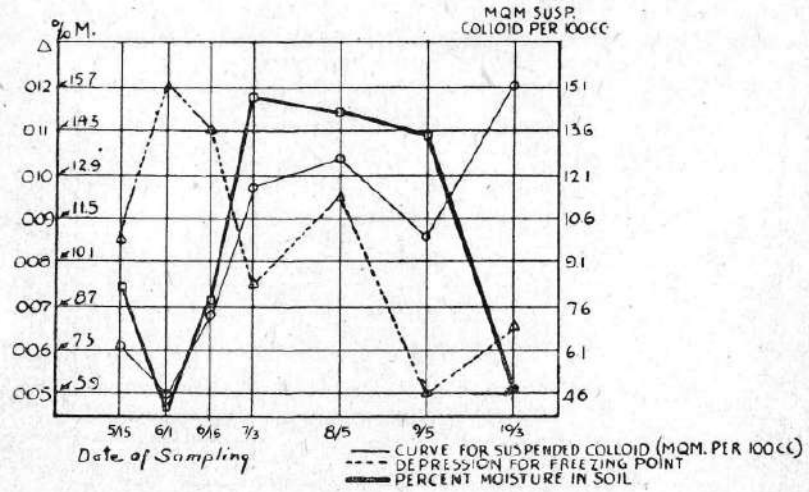


FIG. 51. — Average seasonal variations of soils under timothy. (From the " A " plots of N. J. Series) in moisture content relative total concentration of the soil solution and the degree of dispersion of soil colloids.

was timothy. It is important to note that a uniform system of crop rotation and fertilizer treatment has been applied to these plots during the past fifteen years. These two series of twenty plots each are duplicates with the exception that the « B » plots receive lime. Within each series a considerable variety of materials are applied as sources of nitrogen with appropriate untreated and mineral treated plots included as checks.

In all, fifteen of the « A » plots and nine of the « B » plots were sampled for these studies. In the earlier part of the season the samples were taken fortnightly but later the length of the period was doubled. In sampling, a composite sample was made up from 56 representative borings from the top six inches of soil from different parts of each plot. Modulus of rupture and sedimentation studies were carried out upon the undried soils while for determinations of the nitrate content, the H-ion

concentration and relative concentration of the soil solution, a portion of each sample was immediately dried.

The results of these investigations indicate the extremely complex nature of studies of this type carried out under uncontrolled conditions, particularly in regard to moisture. For brevity, only the average results for all the plots will be presented. In the graphs of figure 51 where the values have been plotted, it is seen that while the degree of deflocculation as well as the relative concentration of the soil solution varies greatly, there is a very well defined tendency for the former to increase and the latter to decrease as the season progresses. In fact, straight lines through the axes of these curves are found to lie practically diagonal to each other. By a study of the curve representing the water content of the soil at the time of sampling, the rather violent fluctuations that appear in the curves representing the relative concentration of the soil solution and the degree of flocculation of the soil material respectively, will be fairly well accounted for. Thus as the soil dries, the tendency is for the degree of dispersion of the soil to decrease and for the concentration of the soil solution to increase, this latter, in turn, also tending to increase the flocculation of the soil. With rainfall, however, both situations are reversed. This effect will be made clear in the table. Here it is seen that quite invariably the greater the moisture content of the soil, the lower is the concentration of the soil solution and the greater the dispersion of the colloidal material.

TABLE 3.

The relation of moisture content of field soils to the apparent concentration of the soil solution and the degree of dispersion of the colloidal materiol.

Plot No.	Date of Sampling	% Moisture	Mgm. Susp. Mat. per 100 CC.	Depression of f. p. in C.
8A.	June 15	5.96	6.8	0.013
	July 3	13.14	13.1	0.009
10A	June 15	7.17	7.2	0.013
	July 3	15.37	14.4	0.010
12A	June 15	7.30	5.3	0.013
	July 3	13.24	10.1	0.015
18A	June 15	5.58	3.0	0.012
	July 3	16.35	8.8	0.005

The same general effects that have been discussed for the « A » or unlimed soils are also found to appear, though in somewhat different manner, in the soils of the « B » or limed series. In this case, while the curve for the progressive dispersion of the soil material is somewhat less severe than that shown in figure 51 the unlimed series, it is found that the depression of the concentration of the soil solution seems to be rather more marked.

There remains the necessity of bringing together the various phases of the study into a summary discussion and of presenting a logical explanation for this inimical

effect upon the stability of the coolloidal fraction of the soil that has been attributed directly to plant growth. It has been suggested earlier that this effect is, without doubt, independent of reaction changes as such. In fact electrometric studies upon the H-ion concentration of the soil of the popcorn series indicate that the change in the pH of the substratum is scarcely appreciable. Whether the H and H-ions may be present and active in this connection in an absorbed condition alone, and as such are not present in a concentration measurable by the method indicated is entirely possible but as yet not definitely known.

In formulating anything of a definite picture of a colloidal particle of the soil in regard to the distribution of the materials that are thought to be concerned in the organisation of its complete structure under natural conditions, the principal difficulty encountered is, of course, the lack of accurate knowledge in regard to the nature and composition of its component parts as well as their arrangement relative to each other. By many, the colloidal clay particle is regarded as consisting of a fairly homogeneous gel, ultramicroscopic in size and surrounded by appropriate and properly alternated layers or shells of adsorbed elements. By others the term is understood to include particles larger, perhaps, in size, which still retain as their central cores consolidated bits of unweathered or incompletely weathered minerals which are coated over with the emulsoid material referred to above. Indeed Dr. COMBER has explained the very fundamental difference in the reaction of clay versus silt towards lime upon the basis of the predominance or lack of predominance of the emulsoid material over the mineral core. Thus, in the case of the former, due to the smallness of the individual particles, the mass of the emulsoid material is proportionally so much greater that the disperse system as a whole responds as an emulsoid. In the case of the larger or silt particles, however, the proportion of this material is unsufficient to dominate the response of the mineral core and the behaviour of the particle, as a whole, has been found ,in this case, to be of an entirely different character.

Whatever the nature of our ideas in this regard, careful physico-chemical studies have at all times been consistent in designating the clay particle of our average temperate soils as negatively charged. If materials receiving certain special treatments with iron or aluminium be excluded, it can safely be said that positively charged particles of clay from such soils have never been observed.

The source of this negative charge upon the surface of these particles has also been a matter of interesting speculation. Starting with the particle considered as having a consolidated core and regarding such a particle, for instance of orthoclase, as electrically inactive in its unweathered state, the explanation that has ben offered for the development of a negative charge of this nature is the weathering away of certain of the positive elements in excess of those of an acidic nature. Thus, through the action of natural agents, the loss by hydration of potash for instance, from such a particle, even in traces, was thought to be sufficient to develop surface potentials of the order usually observed. At the present time, however, the appearance of the negative charge so regularly associated with the colloidal matter of soils is more commonly attributed to an absorbed layer of hydroxyl ions held intimately upon the exterior surface of the individual particle. Regardless of whether the structure of the particle is consolidated, or made up of secondary particles and

thus presenting interior surfaces for adsorption, or yet a combination of the two, it is to be remembered that its surface potential will be determined by the active equilibrium of the elements appearing at its surface.

Such particles, however, while bearing negative charges of the nature indicated are of necessity in a very stable condition with regard to neighbouring particles similarly charged. Observations of this nature are most readily made with the materials in free suspension. This tendency towards stability under the conditions indicated is due to the fact that when the particles are brought to such a condition that the negative charge upon their surfaces is dominant, they repel each other vigorously and, if sufficiently small, when placed in suspension they do not setlle out for a very long time.

The significance of this negative charge has been much investigated and its nature further established by studying the effect of a great range of electrolytes upon it. As a result of scores of such studies, it has long been a matter of common understanding that this negative charge, when present upon the surface of a clay particle, can be neutralized readily by the application of appropriate cations in the form of readily dissociable electrolytes. With the neutralization of the charge through the adsorption of the positive element, probably accomplished rather by exchange, the surface potential of the particles is diminished and, upon reaching a certain critical level the flocculation of the disperse system ensues in accordance with certain definite physical laws.

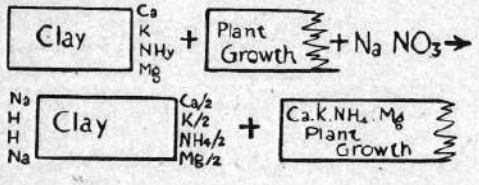
Starting, then, with the particle in a certain condition of equilibrium, let us consider the possible effect of plant growth upon the general deportment of such a material. Let us take tube 1, figure 47 as representing the fertilized soil in which but slight plant growth has occurred. (Measurements showed the degree of aggregation of the soil particles in this culture at this stage of plant growth to be quite comparable to that of the unplanted check cultures examined at the same time).

According to the behavior of the soil at this time, it is rather completely flocculated as a result of the fertilizer salts applied. Consequently little material is found to remain in suspension after the appointed time. In this stage the negative charge, resident upon the soil particle under certain conditions, is completely satisfied by the positive elements Ca., K., etc., which were present in the materials supplied and the particle is much less active when placed in an electrical field. That deflocculation ensues with the progress of growth is very apparent from the behavior of the soil in the succeeding cylinders. This same tendency is also strikingly apparent from the graphs upon the studies under field conditions in figure 3. It is doubtless due to the reduction of the free concentration of the soil solution and the consequent impoverishment of the colloidal materials of the soil in the adsorbed element responsible for the control of the surface potential of its constituent particles.

It is seen that the deflocculation effect is very severe in the last cylinders. Here the last trace of available nitrate has been removed, leaving a considerable residue of sodium ions, and growth has practically stopped. It is seen from the curves of figures 5 and 6 that the one representing growth, as expressed by increase in dry weight, is followed very closely by those for total concentration of the soil solution and the deflocculation of the soil material. Thus whether considered from the stand-

point of the field or laboratory studies, the effect of plant growth in breaking down the granular structure of the soil mass seems to be very distinct.

While it is through the removal of certain of the adsorbed cations from the system of the soil particle that the plant is active in the disintegration of the crumb structure of the soil mass, it must be remembered that the final condition of the soil in this respect will be determined. in arge part, by the nature of the ions which are available to enter upon the free bonds left vacant by the cations so removed. In the present study under controlled conditions where the use of sodium nitrate is reported as the source of nitrogen, the considerable sodium residue will be available for this purpose and without doubt it is due to its entrance into the adsorbing complex of the soil that the deflocculation effect has been so violent in the present studies that have been reported above. The relation, as far as the importantly active agents and materials are concerned may be indicated roughly as follows:



Here assimilation by the plant is arbitrarily indicated as responsible for the removal of one half of the adsorbed ions Ca., K., Mg., etc., with the consequent entrance of Na., H., etc. in their places, erspectively. It is essentially a basic exchange so far as the clay element is concerned, activated, however, by the needs of the growing plant for the elements withdrawn.

Considering the activity of sodium in this light, the deleterious effect of sodium nitrate upon the tilth of a heavy soil can be readily understood when this material is used continuously through a period of years without proper amendment to prevent the entrance of an excess of the cation into the soil complex. Any explanation as to just why the sodium ion is so active in the stabilization of a disperse system of the nature here considered has never found very general acceptance. Prof. WIEGNER, in reporting upon the « Relation of Basic Exchange and Degree of Dispersion » in such systems before another section of the present congress advances that the degree of stability in a disperse system resulting from an exchange reaction the theory is determined largely by the nature of the entering cation. Upon the basis of definite physical relations, he is able to show that, having given a definite cation, the consequence of its entrance into the system of a clay ultramicron upon the surface potential of the particle will be a definite function of its degree of hydration. Upon this basis the series Li., Na., K., Rb., and Cs., is presented as representing the increasing order of effectiveness of these elements as coagulators. Upon this basis, lithium should be still more effective than sodium in stabilizing a system containing clay as a disperse phase.

With regard to the stabilizing effect upon the soil particles that has been observed as due to washing, it is readily seen how, by simple diffusion, the cation swarm which exists as a « layer » or « shell » immediately adjacent to the negative element of the surface layer of the particle can be greatly reduced in thickness and the equilibrium relations impaired as à consequence in quite the same fashion as in the case of their removal by the growing plants.

The present discussion of the effect of plant growth upon the degree of aggregation of soil particles is briefly summarized by point as follows:

1. The beneficial cations of the salts of the soil solution are known to be present and affect the physical equilibrium of the soil particle in a very definite manner.

2. The relation involved is usually regarded as of a physical nature in that the tendency of these elements ,when preesent, is to neutralize the negative charge resident upon the surface of the soil particle in their absence. By keeping down the surface potential of these ultimate units the soil structure, the maintenance of a flocculated condition of the soil mass as a whole is materially promoted by the presence of appropriate cations. In this their condition is commonly referred to as one of adsorption.

3. The deportment of the various cations varies greatly in their relation to the behavior of the soil particles consequent to their entrance into its system. Their entrance is effected either by taking up free bonds as they become available or by active replacement of other elements already present.

4. The degree of hydration of the respective cations has been more recently presented as a basis of explanation for the great diversity of the behavior among cations in this connection.

5. The nourishment of the plant demands the appropriation and retention of this basis elements in greater proportion than the acidic elements.

6. The assimilation of calcium, ammonium, magnesium, and potassium by the plant system removes from the soil system those elements that are most importantly active in preserving that condition of equilibrium in the soil particle which is most conducive to the maintenance of satisfactory conditions of reaction and tilth in the soil mass.

7. In the entrance of the ions into the plant system, so far as the immediate physical condition of the soil is concerned, their loss to the soil system must be regarded as permanent to a very considerable extent.

8. Under uncontrolled conditions the ions that are most promptly available to replace this loss due to plant growth are such as sodium and hydrogen. Both are very bad in their tendency to reduce the degree of saturation of the soil in the desirable cations, particularly calcium. The presence of an excess of the former tends to develop a bad phsyical condition and an alkaline reaction in the soil mass while increasing numbers of the latter inclines the soil more and more towards an acid condition and eventually to a bad state of tilth as well.

9. In the present studies, due to the use of sodium nitrate as a source of nitrogen, the entrance of the sodium into the soil complex both by succession and replacement, is thought to be a considerable factor in the deflocculation of the soil mass that has been observed to accompany plant growth.

10. In considering the physical condition of the soil from this standpoint, attention is called to the importance of a sufficient supply of available calcium for the maintenance of that equilibrium condition of this element in the system of the individual soil particle that is most conducive to satisfactory tilth.

Dr. R. V. ALLISON, *New Brunswick, N. J. (Etats-Unis).* — **L'influence du développement des plantes sur l'état d'aggrégation des particules du sol.**

RÉSUMÉ

Au cours de ses études sur l'assimilation des engrais (spécialement des nitrates) par rapport à la réaction conséquente du sol, l'auteur observa une défloculation marquée, due apparemment à la croissance des plantes. Cet effet, observé pendant la préparation des sols pour les études colorimétriques était spécialement remarquable dans le cas de sols non-séchés.

L'auteur prépara des séries de cultures en pots, contenant 1.3 kg de sol, dans le but d'étudier de plus près les observations faites. Il employa exclusivement du maïs pour ce travail. Ces expériences furent conduites dans des conditions contrôlées parallèlement avec des cultures témoins, tenues sans végétation.

L'auteur fit des études cryoscopiques sur la concentration relative de la solution du sol, ainsi que des mesures quantitatives, par la méthode de sédimentation, du degré de dispersion de la matière dispersoïdale du sol, au moment des périodes de récolte, faite tous les 4-5 jours, pendant toute la période de végétation. La concentration individuelle en ions hydrogène et en radical nitrate fut mesurée également.

En représentant graphiquement la stabilité de la suspension du sol comparée avec l'augmentation en poids de la matière sèche de la plante, cette première courbe montre une augmentation remarquable dans la même direction, étant donc inversément proportionnelle à la diminution marquée de la concentration totale de la solution du sol, et aussi à la concentration individuelle du radical nitrate, laquelle descend jusqu'à zéro.

La variation totale dans la concentration des ions hydrogène des séries non traitées avec le soufre inoculé, mesurée par la méthode électrométrique, était à peine suffisante pour avoir quelque signification dans ce cas.

Cependant l'effet défloculant était complètement contrebalancé, en présence d'une quantité suffisante de soufre inoculé, quelle que puisse être la cause de cet effet en l'absence de soufre.

En général, l'effet parait être dû à la rupture de l'équilibre d'absorption des particules de sol et des sels de la solution du sol par l'assimilation des plantes. Ainsi la charge négative des particules — acquise probablement pendant leur effritement — qui, au commencement de l'expérience, était complètement satisfaite par l'absorption d'ions chargés d'une charge opposée — devient toujours plus dominante à fur et à mesure que des quantités croissantes de ces matières neutralisantes sont éliminées par la plante croissante; et la structure du sol devient toujours plus défloculée.

Dr. R. V. ALLISON, *New Brunswick N. J. (U. S. A.).* — **The influence of plant growth upon the state of aggregation of soil particles.**

ABSTRACT

During the progress of studies upon the relation of the assimilation of fertilizer salts (with special reference to nitrates) to the consequent reaction of the soil, a serious deflocculating effect, apparently due to plant growth, was observed during the preparation of the soils for colorimetric studies. This effect was particularly marked in the case of undried soils.

Special series of pot cultures, each of which involved 1.3 kilograms of soil, were prepared for the further study of this effect, pop-corn being used exclusively in this work. These cultures were carried out under controlled conditions with appropriately treated check cultures which were held fallow throughout the period of the experiment.

Cryoscopic studies upon the relative concentration of the soil solution as well as quantitative measurements, by sedimentation methods, of the degree of dispersion of the dispersoidal material of the soil were made at the successive harvest periods which were at intervals of 4-5 days throughout the period of plant development. The individual concentration of the H-ion and the nitrate radical were also measured.

When plotted along with the increase in dry weight of plant material, the stability of the soil suspension showed a most striking increase in the same direction, being thus inversely related to the marked decrease in the total concentration of the soil solution as well as to the individual concentration of the nitrate radical which was diminished quite to zero. The total change in the H-ion concentration in the series not treated with inoculated sulfur, as measured electrometrically, was scarcely sufficient to be significant in this connection. With a sufficient quantity of inoculated sulfure present, however, the deflocculating effect, whatever the cause of its occurrence in its absence, was completely counteracted.

In general, the effect is explained as due to the disturbance of the adsorption equilibrium of the soil particles with the salts of the soil solution by plant assimilation. Thus the negative charge of the particles — probably acquired during their weathering — which at the beginning of the experiment was completely satisfied by the adsorption of oppositely charged ions, becomes continuously more dominant as successive increments of these neutralizing materials are removed by the growing plant, the soil structure becoming progressively more deflocculated.

Ing. G. DEL PELO PARDI.

Roma.

LO STATO FISICO, CHIMICO E MICROBIOLOGICO DEL TERRENO AGRARIO IN DIPENDENZA DEI LAVORI E DELL'HUMUS IN RELAZIONE ALLE PIANTE COLTIVATE E PARTICOLARMENTE AL FRUMENTO.

Signore e Signori,

L'enorme concorso di scienziati di tutto il mondo a questa quarta Conferenza di Pedologia dimostra chiaramente come si vada formando la coscienza che tutti i problemi agricoli sono principalmente e squisitamente pedologici.

È alla terra madre, *l'alma parens* degli antichi, che è dovuto l'arcano compito di fornire all'uomo l'alimento che egli deve sapere ottenere con il suo studio ed il suo lavoro amoroso ed intelligente.

Permettete quindi ad un feticista di questa « *alma mater* » eternamente feconda, che in oltre 36 anni di studi, scruta e medita su di essa, di portare un modesto contributo, che è anche un contributo di amore, alla soluzione dei problemi che ad essa si riferiscono, esponendo una nuova concezione che permetta di vedere in una sintesi profonda, dalla quale si possa poi giungere più facilmente all'analisi la più sottile, il quadro completo delle leggi arcane che regolano l'universo e la vita: e perciò anche i fenomeni relativi al terreno agrario.

***

Gli studi ultimi sulla microbiologia, per i quali è provato che « l'effetto benefico dei batteri utili può essere contrariato o diminuito da una microfauna recentemente studiata » (P. DIFFLOTH « *Le sol et l'amélioration des terres* »); la ripresa della concezione di HUMBOLDT, di de CANDOLLE, di MACAIRE delle escrezioni radicolari alle quali vengono attribuite proprietà specifiche tossiche per le piante coltivate; l'azione di alcune sostanze sperimentate per la purificazione delle terre quali antitossiche, e quella dei concimi catalitici, hanno aperto l'orizzonte a nuove teorie sulla fertilizzazione delle terre.

Tali nuove teorie hanno riaccesa la discussione sull'efficacia dei concimi chimici, i quali, nei lunghi anni di esperienza e di pratica, hanno dato risultati grandemente disparati, ed anche nettamente negativi in alcune regioni a clima caldo secco, come la nostra Italia meridionale, specialmente per il grano.

E così noi possiamo constatare qua e là una tendenza a rimettere in tutto il suo onore il letame.

È quindi utile portare qualche elemento nuovo allo studio di un così impottante problema, quale quello del terreno agrario.

Il terreno agrario, come mezzo nel quale le piante vivono, deve essere considerato, più che una mescolanza di sostanze varie, come uno stato (fisico-chimico-microbiologico) di questa mescolanza che, nel suo complesso, si può definire *stato igienico*. A differenze di questo stato corrispondono differenze nello sviluppo fisiologico delle piante coltivate; deve quindi esistere un « optimum » di esso che consenta il massimo sviluppo e conseguentemente il massimo prodotto.

***

I fenomeni di circolazione degli elementi nutritivi sono dovuti all'attività di micro-organismi e sono quindi in relazione alla loro giusta moltiplicazione, la quale, è ovvio dirlo, dipende dalle condizioni di ambiente nel quale il ciclo vitale di questi micro-organismi si compie.

Queste condizioni di ambiente consistono essenzialmente in quel grado di coesione che permette le migliori condizioni di vita batterica.

Noi possiamo constatare che nei limiti della massima e minima coesione, argilla pura e sabbia scioltissima, non c'è possibilità di vita batterica, o quanto meno essa è minima, e non c'è quindi vegetazione. Un giusto stato medio deve rappresentare « *l'optimum* ».

Questo stato, ossia questo giusto grado di coesione, è ciò che il CARRADORI nel 1803 chiamò: « fertilità meccanica » e che fu riconosciuto in ogni tempo, e fin dagli antichi Georgici, come la principalissima fra le qualità di un terreno ottimo.

PLINIO il Vecchio nel cap. 3 del Libro XVII delle sue « Historiae mundi » dice che CATONE aveva scritto che l'*Ager* per essere *optimus* deve avere « *terram vero teneram quae vocetur pulla* » la quale « *erit igitur optima et operi et satis* » (ottima per il lavoro e per la semina). Ed a spiegare ancora meglio il concetto, PLINIO aggiunge: « *Intelligere modo libeat dictam mira significatione teneram et quidquid optari debet in eo vocabulo invenietur. Illa temperatae ubertatis, illa mollis facilisque cultura, nec madida nec sitiens* ». (Si esamini ora quale sia questa terra con così mirabile espressione chiamata tenera, ed in tale vocabolo si troverà tutto ciò che si deve desiderare. Essa di conveniente fertilità, essa soffice e facile a lavorarsi, nè troppo bagnata nè troppo asciutta).

VIRGILIO (*Georgiche*, L. II, v. 204) dice « *Nigra fere et presso pinguis sub vomere terra et cui putre solum, namque hoc imitamur arando, optima frumentis* ».

Si noti intanto quel « *imitamur arando* » del quale rileveremo fra poco la grande importanza, ed anche l'espressione *optima frumentis* che richiameremo più tardi.

Questi concetti li troviamo espressi pressochè con le stesse parole in tutti i Georgici successivi, da PALLÀDIO a PIETRO De CRESCENZI e, venendo giù giù, il CARRADORI già citato, scriveva nella sua Memoria « *Della fertilità della terra* »: « L'attitudine poi o capacità delle terre a nutrire i vegetabili, dipende dalla proprietà di imbeversi dei principi loro nutritivi e di somministrarne in copia a quelle parti che sono destinate ad assorbirgli. Ci vuole perciò nella terra una certa divisibilità congiunta ad una tal quale tenacità o forza di coesione e di attrazione per certe sostanze, perchè possa dar ricetto al nutrimento delle piante e facilmente trasmetterlo ad esse. *Onde è che certe terre sono sterili o perchè troppo tenaci o perchè troppo sciolte* ».

Noi possiamo oggi affermare, in base ad osservazioni, studi ed esperienze, che tale stato che abbiamo definito « l'*optimum* » non deve essere più considerato come un privilegio di questo o quel terreno, ma come un prodotto della intelligente ed amorosa attività dell'uomo.

Esso è dovuto appunto ai lavori di preparazione (*hoc imitamur arando*) ed all'humus, e perciò al letame che è la più ricca sorgente di questo.

***

Quanto ai lavori occorre subito dire che essi debbono essere considerati con concetti ben diversi da quelli attuali.

Non è qui il caso di svolgere questo importante argomento, poichè esso ha bisogno di un'ampia trattazione che si dovrà fare in altra sede. Ci limiteremo perciò a brevi considerazioni sulle arature.

Già il DEHERAIN, oltre trenta anni fa, « avendo iniziato le note ricerche sulla nitrificazione delle terre, concludeva a sfavore della tradizione di pratica e di scuola, elevata ad onore di legge fondamentale, dell'aratura per semplice rovesciamento delle fette di terra » (Ing. F. GIORDANO: « *La Motocoltura ad Arras e Grignon nel* 1913).

È veramente strano che una voce così autorevole sia rimasta ancora inascoltata ed attualmente, anzi, più che mai si insista sulla generalizzazione delle lavorazioni profonde e sul rovesciamento completo degli strati.

COLUMELLA, tanto per citare l'autore antico più generalmente conosciuto, scrisse che: « *Arare non è altro che sciogliere e fermentare la terra* (*R.R.* L. II, cap. II).

Questo concetto è rimasto inalterato durante tutto il corso dei secoli fino a noi.

Nel secolo XVI CAMILLO TARELLO, nel suo « *Ricordo di Agricoltura* » riferendosi al concetto di COLUMELLA così si esprimeva: « ... se lo arare si fa per iscogliere o tritare e far fermentare la terra, acciò che ella ci dia frutti in copia, arandola noi poche volte, cioè tre o quattro volte come abbiamo arato ed ariamo, possiamo in verità dire, non che la dissolviamo e facciamo fermentare; ma che la moviamo e voltiamo soltanto, per morire assolutamente di fame. Notate ed avvertite, dunque o leggitori ed agricoltori, che se volete che la terra vi produca delle biade assai, vi bisogna discioglierla e farla fermentare come ho detto. »

Egli arrivò alla conclusione che si doveva ridurre la coltivazione di tutte le terre alla metà, onde poter fare su questa otto lavori di aratura invece dei quattro che si facevano al suo tempo.

Occorre dire qui che con i buoni lavori si determina anche meccanicamente un'alterazione dello stato fisico del terreno. A ciò può far pensare la degenerazione colloidale che si riscontra nei terreni vulcanici dell'Agro Romano, eminentemente silicei, dovuta all'azione secolare della compressione dei piedi degli animali pascolanti, come osservò CELSO ULPIANI.

Per avere una chiara idea della possibilità e della facilità anche, con le quali una roccia possa cambiare il suo stato fisico, mostro i campioni dei diversi materiali con i quali viene formato qui in Roma lo strato nel quale vengono conficcati e poi battuti i selci della pavimentazione stradale.

Si tratta di sabbia gialla di formazione marina e proveniente più generalmente da Monte Mario, o di pozzolana rossa o grigia proveniente pressochè da tutto il nostro altipiano vulcanico. Sono dunque materiali eminentemente silicei-sabbiosi e capaci perciò di minima coesione.

Ebbene, questi materiali in un eccesso di umidità dovuta alla pioggia ed anche all'innaffiamento stradale, e sotto l'azione delle vibrazioni e del movimento delle rotaie del tramway, e specialmente nei giunti, si trasforma in pochissimo tempo, anzi si può dire pressochè immediatamente, in una poltiglia colloidale cinerea scura nella quale le caratteristiche fisiche sono assolutamente cambiate.

È utile, per una più chiara comprensione, esaminare anche lo scheletro ottenuto con il lavaggio della poltiglia; esso è ancora sabbioso.

Mostro anche uno strato di belletta colloidale formatasi sopra uno strato di sabbia grigia, pure di formazione marina, di quelle che si trovano sopra i banchi di argilla.

Il campione è stato preso appunto in una cava di argilla sulla via del Gelsomino ed in una porzione dell'interramento di un cuniculo antico costruito per raccolta di acqua, con tegole disposte a cappuccina e poggiate sul banco di argilla, su cui sovrasta tutto il banco di sabbia alto circa m. 10. Il passaggio dell'acqua attraverso questo strato produce infinitesime abrasioni continue, parte delle quali, depositandosi in lunghi secoli, hanno formato lo strato della belletta.

***

I molteplici lavori di aratura (PLINIO il giovane parla anche di nove) sono stati dunque il canone di una buona preparazione del terreno in ogni tempo; ed anche ai giorni nostri c'è chi ancora crede di praticarli usando il deprecato aratro chiodo.

Dico crede, poichè questi lavori sono invece, e da secoli, sia per quantità che per qualità e per gli istrumenti adoperati, ben diversi da quelli di un tempo molto lontano; ed il mondo tecnico moderno, sotto un certo punto di vista, non ha torto di giudicare misoneisti gli agricoltori che li praticano, ritenendoli i reprobi del progresso agrario.

Ma non sarà inutile rilevare che il Prof. G. D. MAYER della scuola Superiore di Portici, negli *Atti dell'Istituto Sperimentale di Meccanica Agraria, a. I*, 1923, scriveva che « ... non meraviglia che possa scriversi tuttavia una difesa del meridionale aratro-chiodo nei terreni aridi e sciolti, sui quali l'azione del versoio è poco efficace, e forse nocivo ed inutile l'effetto del capovolgimento.

Il Prof. MANVILLI dell'Istituto Bonafous di Torino, scriveva nel suo opuscolo « *Panem nostrum quotidianum* » (sic): Numerose esperienze hanno dimostrato che gli strati superficiali del terreno coltivato sono più ricchi in acido fosforico di quelli profondi ».

Anche P. DIFFLOTH citato, nel 1921, scriveva: « les poisons entraînés dans le sous-sol sont soustraits à l'oxydation. C'est peut-être une des raisons pour lesquelles il ne faut pas ramener brusquement ce sous-sol à la surface ». E nella Francia del sud è stato caldeggiato il pensiero di rinunciare al rivoltamento con l'aratro e di chiedere a successivi passaggi di coltivatori a denti flessibili la rottura più fina e profonda del terreno secondo il sistema JEAN.

D'altronde tutta una pleiade di *motocoltivatori* e di neocultori francesi agita le (*credute*) nuove teorie e cerca di affrettare il giorno preconizzato dal DÉHÉRAIN nel quale gli aratri saranno esiliati nel museo.

Nel fascicolo della *Rassegna Internazionale di Agronomia* (luglio-settembre 1923) dell'Istituto Internazionale di Agricoltura, sono riferite dal Dr. HERMANN KALIBRUNNER, ingegnere agronomo di Vienna tentativi fatti con il sistema di aratura senza il ribaltamento in Austria. (G. D. MAYER, « *Dissolvere e fermentare la terra* », *Giornale d'Italia agricolo*, del 4 novembre 1923).

Ma già il Prof. ADOLFO CASALI in un manuale intitolato « *L'Humus* », pubblicato nel 1896, che disgraziatamente è così poco conosciuto, mentre meriterebbe che fosse molto studiato e meditato, aveva scritto: « La zolla di terreno appena rovesciata dall'aratro ha una tinta grigio-scura dovuta ad humus maturo e diffuso; in capo a pochi giorni la zolla stessa risulta sbiadita, bianco grigiastra, e ciò in causa della totale scomparsa dell'humus stesso, per influenza dell'ossigeno ».

Questo fenomeno accennato dal CASALI è accentuatissimo nelle lavorazioni profonde estive, nei terreni tenaci, perchè le grosse zolle lasciano grandi vuoti nella massa del terreno lavorato e permettono perciò una maggiore possibilità di ossidazione anche dell'humus degli strati più profondi.

Oggi gli ultimi studi sui batteri anaerobici possono spiegare con concetti più rigorosamente scientifici la poca convenienza di portare in superficie gli strati profondi con un capovolgimento brusco e completo di essi.

Le arature meccaniche elevano a potenza tutti questi danni, aggiungendone altri specifici; ed anche le fresatrici, per altre considerazioni che possono essere intuitive dopo quanto ho esposto, non possono che riuscire dannosissime nella pratica. Le fresatrici avrebbero certamente fatto la felicità di TULL che fra il 1700 ed il 1800 credette che la terra ridotta in particelle finissime, costituisse il principale nutrimento delle piante. È interessante, da un punto di vista psicologico osservare che chi ha dato a queste macchine francesi il nome di *Effritteuses*», dal verbo «*effriter*» che significa esattamente impoverire un terreno, deve aver avuto, al di là della sua coscienza, ossia per un fenomeno di subcoscienza, la sensazione esatta della loro funzione.

Concludendo quindi per quanto riguarda i lavori di aratura, si può affermare che quelli consigliati della tecnica moderna in moltissimi casi non sono razionali nè per il modo, nè per il tempo nei quali sono eseguiti, e, nei terreni argillosi forti a sottosuolo impermeabile, non lo sono neanche per gli strumenti che vengono adoperati, poichè il moderno aratro che recentemente alcuni tecnici hanno chiamato «*nefasto*», lascia vacuosità nello strato inferiore della terra lavorata ed il sottosuolo irregolare, per il quale essendo impedito un facile esodo dell'acqua filtrante, si produce un eccesso di umidità, dannosissima all'igiene della terra ed, in alcuni climi, anche degli uomini; come s'è dimostrato in altra comunicazione fatta nella sezione B. della Prima commissione di questo alto Congresso.

Ritenendo quindi che non ci possa essere dubbio sulla grande importanza dei lavori, in relazione allo stato fisico del terreno, si fanno voti perchè i tecnici agrari vogliano portare la loro benevola attenzione a queste modeste osservazioni e vogliamo tener conto delle nuove direttive già da tempo indicate dall'esponente, circa l'importante problema della lavorazione del suolo.

***

Non è qui la sede per esporre quali debbono essere queste direttive; ma mi sia concesso dichiarare che è molto lunge da me il concetto che si debba ritornare «*sic et simpliciter*» all'antico, quantunque, giovà ripeterlo, ciò che si faceva nell'antichissima Roma (non nella Roma Imperiale) non è ciò che noi crediamo, che si facesse nella persuasione che le vecchie pratiche attuali siano le ancora antiche, giunte fino a noi (1).

La Storia rarissimamente ricalca le identiche orme, e sarebbe fare un gravissimo torto al progresso radioso della scienza moderna se non sapessimo trovare in esso gli elementi per stabilire sistemi che, pur tenendo conto della sapienza antica, integrino ed amplino questa, valendosi dei mezzi moderni.

(1) Basti solamente accennare che mentre generalmente si crede che l'odierno aratro-chiodo sia quello *virgiliano*, VIRGILIO, nella descrizione dell'aratro che egli fa nelle *Georgiche*, parla perfino di ruote [*imos currus*]; e che Plinio il Vecchio, che parla anche lui di aratro con ruote, enumera 4 specie diverse di vomeri!!... ed il cap. 48 del Libro XVIII delle sue *Historiae Mundi* è intitolato appunto «*Vomerum genera*».

Oggi è alla meccanica che dobbiamo domandare la risoluzione dell'importante problema della lavorazione della terra.

Chi vi parla, in oltre trentacinque anni di oservazioni, studi, ricerche, indagini e prove pratiche, è arrivato ad una concezione diversa dell'Agricoltura che basandosi appunto sullo studio profondo della prisca Agricoltura Latina e dell'a-*nimus* degli antichissimi agricoltori verso la sublime arte dei campi, considera sotto aspetti modernamente nuovi i problemi della lavorazione e sistemazionione del suolo e della igiene del terreno nel senso più ampio e generale; delle rotazioni e delle concimazioni, del seme, del modo di semina e delle cure culturali e, con speciale riferimento al grano, come base fondamentale dell' Agricoltura, risolve in modo diverso questi molteplici problemi colla creazione di mezzi meccanici nuovi, per i quali l'uomo non è più solamente l'integratore del bisogni meccanici delle macchine, poco o nulla potendo influire sul lavoro che esse compiono. Essi sono invece il mezzo moderno, ossia espressione caratteristica e saliente del periodo storico nel quale viviamo, con il quale l'uomo può eseguire meccanicamente, ossia più presto, più a buon mercato e meglio che non a mano, i lavori necessari per creare le condizioni di ambiente più adatte perchè la produzione delle piante coltivate sia esaltata al massimo grado.

Occorre qui dire che tuttociò non deve essere confuso nè con il metodo DEMTSCHINSKY, nè con altri sistemi russo-cinesi e perciò deve essere considerato cosa sostanzialemente diversa (anche se alle volte sembri che ci sia qualche punto di contatto) da ciò che oggi si chiama «*neocoltura*».

Tratterò in altra occasione questo importante e complesso problema riferendo il risultato dei miei studi e delle mie esperienze ed illustrando i mezzi meccanici nuovi già costruiti e sperimentati nella pratica della grande cultura.

Io sono a completa disposizione, di chiunque e dovunque perchè sia fatto un esame profondo e rigoroso dei miei concetti.

***

Venendo ora all'humus, esso fu in ogni tempo riconosciuto come l'ammendamento per eccellenza del terreno. È all'humus che si deve il giusto stato di coesione di imbibizione, di igroscopicità, di assorbimento del calore ecc. ossia di tutte le ottime caratteristiche fisiche del terreno che costituiscono la terra «*pulla*» decantata dagli antichi.

Se si considerano poi le enormi energie micro-biochimiche del letame, si vede subito come esso debba essere valutato non in base al contenuto di sostanze fertilizzanti, ma in base a questa sua più elevata funzione di correttivo completo della struttura fisica del terreno, in riguardo alla vita ed allo sviluppo delle forme batteriche; e perciò al processo di trasformazione e di circolazione degli elementi nutritivi.

Lo stato chimico di un terreno è quindi in relazione diretta al suo stato fisico e conseguentemente in diretta dipendenza, oltre che dai lavori, anche dall'humus, ossia dalle concimazioni organiche.

« Un portato dell'esperienza secolare si è che un terreno non può dirsi fertile se non quando, data la sua normale costituzione rispetto ai componenti minerali, non è provvisto di una certa quantità di humus» (CASALI, op. cit).

LIEBIG, colla sua teoria « che esclude il modo assoluto il concetto della nutrizione organica delle piante e propugna che l'humus si deve considerare utile soltanto per i prodotti del suo ultimo sfacelo, il biossido di carbonio e l'acqua », annullò pressochè completamente il valore agronomico del concime organico, per esaltare maggiormente l'efficacia dei concimi chimici, e fondò la dottrina dei *mineralisti* che ha avuto così grande sopravvento su quella degli *organicisti*.

Ma LIEBIG stesso manifestamente si contradice, poichè « mentre dichiara che l'humus è senza effetto nei terreni quando essi non contengono bastevoli quantità di costituenti fissi, dichiara altresì che se di due campi concimati colla stessa quantità di ingrassi minerali, l'uno sia ricco di materie organiche, questo darà un raccolto più copioso ». (CASALI, op. cit.).

Sta di fatto che il letame arricchisce il terreno di tutte le sostanze necessarie alle piante anche se esse non esistono nel letame stesso o vi si trovano in scarsa quantità.

Gli organicisti perciò, da SAUSSURE al nostro MALAGUTI, molto più genialmente hanno definito il letame « L'ingrasso per eccellenza, completo ed universale perchè racchiude tutti gli elementi utili non solo; ma questi nelle dovute forme, in quelle orme per le quali i nostri raccolti raggiungono il loro pieno sviluppo e perchè adatte a quasi tutte le produzioni del suolo ».

***

Gli ultimi studi sulla composizione della materia e sulla radio-attività, permettono ora di indirizzare le ricerche in un campo che si può chiamare di *Filosofia fisica*, per il quale è possibile portare un notevole contributo alla spiegazione di questi arcani fenomeni della efficacia completa del letame malgrado la sua deficiente composizione chimica, e della produzione della terra in generale.

La radiazione apparisce oramai come un fenomeno naturale e generale. FARADAY fin dal 1816 aveva accennato alla possibilità di un quarto stato della materia, il quale stato fu nuovamente formulato dal CROOKES che lo chiamò « *stato radiante* ». Si può quindi pensare che come nei fenomeni di radioattività conosciuti, così in ogni corpo, con intensità diversissime, avvengono emanazioni, e disintegrazioni atomiche le quali si possono considerare il passaggio ad una disgregazione ultima della materia, uguale per tutti i corpi, per la quale la materia stessa perde le sue qualità fisico-chimiche, e passa in uno stato che si può considerare fine del fisico e principio del metafisico, che le nostre cognizioni non possono più definire e che chiameremo: « *Minimo Fisico Primordiale* ».

Questo Minimo Fisico Primordiale si può considerare come il principio constituitivo del Cosmo, esteso nello spazio infinito.

Occorre notare che questo principio non deve essere confuso con l'ἄπειρον di ANASSIMANDRO, nè con il panteismo idealista di SENOFANE e PARMENIDE, di PLOTINO e PROCLO, di BRUNO e SPINOZA, di SCHELLING e di HEGEL, che pur si riduce all'unità ed alla identità della sostanza; nè con il panteismo orientale, nel

quale ricade il panteismo scientifico dei Cartesiani, nè con le *monadi* di LEIBNIZ, nè con gli *infinitamente piccoli* di LAPLACE; nè con la teroria degli *effluvi*, nè con quella dell'*Etere* e, tanto meno, con la *sostanza universale* di Lord KELVIN « omogenea e continua di struttura semplice che riempie tutto l'universo estendendosi fino ai più remoti confini dello spazio » (!). (Prof. R. ROGGERO, *Per intendere le Teorie di Einstein*).

Ancora meno poi il concetto del *minimo fisico primordiale* può essere confuso, od anche solo avvicinato, a tutte le concezioni immanentistiche o trascendentali come il *Tao* dei Cinesi, l'*Ente* degli eleatici, il *Logos* di ERACLITO, il *Noos* dei platonici o l'*Atmann* upanishadico.

Energie ignote che sono come il limite delle attività creatrici, e che chiameremo « *Minimi Fisici Determinanti* », agendo con azione specifica sul « *Minimo Fisico Primordiale* » provocano il passaggio di questo allo stato di « *Minimo Fisico* (o Minimo Chimico) *Determinato* » ossia l'atomo dei diversi corpi. L'atomo si forma ovunque nell'Universo.

Così ancora si determina la vita nella sua espressione elementare, per la formazione di « *Minimi Biologici Determinati* » derivanti da azioni e reazioni che avvengono in condizioni speciali, attraverso le formazioni colloidali, tra « *Minimo Fisico Primordiale* » e speciali minimi determinanti che potremo chiamare « *Minimi Biologici Determinanti* ». — I *Minimi Biologici Determinati* si concretano nelle infinite e diverse forme vitali batteriche che chiameremo « *Minimi vitali* »; e la formazione di essi è in modo assoluto subordinata alla presenza dell'azoto, che è il principio essenziale della vita.

Io credo che peggiore *infortunio sul lavoro* non poteva capitare alla *chimica* di quello di chiamare *azoto* (senza vita) la *sostanza irrespirabile* trovata nel 1772 dal botanico RUTEFORT di Edimburgo.

Minimo Fisico Primordiale passa incessantemente allo stato di « *Minimi Fisici* » o di « *Minimi Biologici Determinati* » per l'azione di « *Minimi Fisici* o *Minimi Biologici Determinanti* », come tutti i corpi, colle emanazioni e le abrasioni, operate anche con energie infinitamente piccole, e la vita eziandio, attraverso ciò che per noi è la morte, tornano allo stato di « *Minimo Fisico Primordiale* » determinando un ciclo eterno per il quale tutto il Cosmo è in armonica comunione. Materia ed energia si possono così identificare fino al limite della nostra comprensibilità.

L'elettricità, il calore, la luce, sono manifestazioni di questa trasformazione e partecipano di tutti e tre gli stati.

V. MACH, scrisse già che l'energia termica, sotto certi aspetti, può dalla scienza moderna, considerarsi sostanza (FILIASI « *Appunti di Fisica e Metafisica*).

Non è possibile, e non sarebbe poi il caso, di tentare qui qualunque illustrazione di questa nuova teoria che è la base di ciò che io chiamo « *Filosofia Fisica* » ma non posso astenermi dal dire che se è vero che un principio filosofico tanto più è attendibile, quanti più altri principî può raccogliere e fondere in sè, con questa teoria possono trovare logica spiegazione sia i problemi cosmici che quelli terrestri, biologici compresi, i quali vengono ad essi unificati, sia i fenomeni che con un termine che non esito a dichiarare anacronistico (ed è il minimo che si possa dire), si chiamano spiritici e quelli detti psichici e telepatici, che rientrano anche essi in un campo fisico che si potrebbe chiamare « *fisico biologico* ». È da avvertire che non si deve confondere *vita* con *anima*.

Naturalmente tutto ciò deve limitarsi ai confini fatalmente stabiliti alle conoscenze umane.

Il letame, come il ritorno dei residui della vita alla terra perchè la vita rincominci nella sua eremacosia completa, sviluppa energie a noi sconosciute, elettriche, calorifiche, luminose (*Minimi Fisici* e *Minimi Biologici Determinanti*) per le quali, si determinano nella opportuna forma le diverse sostanze necessarie alle piante e le differenti forme *minime vitali* dei batteri.

Le attuali cognizioni hanno già portato alla conoscenza che l'aria del suolo ed il suolo stesso sono più o meno radioattivi.

Questi fenomeni avvengono secondo leggi immutabili che noi non potremomai conoscere nella loro essenza, e che non è necessario conoscere; ma che l'amore e l'intelligenza dell'agricoltore potrà intuire per quel tanto che potrà volgere asuo profitto.

Il CASALI vide già che « nel caso dello sfacelo della materia organica la natura impone ai fenomeni decomponenti di soffermarsi a determinati stadii, per poi procedere oltre a tempo opportuno, e nei quali la materia morta assume le forme più idonee per rendersi immediatamente utile ai terreni ed alle piante, e per stabilire in seguito l'intimo legame che corre fra i suoi derivati ultimi e la materia che a mano a mano le piante stesse edificano ».

E così l'humus non è più « la grande incognita dell'Agricoltura »; ma nella sua immensa importanza come fattore di igiene e di fertilità, è ben ciò che definì RECLUS : « Le point central d'où part et auquel revient toute production végétale ».

A queste arcane e misteriose funzioni, le piante stesse partecipano direttamente con le energie che sviluppano nel loro processo vegetativo; queste energie devono essere considerate complessivamente per tutto il periodo della rotazione agraria secondo la quale un terreno è coltivato.

J. SACHS verificò che le radici delle leguminose, cucurbitacee, graminacee, ecc. corrodevano la superficie delle lastre di magnesite, dolomite, osteolite, ecc. sulle quali strisciavano e DIETRIC con una serie di accurate ricerche pose a confronto la quantità di sostanze nutritive che si scioglievano da determinate rocce sminuzzate lasciate esposte agli agenti atmosferici per il naturale disfacimento e la quantità delle sostanze sottratte nello stesso tempo dalle stesse rocce per mezzo delle radici di diverse specie di piante. Le materie minerali divenute solubili per naturale disfacimento della roccia furono in quantità molto minore di quelle prese dalle piante con le loro radici (FAUSTO SESTINI « *Il terreno agrario* »).

Il Prof. RENATO PEROTTI nei suoi « Studi di Biologia agraria » dice che « uno stesso terreno può modificarsi naturalmente per differenti colture ».

E così, come migliori condizioni del terreno agrario favoriscono un maggiore sviluppo della vegetazione, questo maggiore sviluppo è a sua volta coefficiente di ulteriore miglioramento o di mantenimento, dello stato del terreno più favorevole.

Questo stato favorevole quindi deve essere considerato più per la qualità che per la quantità del terreno stesso, e si può stabilire che al limite delle condizioni di qualità idealmente perfette, la quantità si può ridurre ad un minimo indispensabile estremamente ridotto.

Mi onoro di mostrare un esemplare disseccato di una pianta di malva (*Malva sylvestris*) cresciuta sopra un piccolo cornicione coperto di tegole che è possibile vedere in questa fotografia (Tav. XIII).

PLANCHE XIII.
PLATE XIII.

TAFEL XIII.
TAVOLA XIII.

FIG. 52. — Tetto sul quale si è sviluppata la grande pianta di malva, trasformando in terriccio vegetale lo strato di calce sottostante alle tegole

FIG. 53. — Pianta di malva «in situ».

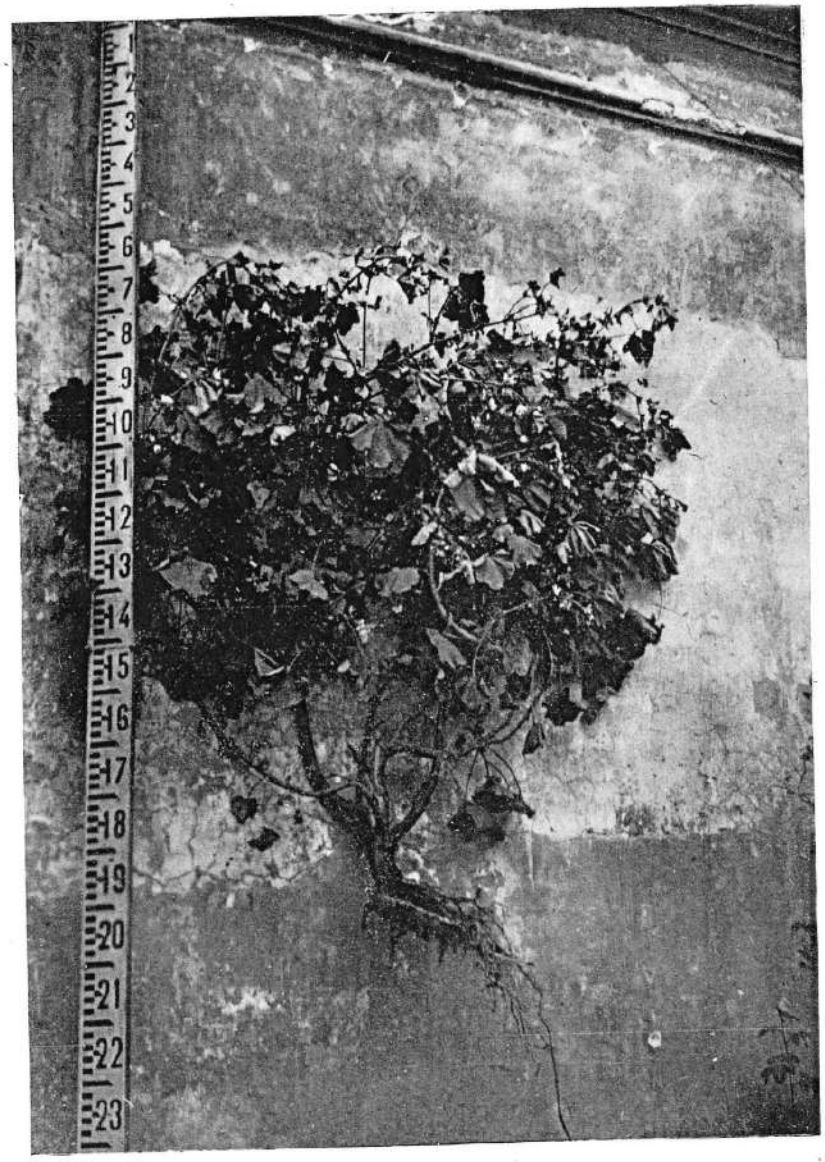


FIG. 54. — Pianta di malva distaccata dal suo substrato.

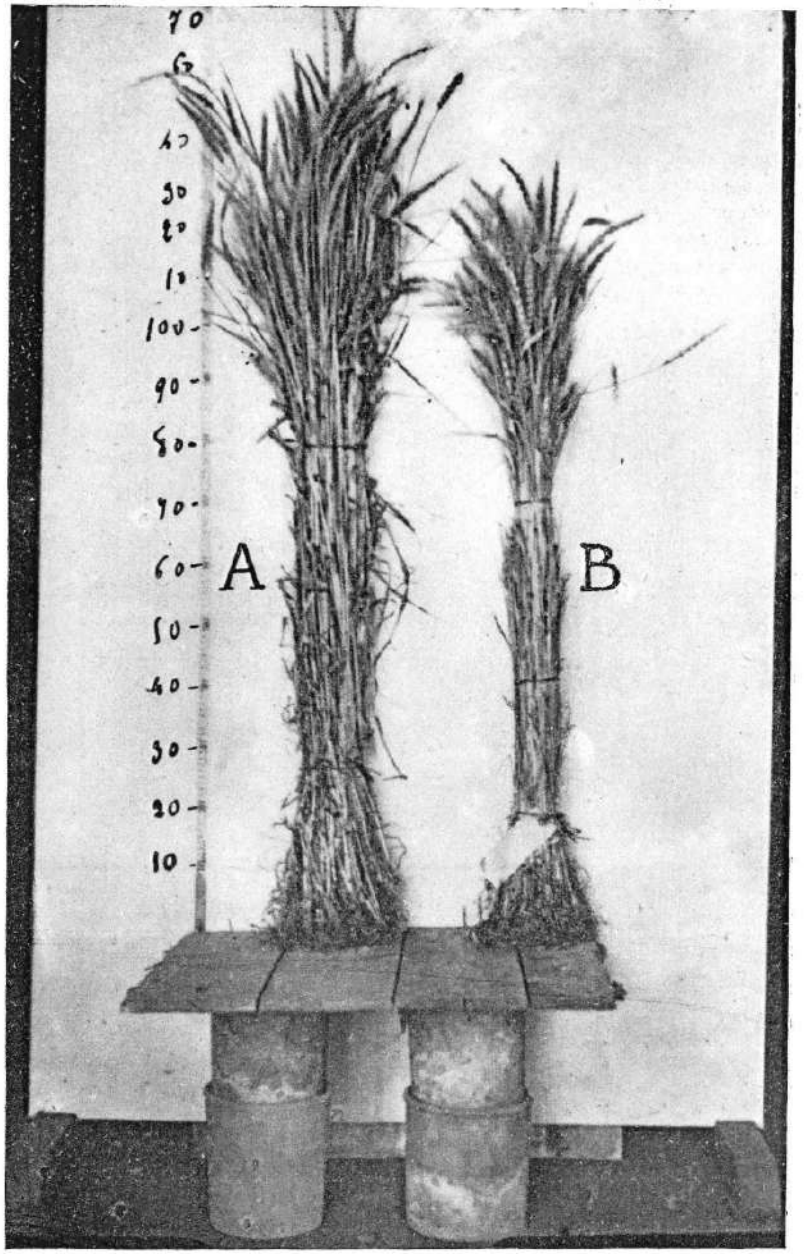


FIG. 55. — Manipoli di frumento differentemente sviluppatisi, modificando fisicamente il terreno.

Questa pianta nacque spontaneamente nel 1923 e fu troncata. In quest'anno (1924) la nuova vegetazione ha raggiunto dimensioni ed importanza tali che non possono non essere oggetto di studio e di considerazioni profonde.

Mostro alcune fotografie della pianta in sito ed altre della pianta tolta dal posto con il sistema radicale completo, per quanto è stato possibile ottenerlo. (Tav. XIV-XV).

Essa allo stato verde, aveva un'altezza di m. 1,90, un peso di kg. 3.100 e la circonferenza del fusto alla base era di 15 centimetri.

La lunghezza massima delle radici era di m. 1,85 ; ma disgraziatamente manca il prolungamento della radice principale che è andato perduto ; all'infuori di questa mancanza il sistema radicale è pressochè completo.

La malva è una pianta a radice fittonante ed è meraviglioso vedere come questa si sia invece così potentemente estesa in senso orizzontale sul piccolissimo strato (non più di 5-6 cm.) che essa stessa si era laboriosamente preparato trasformando in terriccio vegetale lo strato di calce sul quale erano appoggiate le tegole, intaccando solo lievemente la muratura del cornicione e delle pareti.

Nella fotografia della Tav. XIII che fu presa dopo estirpata la pianta è possibile vedere le tegole mosse ed il sotto tetto pressochè intatto.

Ma l'esempio più caratteristico è dato da una piccola pianta di : « *Linaria Cimballaria* » nata sul piano del capitello di una piccola colonna in maiolica smaltata, sul quale era posato un mattone. Là non vi era terriccio vegetale apprezzabile e malgrado ciò, le radici hanno preso uno sviluppo enorme, fra le due superfici del mattone e della majolica smaltata, attraversando orizzontalmente uno spazio vuoto costituito da un foro di 12 centimetri esistente sul piano della colonna, strisciando sul mattone superiore.

Tutto ciò, considerato per le piante erbacee, acquista più grande valore per il frumento, poichè questa è l'unica pianta (non tenendo conto dei cereali minori) che sta nel terreno più a lungo di ogni altra e che compie un più lungo ed intenso lavoro nel terreno, con le radici, durante tutto l'inverno.

Non bisogna dimenticare che non per nulla la produzione del grano è stata e rimarrà sempre il fatto centrale e fondamentale dell'Agricoltura, e che il pane è l'espressione mistica e simbolica della vita nei popoli civili. La pianta del grano è l'unica al mondo che prospera in latitudini, altitudini e longitudini diversissime ed ha esigenze molto maggiori e diverse da quelle di tutte le altre piante coltivate, Ecco perchè VIRGILIO, indicando la terra migliore, dice che essa è la più adatta ai frumenti : « *optima frumentis* ».

***

Il complesso dei concetti esposti, in un senso generale, e con le integrazioni dovute allo studio del caso per caso, è applicabile ovunque. Ma questi concetti acquistano un valore molto più assoluto per i terreni argillosi forti ed a sotto-suolo impermeabile dei Paesi a clima caldo-secco. In questi Paesi la pratica di lunghi anni ha oramai dimostrato che l'applicazione dei concetti sui quali è fondata ciò che noi chiamiamo Agricoltura razionale, dà risultati negativi o nulli ed in ogni caso sempre inferiori a quelli che si ottengono nei Paesi del Nord a clima freddo umido con terreni prevalentemente sciolti.

Si pensi che nell'Italia Settentrionale e nella Francia del Sud, mentre tanti e reali progressi si sono fatti nell'Agricoltura; si sono attesi invano, per il grano, quegli aumenti di produzione che si sono ottenuti nelle altre coltivazioni.

Si può affermare perciò che un reale progresso agricolo, specialmente considerato come aumento della produzione del grano, delle regioni a clima caldo-secco ed in modo particolare dell'Italia Meridionale, è direttamente legato ad una tecnica ed una pratica completamente diversa dall'attuale per i lavori del terreno, e ad abbondanti e regolari concimazioni organiche. Questa è la maggiore, più vera ed efficace aridocultura!

A questo fine dovranno essere rivolti gli sforzi dei Governi e dei singoli.

Si potrà così constatare che le condizioni di clima e di suolo Italiane, tutt'altro che inferiori (come una disgraziata tendenza cerca di dimostrare ogni giorno più) sono sempre quelle che hanno infiammato la fantasia dei poeti ed eccitato il nostalgico desiderio, degli stranieri. La constatata inferiorità attuale è dovuta all'uomo e non alle cose, nel senso che noi abbiamo adottato un'Agricoltura che noi chiamiamo razionale, e che lo è, ma anche fino ad un certo punto, per altri terreni e per altri climi ma non lo è per il clima e per il suolo italiani.

Le produzioni di grano di cento a centocinquanta sementi decantate da Varrone e da Plinio, ed ottenute perfino in Africa, anche se un poco esagerate, sono tutt'altro che il parto di una fantasia alterata. Ad esse, o molto vicino, si potrebbe arrivare più presto e più semplicemente di quanto oggi si pensi.

In esperienze fatte qui a Roma presso la R. Stazione di Patologia Vegetale, chi vi parla, ha potuto ottenere, solamente con uno speciale condizionamento fisico del terreno, in armonia ai concetti suesposti, ed uno speciale modo di semina, un risultato, in confronto a quello delle condizioni normali, che si può così esprimere in cifre: sulla stessa superficie il doppio delle spighe, nelle spighe il doppio delle cariossidi, nelle cariossidi il doppio del peso: esattamente l'800 %.

Le esperienze furono controllate dal Dr. RENATO PEROTTI che le ha seguite fino alla fine. Durante il loro corso furono prelevate mille piantine dalle quali è possibile stabilire delle leggi che si possono ben chiamare di *meccanica fisiologica*, che non sono state nai studiate fino ad ora da alcuno e per le quali è possibile dire che quanto espone il RISLER nel suo libretto « *Sulla Fisiologia del grano* » che pure ha così grande credito in tutto il mondo, non è tutto perfettamente esatto e rigorosamente scientifico.

Di tutte queste esperienze farò a suo tempo una ampia relazione.

Mostro intanto una fotografia eseguita dal Dr. PEROTTI (Tav. XVI) nella quale si vedono 2 manipoli costituiti da 100 piante ognuno prelevate dalle parcelle che chiameremo *massima* e *minima*, in relazione ai risultati, fra le quali la differenza fu di 1 a 8 come già detto.

***

Non è possibile qui parlare dei concimi chimici. Solo si può ripetere, cosa oramai largamente provata, che la loro efficacia è diversissima da luogo a luogo, a seconda del clima, fino a divenire, in determinate condizioni, nulla ed anche dannosa; ed accennare che, questa efficacia, sullo stesso terreno, in molti casi, anzichè a crescere, tende a diminuire col tempo, specialmente, e non è inutile ripeterlo, riguardo alla produzione del grano.

Il CASALI, tante volte citato, scrisse che « Se LIEBIG ed i suoi seguaci... portarono il colpo di grazia all'humus... oggi col nuovo indirizzo dato agli studi sulle funzioni dell'humus e del terreno, noi vediamo a poco a poco scomparire quell'antagonismo che a torto si voleva stabilire fra materia organica umificabile e concimi chimici; antagonismo che in questi ultimi anni fu causa di gravi danni, e le *fillossere informino*; ma che però fu gravido di studi e di esperienze in cui non sempre i Mineralisti ebbero ragione »; e così il CASALI stesso conchiude il suo magnifico ed importante studio: «... tutte queste cose ci siamo proposti di dire perchè, se a fronte di altre nazioni l'applicazione dei concimi minerali ha tardato in Italia ad introdursi, tanto che nella nostra provincia e per altre siamo stati i primi a segnalarne la importanza nel 1875 - 76- 77, oggi che questa concimazione ha preso piede, e tolta per così dire la mano, al punto da essersi a poco a poco *sovrapposta alla concimazione organica* e *da cadere in una esagerazione dannosa, specie per la fertilità futura dei terreni*, abbiamo creduto nostro dovere di esporre in proposito quali sono gli intendimenti dell'odierna scienza agraria ».

Disgraziatamente anche questa voce del buon senso di circa 40 anni fa, è andata perduta, come quella del DEHERAIN; e noi vediamo che proprio attualmente la possibilità di aumentare la produzione del grano nell'Italia Meridionale è principalmente fondata sulla intensificazione delle concimazioni chimiche.

Noi possiamo constatare oggi che il CASALI, se s'illuse sulla scomparsa del l'antagonismo, fu ottimo profeta quando *temette per la fertilità futura dei terreni*.

Le condizioni di produttività in alcune regioni per quanto riguarda il grano e specialmente nell'Italia Meridionale, vanno lentamente diminuendo; ed uno scientifismo miope, ed alle volte anche opportunista, cerca, di far ricadere la colpa di ciò sulla nostra maggiore ricchezza e il nostro maggior pregio di ogni tempo, il nostro sole ed il nostro clima. E così quelle regioni che un tempo si chiamarono felici, si chiamano oggi sitibonde!

È invece esclusivamente nei sistemi di lavorazione irrazionali e di concimazioni inadatte che impoveriscono sempre più il terreno di humus (il quale non viene affatto o scarsissimamente rifornito) che risiede la causa degli scarsi ed aleatori raccolti, dei quali la siccità e le malattie sono le cause determinanti ed apparenti.

Al flagello della fillossera, della quale il CASALI vide così genialmente la causa vera della sua diffusione, dobbiamo aggiungere altri gravi flagelli per i quali la coltivazione del grano rappresenta un cattivo affare finanziario, ed è causa di continua trepidazione per gli agricoltori italiani. Questi flagelli culminano con l'ofiobolo e la terribile *streita*, ed essi non potranno che aumentare da noi e dovunque si vorrà ancora lungamente insistere in sistemi che per circa mezzo secolo hanno così poco corrisposto alle aspettative e malamente rimunerato i sagrifici degli agricoltori volonterosi.

La produttività del grano va diminuendo in tutto il mondo!!

***

Queste mie modeste osservazioni mirano a richiamare l'attenzione sull'immensa importanza del letame, ed a ridare ad esso il posto che gli spettai non per la rievocazione di un supposto feticismo antico ; ma per una maggiore,e più evoluta concezione, della quale dobbiamo essere debitori agli straordinari, grandiosi progressi della scienza moderna.

Il complesso di questi miei studi poi, i cui risultati ho avuto l'onore di esporre in parte, è un modesto contributo alla soluzione del grave problema del « pane quotidiano » che è quello che maggiormente occupa e preoccupa non solo l'Italia, ma molte altre nazioni del mondo.

Perchè un Paese sia prospero e rispettato bisogna che abbia pane sufficiente in casa propria. Che poi, in regime di pace e di libero scambio, si abbia o meno la convenienza economica di produrlo, ciò non toglie nulla alla necessità assoluta di avere in potenziale la possibilità di produrlo.

L'esperienza della guerra immane ha largamente dimostrato che questa possibilità non si crea con decreti o con coercizioni di qualunque genere.

La risoluzione tempestiva di un così grave problema sarebbe certamente un coefficiente non trascurabile di pace per il mondo!

Ing. G. DEL PELO PARDI, *Rome*. — **L'état physico-chimico-biologique du sol par rapport aux travaux, et de l'humus en rapport avec les plantes agricoles, particulièrement avec le blé.**

RÉSUMÉ.

Le sol, comme milieu dans lequel les plantes vivent doit être considéré, non pas comme un mélange de substances, mais comme un état physico-chimico-biologique de ce mélange. Aux différences de cet état correspondent des différences de développement de la végétation. Il doit y avoir un « optimum » qui permet le plus grand développement.

Les phénomènes de circulation des éléments nutritifs sont dus à l'activité des micro-organismes et sont donc en relation avec leur multiplication, dépendant des conditions de milieu. Ces conditions, consistent essentiellement en ce dégré de cohésion (fértilité physico-mécanique) permettant les meilleures conditions vitales des bactéries.

Aux limites de la majeure et mineure cohésion, argile pure et sable très fin, il n'y a aucune possibilité pour une vie bactérielle et il n'y a pas de végétation. Un état moyen doit constituer l'« optimum ».

Un pareil état, outre qu'aux travaux, qui doivent être considérés à travers de concéptions bien diverses de celles actuelles, est dû à l'« humus » et par conséquence au fumier, qui en est la source la plus riche. Le fumier donc, ne doit pas être évalué sur la base de sa teneur en substances fértilisantes ; mais sur la base de cette fonction plus élevée de correctif complet de la structure physique du terrain à l'égard de la vie des bactéries, et par conséquent du procès de transformation et de circulation des éléments nutritifs.

L'état chimique d'un terrain, est donc en relation avec son état physique ;

mais comment se fait-il que le fumier enrichit le terrain de toutes les substances nécéssaires aux plantes, même inexistantes dans le fumier ou insuffisantes?

Comme dans les phénomènes de radio-activité, ainsi dans chaque corps, avec des intensités fort diverses, ont lieu des émanations pouvant être considérées comme le passage à une disgrégation de la matière, égale pour tous les corps, au moyen de laquelle la matière perd ses qualités physico-chimiques, passant à un état, fin du physique et commencement du métaphysique, que nos connaissances ne peuvent plus définir, et que nous appellerons « *minimum physique primordial* », principe constitutif du Cosmos.

Des énergies ignorées, qui sont comme les bornes des activités créatrices et que nous appellerons « *minimums physiques determinants* », agissant avec une action spécifique sur le « *minimum physique primordial* », provoquent le passage de ce dernier à un état de « *minimum physique déterminé* » ; l'atome des divers corps.

Aussi encore se determine la vie dans son expréssion élémentaire pour la formation des *Minimums Biologiques Déterminés*.

Le « *minimum physique primordial* », passe incessamment à un état *physique détérminé* par l'action des *minimums physiques détérminants* comme tous les corps avec les émanations et les abrasions opérées aussi avec des énergies infiniment petites, et la vie aussi, à travers de la mort, reviennent à l'état de « *minimum physique primordial* », déterminant un cycle étérnel grâce auquel tout le Cosmos est en harmonieuse communion.

L'électricité, la chaleur, la lumière sont des manifestations decette transformation participant de tous les trois états.

Le fumier, comme retour des résidus de la vie à la terre, pour que la vie puisse recommencer, dans sa complète érémacosie, développe des énergies à nous inconnues, électriques, calorifiques, lumineuses (« *minimums physiques déterminants* ») grâce auxquels se déterminent, dans la forme opportune, les diverses substances nécessaires aux plantes.

Ainsi l'« humus » n'est plus : « la grande inconnue de l'Agriculture » mais dans son immense importance comme facteur d'hygiène et de fertilité, c'est bien ce que définit RECLUS :

« Le point central d'où part et auquel revient toute production végétale ».

Ing. G. DEL PELO PARDI, *Rome*. — **Physico-chimico-biological Condition of the Soil in relation with Agricultural Work and of the Humus in Relation with cultivated Plants, especially with Wheat.**

ABSTRACT.

The soil, as a medium in which plants live must be considered, not only as a mixture of matter, but as a physico-chimico-biological condition of this mixture. Differences in these conditions correspond to differences in the growth of the vegetation. There must be an " optimum ", which allows a maximum growth.

The circulation of nutritive elements is due to the activity of micro-organisms and is thus in relation, with their multiplication, depending on the conditions of the medium. — These conditions consist really in the degree of cohesion (physico-mechanical fertility) which allows the best vital conditions for bacteria.

At the limits of maximum and minimum cohesion, pure clay and fine sand, there is no possibility of bacterial life. and there is no vegetation. A medium condition must be the optimum.

Such a condition is due to humus, and consequently to manure, which is its richest source.

Manure must not be estimated according to its content of fertilising material, but according to its function of correcting the physical structure for the bacterial life, and consequently for the transformation and circulation process of nutrition matter.

The chemical condition of a field thus depends on its physical condition, but why does manure supply the field with all substances necessary to plants, even where these substances do not exist in the manure itself.

As in the phenomena of radio-activity every body gives off emanations, more or less intensely, which may be considered come il passaggio a dis-agregation of matter, equal for all bodies, through which matter loses its physico-chemical qualities, passing into a condition finer than physical and the beginning of metaphysical, which science canno longer define, and which we will call: "*physical primary minimum*", constitutive principle of the Cosmos.

Unknown energies, which are like the limits of creative activities and which we will call: "*determining physical minimum*" and acting with a specific action on the physical primary minimum, produce the passage of the latter to a condition of *determined physical minimum*; the atoms of the different bodies.

Moreover life is determined in its elementary expression for the formation of the *determined biological minimums*.

The physical primary minimum passes continuously over to a determined physical condition through the action of the determining physical minimum, like all bodies with emanations, "e la vita eziandio attraverso la morte", returning to the condition of physical primary minimum; thus completing an eternal cycle, assuring a harmonious communion allthrough the Cosmos.

Electricity, heat, light, etc. are manifestations of this transformation, having a part in all three conditions.

Manure, as a return of residues of earth-life so that life can start again, develops unknown energies, electrical, calorific, light (determining physical minimum) furnishing different substances necessary to plant life.

Thus "humus" is no longer "the great unknown of agriculture", but in its enormous importance as a hygienic and fertility factor, it is after the definition of RECLUS: "The central point from which starts, and to which returns every vegetal production".

Dr Ing. L. VON KREYBIG,
Comitat Nograd. Cserhatsuráng Ungarn.

ERGEBNISSE VON IM GROSSEN DURCHGEFÜHRTEN VERSUCHEN BEZÜGLICH DES PFLANZENBAUES

In ariden Gegenden bildet der Vegetationsfaktor « Wasser » den wundesten Punkt des Pflanzenbaues und muss daher unser Hauptbestreben dahin gerichtet sein, das *disponible Wasser*, welches sich in der Niederschlagszeit im Boden angesammelt hat, soweit als nur irgend möglich, durch die Pflanzen aufbrauchen, respektive verdunsten zu lassen.

Wir wissen, dass das *disponible Wasser* in den verschiedenen Bodenarten bei

sonst gleichem Wassergehalte sehr verschiedene Werte zeigt und in kolloidreicheren Böden stets geringer ist als in kolloidarmen Bodenarten.

Der Grenzpunkt des *disponiblen Wassergehaltes* liegt beiläufig dort, wo die Pflanzen zu dursten beginnen. Für die genaue Bestimmung dieses Grenzpunktes gibt es meines Wissens nach keine Methode. Die Umstände führten mich aber auf Grund meiner Beobachtungen und Ueberlegungen auf einen Weg, welcher für die Praxis nachstehende, meiner bescheidenen Ansicht nach sehr in Betracht zu ziehende Resultate lieferte.

Im Jahre 1923 stellte ich auf einem Boden, von dessen A, B, C Schichten ich hier Muster vorlege, mit Hafer künstliche Düngungsversuche an, dessen A Schichte nach ATTERBERG geschlämmt 29 % Ton, also feinste Teilchen, 0,14 % in HCl lösliche P_2O_5, 0,13 % in HCl unlösliche, also zusammen 0,27 % P_2O_5, 0,14 % N und 2,3 % Humus enthielt. Der colorimetrisch bestimmte P_H Wert betrug 7,4. Die Versuche wurden von mir mit 19 % Knochenmehlsuperphosphat u. zw. 2000 kg auf 6 ha und Akazienholzasche, 3000 kg auf 6 ha, durchgeführt. Die Akazienholzasche enthielt 3,5 % P_2O_5, 12 % K_2O und 33 % La. O.

Das Superphosphat wirkte bei Beginn des Haferwachstums augenscheinlich besser, doch blieb die Entwicklung der Pflanzen während der Blütezeit auf der phosphatparzelle immer mehr gegenüber der Holzascheparzelle zurück. Der Körnerertrag der geaschten Parzelle war per ha um 358 kg höher als der Superphosphatparzelle. Ich will noch bemerken, dass ausser diesem grösseren Versuche die bekannte Kombinationsreihe von Kunstdüngungsversuchen mit P, K, Ca und N vorgenommen wurden, von welchen nur N und Ca nennenswerte Resultate zeigten. K als 40 % KCl angewendet wirkte hemmend.

Während der Ernte nahm ich Wasserbestimmungen vor, welche ich immer parallel durch gleichzeitige Trocknung der zu vergleichenden Erdproben (ca. 150 g schwere Muster aus 5-10 cm Tiefe) bei ca. 60° C bis zur Gewichtskonstanz durchführte. Der Grund, dass ich diese Bestimmungen bei 60° C — der ungefähren Koagulationstemperatur der Eiweisse — vornahm, lag einfach darin, dass ich der Praxis entsprechend jene Wasserverhältnisszahlen wissen wollte, welche nach der Ernte noch als *disponible Wassermengen* vorhanden waren, um zu bestimmen, inwieweit ich durch die der Ernte folgenden praktischen Bodenbearbeitungsmethoden den Wassergehalt des Bodens zurückhalten kann.

Die auf diese Art durchgeführten Wasserbestimmungen ergaben bei dem mit Superphosphat gedüngten Boden 8 %, bei jenem mit Holzasche gedüngtem 6 %, also um 2 % Wassergehalt weniger Wasser. Lage und Bodenart waren von gleicher Beschaffenheit. Niederschläge waren, vom 17. Mai angefangen, keine. Die Ernte erfolgte am 12. August.

Dieses Resultat der Wasserbestimmung und des Ernteergebnisunterschiedes führte mich zu der Annahme, dass die bekannte koagulierende Wirkung des Kalkes auf die Kolloide die Menge des *hygroskopisch* gebundenen Wassers herabsetze und den Pflanzen und sonstigen Lebewesen des Bodens hiedurch mehr Wasser zur Verfügung steht, wodurch der geringere Wassergehalt des mehr Körnertrag gelieferten Bodens auch eine Erklärung findet.

Ich setzte diesbezüglich im L. Jahre zwei neue Kontrollversuche, einen mit Hafer, einen mit Rüben an. Es wäre aber voraussichtlich eine Erfolg versprechende,

dankbare Arbeit, die geschilderten Verhältnisse auch in wissenschaftlicher Beziehung im Laboratorium zum Gegenstande von chemischen und physikalischen Untersuchungen zu machen, da die Ergebnisse unsere Ansichten über Kunstdüngerwirkungen erweitern werden.

Trockene Beizung des Saatgutes.

Als Beize kam kolloidales Kupferoxydul udn Oxyd zur Verwendung und wurde der Versuch mit Weizen im vergangenen Herbste parallel mit der bekannten nassen Kupfervitriolbeize angesetzt. Saat erfolgte am 3. November. Jene Parzelle, welche trocken mit dem kolloidalem Kupferoxyd und-oxydul gebeizten Samen besät wurde, ging um 3 Tage früher auf. Es zeigte sich bereits am 7. November der grüne Anflug der jungen Saat kräftig emporschiessend; hingegen war die Entwicklung der mit $Cu\,SO_4$ auf nassem Wege gebeizten Saat bedeutend schwächer und ist der Unterschied zwischen beiden Saaten heute noch immer deutlich wahrnehmbar.

Hafer, im März l. J. mit Kupferoxyd und -oxydul trocken gebeizt, mit einer Sämaschine, neben welcher eine zweite Sämaschine ungebeizten Hafer gleichzeitig säte, ergab eine Saat, bei welcher sich nach dem Aufgehen die gebeizte Saat durch kräftigere Entwicklung derart hervorhebt, dass sie so aussieht, als ob die eine Sämaschine, welche ungebeizten Hafer säte, um einige Tage später gearbeitet hätte.

Den Grund dieser Tatsachen glaube ich, ausser in einer partiellen Sterilisation durch das Co-ion, dessen günstige pflanzenphysiologische Wirkung des öfteren bereits beobachtet wurde, noch in der bekannten Sauerstoff übertragenden Wirkung des Kupferoxyds zu finden, welch letztere auf die Keimungsgeschwindigkeit von Einfluss sein dürfte.

Bodenimpfung mit Edaphon.

Als Ausgangs- resp. Impfmaterial zur Herstellung des Edaphons dienten 5 kg des besten schwarzen Bodens von Ungarn aus der Gegend von Dég beim Plattensee.

Die in diesem Ausgangsmaterial von Natur aus vorhandenen Lebewesen wurden in die dreifache Menge der A Schicht des bereits gezeigten Bodens hineingemischt, ständig feucht gehalten, von Zeit zu Zeit mit frischem Boden, etwas Zuckerfabriksabfallkalken und organischen Abfällen, wie trockenes Baumlaub, Häcksel etc. gut durchgearbeitet. Die so erhaltene Masse wurde im Herbste vorigen Jahres (ca. 300 kg auf ¼ ha) ausgestreut, eingearbeitet und mit Weizen besät. Im Herbste zeigte sich nur ganz geringe Wirkung, während im vergangenen Monat April dieselbe täglich augenscheinlicher hervortrat. Die Wahrnehmungen veranlassten mich, gegenwärtig eine Edaphonkultur im grossen Masstabe mit ca. 100 Fuhren anzulegen, deren genaue Bekanntgabe ich mir nach Beendigung der diesbezüglichen Versuche vorbehalte.

Die Resultate im Körnerertrag der CuO Beize und des Edaphons, werde ich nach der Ernte bekanntgeben und wollte ich gegenwärtig nur das Interesse für diese, gute Resultate versprechenden Versuche anregen. Jedenfalls kann schon heute aus dem Verlaufe des Edaphonversuches geschlossen werden, dass durch denselben im vorigen Monate eine stärkere Tätigkeit der Kleinlebewesen einsetzte, als im nebenliegenden nicht mit Edaphon gedüngten Teile der Saat.

Dr. Ing. L. von Kreybig, *Hongrie.* — **Résultats de recherches sur la constitution des plantes.**

Résumé

En partant du fait connu, que la quantité d'*eau disponible* dans le sol pour les besoins de la plante, est différente selon la nature des terrains, même si ces derniers montrent des teneurs égales en eau (dans les sols riches en colloïdes *l'eau disponible* est toujours en quantité moindre que dans les sols pauvres en substances colloïdales) l'A. décrit des recherches sur la quantité minime de l'eau disponible, necessaire à la végétation. Le résultat de ces recherches, mis en rapport, avec les différences observées après des récoltes pour lesquelles on avait auparavant employé de la farine d'os et respectivement de la cendre de robinier, ont amené l'A. a conclure que l'action coagulante de la chaux sur les colloïdes, apporte une diminution de la quantité d'eau liée hygroscopiquement, et par conséquent cette action met à disposition des végétaux une plus grande quantité d'eau.

L'A. a même accompli des expériences sur le traitement à sec des semences avec de l'oxyde et de l'oxydule de cuivre et explique l'action favorable de ces composés outre que par la partielle stérilisation effectuée par les ions Cu, par l'action bien connue de l'oxygène de l'oxyde de Cu, sur l'accéleration de la germinabilité.

Enfin, par des expériences d'inoculation du sol avec de l'edaphon, l'A. a pu noter dans le sol inoculé une activité des microorganismes bien plus remarquable que dans le sol qui n'avait pas été inoculé.

Dr. Ing. L. von Kreybig, *Hungary.* — **Results of Researches on the Constitution of Plants.**

Abstract

Starting from the well-known fact that the quantity of *soil water disposable* for the wants of the plant is different according to the nature of the soils, even if these show the same water contents (in the soils rich in colloids the *disposable water* is always found in a smaller quantity than in the soils poor in colloidal substances), the Author describes the researches on the minimum quantity of disposable water necessary to vegetation. The result of these researches connected with the difference observed after harvests for which bone-dust and respectively locust-tree ashes had previously employed, have brought the Author to the conclusion that the coagulating action of lime on the colloids causes a diminution of the quantity of hygroscopicaly bound water and that consequently, this action puts at the disposal of the plants a larger quantity of water.

The Author has even made experiments on the dry treatment of seeds with copper oxide and copper oxidule, and he explains the favourable action of these compounds, beside the partial sterilisation brought about by the Cu-ions, by the well-known action of the oxygen of the Cu-oxide on the acceleration of the germinating faculty.

Finally, by experiments on the inoculation of the soil with edaphon, the Author has been able to state, in the inoculated soil, an activity of the microorganisms much more remarkable than in the soil which had not been inoculated.

Prof. A. ZAHARIA.

Bucarest, Roumanie.

TITRE :

RELATIONS ENTRE LES CARACTÈRES PHYSIQUES, LA COMPOSITION CHIMIQUE DES CÉRÉALES ET SPÉCIALEMENT DU BLÉ, ET LES DIFFERÉNTS TYPES DE SOLS EN ROUMANIE

J. E. GREAVES and E. G. CARTER,

Department of Bacteriology, Utah Agricultural Experiment Station, Logan, Utah, U. S. A.

THE INFLUENCE OF IRRIGATION WATER ON THE COMPOSITION OF ASH OF GRAINS AND ITS BEARING ON SOIL FERTILITY

ABSTRACT.

The excessive use of irrigation water is wasteful from the viewpoint of soil fertility, for wheat, oats, and barley grown on a highly calcareous soil of the following composition vary in mineral content with the quantity of irrigation water applied to a soil. The soil on which the grain was produced, both with and without irrigation water, contained in the surface acre-foot, 4904 pounds of total nitrogen, 3700 pounds of total phosphorus, 60,560 pounds of total potassium, 434,365 pounds of acid-soluble calcium, and 132,463 pounds of acid-soluble magnesium, the calcium and magnesium being mainly in the double salt form-calcium magnesium carbonate.

The wheat grown with moderately heavy application (35 inches per year) of irrigation water contained 55 per cent more phosphorus, 35 per cent more potassium, 155 per cent more calcium, and 32 per cent more magnesium than wheat grown on similar soil without irrigation water.

Oats grown with irrigation water contained 35 per cent more phosphorus, 31 per cent more potassium, 22 per cent more calcium, and 65 per cent more magnesium than oats grown on similar soil without irrigation water.

Barley grown with irrigation water contained 30 per cent more phosphorus, 14 per cent more potassium, 41 per cent more calcium, and 9 per cent more magnesium than barley grown in similar soil without irrigation water. Hence, it would require the following greater number of pounds of the various elements to produce (r 50-bushel crop of wheat, a 100-bushel crop of oats, and a 75-bushel crop of barley agrain only) with irrigation water than without :

	Pounds Excess in Crop of		
	Wheat 50-Bus.	Oats 100-Bus.	Barley 75-Bus.
Phosphorus	4.9	2.9	4.2
Potassium	4.2	4.6	7.1
Calcium	4.8	1.2	1.2
Magnesium	1.1	2.7	0.7

In addition to this, there would be the excess found in the straw grown on irrigated land and the quantity which would be carried from the soil in the leach water. This latter loss, in the case of nitrogen, would be considerable.

J. E. GREAVES et E. G. CARTER, *Utah (Etats-Unis)*. — **L'influence de l'eau d'irrigation sur la composition des cendres des graines et sur la fertilité du sol.**

L'emploi excessif d'eau d'irrigation est nuisible à la fertilité du sol, car le froment, l'avoine et l'orge, cultivés sur un sol très calcaire de la composition suivante, varient en contenu minéral avec la quantité d'eau d'irrigation appliquée au sol. Le sol, sur lequel ces céréales ont été produites, sans et avec eau d'irrigation, contint par « acre-foot », 4904 pounds d'azote total, 3700 pounds d'acide phosphorique total, 60.560 pounds de potassium total, 434.365 pounds de calcium soluble à l'acide et 132.463 pounds de magnésium soluble à l'acide ; le calcium et le magnésium étant présents sous forme de sel double — carbonate de calcium et magnésium.

Le froment cultivé avec une application moyenne d'eau d'irrigation (35 inches par an) contenait 55 % plus de phosphore, 35 % plus de potassium, 155 plus de calcium et 32 % plus de magnésium que le froment cultivé sur un sol semblable sans eau d'irrigation.

L'avoine cultivée avec irrigation contenait 35 % plus de phosphore, 31 % plus de potassium, 22 % plus de calcium et 65 % plus de magnésium que l'avoine cultivée sur un sol semblable sans eau s'irrigation.

L'orge cultivée avec eau d'irrigation contenait 30 % plus de phosphore, 14 % plus de potassium, 41 % plus de calcium et 9 % plus de magnésium que l'orge cultivée sur un sol semblable sans eau d'irrigation.

Il faudrait donc les quantités suivantes (*voir le petit tableau ci-dessus*) de pounds des différents éléments en plus pour produire une récolte de 50 bushels de froment, 160 bushels d'avoine et 75 bushels d'orge (grains seulement) avec l'eau d'irrigation, que sans cette eau.

En outre il y aurait le surplus trouvé dans la paille produite sur terrain irrigué et la quantité entrainée par l'eau dans le sous-sol. Cette dernière perte, dans le cas de l'azote, devient considérable.

Dr. K. MAIWALD,
Agrikulturchem. u. bakteriolog. Institut, Breslau, Deutschland.

CHLOROSIS GRÜNER PFLANZEN ALS FOLGE DES NÄHRSTOFFVERHÄLTNISSES IM BODEN.

In den letzten Jahrzehnten ist an bestimmten unserer landwirtschaftlichen Kulturpflanzen beobachtet worden, dass die Farbe ihres grünen Laubes unter dem Einfluss eines intensiven Anbaues sich änderte und nicht unerheblich von der sonst bekannten Normalfarbe der jeweiligen Art oder Sorte besonders nach de hellen Seite hin abwich. Am meisten wurde die Erscheinung von Kartoffeln und Rüben berichtet, vielleicht deswegen, weil das reichliche Blattwerk dieser krautigen Pflanzen (im Gegensatz z. B. zu den Getreidearten) Aenderungen im Farbton am ehesten erkennen lässt. Man brachte diese Beobachtungen bald in Zusammenhang mit der Kalivorliebe beider Pflanzen und nahm als Regel an, dass Kartoffeln und Rüben auf einen grossen Kalivorrat im Nährboden in den meisten Fällen mit einem Hellerwerden ihrer Laubfarbe reagieren, obwohl nicht selten auch wieder plötzliche Ausnahmen von dieser Regel, nämlich im Gegenteil dunklere Blattfarben, auftraten.

Ein Teil dieser ungelösten Fragen, das Problem der Aenderung der Laubfarbe für sich allein betrachtet, konnte durch exakte Messung von Chlorophyllgehalt und Farbe der Blätter dahin beantwortet werden, dass jenes Hellerwerden des Laubes als beginnende *Chlorose* anzusehen ist. Die Hauptfrage war aber: Was ruft diese nun als Chlorose erkannte Erscheinung bei den Kulturpflanzen hervor? In unsern Vegetationsversuchen konnte die Chlorose nach vorausgegangenen Tastversuchen in dieser Richtung systematisch hervorgerufen werden durch *Veränderung des Nährstoffverhältnisses im Boden*. Die Kartoffel reagierte darauf, um ein Beispiel zu nennen, in folgender Weise: Neben der normalen Laubfarbe der vollernährten Kartoffelpflanze entstand bei derselben Sorte und Aufzucht typische Chlorose durch ein Ueberwiegen von Kalisalzen im Boden. Die Bindungsform des Kalis war dabei von gewissem Einfluss, indem Chlorsalze die Laubfarbe sehr hell, Sulfatsalze dagegen weniger hell machten. Ein erhöhter Stickstoffgehalt des Nährbodens hatte bei genau den gleichen Verhältnissen bezüglich des Kaliüberschusses den Erfolg, eine Chloroseschädigung gar nicht oder bei den besonders gefährlichen Chlorsalzen fast gar nicht aufkommen zu lassen. Die Untersuchung der Aschengehalte dieser in der Laubfarbe so verschiedenen Kartoffelstauden ergab Richtlinien für eine allgemeine Deutung der ganzen Chloroseerscheinung: Den Helligkeitsstufen des Laubes entsprach immer ein über die normalen Bindungsverältnisse hinaus festgestellter, mehr oder minder grosser Ueberschuss einseitig aufgenommener Ionen von Kali, Chlor bzw. Schwefeltrioxyd, welche vermutlich das zur Chlorophyllbildung notwendige Eisen in der Pflanze unwirksam machen und so die Chlorose herbeiführen. Im besonderen konnte man aus den Analysenergebnissen noch schliessen, dass die Aufnahme freier Anionen aus dem Boden, die für Chlor z. B. bei Kartoffeln leicht eintritt für die Pflanze weitaus schädlicher ist als ein Ueberschuss aufgenommener freier Kationen. Neue Versuche sind im Gange, um diese Grundfrage des Kationen- bezw. Anionenüberschusses in der chlorotischen Pflanze weiter zu beleuchten und zu klären.

Dr. K. MAIWALD, *Breslau (Allemagne)*. — **La chlorose des plantes potagères dépend de la proportion des substances nutritives dans le sol.**

RÉSUMÉ.

Pendant les dernières dizaines d'années on avait remarqué que la couleur des feuilles de certaines plantes cultivées, s'altérait lors d'une cultivation intensive, et devenait plus pâle que la couleur normale de la variété ou de l'espèce. On peut observer en effet cette modifiction de la couleur, particulièrement dans les pommes de terre et les betteraves, peut-être par suite de leur feuillage touffu, et l'on en attribua bientôt la cause à la prédilection que les plantes montrent pour la potasse. Sans doute, cela constitue la raison pour laquelle une grande quantité de potasse dans le sol rend la couleur des feuilles de ces plantes plus faible, quoique l'on puisse même avoir des exceptions et observer un feuillage d'une couleur plus foncée que normalement.

La question de cette modification de la couleur des feuilles, prise en soi, pourrait recevoir une réponse par une détermination exacte de la quantité de chlorophylle contenue dans les feuilles et de l'intensité de la couleur de ces dernières, car une diminution de cette intensité constituerait un signe du début de la chlorose. Cependant, la question principale était celle de rechercher la cause de ce phénomène si bien connu dans les plantes cultivées. L'A. a obtenu, expérimentalement la chlorose *en altérant la proportion des substances nutritives dans le sol*. Par ex. il a trouvé qu'un excès de sels potassiques déterminait une chlorose typique dans quelques-unes des feuilles de pommes de terre bien nourries.

Les différents sels potassiques ont exercé à ce propos des actions quelque peu diverses. Les combinaisons de la potasse avec le chlore produisirent une chlorose des feuilles bien marquée tandis que les combinaisons de la potasse avec le soufre produisirent une coloration verte un peu plus intense du feuillage.

Un contenu élevé d'azote se montra capable, dans les mêmes conditions d'expérience, d'empêcher le développement de la chlorose ou, dans le cas de sels de chlore particulièrement dangereux, on observait dans les feuilles un changement de coloration presque négligéable. L'analyse des cendres de ces plantes qui différaient d'une manière si marquée dans la couleur des feuilles donna des renseignements utiles pour l'explication complète du phénomène en question. Les différents degrés de la chlorose se sont toujours montrés en rapport avec la quantité plus ou moins grande d'ions en excès de potasse, de chlore ou de trioxyde de soufre. Ces ions libres absorbés par la plante sans entrer préablement à faire part de combinaison normales, exerceraient probablement une influence inhibitoire sur l'action du fer destiné à la formation de la chlorophylle. Les résultats des analyses montrèrent clairement que l'absorption d'anions libres, laquelle p. ex. a lieu facilement dans le cas de pommes de terre, est beaucoup plus dangereuse que l'absorption d'un excès de cations libres. L'A. continue ses expériences pour l'élucidation complète de la question.

Dr. K. MAIWALD, *Breslau (Germany)*. — **Chlorosis of Green Plants, a Result of the Proportion of Nutrient Substances in the Soil.**

ABSTRACT

During the last decades, it has been observed that the leaf-colour of certain agricultural plants is altered by intensive cultivation, the tint assumed being considerably lighter than the normal colour of the variety, or species. This change

is especially noticeable in the case of potatoes and turnips (as compared with cereals) perhaps on account of their luxuriant leafage. This alteration in colour was soon regarded as connected with the predilection for potash shown by the potato and turnip and it is undoubtedly the rule that a large amount of potash in the soil usually causes the leaves of these plants to acquire a lighter colour, although not infrequently sudden exceptions to this rule arise and the foliage even becomes darker than usual.

One part of the problem viz., the question of the change in leaf-colour, if taken alone, could have been solved by the accurate determination of the chlorophyll content of the leaves and the depth of their colour, since any decrease in the intensity of the green hue is to be regarded as a sign of incipient chlorosis. The chief question was however : what is the cause of this well-known phenomena in cultivated plants? In our experiments in growing the latter we succeeded, after several preliminary trials, in systematically inducing chlorosis by *altering the proportion of the nutrient substances in the soil.* To mention one instance, it was found that an excess of potassic salts produced typical chlorosis in some of the leaves of fully nourished potato plants.

The manner in which the potash was combined had a certain effect, for while very light-coloured leaves were obtained with chlorine salts, the application of sulphur salts produced foliage of a darker green. A higher nitrogen content had the advantage over excess potash of producing, under similar conditions, no signs of chlorosis, or in the case of the specially injurious chlorine salts, an almost unnoticeable change of colour. An examination of the ash content of these haulms that differed so distinctly in the colour of their leaves gave some data to be applied to the general interpretation of the whole chlorosis problem. The different grades of the bleaching of the foliage always corresponded to the presence of a greater, or less, number of excess ions of potash, chlorine, or sulphur trioxide, which being unable to enter into normal combinations, were taken up singly by the plant and probably caused chlorosis by inhibiting the action of the iron necessary to the formation of chlorophyll. The results of the analyses clearly showed that the taking up of free anions, of chlorine for instance, from the soil by potatoes, which easily occurs, is far less harmful to the plants than the absorption of an excess of free cations. Further experiments are in progress which it is hoped will throw more light upon and explain this fundamental question of the excess of cations, or of anions, in chlorotic plants.

Dr. J. DUFRENOY.
Paris, France.

TITRE :

INFLUENCE DE LA COMPOSITION GÉOLOGIQUE DES SOLS DANS LA RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DES MALADIES.

Prof. G. LOPRIORE.
Modena, Italie.

TITRE :

LATERIZZAZIONE RAPIDA ED INCONSUETA DI UN MEDICAIO.

ACTION SUR LES LÉGUMINEUSES ET SUR LEURS NODOSITÉS, DU MÉLANGE "CLORURE DE SODIUM-CHAUX" CONSIDÉRÉ COMME COMPLEXE "TOXIQUE-ANTITOXIQUE".

Note de PICADO, resumée par G. DUFRENOY
Paris, France.

Divers lots de 12 plantes de haricot rouge, variété « Chilenos » ont été cultivés en pot. Chaque pot correspondant à un lot a reçu la même quantité de terre contaminée avec des nodules broyés et a été arrosé de la même quantité d'eau pendant les 35 jours de l'expérience. A la terre de divers pots on a incorporé du chlorure de sodium, ou de la chaux, ou un mélange, dans les proportions variables indiquées par le tableau.

Le chlorure de sodium est à la fois toxique pour les bactéries des nodosités et pour les haricots.

La chaux $Ca(OH)_2$ est à la fois favorable à la végétation des haricots et au développement des bactéries des nodosités. Cet élément agit comme antitoxique par rapport au chlorure de sodium. L'examen des résultats montre que le mélange de 5 ‰ de chlorure de sodium à 2,4, ou 6 ‰ de chaux, constitue, dans le sol auquel il est incorporé, un "complexe toxique-antitoxique,, qui est indifférent pour la légumineuse (courbe ponctuée) mais qui inhibe (en nombre et en grandeur) la formation des nodosités (courbe).

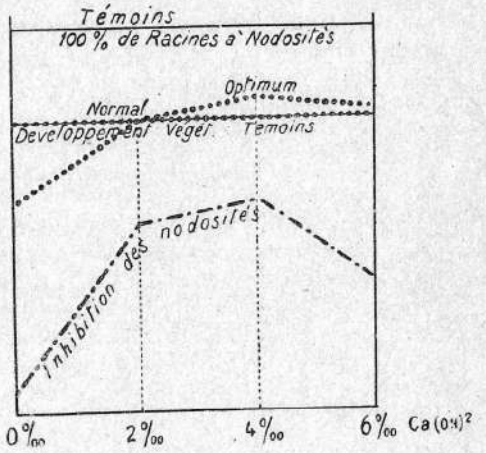


FIG. 5 6. — Influence du mélange « chlorure de sodium-chaux » sur les légumineuses et sur leurs nodosités

Note by PICADO, resumed by DUFRENOY, *Paris (France)*. — **Action on the Leguminous and their Nodules of the Mixture "Sodium Chloride-Lime" considered as a "Toxic-antitoxic" Complex.**

Several lots of 12 red bean plants of the "Chilenos" variety were cultivated in vessels. Each vessel corresponding to one lot received the same quantity of soil contaminated with crushed nodules and was watered with the same quantity of water during the 35 days of the experiment. To the soil of the different vessels there has been incorporated sodium chloride or lime or a mixture of both in the varying proportions indicated by the table.

The sodium chloride is, at the same time, toxic for the bacteria of the nodules and for the beans.

The lime $Ca(OH)_2$ is at the same time favourable to the vegetation of the beans and to the development of the nodule bacteria. This element acts as an antitoxic by relation to the sodium chloride. The investigation of the results shows that the mixture of 5 % of sodium chloride to 2.4 or 6 % of lime, constitutes, in the soil to which it is incorporated a "complete toxic-antitoxic" indifferent to the legume (dotted curve), but prevening the formation of the nodules (curve) as to their number and size.

J. S. MCHARGUE,

Kentucky Agricultural Experiment Station, Lexington, U. S. A.

THE OCCURRENCE OF COPPER, MANGANESE, ZINC, NICKEL AND COBALT IN SOILS, PLANTS AND ANIMALS AND THEIR POSSIBLE FUNCTION AS THE VITAL FACTORS (*)

A problem of fundamental importance in agricultural research to-day is to ascertain which of the elements present in small quantities in soils, plants and animals are necessary in the vital processes and what are their functions.

The purpose of this paper is to show, that some of the so-called non-essential elements are of common occurrence in Kentucky soils and in certain tissues of plants and animals produced on such soils, and that their concentration is greatest in certain vital organs of plants and animals, a coincidence which suggests the possibility that such elements may have important functions in the life processes.

For a long time it has been taught and accepted that available compounds of only ten elements are all that are necessary for the normal growth and maturation of agricultural crops. It is a well-known fact, however, that a much larger number of elements than ten occur in small amounts in fertile soils and in the ashes of normal plants that have grown in the soil. PALLADIN (1) names thirty-one elements that have been found in the ashes of plants which have grown under natural conditions in the soil. The ten elements, which have heretofore been considered all that are necessary for the growth of plants are carbon, hydrogen, oxygen, nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, sulfur and iron.

(*) Read before the Division of Agriculture and Food Chemistry of the American Chemical Society at the meeting in Milwaukee, September 10-15, 1923.

Within the past fifty years many investigations have been recorded in chemical literature, which show that the elements arsenic, antimony, cadmium, copper, manganese, zinc, nickel, cobalt, barium, strontium, bromine, and iodine are widely distributed in soils and plants. In recent experiments, observations have been made, which indicate that a few of the so-called non essential elements may have more important functions in soils, plants and animals than is generally recognized.

GREAVES (2) states, that arsenic is a constituent of virgin soils and that certain compounds of this element stimulate the processes of ammonification, nitrification and nitrogen fixation in the soil.

In 1866 NEUBAUER (3) published a method for the estimation of copper in the tissues of plants and animals. Later investigations show that this element is widely distributed in natural waters, soils, plants and animals. Certain species of mollusks are known to be relatively rich in copper.

WILLARD (4) reports that in 34 different samples of oysters collected at different points along the east coast of the United States a minimum of 50 parts per million and a maximum of 1700 parts per million of copper was found in the moisture-free matter.

BERTRAND (5) has published results which show quite appreciable amounts of arsenic, boron, iodine, copper, manganese, zinc and fluorine of common occurrence in the tissues of plants and animals. He also offers the suggestion that copper, manganese and vanadium replace the function of iron in certain mollusks, crustacea and tunicates.

BENZON (6) has recently published data from which he concludes that zinc functions as the so-called water-soluble *B.* vitamin.

JAVILLIER (7) has shown that zinc is a constituent of normal plants and that conifers are relatively rich in this element. He concluded that plants which contain chlorophyl are benefited by the action of small amounts of zinc which perhaps acts as a catalytic agent in the metabolic processes.

VAN ITALIE and VAN ECK (8) state that copper and zinc appear to be regular constituents of the liver. These metals were found in the newly born. In a still-born child there were 26.1 mg. copper and 73.9 mg. of zinc per kilogram in the liver.

The author (9) has shown that manganese is an essential element in the growth of autotrophic plants and functions in the synthesis of chlorophyl, for when this element is carefully excluded from sand culture experiments plants do not synthesize chlorophyl and consequently make very little growth.

The purpose of investigations which are now under way at the *Kentucky Agricultural Experiment Station* is to obtain by carefully controlled experiments with certain mixtures of pure plant nutrients and purified quartz definite information concerning the number of elements necessary and, if possible, the function they may have in the plant economy. Other experiments are planned in which it is purposed to determine, what effects are produced, when small animals are confined to synthetic foods in which copper, manganese and zinc are at a mi-

nimum as contrasted with the effect on other animals, in which compounds of these elements are present in their good.

Experimental data.

Preliminary experiments on a few virgin soils from the more important soil areas of Kentucky show, that they contain amounts of the elements arsenic, copper, antimony, manganese, zinc, nickel, cobalt, barium and strontium large enough for estimation by the usual methods of qualitative chemical analysis applied to the hydrochloric acid extract from 1000 grams of air-dried soil.

The purified precipitates obtained in the analysis of the solution from one virgin soil gave the following quantitative results (*) in parts per million of the element in the air dry soil : arsenic 10.8, copper 7.2, zinc 27,7, cobalt 1,5, nickel 3.9. The presence of these elements in a Kentucky soil in greater quantities than was anticipated suggested further investigations as to their presence in certain parts of plants and animals which had received their sustenance from the soil in which these elements occur.

Thus far the foliage and seeds of a few of the more important farm crops have been examined for some of the so-called non-essential elements. The ash resulting from the incineration of 1500 grams of air-dry corn silage was digested in hot 20-per-cent hydrochloric acid. The insoluble material filtered and washed free of chlorides. The hydrochloric acid solution of the ash was examined by the usual procedure of qualitative chemical analyses and the following elements were found : arsenic, appreciable ; lead, trace; copper, appreciable; manganese, considerable; zinc, appreciable; nickel, trace; barium and strontium, appreciable.

Samples of the following materials were analyzed.

Kentucky bluegrass (*Poa pratensis*). A clean, hand-picked, sample of the fresh blades which were about 6-10 inches in length. The blades of grass were free from soil or other extraneous matter.

Soybean leaves : Fresh leaves were hand picked from the upper half of plants about three to four feet tall growing in the field. The leaves were free from soil or other observable extraneous matter.

Soybean seeds : The seeds were clean and mature, and were grown on the same farm and the same type of soil as the soybean leaves, but not on the same plants.

Wheat bran : A sample of wheat bran from a red winter wheat obtained at a flour mill. The bran was freed from the germs and small particles of bran by making in a 20-mesh sieve and selecting the larger flakes of bran, that remain on the sieve for the analysis.

Wheat germs : This material was not absolutely pure wheat germs but was a representative sample of the material designated as wheat germs by the miller. It contained small particles of bran and some flour. Perhaps the germs formed as much as 70 per cent of the mixture.

Patent flour : The sample represented the highest grade of patent flour and was produced at the same mill at which the wheat bran and wheat germs were obtained.

(*) Methods of estimation, Scott's Standard Methods of Chemical Analysis, 1st edition, 1917, Van Nostrand, New York. Arsenic, Cutzeit Method, page 46 ; Copper, Ammonia Method, page 167. Zinc, precipitated as sulfide, in CH_3COOH and weighed as sulfate, p. 479. Nickel, Dimethylglyoxime method, p. 287, Colbalt, Nitro-beta-naphthol method, p. 143.

Corn germs : The corn germs were dissected by hand from sound and mature grains of white Hickory King corn, which had grown on the Kentuchy Agricultural Experiment Station farm, at Lexington.

Corn endosperm : The remaining part of the corn grains from which the germs had been cut out by hand with a small gouge.

Rice polishings : A sample of the commercial material containing the pericarp and germ of the rice grain, removed from the grain in the process of polishing. This material contains a so-called vitamin and will cure pigeons suffering with polyneuritis.

Polished white rice : The commercial product from which the pericarp and germ have been removed in the process of polishing. Pigeons will develop polyneuritis in about three or four weeks when confined to a diet consisting of polished rice only (1).

The results in Table 1, except those for manganese, were obtained by methods described by Scott (2), using the hydrochloric acid solution of the ash from 100 grams of air-dried material, except the soybean seeds, of which 500 grams were used. Manganese was determined by the periodate method (3) in a separate portion of 10 grams of material.

Table 1. — *Metals found in vegetable substances. Parts per million of moisture-free material.*

Material	Copper	Iron	Manganese (3)	Zinc	Nickel	Cobalt
Bluegrass (Poa pratensis)	7,5	336,0	30,0	28,0	trace	trace
Soybean leaves	8,0	336,0	160,0	110,0	trace	trace
Soybean seeds	12,0	70,0	32,5	18,4	3,92	trace
Wheat bran	16,0	210,0	125,0	75,0	—	—
Wheat germs	46,0	270'0	150,0	160,0	—	—
Patent flour	trace	24,0	10,0	trace	—	—
Corn germs	10,0	270,0	40,0	103.0	—	—
Corn endosperm	trace	30,0	16,0	trace	—	—
Rice polishings	0,0	168,0	100,0	70,0	—	—
Polished rice	trace	3,0	10,0	trace	—	—

(1) In conducting feeding experiments with pigeons on unpolished versus polished rice an interesting observation resulted from an accident to one of the pigeons which was receiving the unpolished rice. About two hours after the pigeons had been fed a portion of the unpolished rice, one, in flying in the wire cage, came in contact with a projecting end of a wire and tore open its craw and exposed the rice grains, which had been swallowed two hours previously. These grains were brown and unpolished when fed but were now white, the brown pericarp having been for the most part dissolved and digested from off, so that the grains were nearly as white as grains that had been polished in the milling processes, thus showing that the pericarp is readily removed and digested in the craw of the pigeon. The other surviving pigeons receiving unpolished rice maintained a normal condition during the experiment. The pigeons receiving polished rice came down with polyneuritis and were all dead at the end of 35 days.

Pigeons fed on biscuits made from the highly milled patent flour, with soda, lard, salt and enough butter milk to make a dough, developed polyneuritis, but were restored to a normal condition by being fed corn germs.

(2) Loc cit.

(3) *Jour. Amer. Chem. Soc.*, V. 39, p. 2366, 1917.

It is evident from the table that when the cereals, wheat, corn, and rice, are highly milled by the modern processes, the finished products, patent flour, degermed corn meal and polished rice, are practically freed from copper, manganese, zinc and iron, It is interesting to note that the germs of wheat and corn are relatively rich in copper, manganese and zinc, thus showing a close association of these elements with the vital part of these grains.

The foregoing results and observations on the occurrence of copper, manganese and zinc in the foliage and seeds of important agricultural plants suggested further investigations on their occurrence in the tissues and fluids of domestic animals. The method of procedure used for all animal substances was substantially as the following for lean meat of an ox. A sample of lean meat from a freshly slaughtered mature and normal ox was obtained, run throug a meat chopper and dried at 100°C. One hundred grams of the moisture-free lean meat was heated gently in a clean quartz dish until no further volatile matter was given off. The carbonized matter was then digested with hot 20 per cent hydrochloric acid and ground fine in a porcelain mortar, transferred to a Buchner funnel filtered and washed with hot water. The remaining residue of carbonized matter was returned to a quartz dish and further ashed at a temperature below redness in a muffle furnace. This method of alternate ashing and extraction with acid water was repeated until all the carbon was consumed and the mineral matter contained in the meat was in solution. The solution was made to a definite volume and aliquots taken for the estimation of the different elements reported in table No. 2.

TABLE 2. — *Metals found in animal substances ; parts per million of the moisture-free material.*

Material	Copper	Iron	Manganese	Zinc
Lean meat of ox	0,4	225,0	trace	trace
Liver of same ox	75,0	308,0	15,0	112,0
Liver of calf one week old	345,0	168,0	14,0	122,5
Blood of the same calf	0,0	1720,0	trace	32,0
Testicles of a mature horse	154,0	221,0	12,0	55,0
Egg yolks	2,5	100,0	1,5	67,0
Cod liver chum	44,0	172,0	4,0	92,0

DISCUSSION OF THE RESULTS.

From the results contained in this preliminary report it is evident that small amounts of copper, manganese, zinc, nickel and cobalt are widely distributed in soils and plants. Each of these elements has been found in larger amounts than was anticipated in samples of soil from a few of the larger geological formation in Kentucky, when their presence was sought for with care.

Examination of plants which have grown under natural conditions in the soil have revealed the presence of copper, manganese and zinc in every case and in

larger amounts than were anticipated. Nickel and cobalt occur in some plants that have grown under natural conditions in the soil in sufficient amounts to permit quantitative determination of these elements when not more than a kilogram of the dry plant material is ashed and these elements are carefully sought for, using standard methods of chemical analysis.

The fact that the liver of a young calf contained so much copper is both interesting and significant. Since the calf was only a week old it must have obtained all this copper from the mother cow. The calf was apparently normal in every respect at the time it was slaughtered. The fact that the calf absorbed the amount of copper, that it contained from the mother cow, raises the question, what would have been the effect on the offspring, if the food of the mother cow had been deficient in either copper, manganese or zinc. The author is seeking a definite answer to this question by experiments both with plants and with small animals. It has been known for a long time that copper is of common occurrence in the tissues of land and marine animals. It is stated that copper replaces the function of iron in the metabolism of some of the lower forms of animal life. It is a well known fact that inorganic compounds of copper, manganese and zinc have important catalytic functions and it is not unreasonable to assume such a role for the organic colloidal complexes of these metals in the metabolic process of plants and animals.

CONCLUSION.

The possibility of some of the so-called non-essential elements having more important functions to perform in agriculture than has yet been demonstrated offers sufficient interest for further and more searching investigations concerning the necessity of some of these elements in plant and animal metabolism.

REFERENCES.

(1) PALLADIN, V. I., Plant Physiology, second edition, p. 82.
(2) GREAVES, J. E., Agricultural Bacteriology, p. 119.
(3) NEUBAUER, C., *Zeitschrift für analytische Chemie*, V, p. 260.
(4) WILLARD, J. T., *Journal Amer. Chem. Soc.* XXX, p. 902.
(5) BERTRAND, G., De l'importance des infiniment petits chimiques dans l'alimentation. *Bull. de la Société Scientifique d'Hygiène Alimentaire*, No. 1, pp. 49-66, 1920.
(6) BENZON, B., La présence du zinc dans les aliments d'origine végétale, Contribution à l'étude du rôle physiologique du zinc chez les animaux. Thesis, University of Paris, 1923.
(7) JAVILLIER, *Ann. Insi. Pasteur*, 22, 720. — *Compt. rend.* 145, 1212. — *Compt. rend.*, 146. 365.
(8) VAN ITALIE, L., and VAN ECK, J. J. The occurrence of metals in the liver. *Pharm. Weehblad*, 49, 1157-63. Abst. in *Chem. Abstracts*, 7. 2060. (Original not seen).
(9) MCHARGUE, J. S., Effect of manganese on the growth of wheat ; A source of manganese for agricultural purposes, *Journal Ind. Eng. Chem.* II, No. 4, p. 332. — The role of manganese in plants. *Journ. Amer. Chem. Soc.* XLIV, No. 7, p. 1592. — Iron and manganese content of certain species of seeds. *Jour. Agr. Research*, XXIII, 23 No. 6, p. 395. — The effect of different concentrations of manganese sulfate on the growth of plants in acid and neutral soils and the necessity of manganese as a plant nutrient. *Journ. Agr. Research*, XXIV, No. 9, p. 781.

J. S. McHARGUE
Kentuky (U. S. A.)

THE OCCURRENCE OF COPPER, MANGANESE, ZINK, NICKEL AND COBALT IN SOILS, PLANTS AND ANIMALS AND THEIR POSSIBLE FUNCTION AS VITAL FACTORS.

ABSTRACT.

The author reports having found appreciable amounts of lead, arsenic, copper cadmium, manganese, zinc, nickel and cobalt in virgin and cultivated soils from three different geological formations in Kentucky. These elements were in larger amount in the virgin than the cultivated soils. The virgin soils were taken from a forest.

A considerable number of plants and seeds that grew under natural conditions in the soil have been examined and copper, manganese and zinc were found in all cases. In wheat, corn and rice these three elements and also iron occurred in the largest amounts in the bran, germs and offal which results, when these cereals are milled by modern processes.

The more important organs and tissues of hogs, sheep and cattle were examined and the largest amounts of copper, manganese, zinc and iron were found in the liver of each of these animals.

The author considers it significant that copper, manganese, zinc and iron are so closely associated with the so-called vitamins in both plant and animal tissues. Experiments are under way to determine if compounds of these elements are not essential to both plant and animal life.

J. S. McHARGUE, *Kentucky (Etats-Unis)*. — **La présence du cuivre, du manganese, du zinc, du nikel et du cobalt dans le sol, les plantes et les animaux et leur fonction possible comme facteurs de vie.**

RÉSUMÉ.

L'Auteur rapporte avoir trouvé des quantités appréciables de plomb, arsenic cuivre, cadmium, maganèse, zinc, nikel et cobalt dans les sols vierges et dans les sols cultivés dans 3 formations géologiques différentes du Kentucky. Ces éléments existaient en plus forte quantité dans les sols vierges que dans les sols cultivés. Les sols vierges sont des sols de forêts.

Un nombre considérable de plantes et de graines cultivées dans des conditions naturelles ont été examinées et le cuivre, le manganèse et le zinc furent trouvés dans tous les cas.

Dans le froment, le maïs et le riz ces trois éléments, de même que le fer, existent en plus forte proportion dans le son, le germe et la farine basse provenant de la mouture de ces céréales par des procédés modernes. Les organes et les tissus principaux des porcs, moutons, et bovins furent examinés et les plus fortes proportions de cuivre, manganèse, zinc et fer furent trouvées dans le foie de chacun de ces animaux.

L'Auteur considère comme significatif le fait que le cuivre, le manganèse, le zinc et le fer sont étroitement associés avec les vitamines dans les tissus animaux et végétaux.

Dex expériences sont en cours pour déterminer si les mélanges de ces éléments ne sont pas essentiels pour la vie végétale et animale.

Dr. YOSHISABURÔ KIDA
Université Impériale, Tokyo.

RECHERCHES SUR LE RÔLE FERTILISANT DU NITRATE DE SOUDE SUR LE RIZ EN RIZIÈRE

Depuis que BOUSSINGAULT constata l'efficacité fertilisante du nitrate de soude, les recherches effectuées sur le même sujet ont été reprises par de nombreux savants, BARLEY, BENNET, LOWEL, KUHLMANN, P. WAGNER, MAERCKER, PAGNAUL, KLOPFER, ADAMS et BACHMANN, qui n'ont principalement étudié que la végétation en champ, tandis que le riz en rizière est pendant longtemps resté moins étudié.

En 1882, le Dr. O. KELLNER, d'après les vieilles recherches de l'engrais azoté sur le riz en rizière, montra que l'efficacité fertilisante du sel ammoniaque sur le riz en rizière à la première période de l'accroissement est plus remarquable que celle du nitrate, tandis qu'en dernière période, elle présente le phénomène tout à fait contraire ; et il rapporta encore que le riz en rizière, absorbant l'azote nécessaire du nitrate et du sel ammoniaque, peut monter complètement en graine ; et que le riz alimenté de nitrate en même temps que de sel ammoniaque peut donner toujours le meilleur résultat, pendant l'accroissement, en comparaison du riz alimenté d'azote en même quantité, sous forme de l'acide nitrique ou de l'ammoniaque (*Landw. Vers. Station* ; 30, 1884).

Plus tard, en 1900. M. G. STUBBS, à l'*Agricultural Experimental Station*, Louisiana (Etats-Unis d'Amérique), conclua que le riz peut absorber l'azote nécessaire sous la forme de l'acide nitrique, telle qu'autre végétation générale profite du nitrate comme source de l'azote. (*Louisiana Stat. Bul.* 91). Du reste, feu le Dr. S. NAGAOKA a recherché l'influence du nitrate et du sel ammoniaque sur le riz en rizière et donne les chiffres suivants, à l'égard de leur efficacité fertilisante. (*Bul. Col. Agr. Tokyo Imp. Univ.* IX, 1904).

Si l'on représente le sulfate d'ammoniaque par le nombre 100, on aura les pourcentages suivants du rendement augmenté dans la parcelle de nitrate.

	Alimenté une fois	Alimenté deux fois	Alimenté quatre fois
Riz alimenté avec 25 Kilogrammes d'azote par hectare	69,0	92,2	101,7
Riz alimenté ayec 50 Kilogrammes d'azote par hectare	36 0	23,6	23,1
Riz alimenté avec 150 Kilogrammes d'azote par hectare	40,9	44,1	23,1

Les chiffres nous montrent évidemment qu'au moment de se servir à part du nitrate en petite quantité, il s'en effectue un bon resultat correspondant au sel ammoniaque ; pourtant si l'on alimente de plus de 50 kilogrammes d'azote

par hectare, le nitrate est trop inférieur au sel ammoniaque. Le Dr. S. NAGAOKA, d'après le résultat obtenu en donnant une seule fois, 50 kilogrammes d'azote par hectare, et en ajoutant à ce résultat la valeur comparative (43.5-100) du coefficient d'absorption pour le sel ammoniaque, a conclu que l'efficacité fertilisante du nitrate sur le riz en rizière est de 40 %[1], en comparaison de celle du sel ammoniaque; et au début de la conclusion, il a remarqué que l'efficacité du nitrate sur la végétation aquatique, tel que le riz en rizière, est inférieure à celle du sel ammoniaque, à cause du manque de sucres dans la feuille, nécessaires à transformer la quantité de nitrate absorbé. Cependant en 1907, ce point de vue fut contesté par le Dr. G. DAIKUHARA et le Dr. C. IMAZEKI, plus tard par M. P. KELLEY.

En 1906 M. S. FRAPS, après des recherches sur le sol de rizière au Texas (Etats-Unis d'Amérique), a expliqué que dans le sol, tel une autre rizière, est très lente l'action de nitrification, et d'ailleurs il nous a montré que la production d'ammoniaque est plus grande ; en même temps que le riz en rizière, dans la période d'accroissement absorbe le sel ammoniaque comme source d'azote. (*Texas Stat. Bul.* 82).

En 1907, les Drs. G. DAIKUHARA et IMAZEKI ont rapporté que l'efficacité du sel ammoniaque sur le riz est plu remarquable que celle du nitrate et spécialement que ce dernier, en présence de la matière organique, diminue en efficacité ; et en outre le nitrate est désavantageux pour la végétation aquatique, parce que dans le sol de rizière, où il ya une réduction plus considérable que dans le sol en champ, a lieu la naissance de nitrites désavantageux pour la végétation, et d'ailleurs le nitrate lui-même se perd par arrosage. (*Bul. Imp. Cent. Agr. Stat. Japan.* I).

En 1911, M. P. KELLEY a examiné le riz en rizière pendant trois ans, à l'*Agricultural Experiment Station* à Hawaï, et obtenu le résultat que le mode d'administrer une seule fois le sulfate d'ammoniaque est plus avantageux que de l'administrer séparément, tandis que le nitrate de soude fait augmenter l'efficacité par le moyen d'une alimentation à part. Aussi a-t-il insisté sur le fait que l'efficacité fertilisante du nitrate de soude est inférieure à celle du sulfate d'ammoniaque, à cause du manque du ferment réductif du nitrate dans le corps du riz en rizière. (*Hawaï Stat. Bul.* 24).

Plus tard, en 1913, M. S. Go, recherchant la transformation des composés azotés dans le nitrate de soude donné au sol de rizière à Komaba, près de Tokyo, a rapporté que dans la rizière, une certaine quantité d'azotes nitriques peut transformer en matière albumineuse et la fixer dans le sol, (d'après le résultat déposé, pendant dix jours, dans la chambre à la température de 37°C au maximum, de 20° au minimum), pourvu qu'on donne du phosphate de soude et de la kaïnite, en même temps que du nitrate de soude. De recherches sur ce point furentt aussi effectuées par Dr. O. LEMMERMANN.

De nombreux essais ont été ainsi effectués dans le but d'étudier le rôle de l'efficacité sur le riz en rizière, dans le cas où l'on se sert, dans une parcelle, de l'engrais azoté soluble de la même sorte ou bien de différente sorte. Cependant comme, il est en général désavantageux pour l'agriculteur, à cause de diverses circonstances, de suppléer de l'engrais azoté soluble au lieu de la quantité d'azote nécessaire à la végétation, nous avons eu l'idée de nous servir. par suite des moyens habituels actuelle-

[1] $(36.6 + 43.5) \times \frac{1}{2} = 40.05$.

ment adoptés par l'agriculteur, de *l'engrais soluble*, c'est-à-dire, d'une certaine quantité de la dose d'azote nécessaire au riz comme engrais supplémentaire, et de suppléer, d'autre part, de l'engrais organique comme original.

A ce point de vue, ayant pour but d'examiner l'efficacité du nitrate de soude sans bien nous éloigner du problème pratique, nous avons ainsi expérimenté par le projet suivant :

	Dose d'azote	Dose d'acide phosphorique	Dose de potasse	Mode d'Emploi des engrais azotés de diverses sortes
No. 1 : Sans engrais	— grammes	— grammes	— grammes	——
No. 2 : Sans azote.	—	9,99	9,99	——
No. 3 : Nitrate de soude	6,66	»	»	Le nitrate de soude a été donné séparément 3 fois ; la première fois, le jour précédent à la transplantation ; la deuxième fois le 16 juillet ; la troisième fois le 3 août.
No. 4 : Sulfate d'ammoniaque	6,66	»	»	Le sulfate d'ammoniaque a été donné séparément 3 fois, la première fois, le jour précédant a la transplantation ; la deuxième fois, le 16 juillet ; la troisième fois le 3 août.
No. 5 : Tourteaux	6,61	»	»	Les tourteaux ont été donné une fois, dix jours avant la transplantation.
No. 6 : Tourteaux (½)	3,33 (Tourteaux)	»	»	Le nitrate de soude a été donné séparément deux fois, la première fois, le 16 juillet ; la deuxième fois, le 3 août.
Nitrate de soude (½)	3,33 (Nitrate des.)			
No. 7 : Tourteaux (½)	3,33 (Tourteaux)	»	»	Le sulfate d'ammoniaque a été donné séparément deux fois, la première fois, le 16 juillet, la deuxième fois le 3 août.
Sulfate d'ammoniaque (½)	3,32 (Nitrate des.)			
No. 8 : Tourteaux (⅔)	4,44 (Tourteaux)	»	»	Le nitrate de soude a été donné une fois, le 3 août.
Nitrate de soude (⅓)	2,22 (Nitrate des.)			
No. 9 : Tourteaux (⅔)	4,44 (Tourteaux)	»	»	Le sulfate d'ammoniaque a été donné une fois, le 3 août.
Sulfate d'ammoniaque (⅓)	2,22 (Sulfate d'a.)			
No. 10 : Tourteaux (⅓)	2,22 (Tourteaux)	»	»	Le nitrate de soude a été donné séparément deux fois ; la première fois, le 16 juillet, la deuxième fois, le 3 août.
Nitrate de soude (⅓)	2,22 (Nitrate des.)			
Nitrate de soude (⅓)	2,22 (Nitrate des.)			
No. 11 : Tourteaux (⅓)	2,22 (Tourteaux)	«	»	Le nitrate de soude a été donné une fois, le 16 juillet ; le sulfate d'ammoniaque donné par une fois, le 3 août.
Nitrate de soude (⅓)	2,22 (Nitrate des.)			
Sulfate d'ammoniaque (⅓)	2,22 (Sulfate d'a.)			

	Dose d'azote	Dose d'acide phosphorique	Dose de potasse	Mode d'Emploi des engrais azotés de diverses sortes
No. 12 :				
Tourteaux (⅓)	2,22 (Tourteaux)			
Sulfate d'ammoniaque (⅓)	2,22 (Sulfate d'a.)	»	»	Le sulfate d'ammoniaque a été donné une fois, le 16 juillet : le nitrate de soude donné une fois, le 3 août.
Nitrate de soude (⅓)	2,22 (Nitrate des.)			
No. 13 :				
Tourteaux (⅓)	2,22 (Tourteaux)			
Sulfate d'ammoniaque (⅓)	2,22 (Sulfate d'a.)	»	»	Le sulfate d'ammoniaque a été donné deux fois, la première fois, le 16 juillet, la deuxième fois, le 3 août.
Sulfate d'ammoniaque (⅓)	2,22 (Sulfate d'a.)			
No. 14 :				
Tourteaux	6,66 (Tourteaux)			
Nitrate de soude additionné	1.665 (Nitrate des.)	»	»	Le nitrate de soude a été donné une fois, le 16 juillet.
No. 15 :				
Tourteaux	6,66 (Tourteaux)			
Sulfate d'ammoniaque additionné	1.665 (Sulfate d'a.)	»	»	Le sulfate d'ammoniaque a été donné une fois, le 16 juillet.

Chaque parcelle (territoire de Komaba), de trois Shaku carrès, alimentée par 7992 grammes d'azote et de 11.988 g. d'acide phosphorique et respectivement de potasse correspondant à 11.988 grammes chacun. Cette expérience a ainsi continué pendant six ans, depuis 1909 jusqu'à 1914. La dose d'ingrédients fertilisants contenus dans les engrais employes est comme suit :

		1909	1910	1911	1912	1913	1914
		%	%	%	%	%	%
Nitrate de soude	N	15,38	15,38	16,03	16,03	15,56	15,56
Sulfate d'ammoniaque	N	20,16	20,16	20,30	20,30	20,02	20,02
Tourteaux Dolic du Japon	N	6,88	6,88	7,02	6,66	6,38	6,38
Superphosphate	P_2O_5	19,55	19,55	18,58	18,58	17,55	17,55
Sulfate de potasse	K_2O	—	49,65	—	49,65	—	50,08
Cendres de bois	K_2O	11,84	—	11,84	—	12,33	—

Ci-dessous on indique la dose d'engrais nécessaire pour obtenir 6.66 grammes d'azote et 9.99 grammes chacun de potasse et d'acide phosphorique.

	1909	1910	1911	1912	1913	1914
Nitrate de soude (gr)	34.303	43.303	41.547	41.547	42.802	42.802
Sulfate d'ammoniaque (gr)	33.036	33.031	32.808	32.808	33.267	33.267
Tourteaux (gr)	96.802	96.802	94.872	100.000	104.388	104.388
Superphosphate (gr)	51.100	51.100	53.780	53.780	56.923	56.923
Sulfate de potasse (gr)	—	20.120	—	20.120	—	19.948
Cendres de bois (gr)	84.375	—	84.375	—	81.020	—

Quant au procédé, si l'on se sert d'engrais soluble, comme supplémentaire, au moment où une quantité d'eau est stagnante dans la parcelle, il y aura danger

que l'engrais ne soit pas suffisamment absorbé dans le sol. C'est pourquoi, nous avons employé de l'engrais azoté soluble, après l'irrigation et avoir laissé passer quatre jours sans arrosement et en le mélangeant avec le sol.

Nous indiquons ci-dessous le résultat moyen des expériences de chaque année. Pourtant les deux carrés : No. 14 carré — Tourteaux et nitrate de soude additionné ; No. 15 carré — Tourteaux et sulfate d'ammoniaque additionné, sont excéptés du résultat avant 1911, puisqu'ils ont été établis dès 1914.

1. Expérience effectuée en 1909.

(A, montre le rendement moyen; B, l'augmentation pour le carré sans azote).

Transplantation : le 2 juillet.

Récolte : le 19 novembre.

Classification par carrés		Récolte totale	Paille	Grains	Grains vides
No. 1 : Sans engrais	A	570,9 grammes	190,4 grammes	172,0 grammes	2 5 grammes
No. 2 : Sans azote	A	597,0	292,0	300,5	4,5
No. 3 : Nitrate de soude	A	792,5	286,5	396,0	10,0
	B	195,5	94,5	95,3	5,5
No. 4 : Sulfate d'ammoniaque	A	910,5	491,5	409,0	10,0
	B	313,5	199,5	108,0	5,5
No. 5 : Tourteaux	A	868,0	460,0	401,0	7,0
	B	271,0	168,0	100,5	2,5
No. 6 : Tourteaux (½) Nitrate de soude (½)	A	856,7	401,5	441,2	14,0
	B	259,7	109,5	140,7	9.5
No. 7 : Tourteaux (½) Sulfate d'ammoniaque (½)	A	922,0	452,0	461,5	8,5
	B	325,0	160,0	161,0	4,0
No. 8 : Tourteaux (⅔) Nitrate de soude (⅓)	A	915,0	452,0	457,0	6,0
	B	318,0	160,0	156,5	1,5
No. 9 : Tourteaux (¼) Sulfate d'ammoniaque (¾)	A	901,5	455,0	437,5	9,0
	B	304,5	163,0	137,0	4,5
No. 10 : Tourteaux (⅓) Nitrate de soude (⅓) Nitrate de soude (⅓)	A	844,9	444,6	390,3	10,0
	B	247,9	152,6	89,8	5,5
No. 11 : Tourteaux (⅓) Nitrate de soude (⅓) Sulfate d'ammoniaque (⅓)	A	1065,0	535,0	518,0	12,0
	B	468,0	423,0	217,5	7,5
No. 12 : Tourteaux (⅓) Sulfate d'ammoniaque (⅓) Nitrate de soude (⅓)	A	1084,5	553,5	520,5	10,5
	B	487,5	261,5	220,0	6,0
No. 13 : Tourteaux (⅓) Sulfate d'ammoniaque (⅓) Sulfate d'ammoniaque (⅓)	A	1136,0	557,5	567,5	11,0
	B	539,0	265,5	267,0	6,5

2. Expérience effectuée en 1910.

A cause de la grande pluie, nous sommes obligés de suspendre l'expérience.

3. Expérience effectuée en 1911.

(A, montre le rendement moyen; B, l'augmentation pour le carré sans azote).
Transplantation : le 2 juillet.
Récolte : le 19 novembre.

Classification par carrés		Récolte totale	Paille	Grains	Grains vides
No. 1 : Sans engrais	A	430,4 grammes	217,4 grammes	210,0 grammes	3,0 grammes
No. 2 : Sans azote	A	687,5	336,0	348,0	3
No. 3 : Nitrate de soude	A	829,7	419,4	401,3	9,0
	B	142,2	83,4	53,5	5,5
No. 4 : Sulfate d'ammoniaque	A	1173,5	577,0	588,5	8,0
	B	486,0	241,0	240,5	4,5
No. 5 : Tourteaux	A	979,5	518,5	455,0	6,0
	B	292,0	182,5	107,0	2,5
No. 6 : Tourteaux (½)	A	1015,6	515,5	486,3	14,0
Nitrate de soude (½)	B	328,1	179 3	138,3	10,5
No. 7 : Tourteaux (½)	A	984,5	510,0	464,0	10,5
Sulfate d'ammoniaque (½)	B	297,0	174,0	116,0	7,0
No. 8 : Tourteaux (²/₃)	A	1068,2	556,2	502,0	10,0
Nitrate de soude (⅓)	B	380,7	220,2	154,0	6,5
No. 9 : Tourteaux (²/₃)	A	1098,9	561,4	525,0	12,5
Sulfate d'ammoniaque (⅓)	B	411,4	225,4	177,0	9,0
No. 10 : Tourteaux (⅓)					
Nitrate de soude (⅓)	A	968,5	495,5	459,0	14,0
Nitrate de soude (⅓)	B	281,0	159,5	111,0	10,5
No. 11 : Tourteaux (⅓)					
Nitrate de soude (⅓)	A	1096,8	563,7	523,6	9,5
Sulfate d'ammoniaque (⅓)	B	509,3	227,7	175,6	6,0
No. 12 : Tourteaux (⅓)					
Sulfate d'ammoniaque (⅓)	A	1149,0	583,0	554,5	11,5
Nitrate de soude (⅓)	B	461,5	247,0	206,5	8,0
No. 13 : Tourteaux (⅓)					
Sulfate d'ammoniaque (⅓)	A	1115,6	597,0	509,6	9,0
Sulfate d'ammoniaque (⅓)	B	428,1	261,0	161,6	5,5

4. Expérience effectuée en 1912.

(A, montre le rendement moyen; B, l'augmentation pour le carré sans azote).
Transplantation : le 1 juillet.
Récolte : le 20 novembre.

Classifications par carré		Récolte totale	Paille	Grains	Grains vides
No. 1 : Sans engrais	A	300,7 grammes	167,0 grammes	130,7 grammes	3,0 grammes
No. 2 : Sans azote	A	369,1	196,5	170,6	2,0
No. 3 : Nitrate de soude	A	550,6	280,4	265,0	5,2
	B	181,5	83,9	94,4	3,2
No. 4 : Sulfate d'ammoniaque	A	663,8	365,5	293,3	5,0
	B	294,7	169,0	122,7	3 0
No. 5 : Tourteaux	A	612,8	320,0	287,5	5,3
	B	243,7	123,5	116,9	2,3
No. 6 : Toutceaux (½)	A	612,8	335,5	270,0	5,3
Nitrate de soude (½)	B	243,7	139,0	99,4	3,3
No. 7 : Tourteaux (½)	A	596,0	335,0	257,0	4,0
Sulfate d'ammoniaque (½)	B	226,0	138,5	86,4	2,0
No. 8 : Tourteaux (²/₃)	A	638,9	375,2	257,2	6,5
Nitrate de soude (⅓)	B	269,8	178,7	8,66	4,5
No. 9 : Tourteaux (²/₃)	A	642,1	345,8	290,8	6,0
Sulfate d'ammoniaque (⅓)	B	273,0	148,3	120,2	4,0
No. 10 : Tourteaux (⅓)	A	589,7	337,5	247,2	5,0
Nitrate de soude (⅓)	B	220,6	141,0	76,6	3,0
Nitrate de soude (⅓)					
No. 11 : Tourteaux (⅓)	A	646,7	337,0	305,2	4,5
Nitrate de soude (⅓)	B	277,6	140,5	134,6	2,5
Sulfate d'ammoniaque (⅓)					
No. 12 : Tourteaux (⅓)	A	647,5	237,5	315,0	5,0
Sulfate d'ammoniaque (⅓)	B	278,4	131,0	144,4	3,0
Nitrate de soude (⅓)					
No. 13 : Tourteaux (⅓)	A	654,4	320,0	327,4	7,0
Sulfate d'ammoniaque (⅓)	B	285,6	123,5	156,8	5,0
Sulfate d'ammoniaque (⅓)					
No. 14 : Tourteaux	A	695,8	358,0	332,5	5,3
Nitrate de soude additionné	B	326,7	161,5	161,9	3,3
No. 15 : Tourteaux	A	668,0	360,0	301,0	7,0
Sulfate d'ammoniaque additionné	B	208,9	163,5	130,4	5,0

5. Expérience effectuée en 1913.

(A, montre le rendement : B, l'augmeutation pour le carré sans azote).
Transplantation : le 30 juillet.
Récolte : le 18 novembre.

Classification par carrés		Récolte totale	Paille	Grains	Grains vides
No. 1 :					
Sans engrais	A	336,2 grammes	140,5 grammes	190,8 grammes	5,0 grammes
No. 2 :					
Sans azote	A	541,2	265,2	271,5	4,5
No. 3 :					
Nitrate de soude	A	635,1	298,0	330,7	6,4
	B	93,9	32,8	59,2	1,9
No. 4 :					
Sulfate d'ammoniaque	A	918,5	456,7	454,8	7,5
	B	377,3	191,5	182,8	3,0
No. 5 :					
Tourteaux	A	720,5	365,5	350,0	4,8
	B	179,1	100,8	78,5	0,3
No. 6 :					
Tourteaux (1/2)	A	876,1	428 4	441,2	6,5
Nitrate de soude (½)	B	334,9	163,2	169,7	2,0
No. 7 :					
Tourteaux (½)	A	866,3	400,7	458,6	7,0
Sulfate d'ammoniaque (1/2)	B	325,1	135,5	187,1	2,5
No. 8 :					
Tourteaux (2/3)	A	260,0	366,5	585,5	8,0
Nitrate de soude (⅓)	B	218,8	101,3	114'0	3,5
No. 9 :					
Tourteaux (2/3)	A	793,5	381,2	406,3	6,0
Sulfate d'ammoniaque (⅓)	B	252,3	116,0	134,8	1,5
No. 10 :					
Tourteaux (⅓)	A	680,1	325,3	350,0	5,3
Nitrate de soude (⅓)	B	139,4	60,1	78,5	0,8
Nitrate de soude (⅓)					
No. 11 :					
Tourteaux (⅓)	A	705,4	350,5	348,6	6,3
Nitrate de soude (⅓)	B	164,2	85,3	77,1	1,8
Sulfate d'ammoniaque (⅓)					
No. 12 :					
Tourteaux (⅓)	A	730,4	362,4	361,2	6,8
Sulfate d'ammoniaque (⅓)	B	189,2	97,2	89,7	2,3
Nitrate de soude (⅓)					
No. 13 :					
Tourteaux (⅓)	A	738,1	551,7	378,4	8,0
Sulfate d'ammoniaque (⅓)	B	196,9	86,5	106,9	3,5
Sulfate d'ammoniaque (⅓)					
No. 14 :					
Tourteaux	A	780,6	592,6	378,5	9,5
Nitrate de soude additionné	B	239,4	127,4	107,0	5,0
No. 15 :					
Tourteau	A	822,5	410,0	405,3	7,0
Sulfate d'ammoniaque additionné	B	281,1	144,8	133,8	2,5

6. Expérience effectuée en 1914.

(A, montre le rendement moyen; B, l'augmentation pour le carré sans azote).
Transplantation : le 3 juillet.
Récolte : le 25 novembre.

Classifications par carrés		Récolte totale	Paille	Grains	Grains vides
No. 1 :					
Sans engrais	A	553,4 grammes	286,4 grammes	264,0 grammes	3,0 grammes
No. 2 :					
Sans azote	A	628,7	325,2	300,5	3,0
No. 3 :					
Nitrate de soude	A	840,8	425,0	410,3	5,5
	B	212,1	99,8	109,8	9,5
No. 4 :					
Sulfate d'ammoniaque	A	944,5	479,0	450,0	6,5
	B	315,8	155,8	158,5	3,5
No. 5 :					
Tourteaux	A	856,0	455,7	396,3	4,0
	B	227,3	130,5	95,8	1,0
No. 6 :					
Tourteaux (½)	A	930,8	470,0	455,5	5,3
Nitrate de soude (½)	B	302,1	144,8	155,0	2,3
No. 7 :					
Tourteaux (½)	A	971,0	502,5	460,5	8 0
Sulfate d'ammoniaque (½)	B	342,3	177,3	160,0	5,0
No. 8 :					
Tourteaux (2/3)	A	907,3	523,0	470,3	4,0
Nitrate de sode (⅓)	B	368,6	197,8	169,8	1,0
No. 9 :					
Tourteaux (2/3)	A	926,1	503,2	418,4	4,5
Nitrate de soude (⅓)	B	297,4	178,0	117,9	1,5
No. 10 :					
Tourteaux (⅓)	A	874,4	460,7	408,0	5,7
Nitrate de soude (⅓)	B	245,7	135,5	107,5	2,7
Nitrate de soude (⅓)					
No. 11 :					
Tourteaux (⅓)	A	897,0	470,0	420,0	7,0
Nitrate de soude (⅓)	B	268,3	144,8	119,5	4,0
Sulfate d'ammoniaque (⅓)					
No. 12 :					
Tourteaux (⅓)	A	929,2	475,2	448,0	6,0
Sulfate d'ammoniaque (⅓)	B	300,5	150,0	147,5	3,0
Nitrate de soude (⅓)					
No. 13 :					
Tourteaux (⅓)	A	942,2	492,0	444,0	6,2
Sulfate d'ammoniaque (⅓)	B	313,5	166,8	143,5	3,2
Sulfate d'ammoniaque (⅓)					
No. 14 :					
Tourteaux	A	1069,3	570,5	492,8	6,0
Nitrate de soude additionné	B	440,6	245.3	192,3	3,0
No. 15 :					
Tourteaux	A	998,2	517,7	474,5	6,0
Sulfate d'ammoniaque additionné	B	369,5	192,5	174,0	3,0

Ci-dessous, nous indiquons les chiffres correspondants au rendement tota (représenté par le nombre 100) du carré sans azote, parce qu'il convient de comparer le rendement de chaque année :

Classifications par carrés	1909	1911	1912	1913	1915
No. 2:					
Sans azote	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
No. 3 :					
Nitrate de soude	132,7	120,7	149,2	117,4	133,7
No. 4 :					
Sulfate d'ammoniaque	152,5	170,7	179,8	243,4	150,2
No. 5 :					
Tourteaux	145,4	142,5	166,0	169,7	136,2
No. 6 :					
Tourteaux (½)					
Nitrate de soude (½)	143,5	147,7	165,5	161,9	148,1
R. 7 :					
Tourteaux (½)					
Sulfate d'ammoniaque (½)	154,4	143,2	161,5	160,1	154,4
No. 8 :					
Tourteaux (⅔)					
Nitrate de soue (⅓)	153,3	155,3	173,1	145,4	158,6
No. 9 :					
Tourteaux (⅔)					
Sulfate d'ammoniaque (⅓)	151,0	159,8	174,0	146,6	147,3
No. 10 :					
Tourteaux (⅓)					
Nitrate de soude (⅓)	141,5	140,9	171,3	125,8	139,1
Nitrate de soude (⅓)					
No. 11 :					
Tourteaux (⅓)					
Nitrate de soude (⅓)	178,4	159,5	175,2	130,3	142,7
Sulfate d'ammoniaque (⅓)					
No. 12 :					
Tourteaux (⅓)					
Sulfate d'ammoniaque (⅓)	181,7	167,1	175,4	135,0	147,8
Nitrate de soude (⅓)					
No. 13 :					
Tourteaux (⅓)					
Sulfate d'ammoniaque (⅓)	190,3	162,3	177,2	136,4	149,9
Sulfate d'ammoniaque (⅓)					
No. 14 :					
Tourteaux					
Nitrate de soude additionné	—	—	188,5	144,2	170,1
No. 15 :					
Tourteaux					
Sulfate d'ammoniaque additionné	—	—	181,0	151,9	158,3

Ces chiffres se basent sur le rendement du carré sans azote. Pourtant, puisqu'il est très important de comparer le rendement de chaque carré avec celui du carré sans azote, nous en indiquons ci-dessous les chiffres correspondants à 100 de rendement augmenté du carré du nitrate de soude pour le carré sans azote.

Selon ce tableau, quand on emploie seulement du nitrate de soude, le résultat est inférieur, mais lorsqu'on administre une certaine quantité comme supplémentaire, cela nous montre à peu près la même efficacité que le carré correspon-

Classification par carrés	1909	1911	1912	1913	1914	Moyen
No. 3 :						
Nitrate de soude	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
No. 4 :						
Sulfate d'ammoniaque	160,4	341,8	162,0	401,8	148,9	243,0
No. 5 :						
Tourteaux	138,6	205,3	134,3	190,7	107,2	155,2
No. 6 :						
Tourteaux (½)						
Nitrate de soude (½)	132,8	230,7	133,2	356,7	142,3	199,2
No. 7 :						
Tourteaux (½)						
Sulfate d'ammoniaque (½)	166,2	208,9	125,0	346,2	161,4	201,5
No. 8 :						
Tourteaux (⅔)						
Nitrate d'ammoniaque (⅓)	162,7	267,7	148,7	233,0	173,8	197,2
No. 9 :						
Tourteaux (⅔)						
Sulfate d'ammoniaque (⅓)	155,8	289,3	150,4	208,7	140,2	200,9
No. 10 :						
Tourteaux (⅓)						
Nitrate de soude (⅓)	126,8	197,6	121,5	148,4	115,8	142,0
Nitrate de soude (⅓)						
No. 11 :						
Tourteaux (⅓)						
Nitrate de soude (⅓)	239,5	287,8	152,9	174,9	126,5	196,3
Sulfate d'ammoniaque (⅓)						
No. 12 :						
Tourteaux (⅓)						
Sulfate d'ammoniaque (⅓)	249,4	324,5	153,4	201,5	141,7	214,1
Nitrate de soude (⅓)						
No. 13 :						
Tourteaux (⅓)						
Sulfate d'ammoniaque (⅓)	275,7	301,1	157,4	209,7	147,8	218,3
Sulfate d'ammoniaque (⅓)						
No. 14 :						
Tourteaux	—	—	180,0	255,0	207,7	214,2
Nitrate de soude additionné						
No. 15 :						
Tourteaux	—	—	164,7	299,7	174,2	212,8
Sulfate d'ammoniaque additionné						

dant au sulfate d'ammoniaque. Dans le carré alimenté de nitrates de soude additionnés (carré No. 14), ou de sulfates d'ammoniaque additionnés (carré No. 15), le rendement n'a pas augmenté plus considérablement que dans le carré général ; car il s'agit du sol de Komaba sur lequel l'influence de l'azote n'est pas fort sensible.

Parmi les résultats de chaque année, le carré du sulfate d'ammoniaque présente la meilleure efficacité fertilisante. Cependant, à chaque expérience, nous avons employé alternativement des cendres de bois et de sulfate de potasse.

Classification pour carrés	Dans le cas de l'administration de cendres de bois comme engrais potassique (Moyenne annuelle)	Dans le cas de l'administration de sulfate de potasse comme engrais potassique (Moyenne annuelle)
No. 3 : Nitrate de soude	100,0	100,0
No. 4 : Sulfate d'ammoniaque	301,3	155,5
No. 5 : Tourteaux	178,2	120,8
No. 6 : Tourteaux (½) / Nitrate de soude (½)	240,1	137,8
No. 7 : Tourteaux (½) / Sulfate d'ammoniaque (½)	240,4	143,2
No. 8 : Tourteaux (²/₃) / Nitrate de soude (⅓)	221,1	161 3
No. 9 : Tourteaux (²/₃) / Sulfate d'ammoniaque (⅓)	237,9	145,3
No. 10 : Tourteaux (⅓) / Nitrate de soude (⅓) / Nitrate de soude (⅓)	157,6	118,7
No. 11 : Tourteaux (⅓) / Nitrate de soude (⅓) / Sulfate d'ammoniaque (⅓)	234,0	139,7
No. 12 : Tourteaux (⅓) / Sulfate d'ammoniaque (⅓) / Nitrate de soude (⅓)	258,5	147,6
No. 13 : Tourteaux (⅓) / Sulfate d'ammoniaque (⅓) / Sulfate d'ammoniaque (⅓)	262,2	152,6
No. 14 : Tourteaux / Nitrate de soude additionné	255,5	193,9
No. 15 : Tourteaux / Sulfate d'ammoniaque additionné	299,4	169,5

D'après ce tableau, quand on a administre des cendres de bois comme engrais potassique, le carré du sulfate d'ammoniaque s'est montré généralement supérieur à celui du nitrate de soude ; mais lorsqu'on a employé le sulfate de potasse, on a obtenu

un résultat presque contraire. Pourtant, le carré du nitrate de soude nous a indiqué un meilleur résultat et supérieur au carré correspondant au sulfate d'ammoniaque, mais pour le sulfate de potasse on a un résultat contraire.

Dans l'expérience effectuée en 1912 ainsi qu'en 1914, puisqu'il n'avait pas plu pendant plusieurs jours, nous avons pu bien régulariser l'arrosage, et en même temps empêcher la stagnation de l'eau dans la rizière. Par conséquent, empêchant la réduction et le débordement du nitrate de soude, nous l'avons pu suffisamment effectuer, grâce au temps.

Le tableau de la dose de l'azote contenu dans le rendement est comme suit Pourtant ici je montre le résultat en 1912, en 1913, et en 1914.

Classification par carrés	Résultat en 1912		Résultat en 1913		Résultat en 1914	
	Azote contenu dans les feuilles	Azote contenu dans les grains	Azote contenu dans les feuilles	Azote contenu dans les grains	Azote contenu dans les feuilles	Azote contenu dans les grains
No. 2 : Sans azote	0.563 %	0.860 %	0.554 %	1.010 %	0.538 %	0.960 %
No. 3 : Nitrate de soude	0.656	1.058	0.623	1.165	0.665	1.076
No. 4 : Sulfate d'ammoniaque	0.607	1.032	0.606	1.094	0.648	0.648
No. 5 : Tourteaux	0.632	0,981	0.623	1.102	0.620	1.013
No. 6 : Tourteaux (½) / Nitrate de soude (½)	0.625	1.086	0.611	1.108	0.634	1.108
No. 7 : Tourteaux (½) / Sulfate d'ammoniaque (½)	0.554	1.092	0.632	1.082	0.649	1.054
No. 8 : Tourteaux (²/₃) / Nitrate de soude (⅓)	0.685	1.056	0.572	1.076	0.627	1.082
No. 9 : Tourteaux (²/₃) / Sulfate d'ammoniaque (⅓)	0.657	0.989	0.607	1.146	0.603	1.103
No. 10 : Tourteaux (⅓) / Nitrate de soude (⅓) / Nitrate de soude (⅓)	0.563	1.053	0.589	1.069	0.591	1.111
No. 11 : Tourteaux (⅓) / Nitrate de soude (⅓) / Sulfate d'ammoniaque (⅓)	0.667	1.108	0.571	1.102	0.628	1.044
No. 12 : Tourteaux (⅓) / Sulfate d'ammoniaque (⅓) / Nitrate de soude (⅓)	0.681	1.089	0.640	1.092	0.649	1.092
No. 13 : Tourteaux (⅓) / Sulfate d'ammoniaque (⅓) / Sulfate d'ammoniaque (⅓)	0.641	1.076	0.641	1.148	0.580	1.106
No. 14 : Tourteaux / Nitrate de soude additionné	0.683	1.123	0.688	1.111	0.674	1.122
No. 15 : Tourteaux / Nitrate de soude additionné	0.589	1.109	0.161	1.121	0,644	1.041

D'après le tableau ci-dessus, nous savons que la dose de l'azote obtenu par l'emploi du nitrate de soude est presque la même que la dose de l'azote obtenu en employant le sulfate d'ammoniaque.

Si l'on représente, par le nombre 100, le coefficient d'absorption du nitrate de soude, on aura les chiffres suivants :

Classifications par carrés	1912	1913	1914
No. 3 :			
Nitrate de soude	100,0	100,0	100,0
No. 4 :			
Sulfate d'ammoniaque	128,4	233,3	135,8
No. 5 :			
Tourteaux	109,3	126,4	84,1
No. 6 :			
Tourteaux (1/2)	118,5	317,6	129,8
Nitrate de soude (1/2)			
No. 7 :			
Tourteaux (1/2)	100,4	217,0	134,1
Sulfate d'ammoniaque (1/2)			
No. 8 :			
Tourteaux (2/3)	131,2	135,8	142,1
Nitrate de soude (1/3)			
No. 9 :			
Tourteaux (2/3)	124,0	182,2	115,1
Sulfate d'ammoniaque (1/3)			
No. 10 :			
Tourteaux (1/3)			
Nitrate de soude (1/3)	93,3	95,4	100,7
Nitrate de soude (1/3)			
No. 11 :			
Tourteaux (1/3)			
Nitrate de soude (1/3)	146,5	108,4	104,1
Sulfate d'ammoniaque (1/3)			
No. 12 :			
Tourteaux (1/3)			
Sulfate d'ammoniaque (1/3)	149,6	136,3	128,1
Nitrate de soude (1/3)			
No. 13 :			
Tourteaux (1/3)			
Sulfate d'ammoniaque (1/3)	144,3	159,3	120,2
Sulfate d'ammoniaque (1/3)			
No. 14 :			
Tourteaux	173,1	180,4	181,3
Nitrate de soude additionné			
No. 15 :			
Tourteaux	139,8	201,4	139,3
Sulfate d'ammoniaque additionné			

Dr. YOSHISABURÔ KIDA, *Tokio (Japon)*. — **Recherches sur le rôle fertilisant du nitrate de soude sur le riz en rizière.**

RÉSUMÉ.

1) Entre les parcelles qui avaient reçu de l'engrais azoté, celle avec le sulfate d'ammoniaque a donné le meilleur rendement. Elle fut suivie par la parcelle aux tourteaux et, enfin par celle au nitrate de soude.

2) On a à peu près le même rendement en employant une fumure azotée constituée moitié par des tourteaux, et moitié par du nitrate de soude ou du sulfate d'ammoniaque.

3) On a bien peu de différence en employant une fumure azotée constituée par 2/3 de tourteaux et 1/3 de nitrate de soude ou de sulfate d'ammoniaque. En employant, comme engrais potassique, de la cendre de bois, on a un meilleur rendement dans la parcelle avec le sulfate d'ammoniaque, mais si l'on substitue la cendre de bois par du sulfate de potasse, la parcelle au nitrate de soude réussit mieux.

4) En employant une fumure azotée constituée par 1/3 de tourteaux et 2/3 de nitrate de soude ou de sulfate d'ammoniaque, on a le meilleur rendement avec ce dernier engrais.

5) En employant une fumure constituée de tourteaux, de sulfate d'ammoniaque et de nitrate de soude en quantité égales, on obtient un meilleur rendement quand on se sert du nitrate de soude comme engrais supplémentaire.

6) Quand on ajoute, après une certaine quantité d'azote, du nitrate de soude ou du sulfate d'ammoniaque dans la proportion de 1/3 d'azote, on n'obtient pas des différences sensibles. Toutefois, si l'on emploie de la cendre de bois, on a une efficacité plus grande dans la parcelle au sulfate d'ammoniaque, e si l'on employe du sulfate de potasse, la parcelle au nitrate de soude donne les meilleurs résultats.

7) On a un résultat bien favorable en employant le nitrate de soude à la première période de l'accroissement du riz.

8) On peut faire mûrir, trois ou quatre jours avant, le riz alimenté par du nitrate de soude au lieu que par du sulfate d'ammoniaque.

9) Quand on veut employer le nitrate de soude en rizière on doit le répandre, après avoir laissé ecouler l'eau d'irrigation et en le mélangeant superficiellement avec le sol.

10) En conclusion, en employant le nitrate de soude comme engrais azoté supplémentaire, et en ayant soin de l'employer au moment opportun, on obtient le même résultat que lorsqu'on se sert du sulfate d'ammoniaque.

Dr. YOSHISABURÔ KIDA, *Tokio (Japan)*. — **Researches on the Fertilising Action of Sodium Nitrate on Rice on Rice-fields.**

ABSTRACT.

(1) Among the lots having received nitrogenous manure the lot treated with ammonia sulphate gave the best result. The next best was the lot treated with husks and finally the lot treated with sodium nitrate.

(2) One gets about the same result when employing a nitrogenous manure consisting in part of husks and in part of sodium nitrate or ammonia sulphate.

(3) The difference is but small, when the nitrogenous manure employed consists of 2/3 husks and 1/3 sodium nitrate or ammonia sulphate. If on the lot treated with ammonia sulphate wood-ashes are employed as a potassic manure, the result is better, but if sulphate of potassium is substituted to wood-ashes the result of the sodium nitrate lot it better.

(4) If a nitrogenous manure composed of 1/3 of husks and 2/3 of sodium nitrate or ammonia sulphate is employed, the best result is obtained with the latter manure.

(5) If a manure is employed composed of husks, ammonia sulphate and sodium nitrate in equal portions, a better result is obtained when sodium nitrate is employed as a supplementary manure.

(6) When, after a certain quantity of nitrogen, sodium nitrate or ammonia sulphate is added in a proportion of ⅓ nitrogen, no considerable differences are obtained. If, however, wood-ashes are employed, a higher efficiency is to be registered in the ammonia sulphate lot, and if sulphate of potassium is employed, the best results are furnished by the sodium nitrate lot.

(8) Rice nourished with sodium nitrate instead of ammonia sulfate may be caused to ripen three or four days earlier.

(9) When one wants to employ sodium nitrate in the rice field, one must spread it after letting the irrigation water run off and mix it superficially with the soil.

(10) In conclusion, by employing sodium nitrate as a supplementary nitrogen manure and by taking care to employ it at the right moment, one is sure to obtain the same result as if one employed ammonia sulphate.

H. L. WALSTER.

North Dakota, U. S. A.

TITRE :

THE INFLUENCE OF CONTINUOUS CROPPING ON CROP PRODUCTION ON THE PRAIRIE SOILS OF THE NORTHERN GREAT PLAINS OF NORTH AMERICA

W. W. GORNER and W. M. LUNN

Bureau of Plant Industry, U. S. Department of Agriculture; Washington, D., C.

EFFECT OF CROP PLANTS ON SUCCEEDING CROPS IN THE ROTATION, WITH SPECIAL REFERENCE TO TOBACCO

ABSTRACT

It was discovered by the early settlers in Virginia and Maryland some three centuries ago that after tobacco has been grown continuously on the soil for a period of years it often happens that this crop will no longer grow successfully although excellent yields of other crops may be produced. To maintain tobacco production it became the practice, therefore, to constantly clear virgin land or to periodically allow old land to " rest " for several years. Hence, the popular belief developed that tobacco is " hard on the land ". To test the correctness of this view an extensive series of field experiments was undertaken in 1914 in which tobacco, potatoes and corn are grown under comparable conditions according to the following cropping systems: (1) each crop in continuous culture and in a 2-year rotation with each of the other two crops ; (2) each of the 3 crops in 2-year rotations with winter wheat, oats and rye ; (3) the cropping systems indicated in (2) with the added feature that in each of the 9 cropping combinations involved cowpeas, soybeans, crimson clover, hairy vetch, and a mixture of grasses are included on separate plots. In this way the 3 hoed crops are compared in 21 different cropping combinations. Moreover,

4 different fertilizer treatments are used in each of the cropping combinations in (1) and (2). In supplementary tests, tobacco alone of the hoed crops is grown each year on the same soil (1) with rye, crimson clover and hairy vetch as winter cover crops, (2) in 2-year and 3-year " rotations " with weeds or natural vegetation, (3) in a 3-year rotation with wheat and red clover. The results of these tests to date have been surprising in many particulars. Among the more outstanding are : (1) the relatively unfavorable effects of corn among the hoed crops and of rye among the small grains on crops following in the rotation ; (2) unfavorable effect of grass as a cover crop on all hoed crops ; (3) the unfavorable action of rye and of some legumes used as cover crops on the growth of tobacco ; (4) good results in the rotation of tobacco, wheat and red clover ; (5) the markedly favorable effect on tobacco produced by weeds or natural vegetation as compared with all combinations of crop plants used.

W. W. GARNER, et W. M. LUNN, *U. S. Department of Agriculture* (*Etats-Unis*). — **L'effet des plantes d'une récolte sur celles d'une récolte suivante dans l'assolement spécialement en ce qui concerne le tabac.**

RÉSUMÉ.

Les premiers colons de Virginia et Maryland ont observé, il y a trois siècles, qu'après avoir cultivé du tabac continuellement sur un même sol pendant quelques années, il arrive que cette plante ne peut plus être cultivée avec succès, bien que d'excellentes récoltes soient obtenues avec d'autres plantes. Pour maintenir la production de tabac il devint usuel de défricher constamment des terrains vierges ou bien de laisser « reposer » périodiquement les terrains anciens. D'où la croyance populaire que le tabac serait exigeant (« hard on the land »).

Pour examiner la justesse de cette opinion, l'auteur entreprit en 1914 une vaste série d'essais en plein champ, avec du tabac, des pommes de terre, et du blé cultivés dans des conditions comparables suivant les systèmes de culture suivants : 1) chaque culture en culture continue et en assolement de 2 ans avec chacune des deux autres cultures ; 2) chacune des 3 cultures en assolements de 2 ans avec du froment d'hiver, de l'avoine et du seigle ; 3) les systèmes indiqués sous 2), combinés avec un système selon lequel dans chacune des 9 combinaison soient inclus : coropeas, soja, trèfle incarnat, vesce et un mélange d'herbes en parcelles séparées. De cette façon les 3 cultures sarclées sont comparées en 21 combinaisons de culture différentes. En plus 4 fumures différentes sont employées dans chacune des combinaisons 1) et 2). Dans des essais supplémentaires, le tabac seul est cultivé chaque année sur le même sol 1) avec du seigle, du trèfle incarnat, des vesces, comme couverture d'hiver, 2) en assolements bi-annuels et tri-annuels avec du froment et du trèfle incarnat. Les résultats de ces essais ont été surprenants dans bien des détails. En voici les principaux : 1) l'effet relativement défavorable du blé parmi les cultures sarclées et du seigle parmi les petites graines sur les cultures qui suivent dans l'assolement ; 2) l'effet défavorable de l'herbe, comme couverture, sur toutes les cultures sarclées ; 3) l'action défavorable du seigle et de certaines légumineuses, comme couverture, sur le développement du tabac ; 4) de bons résultats dans l'assolement tabac, froment et trèfle incarnat ; 5) l'effet nettement favorable produit sur le tabac par les mauvaises herbes ou végétation naturelle en comparaison avec toutes les combinaisons de cultures employées.

Dr. Ing. K. KVAPIL

Ackerbauministerium, Prag, Tschechoslovakei

ÜBER DEN EINFLUSS REINER FICHTEN-UND BUCHENBESTÄNDE, SOWIE DURCH BEIDE HOLZARTEN GEBILDETER MISCHBESTÄNDE AUF EINIGE CHEMISCHE UND BIOCHEMISCHE EIGENSCHAFTEN DER WALDBÖDEN.

Der Wald als eine grosse Pflanzengemeinschaft übt auf den jeweiligen Bodenzustand einen bestimmten Einfluss aus, und zwar unterliegen sowohl die physikalischen und chemischen, als auch die biochemischen Eigenschaften des Bodens besonderen Veränderungen.

Das Studium der Beeinflussung des Waldbodens durch verschiedene Bestände ist nicht nur von rein wissenschaftlichem Interesse, sondern hat auch eine grosse wirtschaftliche Bedeutung, da eine genaue Kenntnis des Bodenzustandes für verschiedene waldbauliche Massnahmen ausschlaggebend ist und besonders die Kenntnis der Bonität des Bodens eine unerlässliche Voraussetzung für die Bestimmung des Waldertrages darstellt.

In der diesbezüglichen Studie, welche wir mit *Dr. Němec* ausgeführt haben, untersuchten wir einige chemische und biochemische Eigenschaften dreier Humusschichten und deren Untergrundschichten, und zwar aus einem reinen Fichtenbestande, einem reinen Buchenbestande und einem gemischten Bestande (Buche und Fichte in Einzelmischung), wobei sich die Bestände in unmittelbarer Nähe befanden, so dass andere Einflüsse, als die des Bestandes selbst ausgeschaltet waren.

Wir haben untersucht:

1) Die chemische Zusammensetzung der Untergrundschichten.

2) Der Stickstoffgehalt der Humus- und Bodenschichten und das Vorkommen einiger Stickstoffformen in den Humusschichten.

3) Die aktive und Austauschazidität in pH und die katalytische Kraft aller Schichten.

4) Das Ammonisationsvermögen (die Fäulniskraft) und das Assimilationsvermögen des Luftstickstoffes aller Schichten.

5) Die Intensität der Phosphorsäureabsorption aller Schichten.

6) Die Intensität der Zellulosezersetzung aller Schichten.

Unsere Untersuchungen ergaben folgende Resultate:

Ad 1) *Der Nährstoffgehalt* des Bodens unter dem reinen Buchenbestande war höher, als der des Bodens unter dem reinen Fichtenbestande. Im Mischwalde nähern sich die Verhältnisse bedeutend denen des Buchenbestandes.

Ad 2) *Der Stickstoffgehalt* der Humus- und Bodenschichten entspricht so ziemlich dem Gehalte der Schichten an organischer Substanz. Bemerkenswert war jedoch ein günstigerer Gehalt an zugänglicheren Stickstoffformen, welche in dem Buchenhumus vorgebildet waren, gegenüber dem Fichtenhumus. Auch im Humus des Mischwaldes zeigte sich dieses günstigere Verhältnis, jedoch in einem etwas geringeren Masse.

A 3) *Der Säuregrad* der Humus- und Bodenproben aus dem Buchenbestande war bedeutend milder als der Säuregrad der Proben aus dem Fichtenbestande. Auch wiesen Humus- und besonders Bodenproben des Mischbestandes einen weit milderen Säuregrad auf als die des Fichtenbestandes.

Ad 4-6) *Biologische Prozesse* verliefen bei diesen Laboratoriumsversuchen durchwegs energischer, bezw. günstiger in den Humus- und Bodenproben des Buchenbestandes, gegenüber Proben aus dem reinen Fichtenbestande. Auch in Proben aus dem Mischbestande verliefen die sämtlichen studierten Prozesse günstiger.

Ausgehend von der Annahme, dass die Laboratoriumsversuche, wenn auch nur annähernd, die faktischen Zustände in der Natur illustrieren, kann behauptet werden, dass *der reine Buchenbestand durchwegs einen bedeutend günstigeren Einfluss auf den Boden ausübt, als ein reiner Fichtenbestand. Auch der Mischbestand übt einen günstigeren Einfluss auf den Boden aus als der Fichtenbestand.*

Diese günstige Beeinflussung des Buchen- und Mischbestandes kann, neben der physikalisch günstigeren, lockeren Lagerung der Buchenstreu, auch den in diesen Beständen weit günstigeren Belichtungsverhältnissen des Bodens zugeschrieben werden, da beide Umstände die Zersetzungsprocesse der Streu und des Humus in günstigem Sinne fördern. Die erwähnten Resultate lassen ausserdem den Schluss gelten, dass die *Beimischung der Buche in einen Fichtenbestand den Bodenzustand des Fichtengrundbestandes bedeutend verbessert, und anderseits die Beimischung der Fichten in einen Buchengrundbestand den günstigen Bodenzustand desselben nur geringfügig herabsetzen dürfte.*

Dr. Ing. K. KVAPIL, *Ministère de l'Agriculture, Prague (Tschécoslovaquie).* — **Sur l'influence des peuplements purs d'épicéa et du hêtre, ainsi que des peuplements mixtes sur quelques propriétés chimiques et biochimiques des sols forestiers.**

La forêt, comme une grande association de plantes, exerce sur l'état présent du sol une certaine influence et ce sont les propriétés chimiques ainsi que celles biochimiques du sol qui sont soumises à des changements particuliers.

L'étude de l'influence du peuplement sur le sol forestier présente un intérêt non seulement exclusivement scientifique, mais encore un intérêt économique, parce que la connaissance parfaite de l'état du sol se présente très importante pour les peuplements eux-mêmes, et c'est notamment la connaissance de la richesse du sol qui paraît être un élément nécessaire pour la détermination du rendement de la forêt.

Dans la présente étude, accomplie avec la collaboration du Dr. NEMEC de Prague, nous avons déterminé quelques propriétés chimiques de trois couches d'humus et de leurs sous-sols, c'est-à-dire d'un peuplement pur d'épicéa, d'un peuplement de hêtre et d'un peuplement mixte de hêtre et épicéa, mêlés de la sorte qu'ils se trouvent tout proches l'un de l'autre de manière que l'influence des autres facteurs excepté celle du peuplement, a été exclue.

Nous avons déterminé:

1) La composition chimique du sous-sol.

2) Le contenu en azote des couches de l'humus et de la terre minérale et la présence de quelques formes d'azote dans les couches d'humus.

3) L'acidité active et échangée en pH et le pouvoir catalytique des trois couches.

4) Le pouvoir d'ammonification et celui de l'assimilation de l'azote aérien en solutions.

5) L'intensité de l'absorption de l'acide phosphorique.

6) L'intensité de la décomposition de la cellulose.

Nos recherches ont donné les résultats suivants :

Ad 1). *La teneur globale en matières minérales* du sol d'un peuplement de hêtre était plus considérable que celle d'un sol de peuplement d'épicéa. Dans le peuplement mixte, la teneur des matières minérales se rapproche considérablement de celle du bois de hêtre.

Ad 2). *La teneur en matières azotées* de l'humus et des couches minérales correspond à la teneur des mêmes couches en matière organique. Il était intéressant de noter que la teneur en matières azotées assimilables préformées dans l'humus de hêtre était plus favorable que celle de l'humus d'épicéa. Dans l'humus du peuplement mixte cette relation favorable s'est montrée dans une mesure moins remarquable.

Ad 3). *Le degré d'acidité* des échantillons de l'humus et du sol provenant du peuplement de hêtre se présentait moindre que celui du peuplement d'épicéa. Les échantillons, pris dans le peuplement mixte, ont montré une réaction beaucoup moins acide que ceux du peuplement d'épicéa.

Ad 4-6). *Les processus biologiques* ont lieu, dans les expériences du laboratoire, plus énergiquement et plus favorablement dans les couches de l'humus et de la terre minérale du peuplement de hêtre en comparaison avec les échantillons provenant du peuplement pur d'épicéa. Aussi dans les échantillons du peuplement mixte, les processus étudiés se présentaient plus favorables.

Si l'on admet que les expériences du laboratoire représentent, du moins approximativement, les conditions dans la nature, on peut constater, que *le peuplement pur de hêtre exerce sur l'état du sol forestier une influence beaucoup plus favorable que celui du peuplement pur d'épicéa.*

Cette influence sur le sol du peuplement de hêtre et du peuplement mixte est due non seulement à la constitution physique favorable de la terre et à la stratification légère de la couverture morte du hêtre, mais encore à l'ensoleillement plus favorable du sol, parceque ces conditions exercent une influence notable sur la décomposition accélérée de la couverture morte et de l'humus forestier.

Les résultats obtenus permettent de déduire que *le mélange de hêtre dans une futaie d'épicéa exerce sur l'état du sol une influence favorable et d'autre part, que le mélange d'épicéa dans un peuplement de hêtre cause des changements seulement dans une mesure très restreinte.*

Dr. K. KVAPIL, *Ministry of Agriculture (Prague).* — **The Effect of Pure and of Mixed Stands of Pine and Beech on the Chemical and Biochemical Properties of Forest Soils.**

ABSTRACT.

The forest, as a great plant association, has an influence on soil conditions and the study of this subject has both a scientific and an economic interest, as a knowledge of this influence is necessary in estimating the yield from a forest.

The author, together with Dr. NEMEC of Prague, studied the humus layers and sub-soils of stands of pine and of beech, and of mixed pine and beech, and came to the following conclusions :

The stand of pure beech has a much more favourable influence on the forest soil than a stand of pine.

The mixture of beech in a pine wood has a beneficial effect on the condition of the soil, whereas the mixture of pines in a beech stand has only a very limited influence in bringing about changes in the soil.

Prof. A. MARTELLI.

Firenze, Italia.

TITRE :

IL TERRENO E L'INCREMENTO LEGNOSO NELL'ABETINA DI VALLOMBROSA.

APPENDICE

Prof. Dr. Th. Saidel,

Institut Géologique, Section agrogéologique, Bucarest, Roumanie.

SUR LES BUTS ET LES VOIES DE LA SCIENCE DU SOL.

Si nous jetons un regard sur le développement de la science du sol, nous constatons que la poursuite presque exclusive de buts pratiques a été éminemment néfaste aux travaux de recherches. Les conséquences de la préférence accordée à une activité d'ordre pratique, aux dépens du travail purement scientifique, se sont fait sentir précisement dans les instituts, qui se vouaient à des buts pratiques, car c'est là que l'insuffisance de la base scientifique s'est révélée le plus clairement, sans qu'il fût possible d'y remédier. Le meilleur moyen d'éviter un tel état de choses est tout d'abord de reconnaître la nécessité de l'étude scientifique proprement dite, et par conséquent d'établir nettement les buts et les voies de l'étude du sol. Cela fait, les changements désirables ne seront plus que la suite logique de la directive qu'on aura donnée à l'étude du sol. Puissent les lignes suivantes contribuer pour une modeste part à cette importante question.

Buts de premier et de second ordre. — Le but principal ou final de l'étude du sol est de découvrir les lois régissant la dépendance des productions du sol des propriétés inhérentes à ce dernier. C'est donc le sol et la plante qui forment l'objet de l'étude du sol.

Le but principal de l'étude du sol se résout donc tout d'abord en deux buts partiels : l'un sera de reconnaître les conditions de végétation des plantes, l'autre l'étude des propriétés du sol qui sont importantes pour la végétation des plantes et la découverte des rélations qualitatives et quantitatives existant entre la production végétale d'une part et les conditions de végétation et les propriétés du sol d'autre part. Les résultats des recherches dirigées vers ce but constituent la base de toute notre connaissance du sol et le point de départ de toutes les autres recherches ultérieures, qui, conformément au caractère de la science du sol d'être une science appliquée, seront déterminées par les exigences de la vie pratique.

Nous devons faire une distinction très nette entre ces buts de nature différente, nous avons d'abord devant nous les buts indépendants primordiaux de l'étude du sol — appelons-les : buts de premier ordre — puis les buts dépendants — buts de 2ème ordre, dont la poursuite devient possible seulement sur la base des résultats acquis en route vers les buts de 1er ordre.

Le progrès de la science du sol dans les derniers temps fut retardé par la funeste erreur, de vouloir avancer vers les buts secondaires sans avoir établi le fondement, que seulement la poursuite des buts de 1er ordre pouvait fournir.

Précisons le cours de nos idées au moyen de quelques-uns des buts principaux de 1er et de 2ème ordre.

Les conditions de végétation des plantes. — Le plus prochain but de l'étude future du sol sera l'augmentation de nos connaissances sur les conditions de végétation des plantes. Le chemin à suivre sera l'expérience de végétation dans des conditions aussi bien définies que possible, c'est-à-dire l'essai de végétation au moyen de culture sur sable ou dans l'eau. C'est de cette manière que les connaissances dont nous jouissons actuellement furent obtenues. C'est au plus distingué représentant de cette direction de recherche que revient la tâche de nous informer sur l'étendue du terrain de cet ordre de recherches, de nous indiquer les problèmes à traiter et de démontrer la nécessité d'organiser des recherches étendues avec la participation d'un nombre de collaborateurs le plus grand possible. Ce sera à lui de proposer la méthode de ces recherches.

La découverte des conditions de végétation est une question d'intuition heureuse dans l'interprétation des phénomènes observés. C'est pourquoi il faudrait considérer s'il ne serait pas utile d'attacher aux essais sur substrat artificiel des essais sur sol naturel. La connaissance de toutes les conditions de végétation acquise le plus tôt possible peut devenir de la plus haute importance pour la manière de disposer nos essais de végétation. Dans les dix dernières années, nous avons justement vu au cours des recherches sur la réaction du sol, quelle importance peut avoir la découverte d'une de ces conditions de végétation sur nos connaissances des phénomènes du sol et de la vie des plantes.

Les propriétés du sol. — La connaissance des conditions de végétation détermine le choix des qualités du sol, qui doivent former l'objet de la recherche, de même que le caractère de la méthode de recherche. Car il ne peut être question que des propriétés qui correspondent à des conditions de végétation déjà reconnues. L'étude des propriétés du sol constitue un but spécial de l'étude du sol. C'est une question de travaux de laboratoire, qui doivent s'appuyer sur les travaux physiologiques et sur d'autres recherches (v. p. b.). Ce n'est pas dans mon intention d'insister davantage sur ce sujet. Nos connaissances actuelles des propriétés du sol sont, entre autres, limitées aussi par notre ignorance en ce qui concerne les fonctions de la plante. Déjà nos premiers essais, qui partent d'une conception statique de la constitution du sol, nous montrent la nécessité d'être renseignés aussi exactement que possible sur le procès par lequel les racines des plantes absorbent les substances nutritives et sur l'importance d'être orientés sur les phénomènes qui ont lieu dans le sol et à la limite du sol et de la plante, ainsi que sur les transformations des substances nutritives et sur leurs passages entre la solution de sol et les parties colloïdales du sol.

L'étude statique de la constitution et des propriétés du sol, ainsi que l'étude des transformations physiques et chimiques qui s'y effectuent, font l'objet du second but de l'étude du sol.

Les phénomènes microbiologiques. — Puisque les phénomènes qui ont lieu dans le sol reposent en partie sur des procès microbiologiques, l'étude de la constitution du sol et de ses fonctions devra garder un contact intime avec l'étude microbiologique du sol. Par suite de la grande étendue de ce domaine et à cause de l'application d'une discipline particulière, l'étude microbiologique forme un butspécial

de l'étude du sol. C'est une tâche des microbiologiques que de trouver les voies que l'étude microbiologique du sol devra désormais suivre. Etant donné les rapports étroits qui existent entre les phénomènes physiologiques, chimiques et microbiologiques il sera d'une nécessité inéluctable d'en appeler à la collaboration dumiciste et du physiologue-botaniste pour arriver au but poursuivi par ces recherches.

L'état du sol. — Si nous reconnaissons le sol comme un siège de phénomènes et de transformations, nous devrons considérer chez un sol donné non seulement sa constitution, mais aussi un certain état de cette constitution. Nous ne pouvons aborder la question de l'état du sol que sur la base des résultats obtenus au cours des expériences mentionnées précédemment. Ici nous nous trouvons déjà en présence d'un des *buts du 2ème ordre*, dont nous allons maintenant nous occuper. La question de l'état du sol est non-seulement importante, parce que dans la réalisation consciente de l'état idéal d'un sol, nous nous trouvons en face d'une des dernières questions de la recherche du sol, mais aussi parce que lors de toutes nos expériences avec des sols naturels nous avons besoin d'être orientés aussi exactement que possible sur les conditions qui déterminent l'état du sol.

Nous passons outre sur les questions importantes de la fatigue du sol, des substances excitantes, etc. dont la solution sera trouvée sur les voies qui conduisent aux trois buts de premier ordre établis par nous.

Autres buts de deuxième ordre. — Si nous modifions les propriétés du sol d'une manière favorable à la végétation (le plus souvent au moyen d'adjonction ou d'enlèvement de substances) nous parlons alors d'une amélioration du sol. Au fur et à mesure que se développent nos connaissances sur les conditions de végétation et sur les propriétés du sol, s'accroît aussi notre pouvoir de modifier favorablement les propriétés du sol. La méthode, de même que le succès de nos mesures, dépendra entièrement des connaissances que nous aurons acquises en poursuivant les buts de premier ordre. L'amélioration du sol ne peut constituer à elle-même un but indépendant de la science du sol.

La voie vers ce but sera celle des expériences de végétation sur des sols naturels ; c'est le chemin sur lequel les travaux exécutés jusqu'aujourd'hui nous auraient fait certainement avancer davantage, si l'on avait accordé plus d'attention aux buts de premier ordre.

Les méthodes d'examen du sol. — A cause de son importance, lors du traitement des questions pratiques, cette question jouit d'une attention toute spéciale. Nous comprenons aujourd'hui pourquoi nous n'avons pas progressé davantage dans l'établissement des méthodes de recherches.

Il semble presque superflu d'insister sur le fait qu'on ne peut aborder dans aucun domaine l'étude d'un objet, sans connaître la nature des rapports qui nous permettent d'en estimer les résultats. Pensons à l'analyse d'un calcaire, à la détermination de l'ammoniaque dans l'eau potable, à l'examen d'un *sputum*, etc. Dans l'examen du sol où il s'agit d'une si grande diversité de propriétés, il ne faut pas songer à établir une méthode utilisable sans avoir préparé préalablement le fondement des connaissances nécessaires. Ce n'est pas scientifique de vouloir établir ou perfectionner une méthode d'analyse sur la base de considération non prouvées, et il est presque incompréhensible que tant de temps et de peine soient prodigués à la poursuite d'un tel but, inaccessible par la voie de tâtonnements.

C'est dans l'échec lamentable de tous les essais destinés à établir des méthodes de recherche, comme si celle-ci constituait un but propre, que nous voyons l'importance de saisir et de fixer les buts de nos recherches, et c'est à l'état de nos méthodes d'analyse que nous reconnaîtrons l'état de nos connaissances du sol et de la plante.

Nous sommes ici en présence d'un but de deuxième ordre, duquel on ne pourra s'approcher que dans la mesure dans laquelle on avancera dans la voie conduisant aux buts de premier ordre. Nous ne serons jamais embarrassés dans le choix d'un procédé de mesure approprié, lorsque nous aurons à faire à une grandeur physique ou chimique, dont l'action ou la manière d'agir est connue. Un bel exemple nous est fourni par la question de la réaction du sol, pour laquelle les procédés de mesure furent trouvés aussitôt que l'importance de la réaction pour la végétation avait été reconnue.

Comme nous ne pouvons renoncer à l'examen du sol, lorsqu'il s'agit de traiter des questions pratiques, nous devrons nous efforcer de maintenir les méthodes de l'examen du sol au niveau de nos connaissances et de nous rendre nettement compte de la signification et de la portée des résultats de nos mesures.

La cartographie du sol, constitue également un but imposé par les exigences de la vie pratique, à la poursuite duquel une grande partie des moyens des institutions géologiques fut employée. Nous pouvons nous épargner une discussion sur la valeur scientifique et pratique qu'on attribue au relèvement des cartes des sols, qui s'appuient sur le rapport présumé entre les propriété du sol et la nature de la roche-mère. De la sorte, nous nous contenterons de constater qu'il est injustifié de consacrer tant de moyens à des travaux d'ordre pratique et de donner si peu d'attention à la recherche scientifique.

Dans les dernières années une méthode pour la cartographie des sols s'est développée en Russie et elle possède effectivement sous divers rapports une valeur scientifique et pratique. Comme cette méthode est le résultat d'observations qui ont conduit à la découverte des conditions qui déterminent la formation et la répartition des types de sols, nous devrons la traiter séparément à la suite de la question de la classification des sols.

La classification des sols. — En étudiant les propriétés du sol, on se heurte à l'existence d'une grande diversité de sols, qui diffèrent entre eux par la valeur quantitative de leurs propriétés. Le besoin de l'homme de ranger et de classer a conduit aussi dans la science du sol à des essais de classification. Et en effet, on a réussi à ramener tous les sols qui se présentent dans la Nature, à un petit nombre de types, de sorte que chaque sol peut trouver sa place dans l'un de ces types établis. L'existence d'une classification des sols est indispensable au relèvement d'une carte de sols, car c'est sur cette base qu'il est possible de remplacer la description d'un sol par l'indication du type auquel il appartient.

Nous pensons qu'on pourrait arriver au but d'établir une classification des sols utilisable, en ordonnant les sols naturels d'après l'ensemble des propriétés qui déterminent le caractère spécial des différents types de sol.

Puisqu'on n'a pas réussi à établir un système de classification utilisable en partant de cette idée, on doit penser que la cause réside dans la difficulté de reconnaître le complexe des propriétés qui vont ensemble. On a préféré alors choisir certains caractères particuliers du sol, comme p. ex. la constitution mécano-minéralogique, ce qui était insuffisant pour la caractérisation des sols. La résolution heureuse de cette question fut apportée par la découverte du rapport qui existe entre le climat (à vrai dire essentiellement entre un élément du climat : l'humidité) et le complexe des propriétés qui caractérisent un type distinct de sol. C'est ici que réside le grand mérite de l'Ecole russe. La roche-mère exerce également une certaine influence sur la formation du type du sol. Mais cette influence est moindre que celle de l'humidité ; elle se laisse en général facilement établir. Dans les cas où l'influence de la roche mère s'affirme davantage, elle nous conduit à l'établissement de types particuliers, d'ailleurs facilement reconnaissables dans la Nature. Les caractéristiques des types de sol dans ce système de classification sont d'ordre morphologique, physique et chimique et peuvent être toutes expliqués assez facilement par l'influence de l'humidité et de la nature de la roche-mère, autant que nos connaissances actuelles physiques et chimiques nous le permettent.

Le succès principal de cette classification des sols fut d'abord qu'elle avait conduit à une méthode cartographique, qui est la seule utilisable dans les pays où elle fut appliquée. Elle permet en outre de ramener les sols les plus divers à une série de types, dans laquelle les propriétés du sol constituent une fonction continue de la place occupée par le type de sol dans cette classification. Cet avantage est de grande importance pour la systématique de tous les essais et expériences, qui doivent être entrepris pour l'étude des propriété du sol.

Dans quelques pays naquit une direction de recherches, dont le but est de pousser davantage nos connaissances sur les rapports qui existent et peuvent exister encore, entre le climat et le sol. Il semble moême qu'on considère ce but comme l'un des plus remarquables de la science du sol, sinon même comme le plus important. Un examen plus approfondi sur la nature de ce but nous conduit à la conviction qu'une sage restriction des peines qu'on y a vouées, serait très opportune ; la négligence des recherches en vue de l'atteinte des buts de premier ordre au profit des préoccupations démesurées sur les relations entre le sol et le climat serait un égarement funeste pour l'avenir prochain de la science du sol.

A notre avis tout ce qu'on a obtenu par ce genre d'observations portera ses meilleurs fruits lorsque nous aurons suffisamment progressé sur les *voies conduisant aux buts* de premier ordre.

***

Dans ce qui précède, nous avons tenté d'expliquer le lent progrès de la science du sol par le fait qu'on a négligé la recherche indépendante du sol, ce qui a permis à des buts importuns de se glisser dans cette science. Les conséquences de cette négligence se sont ressentis le plus dans les domaines pratiques mêmes de la science. Un changement en bien ne peut être atteint qu'en saisissant clairement les buts que doit se proposer la science du sol. Ce ne sera pas en vérité du temps perdu, que de discuter à fond sur des questions qui regardent tout l'avenir de cette science.

Si nous parvenons à un accord dans la question des buts de notre activité, nous n'aurons pas encore beaucoup atteint, car dans les diverses institutions qui poursuivent des problèmes spéciaux, de sérieux obstacles s'opposent à l'entre-

prise de travaux systématiques de recherche. Et si, malgré ces conditions déplorables, tant de beaux travaux furent exécutés dans le domaine de la science du sol, on ne peut pourtant pas nier la nécessité absolue de créer des institutions de recherche pour l'étude scientifique du sol. Il est étonnant que, malgré la grande importance de la production du sol pour l'humanité toute entière, on ait accordé bien peu d'attention à l'étude du sol. Par servilisme envers l'intérêt immédiat on a coupé le nerf vital des institutions mêmes qu'on avait créées.

Il nous semble que c'est la tâche de l'Assoc. Pédol. Intern. et des Conf. Pédol. Intern. de solliciter la fondation d'instituts pour la recherche scientifique du sol dans tous les pays. C'est le devoir de chaque Etat, et c'est aussi dans son propre intérêt de contribuer à l'avancement de la science du sol par de telles créations.

Quant à l'organisation de ces instituts, elle est aussi une fonction des buts de la science du sol. Le travail de ces institutions nationales devra naturellement s'effectuer en toute liberté, mais toutes ensemble devront constituer une communauté scientifique, puisqu'elles tendent vers le même but et qu'elles seront très fréquemment mises en face de problèmes, qui impliquent des expériences de grande envergure, et, par conséquent, la participation d'un grand nombre de ces institutions.

L'esprit qui doit présider à la solidarité scientifique de toutes ces institutions devra être développé par l'Assoc. Pédol. Int. entre autres par le fait qu'elle ne perdra jamais de vue la question des buts et des voies de la science du sol.

Prof. Dr. TH. SAIDEL, *Bucarest (Roumanie)*. — **Sur les buts et les voies de la science du sol.**

RÉSUMÉ.

Vue la grande différence en ce qui concerne la direction des recherches dans les différents instituts pédologiques, le manque de compréhension réciproque dans le monde des pédologues et la pauvreté des moyens qui étouffe les recherches pédologiques, il s'impose de remédier à cet état de choses.

En examinant de près la situation actuelle, on sent la nécessité inéluctable d'arriver à une conception unitaire et généralement acceptable sur la nature et les fins, sur les buts et les voies de la science du sol.

L'auteur croit que le moment est venu où tous les pédologues devraient considérer comme leur devoir d'attirer l'attention des gouvernements de tous les pays sur la nécessité de fonder des institutions pour la recherche du sol, organisées et dotées en rapport avec l'importance de leur rôle pour l'humanité entière.

Avant d'entreprendre la moindre des choses dans cette direction, il serait absolument nécessaire que les pédologues eux-mêmes tombassent d'accord sur l'activité de ces institutions et sur l'organisation qu'on devrait leur donner. Un tel accord n'est toutefois possible que si l'on s'est occupé préalablement de la question fondamentale des buts et des voies de la recherche pédologique.

L'auteur est convaincu que si l'on veut épargner à la recherche du sol de graves pertes de temps et d'énergie, il faudrait reconnaître la nécessité d'une concordance dans l'activité de tous les pédologues et des institutions pédologiques. La réalisation d'une telle concordance ne saurait être acquise qu'à la suite d'une entente préalable, c'est-à-dire au moyen d'une discussion menée dans l'esprit scientifique sur la même question fondamentale.

C'est seulement après la conciliation de toutes les différences essentielles entre les conceptions et opinions particulières qu'on pourra envisager la réalisation d'une collaboration ou, au moins, d'une activité concordante.

Même si une telle collaboration ou concordance d'activité n'était en réalité que le résultat d'un sentiment de solidarité, d'un état d'esprit dominant dans notre communauté de travail, cela ne gâterait en rien le charme que présente la poursuite du but proposé.

Guidé par cette idée, l'auteur s'occupe du but principal ou final de la science du sol ; puis de la nature de ses buts partiaux, des rapports existant entre les divers buts partiaux et entre ces derniers et le but final ; enfin des voies par lesquelles on pourrait y atteindre. Il met en évidence les buts vers lesquels les voies sont actuellement ouvertes et dont la poursuite implique le plus grand nombre possible de collaborateurs. Il rappelle également les buts qui, bien qu'inéluctables, sont tombés dans l'oubli ; il examine quelques buts au point de vue de la possibilité de leur accessibilité actuelle et accorde une importance particulière à ceux dont l'attente progressive est entièrement dépendante du progrès effectué dans d'autres voies de la science pédologique.

Prof. Dr. TH. SAIDEL, *Bucarest (Roumania)*. — **The Object and Methods of Soil Science.**

ABSTRACT.

In view of the great difference as to the direction of research in the different soil science institutes, the want of a mutual understanding in the world of soil scientists and the small resources, which hinder soil science investigations, it is absolutely necessary to remedy this state of things.

On examining more closely the actual situation one feels the inevitable necessity of arriving at a uniform and generally acceptable conception of the nature and the object, the ends and the methods of soil science.

The Author believes the moment to have come when all soil scientists should consider it their duty to call the attention of the governments of all countries to the necessity of founding institutions for soil research, organised and endowed in a proper relation to the importance of their part for the whole of mankind.

Before undertaking the first step in this direction, it would be absolutely necessary for the soil scientists to come to an agreement among themselves as to the activity of these institutions and as to the organisation which ought to be given them. Such an agreement, however, will only be possible, if the object and the methods of soil science research have been previously examined.

The Author is convinced that if one wants to spare soil science heavy losses of time and energy, the necessity should be understood for co-operation amongst all soil scientists and all soil science institutions. The realisation of such co-operation can only be obtained as a consequence of a previous understanding, i. e. by means of a discussion conducted in a scientific spirit on the fundamental question.

It will only be after having reconciled the essential differences between the private individual conceptions and opinions that the realisation of a collaboration or, at least, of a combined activity can be thought of.

Even if such a collaboration or concordance of activity were nothing, in reality, but the result of a feeling of solidarity, of a state of mind dominating our com-

munity of work, that would in no way detract from the charm presented by the pursuit of the end in view.

Led by this idea, the Author speaks of the principal or final object of soil science; then of the nature of its subsidiary aims, of the relations existing between the different subsidiary aims and between these and the final object; lastly, of the methods by means of which the end might he attained. He shows clearly the ends to which the ways are actually open and the pursuit of which requires the largest possible number of collaborators. He also calls attention to the objects which, though absolutely necessary, have been forgotten; some objects are examined from the point of view of their actual accessibility and special importance is given to those, the progressive realisation of which depends entirely on the progress realised in other sections of soil science.

Mrs. V. M. PARKER,

Associate Editor, World Agriculture. Amherst, Mass., U. S. A.

INTERNATIONAL AVAILABILITY OF THE RESULTS OF SCIENTIFIC RESEARCH IN AGRICULTURE AND SOIL SCIENCE.

> "The conservation and improvement of the soil should be one of the chief concerns in world statesmanship. No other natural resource compares with the maintenance of soil fertility in its bearing upon the future of the race. But no fiat of government, nor resolutions of conferences can ensure the proper use and care of the soil; only as each individual farmer intelligently tills his land and carefully, conscientiously husbands its resources, can future generations as well as the present population of the nations of the earth be assured their food".
>
> Dr. K. L. BUTTERFIELD.

This basic principle upon which was founded the World Agriculture Fellowship with its Quarterly Magazine explains the presence of its delegate, the Associate Editor of its Magazine, at a Conference of Soil-Scientists where, by reason of scientific ignorance, she does not belong.

It is, in fact, no less than a Herculean task to overcome the obstacles to International co-operation which come through racial prejudices and jealousies, through political propaganda, through selfish scheming of governments against each other and competition for control of natural resources, instead of friendly foresight and interchange. All these obstacles to international co-operation loom large, as well as ignorance of facts upon which to base mutual understanding.

Perhaps the units closest to the tillers of the soil are the Co-operative Societies in Europe and the Farmers' Organizations — such as The Farmer's Unions, Farm Bureaus, and Grange in the United States. These and the numerous voluntary Farmers' Clubs and Agricultural Associations in all lands stand a good chance of

reaching through their conferences and publications the individual farmers in those lands. But their limitation, when it comes to international co-operation, is obviously their provincial and national nature, emphasizing regional advantages and increasing the class-consciousness of producer against consumer, country against city, and nation against nation, whenever their interests seem to clash. A similar tendency towards division, but along another line, occurs with specialized agricultural industries and their Federations, which have the natural bias of each industry toward its particular interest, and must, of necessity, focus their publications upon that particular industry.

Scientific bodies like the proposed International Association of Soil Scientists, in common with all Technical and Statistical bodies, governmental or otherwise, are limited in their international and popular appeal by the need of standardization of terms and of interpretation of their findings to make them available to the agriculturist unfamiliar with the scientific terms and unable to read the message of statistics, however much he may desire to make use of the results of research.

It is evident that these obstacles to the international availability of the results of scientific research in agriculture are of two kinds, moral and intellectual, and that the removal of these obstacles can best be affected by an educational appeal individual in its nature, but world wide in its application. This brings us, in closing, to a brief statement of the history and purposes of the World Agriculture Society.

The World Agriculture Society is a Fellowship for all who are interested in Agriculture and Rural affairs, having for its purpose better understanding and greater justice and efficiency in all that is involved in feeding the World. Starting with the World Food Conference called at the American Expeditionary Forces University at Beaune, France, by Dr. K. L. BUTTERFIELD, U. S. Commissioner of Agricultural Education, in June 1919, when six (6) nations were represented, it now has among its members, representatives of nearly fifty.

The underlying principles of the World Agriculture Society are those set forth in the memorandum approved by that first Conference held five years ago in France and sent by Dr. BUTTERFIELD to the Peace Commission then meeting at Paris. The principle points of Dr. BUTTERFIELD's memorandum include the following:—

1. An adequate supply of food for all the people of the world is an essential item in a programm of permanent world peace.

2. This necessary food supply must be furnished by the farmers of the world.

3. The conservation and improvement of the soil should be one of the chief concerns in world statesmanship. No other natural resource compares with the maintenance of soil fertility in its bearing upon the future of the race".

Since, in the words of the President of the World Agriculture Society: "no fiat of government nor resolution of conferences can ensure the proper use and care of the soil, only as each individual farmer intelligently tills his land and carefully, conscientiously husbands its resources", to reach and enlighten these tillers of the soil in all lands is an ultimate purpose of the World Agriculture Socitety and Magazine and to bring about a sympathetic co-operation between producers and consumers in all nations.

The average "tiller of the Soil" has neither time nor training to follow at length the doings of scientists and technical agriculturists. Their findings must be in-

terpreted for him. World Agriculture desires to be an Interpreter of the world facts which are gathered by such an International body as the Institute and of the findings of such scientific meetings as the International Pedological Conference.

In its exposition of the agriculture and horticulture of each country, the World Agriculture Journal emphasizes the universality of certain underlying facts of natural science and of economics, the necessity of maintaining the proper equilibrium between production and consumption ; the desirability of adapting the best agricultural practices of all countries to the local needs of each ; the unwisdom of grafting foreign practices on to native stock without assurance from experimentation that such practices will result in a lasting improvement.

The Home-garden and Use of Foods Departments of the Magazine, illustrate the effort of the World Agriculture Society to meet universal needs, and to interpret localities to each other with a consequent enrichment in varieties of flowers and food plants available to each locality and an interchange of personal experiences between practical gardeners as well as between the scientists of all lands. It is the hope of the World Agriculture delegate that she may obtain from the Pedological investigations of this Conference, fresh evidence that, however far apart may lie the fields of agricultural research and endeavor, the same earth is foster-mother to them all !

V. M. PARKER, *Amherst, Mass.* (*Etats-Unis*). — **Validité internationale des résultats des recherches scientifiques en agriculture et en pédologie.**

RÉSUMÉ.

Les Associations ayant le plus de probabilité d'arriver jusqu'aux agriculteurs isolés sont les Coopératives en Europe et les Associations d'Agriculteurs aux Etats-Unis. Mais dès qu'il s'agit de coopération internationale, leur caractère régional est évidemment un inconvénient. La *World Agriculture Society* est une association de tous ceux qui s'intéressent à l'agriculture et aux questions rurales ; elle a pour but une répartition plus juste en tout ce qui concerne l'approvisionnement du monde. Ne comptant que 6 nations au moment de sa fondation en 1919, elle a aujourd'hui parmi ses membres les représentants de presque 60. Les points principaux du Mémorandum du Dr. BUTTERFIELD, qui donna lieu à la fondation de l'Association, sont : « 1) Un approvisionnement suffisant pour la population du monde entier est un principe essentiel du programme d'une paix mondiale permanente. 2) Cet approvisionnement nécessaire devra être fourni par les agriculteurs du monde entier. 3) La conservation et l'amélioration du sol devraient être une des principales préoccupations de la politique mondiale... ».

V. M. PARKER, *Amherst, Mass.* (*Etats-Unis*). — **Internactionai Availability of the Results of Scientifie Research in Agriculture and Soil Science.**

ABSTRACT.

The Associations having the best chance of reaching the individual farmers are the Co-operative Societies in Europe and the Farmers' Organizations in the United States. But when it comes to international co-operation, the regional character of these associations is obviously a drawback. The *World Agriculture Society* is a Fellowship of all who are interested in Agriculture and Rural affairs and has for its purpose a greater justice and efficiency in all that concerns the feeding of the World. Whilst counting but 6 nations at its foundation in 1919, it has today among its members representatives of nearly sixty. The principle points of Dr. BUTTERFIELD's Memorandum, which led to its foundation, are : « 1) An adequate supply of food for all the people of the world is an essential item in a programm of permanent world peace. 2) This necessary food supply must be furnished by the farmers of the world. 3) The conservation and improvement of the soil should be one of the chief concerns in world statemanship... ».

S. B. HASKELL, Director,

Agricultural Experiment Station, Massachusetts.

THE FERTILISER INDUSTRY OF THE UNITED STATES FROM THE VIEWPOINT OF THE SOIL SCIENTIST.

If as a soil scientist I were called upon to point out the most striking fact relevant to the American fertilizer industry, it would have reference, not to the enormous total tonnage of fertilizers, nor yet to the rapid development of the industry, but rather to the exceedingly small amounts of commercial plant foods used, when figured on the basis of the average for a unit area. Doubtless it is true that no soil can indefinitely produce crops to be sold from the land, unless some plant food return is made to the soil. Yet it is precisely this very thing that the great bulk of the farm lands in the United States of America are being called upon to do.

The following table, drawn from the census reports of the Federal Government, shows statistics for the fertilizer industry as it was in 1914, probably the last year which by any stretch of the imagination may be called normal, and demonstrates the above mentioned fact (*see table pag.* 662).

It will be seen from the above that the normal fertilizer use of the United States is approximately 7,000,000 short tons. Tonnage decreased during the World War on account of shortage of supplies, but the summit was again reached during the boom year of 1920. Since then fertilizer tonnage has suffered an enormous and destructive decline on account of the world-wide agricultural depression. Even with the high tonnage of 1914, however, the average amounts of plant food which would be applied per crop acre is so small as to in the main fail to balance natural losses from the soil, to say nothing of those brought about by crop removal. There would be applied annually, on this hypothetical basis, slightly over 1 pound of ammonia per crop acre, about 4 pounds of phosphoric acid and 1 ⅓ pounds of potash. Since it is a matter of common experience that fertilizer applications as small as this are never made, it follows that fertilizer use in the United States is rather highly localized.

Half of the above total, at the time of the last Federal census (1919), was used in a single group of four states — North Carolina, South Carolina, Georgia

Statistics of Fertilizer Use in 1914.

Material	Proximate Composition	Quantity, Tons, (2000 lbs.)	Plant Food Contained, Tons. (Estimated from average composition)		
			Ammonia NH_3	Phosphoric Acid, P_2O_5	Potash K_2O
Cottonseed Meal	7% NH_3	325,234	22,766		
Tankage, etc.	10% NH_3	887,934	88,793		
Fish Scrap	11% NH_3	250,110	27,512		
Ammonium Sulfate	25% NH_3	149,924	37,481		
Cyanamid	18% NH_3	25,911	4,664		
Sodium Nitrate	18% NH_3	147,050	26,469		
Bone Discard and Raw Bone	2% NH_3 22% P_2O_5	93,124	1,862	20,487	
Steamed Bone	3% NH_3 28% P_2O_5	55,067	1,652	15,419	
Superphosphate	16% P_2O_5	3,819,495		611,119	
Basic Slag	15% P_2O_5	16,190		2,429	
Guano	5% NH_3 10% P_2O_5	120,128	6,606	12,013	
Kainit	12½% K_2O	448,885			56,111
Muriate of Potash	50% K_2O	177,372			88,686
Sulfate of Potash	48% K_2O	39,232			18,831
Double Manure Salt	25% K_2O	108,580			27,145
Other Potash Salts	20% K_2O	204,282			40,856
Totals		6,868,518	217,205	661,467	231,624
Estimated percentage composition on the basis of mixed fertilizer.			3,2	9,6	3,4
Pounds of plant food per crop acre			1,2	3,8	1,3
Pounds of plant food per acre of improved land			9	2,6	9

NOTE: Despite the fact that fertilizer statistics are for 1914, the estimates on average acre applications are based on the 1919 census. The justification of this is the assumption that the 1914 fertilizer tonnage is "normal".

and Virginia. All of these are great agricultural states. Cotton, tobacco, vegetables, maize, are the crops commonly grown. The first three crops have a high acre value, and this fact enables farmers to make fairly heavy applications of commercial plant foods. The total area of improved farm land in these four states, however, is but 7.3 per cent of the total for the country. Half of the fertilizer used in the United States is applied on less than $1/14$ of its actual tilled area. Living in these four states, however, is 17 per cent of the American farm population.

An even better picture of the localized nature of American fertilizer use is that developed through study of statistics from a group of eight states, Illinois, Kansas, North Dakota, Nebraska, Minnesota, Missouri and Texas, which together have slightly more than half of the cereal acreage of the United States. These states form a veritable empire. Under the stress of necessity they could produce food and fiber enough, probably, to feed the country. Yet, with more than half of the total cereal acreage of the country, with 25 per cent of its farm population and 40 per cent of its area of improved farm land, this area consumes scarcely $1/40$ of its fertilizer. The natural deduction from these two sets of statistics, therefore, is that fertilizer is important to the American farmer locally, but has not yet established itself in a large way on a truly national scale.

The above deduction is confirmed by other figures in the same census report. Thirty-five per cent of American farmers are reported as buying fertilizer. Probably this figure includes those who bought lime as well as those who bought materials carrying nitrogen, phosphorus and potassium. In the south Atlantic states, four out of every five farmers used some fertilizer. In some sections no crops are planted without the aid of commercial plant foods. On the other hand, in the northeastern part of the country where more livestock is kept and where the seasons are so short that but one crop can be raised annually, the proportion of farmers using fertilizer decreases to but one in two. In the great grain country of the central plains only one farmer in twenty ever buys fertilizer, and this one farmer uses such a small quantity as to make the total almost negligible.

To revert once more to a statement previously made — the conclusion seems inescapable that on an average American farmers are not buying sufficient plant food to maintain their soils in a productive condition. Without doubt there are many sections which are practicing a constructive type of farming, these being greatly overbalanced, however, by those other sections which practice a type essentially destructive. To a soil scientist the reason or reasons for this state of affairs are particularly interesting.

The soils of the fertilizer using east and southeast are old, as measured by American standards. Those of the middle west and west, which sections use but little fertilizer, are new. But the east is nearer its market and cash returns from sale of crops are higher than in the west. And then, we face certain facts of human psychology. When the great west was first opened up, the soils were believed to be of inexhaustible fertility and permanent producing power. This belief, founded on ignorance and hope rather than knowledge, became a countryside tradition. To admit the necessity of fertilizer use was in some cases to depreciate the selling value of the farm and its security value as a basis for loans. Even the scientists to a certain degree have given themselves to a propaganda, first against the use of

any commercial plant foods, more lately and more logically against the use of certain kinds of plant food. For all of these reasons, plus certain economic reason which will be mentioned, the use of commercial plant foods has made but slow headway in certain great sections of the United States.

Economically, another basic difficulty has been uncertainty on the part of the farmer as to the financial profits from the use of fertilizer. Fertilizer has sometimes cost more than it should, partly because of a needlessly expensive and exceedingly cumbersome distributing system. In endeavoring to attain the real objective of the fertilizer industry, that is, to make money for its stockholders, the industry has sometimes lost sight of its true economic function, and has failed in rendering full service. Coupled with these facts is another of even greater significance, this being that soil scientists have either been unable to give to farmers a guide for logical and reasonable fertilizer practice, or have failed to come to agreement among themselves as to what should constitute such practice. It is no cause for wonder, therefore, that the industry has made rather slow headway in a section given over in the main to extensive agriculture — low prices for crops against relatively high prices for commercial plant foods.

The policy adopted by the Government, during the years when the public lands were open to settlement, was another potent factor leading to soil depletion. Rapid settlement was the defined objective. In furthering this policy, enormously large areas of virgin soil were brought into competition with older soils which had been cultivated for years. That the policy of rapid expansion may have been sound will be conceded; but it was not realized that during the period of exploitation the country was living in part on soil capital, and was putting a premium on soil depletion. Even today there is more land under culture than can be constructively farmed. If all of the soils which respond to the use of fertilizer should receive treatment, there would be no market available for the increased crop so produced. Expansion in the fertilizer industry, although such is certain to come in time, can come no more rapidly than is made necessary by increased demand for the products of the soil.

The Development of the Mixed Fertilizer Industry.

A second salient characteristic of the American fertilizer industry is the form in which fertilizers are purchased and applied. In most other fertilizer-using countries, plant food carrying materials are purchased in unmixed form, either to be applied directly unmixed, or mixed as needed. In the United States, however, nearly three-quarters of the total fertilizer tonnage is sold ready-mixed, according to certain more or less indefinite formulas, made up so that the final product contains certain definite percentages of ammonia, phosphoric acid and potash. Typically this statement of percentages is all that the consumers get, for the materials from which the fertilizer is made are not stated, nor are they covered by the guarantee under which the mixture is sold.

Remarkable as it may seem, this development is in part at least a result of the teachings of some of our earlier soil scientists. Fifty years ago, when the industry was in its earlier stages, the late Dr. C. A. Goessmann made public statement to the effect that " The kind of fertilizer which a farmer ought to buy is best learned

from the composition of the articles which he sells " ; and again, " Rational modern agriculture recognizes as the foundation of successful farming the necessity of a strict restitution to the soil, in an available form, of those substances which the crop has abstracted ; and it promises to that class of farmers who strive to comply with that requirement in an economical way the best chances of a continued financial success ". The beliefs and teachings of Dr. Goessmann were reflected by most of the soil scientists of his time. They had a most profound effect on the development of the fertilizer industry. The stamp of official approval was thus early given to the principle of fertilizer mixtures made up on the basis of plant analysis. This opened the door to the entry of special brands and grades of mixed fertilizers, claimed to be or designed for use on a single crop, or under a single set of conditions.

From the standpoint of the individual farmer, the real function of commercial fertilizers is to increase farm profits, typically through decreasing the cost of production per unit of crop. That material or mixture which remedies an outstanding soil deficiency is the one which usually gives greatest response in terms of plant growth. Profit to the purchaser of fertilizer, however, depends not only on the selection of the right material, but on the ratio between cost of material and price received for his crop. These generalizations show how different from our present concept were the ideas of soil scientists as promulgated half a century ago.

Since fertilizer mixtures which failed to produce satisfactory crops could not be sold over a period of years, manufacturers were early forced to change their formulas, and so modify them as to produce mixtures which in effect remedied certain soil deficiencies. The mixtures now in common use, although developed on this empirical basis, are ones which soil scientists find to be at least fairly well adapted to their purposes. On the sandy soils of the humid Atlantic seaboard, the mixtures now most successfully used are those rich in nitrogen and potash, relative to phosphoric acid. On the phosphorus poor soils of the Corn Belt, the mixtures now in greatest demand are those very high in phosphoric acid, relatively low or entirely lacking in nitrogen and potash. Occasionally, indication of the specific plant food requirements of special crops may be seen in the character of fertilizer mixture developed from this " cut and try " school of actual practice. " Potato fertilizers ", for instance, are typically high in potash. The essential soundness of the commercial considerations which developed special mixtures for potatoes is demonstrated by the field experiments of the country, which show an almost universal response to the use of potash on potatoes. So it happens that while the original significance of our " special crop " grades of mixed fertilizers is largely lost, the proportion of plant foods is today at least fairly well suited to the need.

That there have been evils connected with the mixed fertilizer industry is undeniable. Opportunity was given for the incorporation in the mixture of large quantities of useless materials. This resulted in " low grade " fertilizer, something which unfortunately has been all too typical of the mixed fertilizer industry. Materials of a low availability were used in quantity, without fear of detection by the purchaser and with a reasonable degree of freedom from official interference. Ignorance of the materials which enter into the composition of mixed fertilizers retarded the development of sound fertilizer practice. And yet, after all is said and done,

we must remember that the fertilizer industry came into existence in response to insistent demands for help in meeting the financial, social and economic problems brought about by decreasing fertility. Soil scientists were not then organized to give sufficient help to meet the need. The fertilizer industry had to work out its own salvation in the hard and expensive school of actual experience. That present fertilizer practice is sound in principle is a cause for congratulation. Irrational practice in certain details is no cause for wonder. On the soil scientists of the country, however, rests the responsibility of leadership for developing a body of knowledge which shall make possible still sounder practice, and more economical conduct of the industry in the years to come.

Regulative Control.

The development of trade in mixed complete fertilizers as indicated above brought with it the necessity for some kind of official control. The content and condition of the plant food in the mixture, or for that matter in the materials from which the mixture is made, can never be told through mere visual inspection. The service of commercial chemists have never been available, at reasonable cost, to actual users of commercial fertilizers. It became necessary, therefore, to establish a state agency for the examination of commercial plant foods. While the details of regulation vary in different states, yet essentially they are the same.

They require that the fertilizer be sold under a definite form of guarantee as to composition. This guarantee covers normally only the percentages of nitrogen or ammonia, of phosphoric acid soluble in water and in citric acid, and of water soluble potash. In addition, in some states the use of certain materials is prohibited. In other states the presence of these materials must be indicated on the label, and in still others the materials which enter into the mixture must be stated. The facts as to compliance with this guarantee are determined through sampling the fertilizer when and as it is offered for sale, and analyzing the same according to official methods.

Naturally there are many details which have not been covered in the above brief description. The soil scientist as such, however, is interested in these details only in so far as they aid in developing sound fertilizer practice or perpetuate unsound practice. Particularly is he interested in the ease with which *protection* of the consumer becomes *restriction* of the manufacturer, and in this form adds to the cost of manufacture without adding one iota to the crop-growing value of the fertilizer. Fortunately this is a purely temporary state of affairs, but still somewhat typical of the conditions which have made the American fertilizer industry what it is.

The prevalence of low-grade fertilizers, the use of materials with low availability, the unwillingness of certain branches of the industry to give information as to the materials entering into mixtures — all of these things conspired, in times past, to bring the industry into disrepute. With the establishment of state regulatory agencies, designed to correct these abuses, came the opportunity to gain political capital through furthering legislation which in ultimate effect was exceedingly restrictive, and often grossly unecohomical. As a result the state fertilizer control has sometimes been used as a political foot-ball. In some states revenues have far

exceeded actual costs, and have gone to enrich the state treasury. In other states the agricultural college, or even the experiment station, has carried on its work through the use of these same surplus funds. There have been cases where the fact of fertilizer manufacture being a bulk chemical process was not recognized, and where manufacturers were held to a standard of accuracy impossible of attainment. The form of guarantee which in one state would be legal, in an adjacent state might subject the manufacturer to legal prosecution. All of this may have been retributive justice ; but since it also increased cost of commercial plant foods, the farmer was the one finally to pay the cost.

Some of the conditions which resulted in this restrictive legislation no longer exist. There is today a healthy and sane attitude on the part of fertilizer manufacturers, and a keen concept of the true economic function of the industry. Lawmakers are beginning to realize that legislation can never replace education ; and that some of the objectives vainly sought through legislation can be attained only through education.

The Service of the Scientist.

Inevitably fertilizer use in American agriculture must increase greatly. The wider use of commercial plant foods is the only known remedy for certain of the ills incident to an aging agriculture. European experience has demonstrated this. We have every reason to believe that American experience will duplicate that of the older countries. Increasing population will make larger crops necessary. At least every one will agree with this — that larger production must match increasing population, or else the solution of increased mouths to feed must be found in decreased standards of living.

This increased fertilizer use should be based on increased knowledge, first of the soil and its properties, and secondly of the plant. The soil survey is coming to be a wonderfully efficient tool in giving us knowledge of the extent and area of soil regions having well defined properties in respect to plant food. We already know in a general way those soil areas which are more or less deficient in phosphoric acid. We have means for measuring the lime conditions in the soil and estimating in a quantitative way the necessary applications. Less satisfying is our basic knowledge as to the potash requirements in different regions. Quite recently the fact of a significant sulfur shortage, on certain soils, has been established. That other similar discoveries may be made in the future, as our knowledge of soils increases, is far from impossible.

Correlated with deficiencies inherent in the soil are those brought about by the farming system. Of necessity these systems must change with the size of the population to be fed. What may be sufficient under an extensive agriculture may be utterly insufficient under an intensive type of the farming industry. Through the wisdom and foresight of those soil scientists who thirty and forty years ago initiated our field experiments, we are developing a body of information on the effect of different cropping systems. Through the changes in experimental methods introduced in the last fifteen years, there will be better information and better knowledge in the future than there has been in the past. Research of this kind, which attempts to adapt fertilizer practice to changing conditions, is basic to the maintenance of our civilization.

Far less progress has been made in determining the specific needs of different plants. Not until problems of this kind are solved can our American fertilizer practice, or for that matter any fertilizer practice, be fully rational. The experience of fifty years in the fertilizer industry shows that crops differ greatly in their response to different plant foods and to different carriers of the same plant food. The physiological effect of immediately available nutrients is often important. As yet, however, our information is so fragmentary and its arrangement so chaotic, that little help can be given to the man in the field. If, however, American agriculture is to become more intensive, as seemingly must be the case, this fundamental knowledge must be secured.

Another all but untouched field has to do with methods of using fertilizer. There is a very intimate relation between successful use of chemical plant foods and the amount and distribution of precipitation. There are indeed areas in which decline in crop yield has not yet been stayed by the use of chemical manures ; and other areas where chemical plant foods may be used on fall sown crops but not on those planted in the spring of the year. Moisture conditions at the time of planting and during the growth period determine the amount of fertilizer which may safely be used ; but not yet are we in position to show how productiveness may be maintained under conditions where fertilizer has not yet been successfully used. Machinery designed for the application of chemical fertilizers is not yet fully satisfactory. Even our knowledge of the specific effect of the different materials used in fertilizers is scanty. With a probable change in source of materials, the necessity for knowledge is all the more urgent.

Nearly every soil scientist is optimistic as to the future application of bacteriology in fertilizer practice. That the action of these bacteria may influence other plant foods is proven by work already done. The future will probably see a type of fertilizer use significantly different from that of the present, and in this it is probable that the rôle of bacterial organisms will be more clearly defined that it is today.

In conclusion, the great inclusive problem of the future will be that of economy in the use of plant food. Great as are our supplies of raw materials, they are not inexhaustible ; and efficient as are our manufacturing processes when viewed from certain angles, yet they are essentially wasteful. The development of more accurate tools for diagnosis, which will show the conditions of soil, climate and crop under which a given material may be successfully used, will make possible a much more economical fertilizer practice than we at present have. If the chemist can show how to increase the availability of the phosphorus in rock, at a cost comparable to that of existing methods without at the same time diluting or reducing its concentration in this essential plant food, the costs of manufacturing and handling fertilizers will be greatly decreased. More far reaching than either development, however, and possibly even fundamental to these developments, is the removal of the discussion of the fertilizer industry from the field of politics to the field of fundamental economics. If in time to come this change can be made, and if decisions in public policy may be based on the welfare of the public as a whole rather than on the profit or loss to the capital invested in the fertilizer industry or assumed welfare of the great producing population of the country ; if we can look upon chemical plant foods as a barrier which the Nation has erected against soil depletion and diminishing food supplies ; then the industry will come into full possession of the field which it should occupy.

S. B. HASKELL, *Massachussets (Etats-Unis)*. — **L'industrie des engrais chimiques dans les Etats-Unis, au point de vue de la science du sol.**

RÉSUMÉ.

L'A. après avoir passé en revue les différentes questions qui se présentent pour un emploi rationnel des engrais chimiques et les études que l'on a faits et que l'on doit encore faire à ce propos, est amené à la conclusion que l'on devra dorénavant faire un usage plus économique de ces engrais. Bien que l'approvisionnement de ces substances indispensables pour l'agriculture soit considérable, et la technique de leur préparation bien avancée, il y a du gaspillage dans la pratique agricole. Le développement des données concernant les conditions du sol, du climat et des différentes cultivations rendra possible un emploi plus économique de ces engrais.

S. B. HASKELL, *Massachusetts (U. S. A.)* — **The Industry of Chemical Fertilisers in the United States from the View-point of Soil Science.**

ABSTRACT.

After exposing the different questions relative to a rational use of chemical fertilisers and the studies that have been made and that must still be made to this purpose, the A. arrives at the conclusion that in the future these fertilisers ought to be employed in a more economic way. Although the stock of these substances, indispensable to agriculture, is considerable and the technique of their preparation very much advanced, there is certainly some waste in agricultural practice. The development of knowledge concerning the conditions of the soil, the climate and the different cultures, will supply the possibility of a more economic use of these fertilisers.

SOCIETÀ ITALIANA POTASSA,
Roma

LA LEUCITE NELL'AGRICOLTURA ITALIANA

Ormai nei centri agricoli più progrediti del nostro Paese, specie in parecchie zone della pianura padana, è entrata la persuasione, per proficua esperienza, dell'utilità dei concimi potassici, al cui uso ostavano prevenzioni dovute ad errori diversi.

È fuor di dubbio, che la potassa deve considerarsi quale complemento necessario dell'applicazione redditizia dei concimi chimici.

Finora la potassa in generale davasi sotto forma salina (sali di Stassfurth e sali d'Alsazia principalmente, ed in minor parte di salino potassico, residuo della lavorazione delle barbabietole da zucchero). Attualmente in Italia vi è un prodotto ricchissimo di potassa: la *leucite*.

I recenti studi hanno dimostrato che il criterio delle solubilità delle materie fertilizzanti in acqua, nell'acido citrico e in citrato ammonico, è molto artificioso in confronto alle condizioni reali del suolo e delle piante.

Quello che conta è lo stato colloide in cui le materie fertilizzanti sono date o vengono trasformate nel terreno. Il terreno infatti è un sistema d'equilibrio eterogeneo tra la fase solida colloide e la fase liquida circolante, della quale, fattore precipuo, è l'acido carbonico.

Così nella natura stessa la potassa della leucite viene completamente solubilizzata dall'acido carbonico delle acque metamorfiche, come lo dimostra lo stato superficiale dei giacimenti leucitici, da cui l'acqua di roccia ha asportato tutta la potassa.

E che il criterio della solubilità *in vitro* non sia per nulla decisivo, risulta dagli esaurienti studi effettuati durante la guerra sulle scorie di defosforazione Martin ed altre; ragione per cui il Ministero d'agricoltura inglese, nelle quotazioni ufficiali per i concimi, adottò la base anidride fosforica totale, abolendo la determinazione dell'anidride fosforica solubile in acido citrico (reazione Wagner) e insistendo sulla finezza. Criterio questo, che fu adottato dalla Germania stessa.

La leucite è un silicato doppio di allumina e potassa, contenente allo stato di purezza, su cento parti di leucite, circa 21 parti di potassa, 23 di allumina e 56 di silice. Questo minerale è uno dei costituenti delle lave di alcuni vulcani e abbonda specialmente nelle masse laviche dell'Italia centrale.

I giacimenti leucitici della Società Italiana Potassa sono quelli di Roccamonfina, in provincia di Caserta, riconosciuti come i più ricchi in contenuto potassico.

Da molto tempo si son fatti esperimenti per l'impiego diretto della leucite come fertilizzante, ottenendosi costantemente risultati estremamente favorevoli. Ciò nonostante l'impiego di questo interessante concime nazionale non si è sviluppato per la mancanza di un'adeguata organizzazione industriale, che permettesse di mettere a disposizione dell'agricoltura quantità sufficienti di leucite.

La Società Italiana Potassa, con i suoi vasti giacimenti, con l'impianto meccanico di Sessa Aurunca e con procedimenti chimici particolari mette sul mercato la leucite al 16-18 % di potassa in polvere impalpabile (finezza di 95 %, vaglio Kahl n. 100). Essa si presenta in polvere sottile, grigio-chiara, di facile incorporazione e manipolazione, non possedendo nessuna reazione; quindi non danneggia come la calciocianamide le persone e le piante, o i sacchi come il perfosfato, non s'impasta all'umidità come i concimi salini in genere.

La leucite per la sua costituzione migliora la struttura del terreno, accrescendone il potere assorbente, contrariamente ai concimi salini, che, deflocculando l'argilla e aumentando la concentrazione del suolo, creano, nelle stagioni asciutte, un ambiente nocivo allo sviluppo vegetale.

La leucite si può impiegare quindi in tutti i terreni che hanno bisogno di potassa,

ed ormai sono molti in Italia, massime quelli acidi di risaia, di marcite e di colture irrigue in genere.

Essa è poi indicata per quelle colture che temono l'azione tossica salina o che richiedono concimazioni d'anticipo. Così è ottima per tutti gli erbai, per i prati ed i pascoli; per le sarchiate, specie a radici, come le barbabietole da zucchero, le patate, il tabacco, il pomodoro e la canapa. Dà buoni risultati nei pescheti e nei frutteti intensivi in genere, nei nuovi impianti di vigneti, favorendone lo sviluppo legnoso e quindi la produttività.

Non sono mancate, sulla leucite, esperienze da oltre un ventennio in Italia, partendo da quelle del prof. GIGLIOLI del 1899, ed eseguite da agronomi di valore come il prof. CARUSO dell'Università di Pisa, il prof. BIZZOZERO, il prof. MONACO, il prof. DE ANGELIS, il prof. NAZARI; nonchè quelle condotte dalla Scuola Superiore di Agricoltura di Perugia, dalla Stazione Sperimentale di Risicoltura di Vercelli, dalla Regia Scuola Agraria di Messina, dal Regio Ispettorato del Bonificamento Agrario, dal Campo agrario di Venaria Reale, dalla Cattedra di Agricoltura della provincia di Mantova, da quelle di Milano, di Udine, di Siena, di Reggio Emilia, di Macerata, di Verona, del Casentino, di Brindisi, di Sulmona, dal dott. GIANNOBI nelle Marche, ecc.

Ora, tutte queste esperienze, malgrado fossero condotte con criteri disparati e senza un piano organico, e spesso in condizioni inadatte e sfavorevoli, pure non mancarono di far risaltare gli effetti utili della leucite stessa. Mancava però in tutte queste esperienze la chiara direttiva ed un'energia intesa non solo a chiarirne i risultati, ma a definire le modalità ed i limiti dell'impiego della leucite.

Ora, esperienze di tal genere, mercè l'aiuto del Ministero dell'Economia Nazionale, furono intraprese già da due anni con piano organico dalla Società Agronomica Italiana, che le persegue sotto la chiara direzione del prof. E. DE ANGELIS D'OSSAT, dell'Istituto Superiore Agrario di Perugia, per porre su sicure basi scientifiche la concimazione leucitica.

Ci piace riportare oggettivamente i risultati di queste esperienze, che non potrebbero essere più significative, sia per l'autorità degli sperimentatori, la severità della sperimentazione e la portata indubbia dei risultati.

FRUMENTO. — *Umbria - Perugia.* — Esperienze fatte dal Dott. MANCINI del Regio Istituto Superiore Agrario. Inallettabile Vilmorin. Dopo le barbabietole da foraggio i risultati sono:

		Q.li per ettaro	
		Granella	Paglia
(1 e 9)	Controllo senza concime	17,05	25,15
(2 e 10)	Perfosfato	17,85	24,40
(3 e 11)	» solfato ammonico	19,85	31,85
(4 e 12)	» » cloruro potassico	19,10	30,45
(5 e 13)	» » potassico	20,40	32,60
(6 e 14)	» » » e magnesia	21,—	31,95
(7 e 15)	» » Kieserite	19,80	30,55
(8 e 16)	» » Leucite	21 —	32,75

La leucite e la concimazione potassica e magnesiaca hanno dato il maggior prodotto in granella.

Piemonte - Torino. — Esperienze del prof. V. MANVILLI. Rosso Olona e Varesotto. La relazione termina con le seguenti parole: « Dei dubbi che ogni agricoltore potrebbe elevare circa l'efficacia fertilizzante della leucite non è certo possibile fare giustizia rapida con risultati ottenuti nelle prove di cui ora ho dato contezza, per le svariate cause perturbatrici già in precedenza esaminate ».

« Ragion per cui mi prenderò ben guardia dal trarre conclusioni definitive, anche perchè, ripeto, la scarsezza in acqua contenuta nel terreno, se ha inibito l'utile efficacia di tutti i concimi salini in genere, deve essere stata nefasta più particolarmente per la leucite, la quale sembrerebbe dall'esame superficiale delle cifre raccolte avere dispiegata una utilità pressochè pari al cloruro ed al solfato potassico ».

Bassa Valle Padana - Rovigo. — Prof. MUNERATI. Marzuolo Pavesi.

Giustamente osserva che non si possono trarre conclusioni dopo un solo anno di esperimento; tuttavia i risultati non sono però incoraggianti. Si è ottenuto infatti per ha ed in q.li (prodotto medio):

Con perfosfato e cloruro potassico	15,54
» » » solfato »	14,86
» » » leucite	15,06

La parcella più produttiva fra tutte fu la 10ª, con leucite, che dette il prodotto medio di q.li 17,97.

Puglie - Bari. — Il prof. PANTANELLI ha sperimentato su sette marzuoli traendone la conclusione che: « Mentre il solfato di potassa dette risultato positivo solo su due varietà, la leucite aumentò il prodotto in tutti i sette marzuoli, da un minimo di 41 ad un massimo di 636 kg. per ettaro, in media q.li 2,15 ».

RISO. — *Piemonte - Vercelli.* — Il prof. NOVELLI, direttore della R. Stazione sperimentale di Risicoltura di Vercelli, ha sperimentato la leucite sul riso ed ha fatto conoscere pubblicamente i risultati nel *Giornale di risicoltura* (vol. XII, n. II, 1922). Si riferiscono senz'altro le produzioni:

Parcella 1 (con leucite) q.li per ettaro	82,92
» 2 (con salino p.) » » »	82,20
» 3 (controllo) » » »	75,63

BIETOLE. — *Bassa Valle Padana - Rovigo.* — Prof. MUNERATI. La prova non è riuscita positiva a causa dei forti scarti verificatisi nelle parcelle con il medesimo trattamento: non sarà però del tutto inopportuno riferire alcuni dati delle produzioni medie, in q.li per ettaro e cioè:

Senza concimazione	262,65
Solo perfosfato	332,64
Perfosfato e cloruro potassico	338,34
» e solfato potassico	323,76
» e leucite	332,24
» e salino	330,67

Lo scarto meno sensibile si verificò per le parcelle a leucite (differenza q.li 49,67), mentre il più forte si riscontrò in relazione al cloruro potassico (q.li 160,23).

TRIFOGLIO PRATENSE. — *Toscana - Scandicci.* — Sen. prof. PASSERINI. « L'annata non fu delle più favorevoli, in quantochè la estrema siccità estiva non permise un solo taglio di trifoglio ».

Le prove in campo si eseguirono sopra 10 parcelle concimate tutte con perfosfato (q.li 10 per ettaro) ed alternativamente con leucite (quintali 20,5 per ettaro). Le tre prime coppie di parcelle hanno dato risultato positivo per la leucite, la quarta fu pari in produzione, l'ultima rimase inferiore.

PESCHI. — *Emilia - Imola.* — Prof. MANARESI. Questa esperienza condotta su filari di n. 58 piante ciascuno ha dato risultati che meritano essere conosciuti, trattandosi di pianta arborea.

	Produzione in kg.
Fila 2 Nitrato Kg. 0 Perfosfato Kg. 0	407
» 3 » » 28 » » 35	518
» 4 » » 28 » » 35 leucite kg. 120	634
» 5 » » 28 » » 35 solfato potass. kg. 30	533
» 6 » » 28 » » 35 cloruro potass. kg. 30	477

* * *

ESPERIENZE ESTERE. — Già il defunto prof. HILTNER di Baviera, aveva riconosciuto con altri agronomi (svizzeri, russi, americani, ecc), l'utilità dei silicati potassici nei terreni, e gli effetti particolarmente favorevoli della leucite sperimentata fra l'altro con particolare successo sul luppolo.

Il Governo Danese — per mezzo del Direttore del suo Laboratorio geologico, il dottor MADSEN, e sotto la Direzione della Commissione per la sperimentazione agraria di quel Ministero di Agricoltura — per opera delle cooperative agricole sta compiendo in Danimarca estese esperienze sulla leucite.

Il prof. ANDRÈ dell'Istituto Agronomico di Parigi, noto per i suoi studi sulla solubilizzazione degli elementi minerali fertilizzanti nel suolo, scriveva di recente « che si può contare molto, per l'avvenire, su questa nuova forma di potassa ».

Il dottor VOELCKER, direttore del Laboratorio chimico e della Stazione sperimentale di Woburn, della Società reale inglese di agricoltura, ebbe pure a condurre esperienze con la leucite in vaso e in piena terra.

Dalle esperienze in vaso su frumento è risultato che la potassa è utile tanto per la paglia che per la granella, riuscendo equivalente l'effetto della potassa e della leucite a quella del solfato, concordando pure con l'aspetto dei raccolti che risultò anzi migliore con la leucite; di guisa che conclude il prof. VOELCKER: *la potassa della leucite riesce favorevole al frumento (vernino) anche nel primo anno di applicazione quanto quella del solfato potassico.*

Nelle esperienze in pieno campo con barbabietole da foraggio e con patate, gli effetti della potassa leucitica sortirono beneficî equivalenti a quelli del solfato potassico, più favorevoli poi per la leucite nel caso delle patate. Queste esperienze furono confermate da altre condotte da un esperto agricoltore sotto la direzione del prof. VOELCKER, che quest'anno ha allargato le prove ad altri agricoltori.

Finalmente in una recentissima riunione a Londra, che ha avuto grande eco in Inghilterra, di chimici, agronomi ed industriali, presso il *Chemical Industry Club*, il prof. HINCHLEY mise in rilievo le grandi potenzialità della leucite italiana per l'industria chimica e l'agricoltura inglesi, confermando l'equivalenza della potassa leucitica con quella dei sali potassici e collegandone l'effetto benefico al suo contenuto in silice.

In tal modo, si aumenta anche la resa del concime azotato.

* * *

Il quantitativo della concimazione varia, naturalmente a seconda delle condizioni del terreno e delle speciali culture. In generale, però, può dirsi che occorrono dai 4 ai 6 quintali di leucite per concimazione e per ettaro. Questo limite può essere utilmente oltrepassato nelle coltivazioni specialmente avide di potassa: come i tuberi, il pomodoro, le barbabietole ed affini.

E noto che i concimi inorganici, a base di azoto, fosforo e calce, ad eccezione del nitrato di soda, hanno un'azione che non si limita all'annata dello spandimento, e si ritiene che tutti, qual più, qual meno, la estendano generalmente a due anni.

A più forte ragione ciò deve dirsi della leucite, per le sue proprietà descritte più innanzi.

Ed in modo speciale è da tenersi presente la durata di azione della leucite, in confronto dei concimi potassici solubili.

Errerebbe quindi chi, in tale confronto, giudicasse soltanto in base agli effetti immediati. Ciò che sopratutto importa è la quantità di effetto utile; e questa si compone di due fattori, che sono l'intensità dell'azione e la sua durata.

L'azione della leucite, non mai violenta, ma invece perfettamente naturale e fisiologica, estesa a tutto il tempo in cui si esercita, la rende, in definitiva, il più efficace concime potassico, a parità di titolo e nella somma di effetto utile svolto.

Una ultima considerazione deve farsi in merito alla leucite, e cioè che, nella valutazione economica degli effetti della concimazione leucitica, una parte notevole delle spese di questa devono gravare l'anno successivo allo spandimento, il che, generalmente, non è per gli altri sali potassici che esauriscono la loro azione entro l'anno stesso della concimazione. In altri termini, per rendere tra loro confrontabili i risultati economici ottenuti con i vari concimi potassici, bisogna togliere al meno un terzo alle spese effettivamente incontrate per la concimazione leucitica.

La leucite pertanto deve essere interrata con i primi lavori aratori, ovvero con quelli di sminuzzamento che precedono la semina, specie per le sarchiate estive. Ottima è l'applicazione fatta insieme allo stallatico, ed è pure indicata nell'allestimento dei terricciati o mede. Anche nella preparazione dei concimi composti, il cui uso si va diffondemdo da noi, la leucite per la sua finezza, le sue proprietà colloidi, si presta molto bene alla manipolazione.

In particolar modo la leucite si rende necessaria per quei terreni che finora, ed in linea esclusiva, siano stati concimati abbondatemente con fertilizzanti non potassici. Lo stesso dicasi per i terreni che non provengono da disfacimenti di roccie

granitiche e vulcaniche, ricche di potassio; ma siano invece formati da sedimenti argillosi e calcarei. E sopra tutto gioverà adoperare la leucite nei terreni che hanno una reazione acida, perchè quivi la sua decomposizione si effettua nell'ambiente più favorevole. Tali sono, ad esempio, quelli della Bassa Valle del Po, le torbiere, le marcite, le risaie, i canapeti, ed analoghi.

Le condizioni di umidità dell'ambiente influiscono anche sull'azione della leucite, la quel preferisce i terreni freschi ed umidi e non troppo compatti, contribuendo l'aria e l'acqua come agenti fisici della sua disgregazione.

La leucite, essendo un concime a lenta decomposizione, si deve in genere spandere molto per tempo, ossia quando si prepara il terreno, ovvero un mese o due prima della semina; e si deve interrare bene, più o meno profondamente, a seconda della profondità a cui arrivano le radici delle piante che si coltivano.

Quando la leucite viene sparsa unitamente ad altri concimi, come è il caso generale, giova curare che la miscela sia intima.

L'aggiunta di calce, alla leucite, facilita la solubilizzazione della potassa, e quindi il buon rendimento della leucite stessa. Tra i concimi azotati, lo stallatico si presta assai bene ad unirsi con la lecuite. Quest'ultima infatti, oltre a favorire la nitrificazione, diminuisce il disperdimento dell'azoto. Ma particolarmente importante è l'azione di doppia decomposizione che si verifica tra la leucite ed il solfato ammonico, che impedisce il disperdimento dell'ammoniaca.

Ecco infine le dosi specificatamente raccomandabili:

Cereali: frumento e riso: da q.li 2 a 4.
Sarchiate: barbabietole, patate, tabacco, pomodoro: da q.li 3 a 6.
Erbai: da q.li 4 a 8.
Pascoli: da q.li 4 a 8.
Colture arboree: viti, frutteti, vigneti, da q.li 2 a 4.

Si consiglia pure contemporaneamente l'applicazione di calce, qualora non si tratti già di terreni calcarei.

« SOCIETÀ ITALIANA POTASSA ». *Rome:* — **La leucite dans l'agriculture italienne.**

RÉSUMÉ.

Les gisements de leucite de la « Società Italiana Potassa », situés à Roccamonfina, province de Caserta (Italie), sont bien connus comme les plus riches en contenu potassique. Les établissements de la même Société, situés à Sessa Aurunca, par des procédés chimiques particuliers produisent de la leucite à 16-18 % de potasse en poudre impalpable d'une couleur grise claire, ne possédant aucune réaction, facilement maniable. Par sa constitution elle améliore la structure du terrain car elle en accroit le pouvoir absorbant, contrairement aux engrais salins qui défloculent l'argile et partant augmentent la concentration du sol, en créant ainsi, dans les saisons arides, un milieu nuisible au développement de la végétation.

Naturellement la leucite peut être employée dans tous les terrains qui manquent de potasse, et qui en Italie sont nombreux (particulièrement les terrains acides des rizières, des prés artificiels et en général des cultures que l'on doit irriguer). Elle est en outre indiquée pour les cultures qui craignent l'action toxique saline et qui demandent d'avance des engrais.

Il y a bien des années déjà que la leucite fut expérimentée en Italie. Toutefois depuis deux ou trois ans, des expériences viennent d'être accomplies et, dans la communication présente on en rélate d'une manière sommaire les résultats obtenus à l'égard du froment, du riz, des poirées, du trèfle, des pêches, etc.

Si l'on ajoute de la chaux à la leucite facilite la solubilisation de la potasse. Parmi les engrais azotés, le fumier se prête très bien a être employé avec la leucite qui non seulement favoriserait la nitrification, mais diminuerait les pertes d'azote. Mais particulièrement importante est la double décomposition qui a lieu entre la leucite e le sulfate d'ammoniaque et qui empêche les pertes de l'ammoniaque.

« Società Italiana Potassa », *Rome :* — **Leucite in Italian Agriculture.**

Abstract.

The leucite deposits belonging to the Italian Potash Association, situated at Roccamonfina in the province of Caserta, are recognised as being the richest in potash. The factories of the Associations at Sessa Aurunca, by means of a special process produce a very finely ground leucite with a potash content of 16-18 % ; the material is light grey in colour, has no reaction and is easily handled. On account of its composition it improves the soil texture, and increases its absorbitive power — the converse of fertiliser salts that deflocculate clay and increase the compactness of the soil, and being about in dry seasons a condition which is harmful to plants.

Leucite may be employed for all soils deficient in potash, which in Italy are numerous, especially on acid rice soils and for irrigated crops in general. It is, moreover, suitable for crops that are sensitive to the toxic action of salts and which require an early application of fertiliser.

Experiments hare been carried out with leucite for a number of years in Italy, and during the past two or three years on wheat, rice, clover, pears, peaches, etc., an account of which is given by the author in the present article.

The addition of lime to leucite assists solution of the potash. With regard to nitrogenous fertilisers, farmyard manure is very suitable for applying with leucite, as the latter not only favours nitrification, but reduces the loss of nitrogen. Especially important is the double decomposition reaction which takes place between leucite and sulphate of ammonia and which prevents the loss of ammonia.

Prof. N. Passerini,

Pisa, Italia.

Titre :

L'ANCHILOSTOMA DUODENALE NEL TERRENO DELLE PIANURE DI FIRENZE.

B. C. Aston, F. I. C.

Chief Agricultural Chemist, Department of Agriculture. New Zealand.

PROGRESSIVE ANEMIA IN RUMINANTS PASTURED ON PUMICE SOILS OF NEW ZEALAND.

Since 1896 the existence of a puzzling nutrition disorder occurring in the loose, porous pumice soils of the volcanic region of New Zealand has been officially recognised. The difficulty of referring the mortality (which is inevitable if the usual New Zealand farming practice is followed) of all ruminant stock to any known cause will be recognised when it is stated that the pasture grown on the pumice is apparently of excellent quality being composed chiefly of Dactylis glomerata *Linn.*, Trifolium pratense *Linn.*, and Trifolium repens *Linn.*, that horses and other herbivoræ, rabbits and hares, remain healthy on the same pasture which is fatal to ruminants. Thus a horse which had been pastured on a farm for 20 years was slaughtered and found to be perfectly healthy, but on the same farm and pastured on the same paddocks the owner had never been able to keep sheep longer than six months, nor cattle longer than one year. The condition leading up to the death of stock has been described by veterinarians as progressive ænemia. Post mortem examination of sheep, dead or dying from bush sickness, revealed general emaciation which was often accompanied by a fatty liver.

H. A. Reid (" Diseases of Farm Animals in New Zealand ", Wellington, 1923, p. 481) thus describes the symptoms :

" The symptoms of ' bush sickness ' in both sheep and cattle are similar. They appear within five months to a year after depasturing stock on affected country, sheep showing signs of disordered health earlier than cattle.

" The earliest evidence of the complaint is seen in the general aspect of the animal, its condition appearing poor in relation to the abundance of feed to which it has access. Soon afterwards a pronounced unthrifty appearance sets in. The wool of sheep becomes lustreless, dry, and harsh to the touch, while it has a tendency to lose its natural curl and to stand up like hair on the body.

" In cattle much the same train of symptoms takes place. The animals look ' tucked up ' in the flank, coat dull and staring, and a general haggard appearance takes the place of the sleek condition which the animal should possess in response to the amount of apparently good feed which is being consumed. The further stages are those of progressive loss of condition, and gradually increasing weakness The animals are easily approached. Sheep become too weak to escape and are readily captured. Finally the victims of this malady lie down and die of starvation amidst plenty ".

An extraordinary fact is that if cattle are taken away thin and emaciated owing to " bush sickness " or the " Skinnies ", as it is locally termed, and pastured from 3 to 6 months on poor pasture on healthy country, the animals although they do not become fat, evidently store up some food constituent which enables them, on being returned to the same pasture upon which they became emaciated, to fatten speedily. The author believes that the food constituent is iron and that it is due to some difficulty in assimilating iron from the pasture in the affected area, that ruminants develop this progressive aenemia. The evidence supporting this theory is as follows :—

(1) Pasture grown in the affected area contains only about one half as much iron as pasture grown on land in the same district upon which no progressive aenemia has ever been known to develop in ruminants.

(2) Pasture top dressed with iron salts enables that ruminant most susceptible to the disorder — the sheep — to remain healthy. The pasture so top dressed has been proved by chemical analysis to contain a much larger amount of iron than the same pasture not so manured.

(3) Cattle which are unable to remain healthy or to rear healthy calves, when given medicinal treatment involving the administration of organic iron compounds, remain healthy indefinitely and rear healthy calves.

The economic importance of this matter is evident from the fact that several million acres of pasture land will be available for close settlement in small farms of 300 to 400 acres when the appropriate method of treatment is generally recognised.

The scientific importance of the problem resides in the unprecedented conditions which are encountered. The soil is composed of coarse air borne pumice from volcanoes of the district which owing to the plentiful and well distributed rainfall (about 60 inches per annum) and the high average temperature (latitude 38° South) supports dense rain forest which when cleared by felling and burning enables the land to grow luxuriant pasture. Pumice which has been deposited or compacted by water and existing as terraced lands resulting from lake or river action results in a soil the pasture upon which gives perfect sustenance to ruminants and enables them to remain free from the disease. The treatment of the air-borne pumice lands suggested by this fact should therefore consist of compacting the soil by rolling and by the ploughing in of green crops. Top dressing the injurious pasture with phosphates leads to a great improvement of the feeding quality of the herbage and increases the relative amount of leguminous constituents present, but although this improvement lengthens the time that ruminants may be kept in health, it does not enable stock to be kept permanently healthy. Winter feeding with turnips also provides a partial cure in enabling stock to be kept in health for a longer period than when no turnips are given. Details of the experiment supporting the above conclusions may be consulted in the New Zealand Journal of Agriculture for May 1924.

The matter is brought before this conference to ascertain if in any of the air borne volcanic soils of Europe or America any such malnutrition disease in ruminants has been noticed. The writer will be very pleased to correspond with any savant who is interested in this research.

B. C. ASTON, *Nouvelle-Zélande.* — **Anémie progressive chez les ruminants dans les pâturages des terrains volcaniques de le Nouvelle-Zélande.**

RÉSUMÉ.

L'A. après avoir relaté quelques données sur l'affection en question et cité l'opinion de REID (Diseases of Farm Animals in New Zealand), suivant laquelle ces troubles de la crase sanguine devraient être rattachés à une mauvaise assimilation du fer contenu dans les fourrages des régions volcaniques mentionnées, est amené a suggérer la compression des terrains volcaniques d'origine éolienne, et l'emploi d'engrais verts. En outre il recommande l'usage des turnips dans la ration alimentaire du bétail en hiver.

B. C. ASTON, *New Zealand.* — **Progressive Anemia in Ruminants pastured on Pumice Soils of New Zealand.**

ABSTRACT.

After giving some information on the disease in question and quoting the opinion of REID (*Diseases of Farm Animals in New Zealand*) who considers this disorder as due to a bad assimilation of the iron contained in the pastures of the above mentioned pumice regions, the A. suggests that the best way of preventing the disease would be to compact the pumice soils of Aeolian origin and to employ green manure. Besides, he recommends winter feeding with turnips as a partial cure for the stock.

Dr. Ing. agr. E. G. DOERELL,

Prag, Tschechoslovakei.

REFERAT UEBER BIOLOGIE, VORKOMMEN, VERBREITUNG UND SCHADEN DER BISAMRATTE (ONDATRA ZIBETHICUS) IN EUROPA

Das Thema, das ich mit meinem kurzen Vortrage behandeln will, ist zwar ein biologisches, wenngleich kein bakteriologisches oder biochemisches. Ja es liegt an der Grenze dessen, was wir nach FRANCÉ als «e d a p h i s c h e» Lebensgemeinschaft bezeichnen.

Trotzdem hat die Bisamratte für Europa eine gewisse nicht zu unterschätzende bodenkundliche Bedeutung erlangt, auf die hier hingewiesen sei.

Im Jahre 1903 wurden von der Fürstin COLLOREDO-MANNSFELD 10 Paare der Bisamratte aus Nordamerika nach Dobris in der Nähe der bekannten Silberbergwerks-Stadt Přibram in Böhmen, als Park und Pelztier eingeführt.

Das präparierte Exemplar erübrigt wohl eine Beschreibung des zu den Wühlmäusen gehörenden Tieres.

Wie das vorliegende Kartenbild zeigt, überstieg ihre Verbreitung und Vermehrung alle Erwartungen (1919 schätzte man ihre Zahl auf 50 Millionen). Nach Nordböhmen kam sie ungefähr im Jahre 1914. Sie ist auch in Sachsen im Gebiete der weissen Elster aufgetreten. Am weitesten westlich ist sie meines Wissens in Bayern in der « Amper » nächst Freising vorgedrungen. In Mitteldeutschland war der westlichste Fangort in Reuss bei Zeulenroda. Im vergangenen Jahre wurde ihr Auftreten im Lainzer-Tiergarten bei Wien gemeldet.

Ein geradezu ideales Jagdgefilde fand nun die Bisamratte in den Bergbaugebieten im Norden Böhmens, wo ich sie auch näher studierte.

In dieser Gegend mit den vielen Tümpeln, Halden, Bruchlöchern, Teichen u. s. w., die oft stark mit Schilf verwachsen sind, fand sie einen guten und sicheren Aufenthaltsort. Durch das herrschende System des Braunkohlenabbaues im sogenannten « Kammerbruch-Bau », bleiben oft nach dem Zubruchegehen des Terrains natürliche Dämme stehen. Gerade solche Dämme aber sind für die Bisamratte die erwünschten Wohnstätte, die denen ihrer nordamerikanischen Heimat in Alaska, Kanada am meisten ähneln.

Denn die Bisamratte liebt die grasigen Ufer und Dämme von Teichen, Seen, langsamfliessenden Strömen und Bächen, Sümpfen etc. Sie meidet aber die Stellen wo ein Teich verlandet oder sich « Schwingrasen » bildet.

In ihrer Lebensweise ähnelt sie dem Biber. Die Indianer bezeichnen sie auch als Brüder, von denen die Bisamratte der jüngere und dümmere sei.

Ueber die Lebensweise, gehen schon in Bezug auf die Ernährung die Angaben weit auseinander.

Nach BREHM nährt sie sich von Pflanzen und Muscheln. Doch greift sie nach den in Böhmen gemachten Beobachtungen auch Fische, Krebse, Wassergeflügel etc. an und macht sich auch als Nesträuber bemerkbar. Von manchen Seiten wird das allerdings bestritten.

Die Lichtbilder, die Herr Ob. Forstrat MOKRY aufgenommen hat, zeigen dies.

Aus Südböhmen wurde berichtet, dass von 24.000 einsömmerigen Karpfen, 15.000 Opfer der Bisamratte wurden. Also vor allem in Brutteichen ist sie gefährlich. Ebenso wurde berichtet dass in vielen Fällen der Krebsstand vernichtet wurde.

Dass die Bisamratte gelegentlich auch Wassergeflügel nicht verschmäht, konnte ich bei einer Jagd in dem oben erwähnten Gebiet feststellen.

Ich beobachtete längere Zeit ein « Grünfüssiges Teichhuhn (*Gallinula chloropus*), das in einer solchen Binge längs des Dammes dahin schwamm. Plötzlich versank das Tier mit allen Zeichen der Angst, mit dem Hinterteil zuerst, im Wasser. Ein schneller Schuss erlegte das Tier, daneben aber schwamm in ihrem Blute eine ausgewachsene Bisamratte.

Bei näherer Untersuchung zeigte sich, dass der Uferrand hohlkehlartig unterhöhlt war, so dass die Bisamratte schwimmen, laufen und flüchten konnte ohne tauchen zu müssen (Fig. 57, 2).

An einem solchen halb zu Bruche gegangenen Damme hatte ich auch Gelegenheit den Erdbau der Bisamratte näher zu studieren (Fig. 57, 5).

Wobei erwähnt sei, dass ich in Nordböhmen die biberähnlichen Bauten der Bisamratte, die aus Schlamm und Schilf, Gras und Holzstücken zusammengemauert,

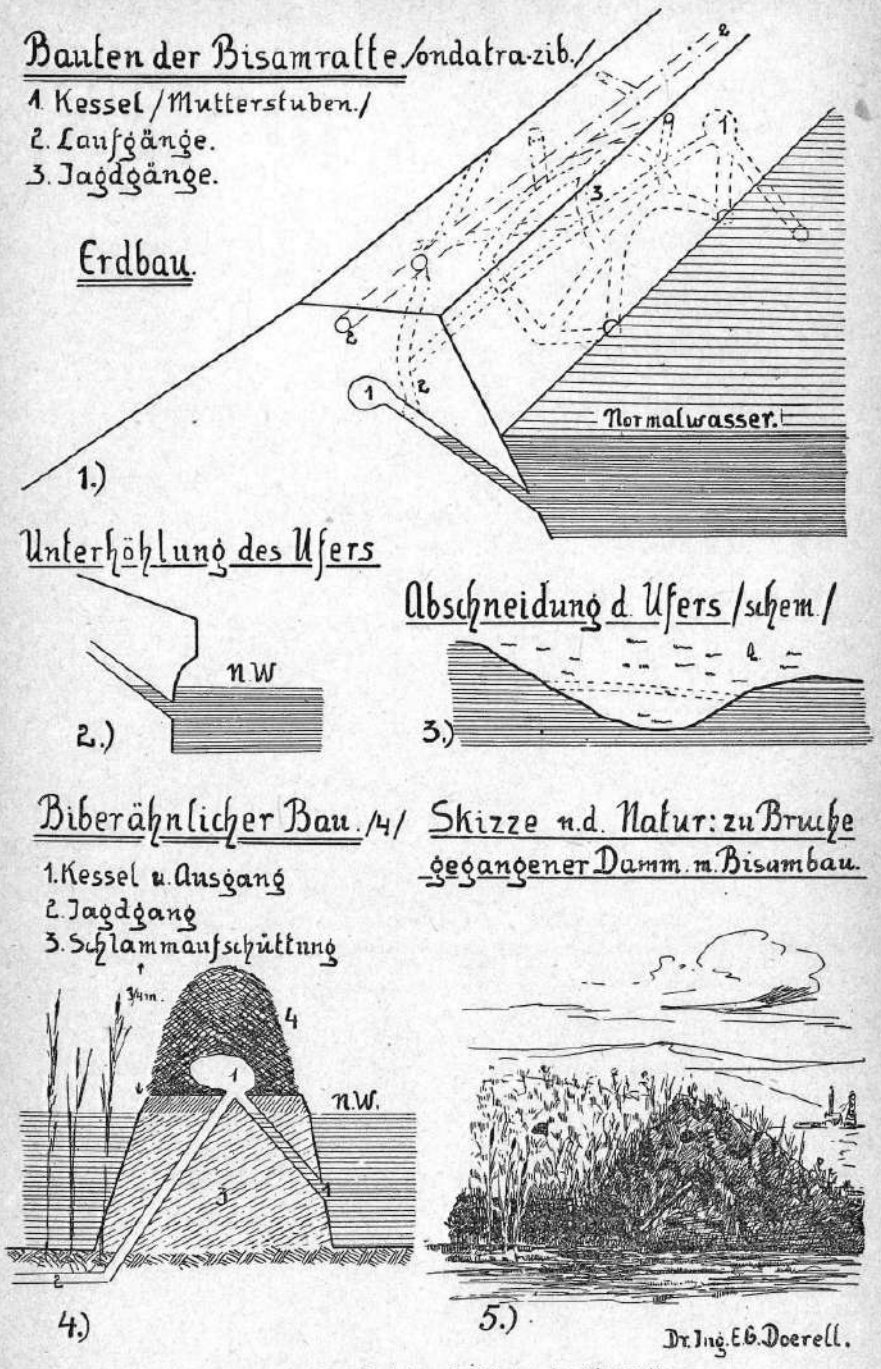


Fig. 57. — Besonderheiten der Bauten der Bisamratte.

meist auf einer Unterlage über den Wasserspiegel angelegt werden, nicht beobachten konnte, wohl aber anderwärts (Fig. 57, 4).

Eine Erklärung für das Fehlen in dem von mir erwähnten Gebiete scheint mir der Umstand zu sein, dass das Bruchgebiet und die Halden in der Tiefe vielfach noch brennen und glimmen, so dass dadurch der Erdbau der Bisamratte gewissermassen geheizt wird und sie es auch im Winter vorziehen, im Erdbau zu hausen.

Die Zeichnung zeigt schematisiert die Anlage der Baue im Erdkörper (Fig. 57, 1).

Da bei uns die Bisamratte schon wieder Junge wirft, während sie die anderen noch säugt, bezw. ehe diese selbstständig geworden sind, so legt sie mehrere Kessel oder Wohnstuben an.

Es scheint als ob in Europa ihre Fruchtbarkeit überhaupt gestiegen wäre, denn 3 Würfe zu 5-10 Jungen sind bei uns die Regel, in der Heimat 1-2 Würfe zu 3-6 Jungen.

Die Hauptbrunstzeit fällt in den März und April sobald das Eis von den Teichen verschwunden ist. Die im Frühjahr gefallenen Jungen vermehren sich noch im selben Jahre, ein Umstand der das rasche Ueberhandnehmen der Bisamratte erklärt.

Diese Kessel oder Mutterstuben stehen mit dem Wasser durch schräg ansteigende, ca 10-15 cm weite Röhren in Verbindung umd münden ungefähr 40 cm. unter dem Normal-Wasserstande aus. Der Kessel selbst liegt immer über Normalwasser. Untereinander sind die Kessel durch Laufgänge verbunden.

Knapp unter der Dammkrone wird ein wahres Labyrinth von Gängen angelegt, die sogenannten «Jagdgänge», die zur Nahrungssuche nach Würmern, Wurzeln etz. dienen. Zum Teil münden diese über dem Normalwasserspiegel aus. Auch auf die Landseite haben einzelne Baue Ausgangsöffnungen.

Die Schlammbauten der Bisamratte haben ebenfalls solche Blindgänge unter dem Teichboden, die zur Nahrungssuche, Abernten der Wurzeln etc. dienen (Fig. 57, 4).

Der gefährlichste Schaden, den die Bisamratte aber anrichtet, ist eben diese «bodenkundliche Arbeit» des Unterwühlens und Unterminierens der Dämme.

Von aussen sieht man einem solchem «kranken Damme» oft garnichts an. Nichts deutet darauf hin, dass der Damm, der oft schon viele hundert Jahre gehalten hat, unterminiert ist.

Steigt nun das Wasser, so tritt nicht sofort ein Reissen des Dammes ein. Erst wenn die Jagdgänge überschwemmt sind, rinnt der Damm, — dann ist aber auch der durchwaschenden Tätigkeit des Wassers Tür und Tor geöffnet und ein Dammbruch in bedrohliche Nähe gerückt.

War doch die ähnliche Tätigkeit eines weit harmloseren Bodenbewohners, des Maulwurfes, Ursache zu dem Dammbruche am 30. Jänner 1913 am «Hillebrandteiche» bei Gablonz in Böhmen.

Die Maulwürfe hatten den 3,8 m. hohen Erddamm unterwühlt, der dann in der Nähe des Grundwasserablasses brach.

Einen gewissen Schutz könnte man den Erddämmen dadurch geben, dass man den Damm bis auf 50 cm. unter Normalwasser mit einem Drahtgeflecht, ähnlich denen, die man bei Wildbachverbaungen verwendet, bedeckt oder einbaut, eventuell Betonkerne einbaut, um ein Unter- und Durchwühlen zu verhindern.

Ein anderes Mittel wurde in der Weise vorgeschlagen, dass man die Uferböschungen erhöht, um die Bisamratte zu veranlassen, dort ihre Wohnstätte aufzuschlagen, was natürlich weit weniger gefährlich ist.

Wie gesagt wurde die Bisamratte nach Europa als Pelztier eingeführt. Leider hat sie in dieser Hinsicht die gehegten Erwartungen nicht erfüllt.

Durch Degeneration und Anpassung an das Klima ist ihr Pelzwerk weitaus minderwertiger geworden als das ihrer nordamerikanischen Schwestern (was die beiden Felle deutlich erkennen lassen).

Der Wert der Felle, von denen zur Zeit ca 80.000 verarbeitet werden, bildet daher kein Aequivalent für den Schaden und die Gefahr die dieser Nager bei uns bedeutet.

In Amerika liegen die Verhältnisse insofern anders, als die Bisamratte dort als wertvolles Pelztier tatsächlich nutzbringend ist und der Schaden, den sie durch Unterwühlen der Dämme etc. anrichtet, in den entlegenen Gegenden weniger bemerkbar und gefährlich ist.

Auch ihre Psyche scheint sich in Europa gegenüber ihrer Urheimat verschlechtert zu haben, denn in Böhmen sind eine Reihe von Fällen bekannt, wo die Bisamratte auch Menschen angefallen hat.

Wenngleich ihre Verbreitung und Vermehrung im letzter Zeit dank der energischen Bekämpfungsmassnahmen durch Bisamjäger, Fallen, Gift (besonders kohlensaueres Barit) etwas zurückgegangen ist, so darf man doch in ihrer Bekämpfung nicht nachlassen und muss ihren Wanderungen nach wie vor volles Augenmerk schenken.

Das Wildbret der Bisamratte, um auch dies zu erwähnen, ist entgegen den Angaben, die Brehm darüber macht, durchaus nicht schlecht und wird in Amerika auf den Markt gebracht. Auch in der Tschechoslovakei finden sich manchmal Liebhaber dafür.

Für den Pedologen ist die *Ondrata* aber als «Bodenbewohner», der sie bei uns geworden, interessant und weiter dadurch, dass es durch ihre Mitwirkung sehr leicht zu weitgehenden Veränderungen des Bodens durch Abschwemmungen und Ueberschwemmungen kommen kann.

RÉSUMÉ.

En 1903 le rat musqué fut apporté à Dobris en Bohême par la princesse Colloredo-Mannsfeld à cause de sa fourrure et pour le tenir dans son parc.

À cause de sa grande multiplication et des dommages causés qui surpassaient toutes les expectatives, le rat musqué est devenu un sujet du plus vif intérêt. Outre la Bohême où l'on estimait qu'en 1919 il y avait environ 5 millions de rats musqués, on à également noté son apparition en Saxe sur le territoire du «Weise Elster», en Bavière près de Freising, en Reuss près de Zeulenroda. Au cours de la dernière année son existence a été également constatée au renommé «Lainzer Tierpark» près de Vienne.

Le rat musqué a été observé par l'Auteur, spécialement dans la région à lignite au Nord de la Bohême. Dans ce district le rat musqué trouve un terrain de chasse extrêmement favorable étant donné les nombreux étangs, mares, fosses et terrils qui y existent.

Le rat musqué est avant tout un habitant du sol (non aquatique), toutefois je n'ai pas pu trouver les constructions en vase et en roseaux semblables à celles du castor. Mais justement l'édification d'une retraite en terre est le fait qui appelle l'attention des pédologues tout aussi bien que celle des ingénieurs techniques. La retraite dans le sol des digues est appelée « Kessel » comme aussi « breeding room » (lieu de gestation) en allemand « Mutterstuben » et est reliée à l'eau par un conduit oblique et incliné de 10-15 cm. de largeur intérieure qui aboutit à environ 40 cm. de la surface de l'eau. Le « Kettle » est toujours situé au-dessus du niveau de l'eau.

Il semble que la fécondité du rat musqué ait augmenté ici comparativement à la fécondité qu'il possède dans son pays d'origine. En principe il naît chez nous 3 portées de 5 à 10 jeunes chacune, tandis que dans l'Amérique du Nord il ne se produit que 1-2 portées avec 3-5 jeunes chacune. Pour cette raison chaque couple se bâtit nu « Kettle » (retraite) qui est déjà rempli de nouveaux jeunes avant que les premiers ne soient devenus indépendants. Les animaux nés au printemps donnent déjà naissance à des jeunes dans le cours de la même année. Cela explique comment les 10 couples importés se sont multipliés avec une rapidité effrayante au cours de ces vingt années.

En plus des « Kettles » la digue est encore minée par des passages qui aboutissent à la surface du sol et forment un véritable labyrinthe dans toutes les directions de galeries dites « passages de chasse » que les animaux utilisent pour la recherche de leur nourriture : vers, racines etc. C'est précisément ce travail de « pédologie » qui, creusant et minant le sol, est une source de grands dangers. De plus une digue ainsi endommagée ne montre souvent aucune trace extérieure de cet état de choses. Cela ne cause pas directement l'effondrement de la digue. Ce n'est qu'à la montée de l'eau quand les galeries de chasse de refuge sont sous l'eau que la digue commence à céder. Alors les portes sont ouvertes à l'action de lavage de l'eau et l'éboulement de la digue devient un danger immédiat.

Il est connu que la taupe bien plus inoffensive a déterminé par le même processus de fouille, l'éboulement d'une digue à « Hillebrandteich » près de Gablonz en Bohême en 1913. Une digue en terre de 3,80 m. fut minée par les taupes ce qui causa la rupture de cette digue. Une protection pour les digues en terre peut être assurée en les couvrant d'un filet de fil de fer ou en fixant un filet de fil de fer semblable à ceux que l'on utilise pour régler les courants dans le but de fortifier les rives.

De même une fondation en béton peut prévenir l'affouillement du sol. En ce qui concerne sa nourriture, il est prouvé que le rat musqué, contrairement à ce que l'on croyait antérieurement, mange non seulement les plantes et les mollusques, mais attaque également les poissons, les écrevisses et les poules d'eau.

Nous avons reçu l'information du Sud de la Bohême que sur 24.000 alevins de carpe d'un été plus de 15.000 ont été les victimes des rats musqués. Les frayères sont particulièrement menacées.

Les dispositions du rat musqué semblent avoir empiré comparativement à celles de son pays d'origine, où il est décrit comme un animal inoffensif. Un certain nombre de cas nous sont connus où ils se sont attaqués aux personnes. Comme on l'a indiqué ci-dessus, le rat musqué a été importé pour sa fourrure, mais les espoirs ont été déçus. La fourrure est devenue de qualité inférieure à celle du pays d'origine à cause de la dégénération par adaptation à un climat différent. De telle façon que cette fourrure, dont en travaille annuellement 80.000 dans le pays d'origine, ne constitue pas un équivalent des dommages et des dangers que cause le rat musqué.

Dans son milieu d'Amérique les circonstances sont différentes, parce que la fourrure présente une réelle valeur et que d'autre part les dommages que cause le rat musqué, dans le districts en question, par le creusement des digues ne sont pas aussi importants.

Le rat musqué comme « habitant du sol » est vraiment important et intéressant pour la science du sol, car par son activité il peut produire de grands changements du sol par délavage et inondations.

Abstract.

In the year 1903 the muskat-rat was brought to Dobříš in Bohemia by Princess Colloredo-Mannsfeld on account of its fur and for the park.

Because of its great increase and damage done which surpassed all expectations, it soon became a matter of the keenest interest.

Outside Bohemia, where its number in 1919 was estimated to be about 50 millions, its appearance was found in Saxony (in the territory of the "Weisse Elster"), Bavaria (near Freising), Reuss (Zeulenroda). In the course of the last year its existence was also ascertained in the well-known "Lainzer-Tierpark" near Vienna.

I observed the muskat-rat, especially in the browncoal territory in the North of Bohemia. In this district the musk-rat found an extremely suitable hunting-field on account of the numerous ponds, polls, pit-holes and coal-heaps, etc. existing there.

There the musk-rat its principally a land inhabitant, at least I could not find the mud and reed structures similar to those of the beaver.

But just the laying of the earth dens is the moment which calls for the attention of the pedologists as well as of the technical engineers.

The dens of the musk-rat in the earth dam are called "Kessel" as also breeding-room (in German *Mutterstuben*), which are connected with the water by slanting, sloping pipes 10-15 cm. inner width, which end about 40 cm. under the surface of the water. The "kettle" is always situated over the level of the water.

It seems as if its fertility had increased here in comparison to that of its country of origin. For as a rule, 3 litters at from 5-10 young ones are born in our country, whereas in North America it has been observed that No. 2 litters at from 3-6 young ones are born. For this reason each couple lays out "kettles" in which already young ones are again born before the others have become independent. These animals born in spring give birth to young ones in the same year already. This explains why the 10 imported couples have increased so immensely in the course of 20 years.

Apart from these "kettles", the dam is rooted up by passages which end on the surface of the soil and besides by a labyrinth formed in all directions so-called hunting-passages to seek which serve by food, viz: worms, roots, etc. And just this work of scientific "knowledge of the soil" of the undermining and digging is the one which causes great danger. For such a damaged dam frequently shows no outside signs of its condition. It also does not leak. Only by the swelling of the water, when also the hunting-passages and running passages are under water, the dam begins to leak. But then the doors are open for the washing activity of the water and the bursting of a dam becomes of immediate danger.

It is known that the more harmless mole caused, by the same rooting up process, the bursting of a dam at "Hillebrandteich" near Gablonz in Bohemia in

1913. An earth-dam of 3.8 m. was undermined by moles which led to the bursting of this dam.

A protection for the earthdams could be made by covering them with a wire-net or insetting a wire-net similar to those which are used for regulating currents for the purpose of fortifying the banks. Also a foundation of concrete would prevent the rooting up the soil.

With regard to its food it has been ascertained that the musk-rat, in opposition to the hitherto held opinion, feeds not only on plants and shells but also attacks fish, cray-fish, water-fowls, etc.

We are informed from the south of Bohemia that out of 24,000 one-summers spawing of carp over 15,000 fell victims to the musk-rat. Spawing ponds are particularly endangered.

The disposition of the musk-rat seems to have deteriorated in comparison to its ways in its native country, where it is described as being a harmless animal. For a number of cases are known in which it has attacked people.

As above mentioned the musk-rat was imported on account of its fur, but these hopes have not been fulfilled. The fur has become inferior to that of its country of origin, owing to degeneration and adaptation to a different climate. So that the furs, of which yearly 80,000 of native origin are worked, form no equivalent to the damage and the danger which the musk-rat causes.

In its American home circumstances are different because it has a really valuable fur and on the other hand the damage which it causes, in the remote districts, by the rooting-up of dams is not so important.

The musk-rat as a "soil inhabitant" is very important and interesting to the "science of soils", also because as a consequence of its activity extreme changes in the soil might occur through washes and floods.

Dr. S. V. Stschussiev,

Ehemaliger Privatdozent an der Universität in Moskau, Kichinev (Bessarabia).

BODEN DES ALTERTUMS UND DER GEGENWART
(Zur Frage der Geschichte und Erklärung des Bodens).

Dem Begriff: « Boden, Erde » begegnen wir schon im grauen Altertum und schon da wird der enge Zusammenhang hervorgehoben, welcher zwischen der Erde und dem Menschen existiert.

Aus der Bibel wissen wir, dass Gott den ersten Menschen aus Erde geschaffen und nach dem Sündenfall zu Adam gesagt hat: « Im Schweisse deines Angesichts wirst du das Brot essen bis du zur Erde werdest, davon du gekommen bist ». (I. Buch Moses, Kap. III, v. 19).

Das Wort Mensch —homo—, der organische durchfaulte Teil des Bodens — humus — und die griechische Benennung lockerer Erde Χθών sind nach der Meinung einiger Linguisten eng mit einander verbunden, was wieder von Alters her auf das verwandtschaftliche Band zwischen dem Menschen und der Erde hinzeigt.

Der berühmte russische Gelehrte M. V. Lomonosow nannte den Boden « Fusssohle », als ob er darauf hinweisen wollte, dass die obere Schicht unseres Planeten, welche unter unsere Fussohle sich befindet, auch der Boden sei.

Die Philologie der Slaven erklärt auf phonolexischem Wege die Enstehung eines Wortes aus dem anderen und verbindet auf diese Weise mit dem Boden (« potschwa ») die Vorstellung von der letzten Ruhestätte der Menschen, wo man ausruhen (*potschili* oder *potschivati*) kann.

Duclaux in seinem « Traité de microbiologie » geht noch weiter und hält den Boden für den ersten und letzten Urquell nicht nur des Menschen, sondern auch alles Lebenden. « Le sol », schreibt er, « est le grand réservoir, duquel tout part et auquel tout revient dans le monde vivant ». Der Boden, als der Ort des Wachstums der Kulturpflanzen, musste von jeher den Menschen interessieren, aber es verging viel Zeit, bevor er anfing, auf den Boden, als auf etwas Kulturwertes, acht zu geben und sich mit den Eigenschaften des Bodens zu beschäftigen.

Die vergleichende Sprachkunde, welche die Kultur der alten Völker ergründet, ist noch nicht so zugänglich, dass man sie in der Frage des Bodens und seiner Bedeutung in der Vorzeit ausnutzen könnte.

Wir wissen darum nichts von den Böden solcher Kulturherde des Altertums, wie China, Indien, Babylon, Assyrien und Aegypten.

Unsere Aufmerksamkeit lenken auf sich die Schriften nicht so alter Völker, nämlich der Griechen und Römer, deren Werke zugänglich sind.

Schon aus den Werken solcher Schriftsteller, wie Homer, Hesiodus, Tibulus, erfahren wir, dass die alten Griechen sich die Erde in Form eines schalen-artigen Gefässes vorstellten, welches wie mit einem Deckel die Oberfläche der Erde zudeckt; über ihr war der Himmel und unter ihr, ebenso weit wie der Himmel, erstreckte sich der hohle Raum des Gefässes, ein dunkler Abgrund, eine leblose Schicht voll Kälte, Schmutz und Feuchtigkeit. In seiner Tiefe befand sich der sogenannte Tartarus.

Der Erste welcher klar, bestimmt und deutlich über die Erde und den Boden anfing zu sprechen, war Theophrast, welcher von 371-286 v. Ch. lebte, ein Schüler von Aristoteles. Er hinterliess gegen 227 Werke, von denen das Hauptwerk in 4 Bänden: « περὶ φυτῶν ἱστορίαι » ihm den Namen des Vaters der Botanik erwarb.

Auf der Insel Lesbos geboren, reiste er nicht herum und kannte nur die Natur von Attika und Eubea, aber dank seinem Beobachtungstalent und seiner Fähigkeit zum Nachdenken hat er trotz des kleinen Gebietes seiner Beobachtungen überaus viel für seine Zeit gegeben.

Im Gegensatz zu seinem Lehrer hielt er die Erde für einen zusammengesetzten Körper von besonders charakteristischem Geruche.

Das Wort « γῆ » die Erde hat bei ihm, wie auch bei Homer, einen kosmischen Charakter. Zur Bezeichnung des Wortes « Boden » gebrauchte er die Benennung « ἔδαφος » anstatt des Wortes « πέδον », welches im Epos die obere Schichte unter den Füssen und Gebäuden bedeutete.

Auf diese Weise begriff Theophrast unter dem Worte « ἔδαφος » den Boden, wie ihn der jetzige Bodenforscher auffasst, nähmlich als eine obere lebende Schicht von einer bedeutenden Tiefe (in Attika bis 8 Faden), in welcher gleichzeitig auch die Wurzeln der Pflanzen und Bäume sich verbreiten.

Die lockere oberste Schicht der Böden wurde bei den Griechen noch von HOMER's Zeit her » χθών » genannt.

Unter diesem Namen also kann man eigentlich den Boden, der bebaut wird, verstehen, nähmlich den Ackerboden, welcher im jetzigen Griechenland den Namen « ἄρουρα » « οὖδας » und bei den Bauern, » χῶμα » trägt.

Unter diesem Ackerboden, der Fläche der Getreidefelder, lag zuerst die Schicht, welche die Wurzeln des Getreides und der Gräser ernährte und niedriger befand sich die Schicht, welche den Bäumen Nahrung zustellte. Das war eine fette Zwischenschicht « (πῖαρ »), der Grund der Fruchtbarkeit des Bodens, ohne welche der Boden, wie auf der Cyclopeninsel Delos, sich unfruchtbar erwies. Ihre fetten Säfte (« πίοτης τῆς γῆς») stiegen von hier empor und gelangten in die Wurzeln der Pflanzen, indem sie sie harzig machten.

Die Ursache dieser fetten Ablagerungen und Säfte waren die « Säfte der Erde » οἱ ἐν τῇ γῇ χυμοί », welche noch tiefer unter der Oberfläche aus den elementaren Teilen des Bodens : der Erde, der Luft, des Wassers und Feuers (der Sonnenwärme) (« γῆς μέζη ») sich bildeten. Diese Teile drangen aller Wahrscheinlichkeit nach, durch die Oberschichte und stiegen dann Kraft der kappilarität empor. So ein Boden war nach der Meinung der alten Griechen ein lebender Organismus, wo die Steine als Knochen, die Flüsse und Bäche als Adern erschienen. Im Boden vollzogen sich eigenthümliche Processe (« πάθη »).

Indem die Erde von den Säften sich nährte, verdaute sie sie so zu sagen, wurde fett, und vermählte sich mit dem Himmel. Im weiteren reagierte sie sehr fein auf alle schädlichen Einflüsse, wie eine Frau, die ihre Frucht, den gesäten Samen, austrägt und verlangte eine fürsorgliche Pflege von seiten des Landmannes und alterte nach der Geburt zur Zeit der Ernte des Getreides.

Auf so einer Vorstellung der Griechen über den Boden wurde auch ihr religiöser Kultus der Erde als einer Frau-Mutter erbaut.

Wie oben erwähnt, diente THEOPHRAST, als Objekt seiner Beobachtungen, hauptsächlich Attika im allgemeinen und die Umgegend von Athen insbesondere, wo wenig fruchtbare Erde ist und wo sie nur mit einer dünnen Schicht von Kalk- und Sandsteinen der obertertiären Zeit bedeckt ist.

Indem THEOPHRAST geographisch verschiedene Gegenden mit den Worten : « χόρα « und » τόπος » einzeln bezeichnet, unterscheidet er vor allem die Böden vom topographischen Standpunkte. Bei ihm sind folgende Böden bezeichnet : bergiger- « ὀρεινή », ebener- « πεδέενή », niedrigliegender « Κοῖλος », sumpfiger- « ἑλώδης », wiesenartiger- « λειμωνία » am Flusse liegender « παραποτάμια ».

Dann folgt die Gruppierung der Böden nach Farbe : weisser Boden, « λευκή », roter- « ἐρυδρὰ » schwarzer « μελάνγέως », und nach Mächtigkeit : tiefer « βαδεῖ » und flacher- « λεπτάγειος ».

Der Begriff von einer Struktur fällt bei ihm mit der Vorstellung von Porosität und Kohärenz zusammen. So unterscheidet er einen schweren Boden « βαζεῖα » und einen leichten « χουφή », kompakten- « πυκνή » und lockeren- « λεπτή, ψυφαρά », wobei er darauf hinweist, dass die Fruchtbarkeit von der Feuchtigkeit, Wärme und anderen atmosphärischen Agenten abhängt.

Weiter teilt er die Böden nach dem chemischen und mechanischen Bestande. So heisst der fette Humusboden- « πίειρα », der kalkige « σκῖρος » der alkalische « πλυντρίς », steinige, « πετρώδης », der sandige « ἀμμώδης », der lehmige- « ἄργιλος », der sandlehmige « ὔφαμμος », der lehmige, mit Sand vermischte « ὑπάργιλος ».

Er kannte auch die Böden in ihrer Beziehung zum Wasser und zur Wärme, nämlich einen feuchten « ἔνικκος », einen nassen « ἔφιγρος », trockenen « ξέηρά » oder heissen « θδερμή », kalten « ψυχρά », angefrorenen « παγώδης », ausgebrannten « καυσώδης ».

Er wusste von der Wasserdurchlässigkeit und von der Wasserkapacität, und die Theorie der Verdünstung (αχμίς) begründete er nach ARISTOTELES.

Er unterschied noch die Böden nach ihrer Bearbeitung : bebauter « εἰργαμένη », unbebauter « ἀργός », Ackerboden « ἀράσιμος », Brachfeld- « νείος », Der Fruchtbarkeit nach erwähnt er : fruchtbarer Boden « εὔτροφος » unfruchtbarer Boden « ἀνάρποτως », erschöpfter « ἀπειρηκυῖα », dürftiger « λυπρά, φαύλη ».

Ueberaus eigentümlich erscheint seine Klassifikation der Böden in Beziehung zu den Pflanzen. Indem er hier seine Theorie von dem Passenden und Unpassenden (Nichtentsprechenden) durchführt, sagt er dass « die für die Pflanzen nicht geeigneten Bedingungen die Bestimmungen der Natur nicht erfüllen ».

Weizen, Spelzweizen, Gräser wachsen besser auf Humusboden, Bäume und Gerste auf leicht lockerem Boden.

Lupinen, Erbsen und Rüben — auf sandigem Lehme.

Auf diese Weise ersieht man aus THEOPHRASTS Werken, dass der Boden nach dem Begriffe der alten Griechen nicht nur seine Morphologie, einen bestimmten Bestand und Eigenthümlichkeiten, sondern auch eine eigenartige Dynamik hatte, welche die Bodenfruchtbarkeit bedingte. (Alle diese Kenntnisse sind den Werken von Prof. BOGAEWSKY : « *Die Erde und der Boden in den agronomischen Vorstellungen des alten Griechenlands* », 1912, « *Uebersicht der Geschichte der athenischen Ebene* », 1915. « *Die agronomische Religion Athens* », 1916 entnommen.

Wenn THEOPHRAST in seinen Werken, als ARISTOTELES' Schüler, welcher ihm seine Bibliothek und Handschriften übergeben hat, auch kein ausführliches faktisches Material hinterlassen hat, so hat er dennoch eine sehr wertvolle Zusammenstellung von Kenntnissen und Beobachtuhgen über die Pflanzen und über die Bedingungen ihres Lebens gegeben. Niemand kann ihm im Altertum und im Mittelalter gleichgestellt werden.

Die Vorfahren der Römer, welche selbst Vieles bei den Griechen noch lange vor Roms Gründung schöpften, hatten schon damals, wie es die Geschichte bezeigt, eine hohe Kultur, und Italien nahm in dieser Hinsicht die erste Stelle in Europa ein.

Das alte Latium verdankte die Dichtigkeit seiner Einwohnerschaft und seinen Blütezustand der Fruchtbarkeit seines Bodens und dem Fleisse der Latiner.

An Stelle der pontinischen Sümpfe mit ihren Miasmen waren nicht weniger als 23 bevölkerte Städte.

Die Etrusker, welche in dem sumpfigen Teile der Lombardei lebten, trockneten die Sümpfe durch Errichtung von Dämmen und Kanälen und pflanzten ihre Kultur an.

Sogar das bergige Samnium mit einer bis jetzt unbebauten Gegend um den Berg « Monte Matese » herum war damals dicht bevölkert und war von Feldern und Weiden bedeckt.

Die Religion des Landes war eng mit dem Ackerbau verbunden und seine Priester, « patres arvales », beschäftigten sich selbst mit Landbau und bildeten eine besondere agronomische Brüderschaft.

Die Römer betrachten, als den Begründer der Theorie der Landwirtschaft den Karthager Magon, dessen 40 Bücher auf Befehl des Senats ins Lateinische übersetzt wurden, aber aus den nachgebliebener Bruchstücken ist nicht zu ersehen, ob er etwas über den Boden geschrieben hat.

Von den späteren Schriftstellern aus der Blütezeit des römischen Bürgersinnes, die über Landwirtschaft geschrieben haben, kann man eine Reihe von Namen nennen, die über den Boden geschrieben haben.

Da ich die nötige Literatur nicht zur Hand habe, so muss ich mich mit Wenigem begnügen, indem ich die Zuversicht ausspreche, dass die Nackkommen der Urbewohner Italiens, wenn sie diese historischen Lücken noch nicht ausgefüllt haben, sich beeilen werden, auf den Trümmern des alten Rom die Geschichte seines Bodens herzustellen.

In seinem Werke: « de re rustica », welches in der Ausgabe « scriptorum rei rusticae » bekannt ist, gibt PORTIUS CATO der Aeltere (234 - 199 v. Ch.), aus dem sabinischen Gute Tusculum gebürtig, eine Klassifikation der Böden für die damals am meisten bekannten Kulturpflanzen.

In den Werken von TERENTIUS VARUS (Varo) (116 - 23 v. Ch.) (13 Bücher) ist der Frage über die Böden ziemlich viel Aufmerksamkeit geschenkt.

Er spricht vom Boden nicht nur wie von einem kosmischen Elemente, sondern auch wie von einer Stütze unter den Füssen und wie von einem Substrate der Pflanze, indem er die Bedeutung wie des Ackers so auch des Unterbodens hervorhebt.

Er erwähnt auch die natürlichen Böden und Kulturböden im Zusammenhange mit dem Relief der Gegend und unterscheidet: Talböden, hüglige, bergige Böden und Zwischenböden.

Nach der Farbe teilt er sie in weisse, rote Böden, und nach der Fruchtbarkeit in fette und magere ein.

JUNIUS MODERATUS COLUMELLA, welcher seine Abhandlung « de re rustica » gegen das Jahr 42 nach Christi geschrieben hat, spricht dort von der Fettigkeit des Bodens, indem er ihn nach der Klebrigkeit und Süssigkeit abschätzt, was nach Bearbeitung des Bodens durch Wasser bestimmt wird.

Die Bedeutung des Bodens und Unterbodens kommt inbetreff der Gräser und Getreidepflanzen in einer Tiefe von 2 Fuss und inbetreff der Bäume in der Tiefe von 4 Fuss zur Geltung.

Was sodann die Araber gaben, welche ihre Kultur auf Grund der persischen und byzantinischen schufen, und sie dann im Westen in Cordova weiter entwickelten, darüber habe ich auch keine Data zur Hand.

Jedenfalls muss man unter den Reisenden und Geographen des X. Jahrh. MASSUDI und unter den Philosophen des XI. u. XII. Jahrh. AVIZENA und AVERROËS erwähnen.

Nach einer darauf eingetretenen Unterbrechung erinnerten sich erst im XVIII. Jahrh. die Kameralisten der Vergangenheit und fingen an, beim Unterricht in der Mineralogie der mit dem Unterricht in der Landwirtschaft verbunden war, die Bodenfrage zu behandeln.

In Schweden, an der Königl. Akademie in Upsala fing der berühmte Prof. JOHANN GOTTLIEB VALERIUS an darüber zu sprechen und teilweise der berühmte LINNEUS, dessen Schüler M. ALFONIN, der erste Professor der Landwirtschaft an der Moskauer Universität, im Jahre 1776 mit einem Aufsatz über den Tschernosiomboden auftrat.

Aber noch früher, im Jahre 1770, als nach A. JARILOW's Aussage in deutscher Sprache die Uebersetzung der Mineralogie von VALERIUS erschien, sprach dieser im II. Kapitel über die Böden und unterschied unter ihnen ausser sumpfiger Erde, Torf und Erde von verwesten Tieren eine noch so genannte «schwarze staubige Erde» (*humus communis atra*) (Gartenerde oder schwarze fruchtbare Erde), welche einen grossen Teil der Erdkugel einnimmt und deren Entstehen er hauptsächlich durch den Fäulnissprocess der Gräser erklärt. Ihre Mächtigkeit bestimmt er nicht mehr als ½ Fuss, und erklärt solche Eigenschaften, wie Alkalität und Acidität, durch den Einfluss der Luft und ihres Wechsels, mit anderen Worten, durch das Klima.

Er fügt noch hinzu, dass mit so einer anfangs geschaffenen schwarzen staubartigen Erde nach der Meinung des Engländers WODWARD und des Schweizers SCHEICHZERS die ganze Erdkugel vor der Sintflut bedeckt war.

Eine andere Arbeit von VALERIUS, welche speziell dem Boden gewidmet war unter dem Titel: « *Untersuchungen von der Beschaffenheit der Erde, die man aus Wasser Pflanzen und Thieren bekommt* », Leipzig und Hamburg, erschien, nach JARILOV, im Jahre 1762, und seine « *Agriculturae fundamenta chemica* » Holmiae veröffentlichte VALERIUS im Jahre 1761.

Ich hebe diesen Umstand hervor, da zu der selben Zeit auch der erste russiche Gelehrte, der Akademiker M. W. LOMONOSOW, ein gewesener Schüler des berühmten deutschen Philosophen Professors WOLF, in Marburg, anfing, öffentlich über die schwarze Erde oder den Tschernosiom zu reden.

Obgleich seine Arbeit darüber unter dem Titel: « *Ueber die Erdschichten* », als erste Beilage zu seiner Metallurgie im Jahre 1763 im Drucke erschien, nach der Aussage des Autors selbst hat er sie noch im Jahre 1742, sofort nach seiner Rückkehr aus dem Auslande geschrieben.

Im § 125 seiner Arbeit sagt er direkt, dass der Tschernosiom nicht die anfangs geschaffene und von Anfang an gebildete Materie ist, sondern dass er sich mit der Zeit durch Fäulniss der Tier- und Pflanzenkörper gebildet hat. Diese ersten Daten über den Tschernosiom, sagt der Akademiker W. WERNADSKY, wenn man die Arbeit von GMELIN: « *Ueber den sibirischen Tschernosiom* » (« *Flora sibirica*») 1747-1749 nicht rechnet, sind auch die erste wissenschaftliche Theorie über den Tschernosiom (W. WERNADSKY. «*Einige Worte über* M. LOMONOSOWS *Arbeiten auf dem Gebiete der Mineralogie und Geologie mit Beilage der Arbeit von* LOMONOSOW: « *Ueber die Erdschichten* » 1911, St. Petersburg).

Uebrigens nach WERNADSKY's Aussage finden wir die ersten Daten noch im Jahre 1737 bei W. TATISCHTSCHEW.

LOMONOSOW selbst begriff unter Schwarzerde oder Tschernosiom nicht nur Ackerboden oder Gemüsegartenerde, sondern auch Sümpfe und Tundern, als Typus des Sumpftschernosioms, Torfland, den Tschernosiom der Laubholzwälder und Wiesen, wie auch einige Steppen, wo « Gras auf dem Tschernosiom wächst ».

Für den anfangs geschaffenen Boden hielt er nicht den Sand, wie LINNEUS, sondern den Ton.

In derselben Arbeit weist LOMONOSOW auf das Vorhandensein des begrabenen Bodens in den tieferen Schichten der Grundböden. Dieser begrabene Boden war einst vegetabilisch, wurde aber ein Opfer der Erdkatastrophen in späteren Zeiten.

Auf diese Weise legt er noch im Jahre 1769 den Grund zu einer geschichtlichen Bodenkunde, worüber man erst unlängst anfing zu reden.

Also schon in der Mitte des XVIII. Jahrhundertes wird ein richtiger Standpunkt hinsichtlich der organischen Bildung der Böden festgestellt, aber die eigentliche Bearbeitung der Bodenfrage beginnt erst mit dem Anfang des XIX Jahrhunderts.

Die Mannigfaltigkeit der Methoden, mit deren Hilfe die Bodenfrage bearbeitet wurde, rief auch verschiedene Richtungen in der Bodenkunde hervor. Sie umfassten die Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Hygiene und Baukunst.

In England wurde der Grund zum Anfang der agronomischen Richtung von HUMFRY DAVY gelegt, der auch als erster den Ausdruck « Agriculturchemie » gebraucht hat.

In Deutschland trat der berühmte TEER als ein Reformator der Landwirtschaft in Möglin auf fing mit seinem Mitarbeiter EINHOF an, auch die Bodenfrage im Interesse der Landwirtschaft zu bearbeiten.

Die vielen von EINHOF ausgeführten Analysen des Humus und des mechanischen Bestandes gaben TEER im Jahre 1821 die Möglichkeit, seine erste Bodenklassifikation unter dem Titel : « *Ueber die Wertschätzung der Grundstücke* » vorzulegen.

So wurde der Anfang zum Erforschen der Physik und Chemie des Bodens gelegt.

Die *physische Richtung* zählt unter ihren Vertretern : SCHUEBLER (ein hervorragender Vertreter), später MULDER, VON LIEBENHERZ u. a., vor Allem WOLLNY, welcher das Journal « *Forschungen auf dem Gebiete der Agrikulturphysik* » gründete und herausgab. Zu den Vertretern der neuesten Zeit gehört ALFRED MITSCHERLICH, welcher sich bemüht, die Physik des Bodens mathematisch zu begründen.

In Amerika gehören hierher F. H. KING, in Schweden ATTERSBERG.

Der Grund der *chemischen* oder richtiger *agrarchemischen Richtung* wurde von RÜCKERT und SPRENGEL gelegt und insbesondere fand dieselbe ihren Ausdruck in der Person von J. LIEBIG und seiner Schule. Hierher gehören E. WOLFF, KNOP, SACHSSE, JUL. KUEHN, A. MAYER, DETMER, THIEL, R. HEINRICH, und andere mehr.

In England kann man als Anhänger dieser Richtung die Gelehrten WAY, LOEWES, GILBERT und HALL nennen.

In Frankreich sind die Namen SCHLÖSING Vater und Sohn, MÜNTZ, DEHÉRAIN, BERTHELLOT, GRANDEAU genügend bekannt.

Hierher gehören auch die Vertreter der modernen Moorkultur in Deutschland wie FLEISCHER, VON FELITZEN, und A. BAUMANN.

Die *geologische Richtung* in der Bodenkunde führt ihren Anfang noch auf die alten Mineralogen wie BREITHAUPT und NAUMANN zurück. In der Person von FALLAU erhielt diese Richtung in Deutschland eine geologische Ergründung und wurde zu einer selbständigen wissenschaftlichen Disziplin.

Das Feld von FALLAU's Tätigkeit war das kleine Sachsen, welches Dank seinem Gebirgscharakter hat Gelegenheit, den Boden als Produkt der Verwitterung der Gebirsgsteine zu betrachten.

Die geologische Richtung zerfiel in Deutschland in zwei Gruppen ; in der ersten Gruppe wird der Boden als eine Bildung der oberen jüngsten geologischen

Formation — Alluvium, Diluvium und teilweise auch Tertiärarten — erforscht. Diese agrogeologische Richtung erhielt in Preussen, Sachsen und Ungarn eine besondere Entwicklung. Die Hauptvertreter dieser Gruppe sind WAHNSCHAFFE und BEREND.

Die zweite Gruppe richtet ihre Aufmerksamkeit auf die Bodenkartographie und stellt sogenannte « Gesteinskarten » zusammen. Sie wurde im XIX. Jahrhundert von DALES und LORENZ vertreten. Unter ihren heutigen Vertretern in Deutschland kann man VON BENNINGSEN-FOERELER, ORTH, FESCA und HASARD nennen.

Die wissenschaftliche Bodenkunde, welche einen schwachen Einfluss auf die Agrikultur-Chemiker ausgeübt hat, fand viele Anhänger unter den Vertretern der Waldbodenkunde, wie z. B. VON GOTTA, GREBE, W. SCHUETZE, HUNDESHAGEN und ELERMAYER.

Nach den Arbeiten MIDENDORF's und RUSSEL's entstand eine neue Richtung in der Bodenkunde, nämlich die *geographische*, deren Grund von RICHTHOFEN gelegt wurde. Indem RICHTHOFEN den Kreis seiner Beoabchtungen des Bodens durch eine Reihe von Reisen erweiterte, musste er den Einfluss des Klima auf die Mannigfaltigkeit der Böden bemerken. Ueberzeugende Beweise dafür stellte er in seinem 1875 und 1882 erschienen Werke « *China* » vor.

Die Bodenkarte der Erdkugel, von Dr. ROHRBACH 1893 nach RICHTHOFEN zusammengestellt, dient als anschaulicher Beweis dieses Zusammenhanges.

Als Vertreter dieser Richtung in Deutschland kann man RAMANN, WOLTMANN, WALTER nennen.

In ganz letzter Zeit macht sich in der Bodenkunde noch eine rein chemische Richtung zur Ergründung der Kolloiden der Böden bemerkbar. Den Grundstein dazu legten die Werke von VAN BEMELEN. Ein eifriger Vertreter dieser Richtung ist auch CORNU. Ebenfalls ist auch eine biologische Richtung bemerkbar, welche ihren Anfang von DARWIN nimmt und welche mit der Erklärung des Einflusses der Flora und Fauna mit Bakterien einschliesslich auf den Boden und umgekehrt sich beschäftigt. Die neuen Zweige der Wissenschaft wie Geobotanik, Bodenzoologie und Bodenbakteriologie fanden ihre Vertreter in MÜLLER (Danemark), WITHNEY (Amerika), WINOGRADSKY, KOCH, FRENKEL und anderen.

Erst mit der Einführung des klimatischen Faktors in die Bodenlehre, begann diese Fortschritte zu machen und an Vollständigkeit und Abschliessung zu gewinnen. In Nordamerika wurde die Abhängigkeit des Bodenbildungsprozesses vom Klima von HILGART festgestellt, und er gab auch eine entsprechende Klassifikation der Böden (1892).

Russland mit seinen weiten Flächen und Ebenen war in dieser Hinsicht ein zweites sehr geeignetes Land zur Beobachtung der Böden, und darum reifte hier und bildete sich besonders klar die Vorstellung über den Boden, als von einem natürlichen historischen Körper, welcher in seiner Entwicklung und Verbreitung einer Kombination bestimmter Faktoren in ihrer Gegenwirkung auf das Muttergestein untergeordnet ist. Der Gründer einer solchen naturhistorischen Bodenforschung ist der Prof. der Mineralogie an der Petersburger Universität W. W. DOKUTSCHAEW. Den Hauptanstoss dazu gab er in seinem Werke : « *Der russische Tschernosiom* », 1883 (obgleich schon 1763, wie oben erwähnt, die Frage über den Tscher-

nosiom von LOMONOSOW berührt worden war); im Jahre 1861 beschäftigte sich mit dieser Frage der Akademiker RUPRECHT, der Verfasser des Werkes : « *Geobotanische Untersuchungen über den Tschernosion* », und im Jahre 1886 schrieb Prof. KOSTITSCHEV sein Buch : « *Russlands Tschernosiomböden, ihre Entstehung, Bestand und Eigenheiten* ».

1886 schlug Prof. W. DOKUTSCHAEW seine genetische Klassifikation in ihre Anwendung auf Russland vor, und begründete sie ausführlicher im Zeitraum von 1896 - 1900. Sein Schüler, Prof. N. M. SIBIRTZEW, welcher im Grunde derselben Meinung wie sein Lehrer in der Frage über die Erklärung der Böden war, ging noch weiter und stellte 1895 seine Klassifikation auf, welche als Schema alle Böden der ganzen Erdkugel umfassen sollte.

Ein anderer Schüler DOKUTSCHAEW's, Prof. K. D. GLINKA, gab unlängst 1908 seine Klassifikation, als deren Grund er das klimatische Prinzip der Befeuchtung legte. Im Jahre 1909 veröffentlichte Prof. A. N. SABANIN in seinem abgekürzten Lehrbuch der Bodenkunde seine Klassifikation der Böden im Zusammenhang mit der geographischen Verteilung der Vegetation.

Für die Böden des westlichen Europa gab eine Klassifikation hinsichtlich der Abhängigkeit vom Klima E. RAMANN, indem er sie in zwei Gruppen : die der physikalischen und die der chemischen Verwitterung und weiter in humide und aride Bodenarten teilte.

Man muss sagen, dass das Klassifikationsproblem in der Bodenkunde eine sehr brennende und zugleich eine moderne Frage unserer Zeit ist.

Diese Frage scheint alle anderen Hauptfragen, welche die Bodenforscher - Geologen sowie auch die Bodenforscher-Agronomen so interessieren, in den Hintergrund gestellt zu haben.

Darauf wies noch im Jahre 1902 A. J. NABOKICH in seiner Arbeit : « *Das Klassifikationsproblem in der Bodenkunde* » hin.

Hierher gehören solche wichtigen Tagesfragen, wie die Erklärung des Bodens, des Bodentypus der Zone, und die Ausarbeitung einer vollkommenen Klassifikation und Kartographie.

Mit Absicht verweilte ich länger auf der Vorstellung der alten Griechen über den Boden, welche sich über 2000 Jahre v. Ch. bei ihnen gebildet hatte, um die prinzipielle Uebereinstimmung und den Unterschied in den Ansichten der Menschen alter und neuer Zeit zu unterstreichen und hervorzuheben.

Wie stellt man sich nun den Boden in unserer Zeit vor ?

Diese Frage wurde noch auf dem I. Internationalen Kongress der Bodenforscher in Budapest im Jahre 1909 von CORIANOWIC-KRAMBERGER aus Zagreb in Seged den Mitgliedern des Kongresses zum Begutachten vorgelegt.

Damals setzte TREIZ aus Budapest auseinander dass die Sprache einer einer jeden Nation ihre lokalen Volksbenennungen zum Ausdruck der Natur und der Bodeneigenschaften besitzt und dass man also hier nicht diese Ausdrücke, sondern die allgemeinen rein wissenschaftlichen Definitionen im Auge haben müsse.

Als Antwort darauf lass G. GRÜLL aus Budapest gegen 22 von verschiedenen Gelehrten gegebene Definitionen des Bodens vor.

Indem ich diejenigen, die sich dafür interessieren auf die Arbeiten des Kongresses hinweise, möchte ich sagen, dass in diesen Definitionen entweder der geologische

oder der agronomische Standpunkt vorherrscht, aber eine vollkommene erschöpfende Definition nicht gegeben ist.

Unter den vielen verschiedenen Definitionen des Bodens sind besonders diejenigen von Prof. A. N. SABANIN und Prof. V. R. WILLIAMS bemerkenswert.

Nach Meinung von SABANIN (Bodenkunde, Moskau, 1909) stellt der Boden eine ununterbrochen abwechselnde, physikalisch-geographische Bodenbildung und ein Postulat gegenseitiger Beziehung und gegenseitiger Wirkung zweier Welten, der organischen und der mineralischen, dar.

WILLIAMS (Bodenkunde, Moskau, 1914) hält sich an die von SCHIRTZEW gemachte Definition des Bodens und erklärt den Boden als « die Masse der Oberhorizonte des Muttergesteines, wo unter dem Einfluss der zwei Grundtypen der biologischen Erscheinungen (der mineralischen Organisation und der organischen Mineralisation) die zweiseitigen Processe des Ueberganges der Materie aus einer Form in die andere und umgekehrt stattfinden ».

Der Unterschied der Bodenbildung von dem Muttergestein besteht « in der Konzentration in den Bodenbildungen unter dem Einflusse des biologischen Bodenbildungselementes — derjenigen Mineralstoffe, welche unumgänglich notwendige Elemente der Pflanzennährung sind und besonders stark und grell in der Form von Phosphor ausgedrückt sind ».

Ich lenke hier die Aufmerksamkeit der hochverehrten Versammlung auf meine Erwägungen zur Erklärung des Grundbegriffes vom « Boden », worüber ich einen vorläufigen Bericht am 26. Mai 1909 in Odessa in der Sitzung der « Neurussischen Gesellschaft der Naturforscher » gehalten habe und füge hinzu, dass ich meine Ansicht über diesen Gegenstand in einer Abhandlung mit vielen Druckfehlern im Journal « POTSCHWOWEDENIE » (Pédologie) noch im Jahre 1907 und in meinem Berichte vom 5. Januar 1910 in der Abteilung für Bodenkunde auf dem XII. Kongresse der russischen Naturforscher und Aerzte ausgesprochen habe.

Ich erlaube mir auch zu hoffen, dass es mir möglich sein wird im Weiteren einen in die allgemeine Schatzkammer des Wissens beizusteuern und dadurch die Beitrag Arbeit der Mitglieder des Kongresses ein wenig zu erleichtern.

Mit dem Begriffe « der Boden » ist immer die Vorstellung von etwas Oberflächlichem verbunden.

In Wirklichkeit ist es eine gewisse Masse (Boden, sol), welche in einem unmittelbaren Zusammenhange mit dem niedriger gelegenen harten oder weichen Grunde (Untergrund, sous-sol) sich befindet, oder welche diesen Zusammenhang mehr oder weniger verloren hat (Alluvium, Dilluvium).

Wenn diese Masse nur der Wirkung von seiten der Elemente der Atmosphäre ausgesetzt und mechanisch, physikalisch und chemisch verwittert wäre, so könnte man sie wirklich mit FALLOU (*Pedologie oder Bodenkunde.* Dresden 1862 S. 106) « Deckgestein » oder nach BERENDT (G. BERENDT « *Die Umgegend von Berlin. Allgemeine Erläuterungen für geognotisch-agronomischen Karte derselben.* Berlin 1897 S. 75) « Verwitterungsrinde » nennen.

Vom Standpunkte der Gegenwart wäre das in vollem Sinne des Wortes das neueste und letzte Glied in der Reihe der geologischen Ablagerungen, aus denen die Erdhülle des Geologen gebildet wird, aber dieses Glied wäre tot und leblos.

Infolge der Ungleichartigkeit der physikalisch-geographischen Bedingungen

wären der Charakter und die Intensivität der Verwitterung verschieden, würden sich auf eine verschiedene Tiefe ausdehnen und es würde eine Reihe toter Glieder oder Böden des Geologen entstehen.

Man muss darum mit RAMANN übereinstimmenn, wenn er sagt: « In theoretischem Sinne ist als Boden jene Erdschicht anzusehen, die Vorgängen der Oberflächenverwitterung unterliegt ».

Die Tiefe, bis zu der eine solche statt hat, schwankt in weiten Grenzen, sie wird nur sehr gering sein auf Felsgestein oder über Eisboden und wird unter dem Einflusse hoher Niederschläge im tropischen Klima ihr Maximum erreichen ». G. RAMANN, *Bodenkunde*, Berlin, 1911 S. 6).

Die Wirklichkeit bestätigt durch Tatsachen diese theoretische Voraussetzungen.

So erreicht z. B. nach SIBIRTZEW's Aussage im hohen Norden in der Tundra die mit Humus gefärbte Schicht sogar eines sandigen Bodens eine Tiefe von nicht mehr als 3 Zoll — « am häufigsten aber ist die Lehmschicht 2 cm. tief und unter ihr liegt ein unverwitterter Grund. — In den Tropen aber, z. B. in Brasilien in « Arrio dos Ratos » ist, nach Walter, die Zerstörung des Schiefers durch die Verwitterung in einer Tiefe von 120 metr. bemerkbar, und in einer Tiefe bis 8-12 metr. kann man die Verwitterung Schicht für Schicht sichtbar verfolgen (Ioh. WALTER, *Lithogenesis der Gegenwart*, S. 807, Jena, 1893/4).

Zwischen diesen äussersten Punkten der Breite, auf der grossen Fläche Russlands, kann man nach den Arbeiten einer Reihe von Bodenforschern ziemlich klar die Vertiefung der Verwitterungsprozesse der Bodengründe in der Richtung von Norden nach Süden verfolgen.

Es ist freilich wahr, dass diese Vertiefung infolge begreiflicher Ursachen selbstverständlich weit theoretisch Gedachten znräckbleibt, umsomehr, als diese Vertiefung durch die organische Verwitterrung noch vermehrt wird, aber auch in dieser Form wird die Wirklichleit von der Theorie bestätigt.

Auf dem Kaukasus aber beobachtete NABOKICH bei den Lateriten von Tschakwa die Tiefe ihrer Verwitterung bis 9 Meter.

Die äussere Schicht solch einer in der Richtung von Norden nach Süden eingliedrig und vielgliedrig differentierten Verwitterungsrinde würde ohne Mitwirkung der Biosphäre (der Pflanzen und Tiere) nur eine tote Masse vorstellen, nur einen in der Zukunft denkbaren Boden, wenn durch die Wirkung des Kulturverfahrens und der Pflanzen ihm Elemente des Lebens beigebracht werden.

Die Bildung eines solchen Bodens findet dort statt, wo die Bedingungen zur Besiedelung von Pflanzen ungünstig sind, aber solche Fälle sind selten. Am häufigsten gesellt sich zur Wirkung der Elemente der Atmosphäre oder zu den ektodynamischen Prozessen noch der Einfluss der Biosphäre, sei es eine Wald-,Steppen-, Wiesen-oder einfach Kulturvegetation mit dem sie begleitenden Tier- und Bakterienreiche.

Wenn man auf Grund der Genesis des normalen d. h. *in situ* liegenden Bodens das Prinzip der gegenwärtigen Bodenkunde legt, dass nämlich der Boden das Produkt des Grundgesteines, des Klimas, des Reliefs und der Pflanz- und Tierorganismen und der Zeit ist, so erklärt sich die ganze Mannigfaltigkeit durch die Verschiedenheit der physikalisch- geographischen Bedingungen der Ortes und des Zeitraumes ihrer Bildung, indem man sie zu guterletzt zu einer Reihe von Typen zusammenstellen kann, welche in einer gewissen Weise geordnet sind.

Farbe, Mächtigkeit, Struktur und Textur, welche am besten den Typus charakterisieren, hängen hauptsächlich vom Klima und im Einzelnem von den Niederschlägen ab.

Die Bodenmasse selbst, welche sich auf einem Stadium des durch die Dauer und Energie der Dinamik sich kennzeichnenden Bodenbildnngsprozesses befindet, wird dann als ein Element des statischen Gleichgewichtes angesehen und stellt einen Zustand der Ruhe oder des Todes vor. In Wirklichkeit ist es nur ein Erstarren, richtiger eine Verzögerung, so zu sagen, ein in-die-Länge-Ziehen des Lebens in Anpassung zur Zeit der Bodenbildung.

Nur die begrabenen Böden befinden sich wirklich im Zustande des Todes, und bieten das Anfangsstadium eines aus ihnen durch den Uebergang einer Form der Materie in eine andere sich neubildenden Gesteines.

Der durch Fäulniss sich anhäufende und durchsickernde Stoff verstärkt nicht nur die Prozesse der Mineralverwitterung, sondern gibt ihnen im Zusammenhange mit dem Orte eine eigenthümliche Färbung so dass hier durch die Zeit und die Energie der Bodenbildung ein oder mehrere Glieder einer schon organisierten Verwitterungsrinde sich bilden.

Die Bodenschicht oder der primäre Boden ist das Anfangsstadium einer solchen Rinde. Eine solche Schicht, welche eine mineral organisierte Masse vorstellt, entspricht am besten der von TEER-SPRENGEL gemachten Definition des Bodens als eines Kultursubstrates.

Das folgende Stadium, wenn die Bodenbildungsprozesse sich zur Tiefe hin verbreiten, ist die Bodenbildung.

Indem wir sie als einen Komplex von Schichten erklären, welche als Ausdruck der inneren Veränderungen des Bodens erscheinen, unterscheiden wir bis jetzt hauptsächlich nach der Färbung, wie es Prof. W. DOKUTSCHAEF tut, — die Horizonte, A, B und C, wobei die Verringerung des Humus von A zu C geht.

Der Horizont C wird, als Untergrund gerechnet, der Kalk und Ortstein gesprenkelt enthalten kann, und sogar ein bildendes Gestein sein kann. Das ist die typische Humussphäre der Verwitterungsrinde, als deren klassisches Beispiel der Tschernosiom dienen kann.

Anders verhält sich die Sache wenn der Bodenbildungsprocess auf eine dem Bestande noch ungleichartige Masse sich verbreitet, welche eine Reihe von Erdschichten vorstellt.

SENFT (F. SENFT, *Der Steinschutt und der Erdboden nach Bildung, Bestand, Eigenschaften, Veränderung und Verhalten zum Pflanzenleben für Land- und Forstwirte*, Berlin, 1867) unterscheidet hier: 1) den einfachen Typus der Erdschichten, wenn ihrer zwei sich abwechseln und 2) den gemischeten, zusammengesetzten Typus — den einfach gemischten und den kombinierten gemischten, wenn das Abwechseln nach Gruppen stattfindet.

Dieses nämlich ist der vorherschende Typus der Ablagerungen in Oberdeutschland und in dem rasigen podsolierten Streifen Russlands.

Die deutschen Gelehrten wie E. RAMANN (Bodenkunde, 3. Aufl., Berlin, 1911, S. 205 u. 502). F. WAHNSCHAFFE, F. SCHUCHT (*Anleitung zur wissenschaftlichen Bodenuntersuchung*, 3. Aufl., Berlin, 1914, 3, 4, und 5) verweilen, wenn auch nicht einstimmig, auf der Beschreibung der Bodenbildungen dieses Typus.

Man unterscheidet hier :

1) Oberboden, Dammerde, Muttererde, Nahrungsschichte (RAMANN) — als eine von Humus gefärbte und stark verwitterte Schichte.

In dem Falle, dass dieser Boden für die Kultur tauglich ist, heisst er « Ackerboden », wenn er aber Wiesen- oder Waldboden ist, so nennt man ihn « Oberkrume » (WAHNSCHAFFE).

Der bearbeitete Teil des Ackerbodens oder der Oberkrume, welcher nur ihren oberen Teil ergreift, heisst Ackerkrume oder Ackererde (RAMANN, WAHNSCHAFFE).

Der vom Pfluge unberührte Teil wird Urkrume (BERENDT) (G. BERENDT, *Die Umgegend von Berlin*, 1897) sein.

Dieses wird der podsolierte Horizont der russischen Schriftsteller weisslicher Mehlfarbe sein, von den Deutschen Bleichsand genannt.

2) Der Unterboden (RAMANN) oder flacherer Untergrund (WAHNSCHAFFE) ist schon die folgende Schicht von rotbrauner Farbe mit Ortsteinablagerungen (Ortsteinilluvium).

3) Untergrund, Rohboden (RAMANN) oder flacherer Untergrund (WAHNSCHAFFE) ist eigentlich der von der Verwitterung schwach berührte Unterboden.

4) Tieferer Untergrund nach RAMANN ist eine vom Rohboden wenig sich unterscheidende Schicht, wo häufig Grundwasser sich befindet. Nach WAHNSCHAFFE heisst er tiefster Untergrund, oder Ursprunggestein, und stellt das von der Verwitterung unberührte Grundgestein vor.

Das dritte und letzte Stadium der Verwitterungsrinde bildet sich in dem Falle, wenn der Bodenbildungsprozess durch die Dauer der Zeit und die Intensivität der Verwitterung besonders tief eindringt.

In diesem Fall geschieht das, was man am besten Bodenformation nennen könnte. Wie die neuesten Arbeiten von G. WYSOTZKY. (G. WYSOTZKY, *Steppenilluvium und Struktur der Steppenböden*. Pedologie, 1899, 1900, 1901 und einige andere Schriftsteller (S. ZACHAROV, NIKIFOROV) und s. w. zeigen, erstrecken sich für den Tschernosiom die inneren physikalisch-chemischen Umgestaltungen viel tiefer, als man es früher glaubte. Im Zusammenhang damit steht auch die bestimmte Verteilung von Ca CO_3 und Ca SO_4 zur Tiefe hin.

Die Grundwässer liegen niedriger unter dem toten Horizonte des Austrocknens » (Illuvium) nach WYSOTZKY.

Als eine gute Illustration, dient ein bei RAMANN in seiner Bodenkunde, 1911 S. 541 angeführter Durchschnitt von WYSOTZKY in der Forstwirtschaft: « Weliki Anadol ».

In letzter Zeit gingen einige russischen Bodenforscher der Tschernosiombodengründe noch weiter und begannen Durchschnitte vom 6 bis 15 Meter Tiefe zu machen (NABOKISCH, FLOROW).

Nach der Meinung von NABOKICH erscheint es jetzt notwendig « den Boden als einen komplicierten und gesetzmässigen Komplex besonderer Mineraleinzelheiten zu betrachten, da das Wesen der Bodenbildungserscheinungen gerade in der Neubildung von Mineraleinzelheiten besteht.

Solche Prozesse sind hauptsächlich der bildenden und zerstörenden Tätigkeit des Wassers unterworfen, welches entweder von oben in die Bodengründe durchsickert oder sie von unten kraft der Kapillarität befeuchtet. So eine durchgehende

Zugzirkulation wäre am Passendsten « transluvial » zu nennen, und die Produkte ihrer Tätigkeit « Transluvium ».

Durch solche Versuche, in die Tiefe einer vielleicht schon toten Masse zu dringen und den Charakter nur allein der Mineralverwitterung der Bodengründe zu erforschen, leuchtet eine rein geologische Tendenz hindurch. Indem sie aber auf die Fragen der landwirtschaflichen Bodenkunde nicht gerade eine Antwort gaben, erschienen diese Versuche in wissenschaftlicher Hinsicht fruchtbar, da sie in den tiefen Schichten der Bodengründe das Vorhandensein von begrabenen Humusböden feststellten, welche darauf hinweisen, dass es im Süden und Südwesten Russlands drei Eiszeiten gegeben hat.—

Alles Gesagte veranlasst uns, den Boden und die Bodenbildungsprozesse weiter und tiefer zu betrachten. Die Humosphäre und selbst der Begriff des Untergrundes verlieren bei Sachlage der Frage ihre anfängliche Bedeutung und heben die Bedeutung der Tiefe der Rizosphäre, oder besser gesagt der Biosphäre, hervor. Auf diese Weise erscheint, als das bezeichnende Merkmal des Bodens auch zur Tiefe hin, die gegenseitige Wirkung der mineralischen und der organischen Verwitterung, wobei die stark organische Mineralisation der oberen Schichten allmählich schwächer wird und endlich verschwindet.

Erst dann gibt der äussere Teil der Erdhülle, welcher von beiden Prozessen zusammen bis zu einer gewissen Tiefe ergriffen ist, die lebende Verwitterungsrinde oder den wirklichen Boden der Pedologen. Eine nur mineralische oder eine nur organische Verwitterung des Grundsteines, wie im hohen Norden oder auch im hohen Süden, ist ungenügend. Der Boden der Agrologen, wie wir es weiter sehen werden, muss seine Eigenthümlichkeiten haben und gewissermassen begrenzt und bestimmt sein.

Ausführliche biologische Bodenuntersuchungen gibt es noch sehr wenige und sie erschöpfen nicht die Charakteristik der Merkmale der Böden. Nicht nur die Geobotanik, die Geozoologie und die Bodenmikrobiologie der Erdtiefe, sondern auch der Oberfläche befinden sich noch in einem jugendlichem Alter.

Zwar beschäftigen sich die Botaniker seit HALES Zeiten (S. HALES. *Statical Essays containing Vegetable Statistics* Bd. 1, 4. Aufl., London, 1769) mit den Wurzeln aber erst im Jahre 1851 wandte der Landbesitzer SCHUBERT die Auswaschung der Wurzelm der Feldpflanzen zur Bestimmung ihrer Masse und der Tiefe ihres Durchdringens an. Schon damals erwies es sich, dass die Winterrogen- und Winter-Weizenwurzeln in die Tiefe über I Meter durchdringen und dass in der Ackerschicht, die von 0-25 cm. tief ist, 63-73 % der Gesamtheit der Wurzeln sich befinden.

Eine ganze Reihe von Arbeiten späterer Schriftsteller, über die Wurzeln wie HELLRIEGEL, TIEL, HEINRICH, KRAUSE, JAMISSON, ORTH, WERNER-BLOMAYER in Deutschland, MÜNZ und GIRARD DÉHERAIN in Frankreich, HILGARD in Amerika, SOKOLOWSKY und ROTMISTROW in Russland, lassen voraussetzen, dass das Wurzelsystem der Pflanzen in die Tiefe von 2-3 Meter und bei der Luzerne sogar bis 8 Meter durchdringt.

Die Länge der Lucernenwurzel im Berner Museum bis 16 Meter bietet einen ausschliesslichen und in seiner Art einzigen Fall dar.

Indem man sich zur Frage über die Verbreitung der Wurzeln der Holzpflan

zenwelt zuwendet, muss man bemerken, dass die west-europäische Literatur an faktischem Material arm ist.

Einige Daten kann man bei HAMAM, DINKELMAN, RAMANN, PENKOWSKY, HEMPEL und WILHELMI finden, in Russland aber gibt es ein recht bedeutendes Material. Die ersten Untersuchungen wurden von Prof. G. I. FANFILIEW im Jahre 1891 inbetreff der Wurzeln der Fichte und der Eiche im Chrenowschen Bezirk des Woronejschen Gouvernements gemacht (G. I. FANFILIEW « *Die Grenzen der Wälder im Süden Russlands* » 1894). Das Maximum der Tiefe der Vertikalwurzeln der Fichte erwies sich hier 3,55 und bei der Eiche 4, 9 Meter. Im Norden aber, zum Beispiel, in Sistrorezk des S. Petersburgischen Gouvernments erreichten eben solche Fichtenwurzeln die Tiefe nur von 1,45 Meter.

Ausser den Arbeiten von MOROZOW, WYSOTZKY, SAWITSCH verdienen besondere Beachtung die Untersuchungen von TOSLKY im Jahre 1903 im Busulukschen Walde des Samarischen Gouvernements.

Das Ausmessen der Fichtenwurzeln gaben die Ziffer 4,03 Meter und die Wurzeln einiger Laubholze z. B. der Esche erreichten 4,88 Meter und diejenigen der Birke 4,9 Meter.

Wie zu ersehen ist, sind im Norden die Wurzeln der Fichte zweimal kürzer als im Süden.

Ebenso übt die Nähe des Wassers einen Einfluss aus, gleichwie auch die Verschiedenheit der Bodengründe.

Im Allgemeinen könnte man annehmen, dass die Wurzeln der Baumarten auf den weichen Grundböden in den mittleren Breiten die Länge von 5 M. erreichen, ungefähr was WYSOTZKY für die Verwitterungsrinde im Berdianischen Forstrevier 5,98 Met. angibt, und dass die Wurzeln des Laubholzes tiefer gehen als die Wurzeln des Nadelholzes.

Das Durchdringen in die Tiefe der Bodenfauna, die Bakterien miteingeschlossen, bestimmt ebenfalls die Grenze des Eindringens des Lebens in den Boden. Indem ich auf die Frage von der Tiefe des Durchdringens der Gänge wühlenden Tiere und Insekten nicht eingehen will, möchte ich auf HENSENS Beobachtungen über die Regenwürmer hinweisen, welcher ihre Gänge bis zu der Tiefe von 2 Metern und für *Allobophora longa* bis zu der Tiefe von 8 Metern, feststellte.

Sehr wenig zahlreiche Daten über das Durchdringen der Mikrophauna finden sich in der westeuropäischen Literatur.

Wir verdanken sie KOCH, MICKEL, FRENKEL, ADAMETZ, HOLD, KRAMER, welche die Verbreitung der Bakterien zur Tiefe hin in verschiedenen Böden und bei verschiedenen Bedingungen erforschten. REMY, LÜHNIS, HILTNER, FISCHER, ENGBERDING und andere zeigten ebenfalls, dass das Klima, die physikalischen Eigenschaften des Wirkungkreises und das Kulturverfahren gleichfalls nicht ohne Einfluss auf die bakteriologische Flora bleiben.

Die Grenze der Tiefe der Durchdringens der Bakterien in den Boden kann man von 3 bis 5 Metern annehmen.

Wie sich die Flora und Fauna zur Tiefe hin verbreitet und in der Richtung vom Pole zum Aequator hin sich verändert, müssen die weiteren Untersuchungen zeigen.

Man kann auf diese Weise annehmen, dass die lebende Zone, oder die Biosphäre der Verwitterungsrinde in unseren Breiten von 2 bis 5 Meter tief durchdringt und dass sie im Zusammenhang mit den physikalisch geographischen Bedingungen des Ortes und des Charakters der Bodengründe verschieden variert, indem sie, augenscheinlich, zum Norden hin abnimmt und zum Süden zunimmt.

Da die Amplitude der Schwankungen der Rinde der Mineralverwitterung viel grösser sein muss als diejenige der organischen Verwitterung und da sie im hohen Norden einige Centimeter und im hohen Süden einige Hunderte von Metern erreicht, so muss die Zone der organischen Verwitterung, indem sie im hohen Norden in die Tiefe des Grundgesteines eindringt, eines von der Mineralverwitterungen fast unberührten Grundgesteines sich bemächtigen und auf dasselbe nur organisch einwirken, was noch keinen Bodenbildungprozess hervorruft und schafft.

Im hohen Süden dagegen stellt der in der Tiefe liegende von der Biosphäre unberührte Teil der Verwitterungsrinde das Produkt nur einer Mineralverwitterung vor, was auch keine Bodenbildung bedeutet.

Daraus ergibt sich, dass in den normalen, d. h. *in situ* gebildeten und sich in ähnlichen chemischen Bildungen befindender Böden, die Bodenschicht, die Bodenbildung und Bodenformation verschiedene Stadien der Entwickelung eines und desselben Bodens vorstellen, welche inbetreff der Zeit der Bodenbildung von verschiedenem Alter sind, und dass sie in der Richtung von den Polen zum Aequator hin allmählich aufeinander folgen, wobei sie von gleichem Alter inbetreff des Raumes sein müssen. Dasselbe muss auch auf den Bergen zur Höbe hin in normalen Bedingungen der Bodenbildung stattfinden.

Daraus sind auch die anormalen Böden, in der Art des alten Alluviums nicht ausgeschlossen. Was das in neuster Zeit gebildete Alluvium und das Delluvium anbetrifft, so kann man hier nur Bruchstücke der oben erwähnten Prozesse beobachten, am häufigsten jedoch fehlen sie vollkommen.

Daraus ist klar zu ersehen was man unter dem Boden verstehen muss.

Es ist ein oberflächlicher, humifizierter und bis zu einer gewissen Tiefe lebender und organisierter Teil der gegenwärtigen Verwitterungsrinde, welcher im Zusammenhange von dem physikalisch-geographischen Bedingungen des Ortes, wo er sich befindet, oder eine Bodenschichte, oder eine geformte und nach einem bestimmten Typus differenzierte Bodenbildung oder, endlich, eine Bodenformation vorstellt. Er hat sein abgesondertes Leben und seine Geschichte in Raum und Zeit.

Hiermit wird auch der Begriff des Unterbodens definiert.

Anfangs wurde der Unterboden, der Ansicht von TEER-SPRENGEL über den Boden gemäss, mit der Mineralschicht, welche niedriger als die humose liegt, identifiziert, wobei der Boden als das Produkt der Verwandlung des Unterbodens durch die Tätigkeit der Organismen aufgefasst wurde.

So einer Ansicht war fast die ganze Schule der russischen Bodenforscher, aber mit der Erweiterung des Begriffes des Bodens als einer Verwitterungsrinde, musste auch der Begriff des Unterbodens die entsprechenden Veränderungen erleiden.

In der Tat, der Begriff des Unterbodens wird kompliziert und erschwert, da die Bodenbildungsprozesse von der Oberfläche her oder auf das gleichartige Muttergestein, wie Löss und lösartigen unter dem Tschernosiom liegenden Lehm, oder auf die dem Bestande nach komplicierte Eisablagerung sich verbreiten können, wo der Lehm z. B. unter sich Sand hat und niedriger in Ton übergeht u. s. w., was bei den

meisten Böden des Nichttschernosiomgebietes der Fall ist, wohin auch die Böden von West-Europa gehören, und da die Mächtigkeit des Bodens in den Grenzen der Bodenschichte bis zur Bodenformation schwankte.

Es ist klar, dass man in diesem Fall nicht immer den Unterboden mit dem Muttergestein oder dem bildenden Gestein identificieren kann, sondern dass man unter dem Unterboden einfach das Grundgestein oder das Grundsubstrat zu verstehen hat, nur mit dem Unterschiede, dass der Unterboden nur allein von der organischen Verwitterung berührt sein kann, oder das Produkt einer Mineralverwitterung dort vorstellt, wo beide Prozesse der Verwitterungen nicht zusammentreffen.

Für den Agronomen mit seinen kultur-technischen Prinzipien ist die Vorstellung über den Boden viel einfacher. Die Humosphäre der Verwitterungsrinde bestimmt hier am besten den Boden. In diesem Falle setzen sich der Mineralboden und der Vegetabilboden (d. i. der Boden, welcher auf natürlichem Wege ohne Mitwirkung der Vegetation und der Boden, welcher durch Mitwirkung der Vegetation sich gebildet hat), der Wirkung des Kulturverfahrens seiten des Menschen aus und verwandeln sich auf der Oberfläche aus einem natürlichen in einen künstlichen Zustand durch die Bildung eines Kulturbodens mit dem Charakter der Erdhaltigkeit. Diese obere edle Schicht des Ackerlandes (Ackerboden, Ackererde, Ackerkrume), « dieser Rost » nach FELLOU, der in sich das Leben accumuliert, erscheint der Ort der Pflanzenbefestigung. Die unbearbeitete niedriger liegende Schicht eines Humusbodens wird die Urkrume sein, zu der auch der Uebergangshorizont (B) auf so einem mächtigen Humussubstrate, wie der Tschernosiom, gerechnet werden kann.

Die ganze noch tiefer liegende Masse, gleichartige oder ungleichartige, die also den Unterboden bildet, ist der Horizont der Verbreitung des Wurzelsystems. Darum ist es begreiflich, dass nach BEREND « in dem Ackerboden die Grenze zwischen der reinen und angewandten Wissenschaft liegt ».

Durch diese vereinfachte Ansicht über den Boden erklärt sich auch die Definition des Bodens von solchen Bodenforschern, wie WAHNSCHAFTE, FLEISCHER, TOMS, MILCH, FRÜHLING.

DEHÉRAIN in seinem « *Traité de Chimie agricole* » 1902, Seite 370) erklärt einfach den Boden, « comme un mélange de sable, d'argile, de chaux et d'humus » (où se développent des plantes).

Im Gegensatz zum Pedologen stellt der Agrolog sich den Boden nur als eine Masse der oben erwähnten Komponenten vor, dessen obere Schichte durch die Bearbeitung klumpenartig, locker und dann auch staubartig wird.

So ein Boden hat seine Geschichte, führt sein eigenes Leben und befindet sich temporär im Zustande der Gährung, wobei die Energie und der Charakter der in ihm sich abspielenden Prozesse vollkommen von der Jahreszirkulation der Atmosphäre, d. h. des Wetters, abhängt.

Die Momente seines Gleichgewichtes sind sehr schwankend und von kurzer Dauer, und die Dynamik selbst der Prozesse in dem bearbeiteten Bodens überragt stark diejenige des Bodens im natürlichen Zustande.

Wenn als Objekt des Erforschens für den Pedologen die lebende aber kompakte Masse der organisierten Verwitterungsrinde erscheint, deren Tiefe höchstens 5-6 Meter erreicht, so tut er recht, wenn er die Durchschnitte von verschiedener Tiefe

bis zu der oben erwähnten macht. Uebrigens spielen hier auch eine grosse Rolle die Grundgewässer.

Die Aufmerksamkeit des Agrologen aber ist auf das Erforschen der oberen lockeren Bodenschichte bis zu der Tiefe von 30 cm. gerichtet, wo gegen 75 % der Pflanzenwurzeln verbreitet sind.

Tiefere Durchschnitte, die ihn als ergänzendes Taxationsmaterial interessieren, können bis zu einer Tiefe von nicht mehr als 2 Metern zugelassen werden, bis wohin die Wurzeln der Kulturpflanzen durchdringen.

Die Durchschnitte von einer solchen Tiefe werden zum Zwecke einer wirtschaftlichen Taxation in Deutschland unternommen.

Die Interessen des Forstmannes stehen der Aufgabe des Agrologen näher; darum haben auch die Vertreter der Forstbodenkunde in Deutschland viel mehr für die reine Wissenschaft getan.

Da die Definition des Bodens, des Bodentypus, der Klassifikationen und der Aufgaben des Erforschens mit dem Charakter der Bodenproben, den Methoden der Bodenuntersuchungen im Feld und im Laboratorium und überhaupt der ganzen Organisation der Bodenuntersuchungen verbunden ist, so wäre es hier geeignet, zur Erwägung des Kongresses die Frage über eine internationale Organisation der Bodenuntersuchungen zur Ausarbeitung einer gesammten planmässigen Tätigkeit und zur Zusammenstellung allgemeiner Bodenkarten vorzulegen, wie es auf dem letzten internationalen Kongresse der Geologen der Fall war.

Es gibt in vielen Staaten geologische Anstalten, in deren Händen die geologischen Untersuchungen und teilweise die Bodenuntersuchungen conzentriert sind. Diese Anstalten, gleichwie auch einzelne zentrale Bodeninstitute, könnten in dieser Hinsicht auch der Mittelpunkt zur Entwickelung einer gesamten geplanten internationalen Tätigkeit werden.

Einen grossen Nutzen könnte hier auch das Institut: Société Internationale de Pédologie » bringen, welches bald in der Schweiz eröffnet werden soll.

Eine besondere Aufmerksamkeit verdient die Organisation und die Tätigkeit solcher Zentralanstalten, wie die Königliche Preussische geologische Landesanstalt in Deutschland, im Jahre 1873 gegründet, und das « Bureau of soils » am Departement der Agrikultur in den Vereinigten Staaten, welches im Jahre 1896 ins Lebens gerufen wurde.

Seit dem Jahre 1906 hat auch Rumänien sein bodengeologisches Institut (Institutul geologic al României), und nur Russland steht noch am Scheidewege.

Obgleich seit dem Anfange der Bodenerforschung hier die Entstehung im Jahre 1898 einer Bodenkommission an der Freiwillig-Ökonomischen Gesellschaft zu Petersburg verbunden ist, welche zum Zwecke die wissenschaftliche Zentralisation der Bodenuntersuchungen hatte und deren Präsident Prof. W. DOKUTSCHAEF war, ist seit der Zeit die Sache recht wenig vorgerückt. So entstand 1912 in Petersburg aus dieser Kommission das DOKUTSCHAEW'sche Bodenkomité, und im Jahre 1910 entstand in Moskau an der ältesten landwirtschaftlichen Gesellschaft ein anderes Bodenkomité, welches den Namen des Prof. SIBIRTZEW trägt.

Aber die Frage über die Centralisation aller Bodenuntersuchungen ist bis jetzt nicht gelöst.

Die von vielen als ein Zweig der Geologie angesehene reine Bodenkunde hat

bis jetzt noch nicht vollkommen ihren Wirkungskreis festgestellt, und die Benennung « Pedologie », welches von griechischen Worte, « πέδον » herstammt, drückt nicht ganz richtig die Vorstellung über den Boden aus, als über einen selbsständigen naturhistorischen Körper, um so mehr als hier dem Wortlaute nach eine Verwirrung sein kann, da das Wort « Pedologie » auch vom Worte « παῖς » stammen kann.

Schon THEOPHRAST setzte anstatt des Wortes « πέδον », welches im Epos nur den Boden unter den Füssen und Gebäuden bedeutete, das Wort « ἔδαφος » welches zum Benennung des wirklichen Bodens auch in der neu-griechischen Sprache gebraucht wurde, so dass der Gebrauch des Wortes Edophologie, anstatt des Wortes « Pedologie » richtiger und geeigneter erscheint.

Es würde die Biosphäre der Verwitterungsrinde, oder « Edaphon » von FRANCE bedeuten.

Die angewandte Bodenkunde oder die Agrologie leidet in dieser Beziehung noch mehr. Noch von HOMERS Zeiten her, diente zur Benennung des lockeren krumligen Boden das Wort χθών (von χέω giesse), welches dem Worte « ἔδαφος » entgegengestellt wurde. Αγρός, der erste Teil des Wortes « ἀγρολογία », bedeutet Feld, aber nicht Ackererde.

Sogar der Name Agrogeolog oder die auf dem III. Internationalen Kongress zu Prag gebrauchte Benennung « Agropedolog », bestimmt nur die Spezialität des Vertreters der reinen Bodenkunde. Das Wort « Agrogeolog », in dem Sinne als Agronom-Bodenforscher gebraucht, drückt diesen Begriff nicht aus, und es gibt für den Begriff « Agronom-Bodenforscher » kein passendes Wort.

Darum könnten die Benennungen Edopholog und Chtonolog besser diesen Begriff ausdrücken.

Dann wäre der Gebrauch des Wortes Chtonologie anstatt Agrologie noch passender.

Der gegenwärtige Kongress könnte auch in dieser Hinsicht seine autoritätvolles Wort sagen.

S. V. STCHUSSIEV. (*Bessarabie*). — **Conception du sol dans l'antiquité et dans les temps modernes.**

L'A. essaie de trouver une définition plus universelle et plus complète du sol au point de vue de la pédologie, en prenant comme caractéristique la vie, et considérant ainsi le sol comme une biosphère. Il fait pour cela des remarques soit sur la couche extérieure vitale du sol, soit sur les couches sous-jacentes. À la fin de son travail il propose de remplacer les dénominations d'agrogéologie, pédologie, agrogéologue, ou pédologue par celles de « édaphologie, et « édaphologue », tandis que les mots d'agrologie, agrologue, pourraient être remplacés par ceux de « tonologie » et « tonologue ».

S. V. STCHUSSIEV. (*Bessarabia*). — **Conception of the Soil in ancient and in modern Times.**

The Author tries to find a more universal and more complete definition of the soil from the point of view of soil science by taking life as a characteristic and thus considering the soil as a biosphere. To this purpose he makes remarks on the exterior vital layer of the soil and on the underlying layers, and at the end of his work he proposes to replace the denominations of agrogeology, soil science, agrogeologist or soil scientist by those of « edaphology » and « edaphologist », whilst the words agrology, agrologists might be replaced by those of « tonology » and « tonologist ».

FIN

R. UNIVERSITÀ DI ROMA
Facoltà di Economia e Commercio
N. 10575
BIBLIOTECA