79
S 80
827
827 - III - 92
Biblioteca USV Iasi
Y0008827A

CHIMIE AGRICOLA

DE

DR. HARALAMBIE VASILIU

Profesor de chimie agricolă

Biblioteca USV IASI

Vol. II.

TEORIA NUTRIȚIEI PLANTELOR AGRICOLE.

R. P. R.
INSTITUTUL AGRONOMIC IAȘI
Facultatea Agrotehnică
BIBLIOTECA CENTRALĂ

„TIPARUL MOLDOVENESC"
1938

INTRODUCERE.

Conform planului publicaţiei noastre arătat în volumul precedent, nutrirea plantelor agricole o tratăm în trei părţi, fiecare parte constituind un volum aparte:

1. Teoria nutriţiei plantelor. Vol. II.

2. Studiul mediilor, în care se desvoltă plantele: pământul şi atmosfera. Vol. III.

3. Ameliorarea mediilor pentru a le face cât mai favorabile desvoltării plantelor: îngrăşămintele şi lucrarea pământului Vol. IV.

Volumele vor fi de mărime neegală.

In prezentul volum tratăm teoria nutriţiei plantelor după planul următor:

1. Istoricul evoluţiei cunoştinţilor asupra nutriţiei plantelor.

2. Nutriţia plantelor cu chlorophyll.

a) *Studiul elementelor constitutive ale plantelor. Importanţa, rolul şi felul, cum şi le procură plantele.*

b) *Modul, cum se hrănesc plantele şi transformările de materii şi energie ce au loc dela germinaţie şi până la maturitate.*

c) *Studiul factorilor producţiunii vegetale.*

d) *Experienţele de vegetaţie.*

3. Nutrirea plantelor fără chlorophyll.

Biblioteca USV IAŞI

Istoricul evoluţiei cunoştinţelor asupra nutrirei plantelor.

Anticii ignorau complect modul, cum se nutresc plantele şi faptul e explicabil, căci ei îşi bazau concepţiile numai pe observaţie şi nu şi pe experimentare. Dacă geniile vechei Helade ar fi experimentat, cu siguranţă că omenirea ar fi avut altă soartă. Dacă ne gândim că balanţa a fost introdusă în chimie abia de 150 de ani de *Lavoisier*, ne dăm seamă cât de greu s'a decis omenirea să pornească pe calea experimentării. Progresul este datorit mai mult lui *Homo faber* şi mai puţin lui *Homo sapiens*.

După *Aristoteles* plantele sug hrana lor din pământ în formele, în care se găseşte în corpul lor. Această concepţie cu mici modificări a predominat mai bine de două mii de ani şi numai abia de o sută de ani a fost complect înlăturată.

In timpurile mai nouă minţi mai luminate emiteau idei mai apropiete de cele găsite de ştiinţa modernă, însă acestea rămâneau izolate, nu se puteau extinde împunându-se cercurilor mai largi, aşa că erau iarăşi uitate.

Intre aceşti *percursori* ai ştiinţei nutriţiei plantelor ce merită să fie amintiţi sunt următorii:

Petrus Crescentius, din Bologna, care pe la 1240 strânse cunoştinţele transmise dela Greci şi Romani şi cele practice cunoscute pe acea vreme asupra agriculturii într'un fel de enciclopedie agricolă, care la 1471 apăru tipărită sub titlul „de agricultura vulgare". Această lucrare apărută apoi în mai multe ediţii este socotită printre operele cele mai cunoscute asupra agriculturii.

Bernard Palissy, Francez, care a trăit dela 1489 — 1589 a expus în cartea sa „Traités des sels divers et de l'agricul-

Biblioteca USV IAI

ture", apărută în 1563, idei ce pot fi subscrise şi de un agronom de astăzi. Sarea face să vegeteze şi să crească toate seminţele. Dacă în loc să împrăştii uniform gunoiul pe câmp, îl pui în grămezi mici, îl leşi să stea câtva timp, ca ploile să-l spele şi apoi vei îndepărta gunoiul spălat şi vei ara şi semăna plante, acestea se vor desvolta mult mai bine în locul grămezilor, din cauză că ploile spălând gunoiul au dus sărurile în pământ, făcându-l mai fertil. Nu gunoiul de vite ca atare, ci sărurile din dejecţiuni şi din paiele din aşternut lucrează favorabil asupra pământului. Dacă se cultivă plante mai mulţi ani în şir pe acelaş teren, acesta va fi epuizat de săruri. Prin gunoire se restitue pământului aceste săruri. Când vorbim de săruri, spune Palissy, nu ne gândim la sarea comună, de bucătărie, ci la sărurile vegetative.

Van Helmont, Belgian (1577 — 1644) a executat următoarea experienţă, rămasă renumită, ca prima experienţă de vegetaţie:

„Am luat uu vas, în care am pus 200 pfunzi pământ uscat în cuptor şi după ce l'am umectat cu apă de ploaie, am plantat un pui de răchită ce cântăria 5 pfunzi. Vasul n'a primit nimic altă ceva, decât apă de ploaie, sau apă distilată, când era nevoie de udat. Ca să se 'mpedice venirea în contact al prafului, vasul era acoperit cu un capac de tablă fin găurită. După exact 5 ani am scos copacul din vas şi cântărindu-l am găsit 169 pfunzi şi 3 uncii. Am scos şi pământul şi după uscare l'am cântărit din nou şi am găsit tot 200 pfunzi, lipsind numai 2 uncii. Cei 164 pfunzi lemn, coajă şi rădăcini nu putea să rezulte decât din apă".

Cu cunoştinţele noastre de astăzi putem uşor face critica. Experienţa a fost exact executată, dar concluzia a fost greşită, căci se negligease doi factori, aerul şi rolul celor două uncii ce lipseau. Primul a dat anhidrida carbonică, iar cele două uncii lipsă reprezentau materiile minerale intrate în plante.

Contrar concepţiei lui Aristoteles, după care apa serveşte numai de vehicol pentru a transporta componentele

Biblioteca USV IAŞI

plantei din pământ în interiorul ei, Van Helmont conchide că substanţele compunătoare ale plantei rezultă din apă.

Boyle, Irlandez, (1628 — 1691) controlă experienţa lui Van Helmont cu mai multe plante, între care şi cu bostani şi ajunse la aceleaşi concluziuni.

Malpighi, Italian, (1628 — 1694), Creatorul anatomiei microscopice, s'a ocupat şi cu nutrirea plantelor. După dânsul sucul supt prin rădăcină din pământ este prelucrat în componentele plantelor numai în frunze. Tot el demonstră că plantele, ca şi animalele, au nevoie de aer pentru respiraţie.

Mariotte, Francez, (1620 — 1684) arătă că plantele sunt compuse în cea mai mare parte din apă şi numai din puţine alte substanţe, pe care le sug din pământ şi apoi le transformă în componentele lor. Şi el scoate în evidenţă importanţa respiraţiei pentru plante.

Concepţiile lui Malpighi şi Mariotte zdruncinară, fără însă a răsturna concepţia lui Aristoteles, după care plantele absorb componentele lor ca atare din pământ.

Woodard, Englez, publică în 1699 un memoriu asupra unor experienţe făcute de dânsul cu mintă în medii apoase cu apă însă de diverse proveniente, distilată, de isvor, de râu, de canal etc. şi găsi că producţia e cu atât mai mare, cu cât apa e mai impură. După dânsul apa ia cu dânsa unele componente ale pământului, ce bine'nţeles sunt în cantitate cu atât mai mare, cu cât ea e mai impură şi evaporându-se prin frunze, lasă acele componente ce sunt asimilate plantei. El trage concluzia că substanţa uscată a plantei rezultă din pământ şi nu din apă.

Hales, Englez, (1677 — 1761) arată că rolul frunzelor e mai ales să servească la transpiraţie, că rădăcinele absorb apă cu materii hrănitoare din pământ şi că din acestea şi din componentele aerului se formează substanţa plantei. Hales deci cel dintâi arătă importanţa aerului pentru nutrirea plantelor.

Duhamel du Monceau, Francez, (1700—1781) încercă să studieze nutrirea plantelor şi din punct de vedere chimic. Analiză cenuşa, fu între cei dintâi ce cultivară plante în

Biblioteca U.A.S.M.

medii apoase, dar, după cum spune I. Sachs, făcu multe experienţe bune, dar trase concluzii greşite.

Lavoisier, marele chimist francez, (1743—1794) prin descoperirile lui, a cauzei combustiilor, a respiraţiei, a legei conservării materiei, precum şi prin altele în legătură cu chimia organică şi fiziologia a influenţat mult concepţiile din timpul lui asupra nutriţiei plantelor. Dar şi el singur s'a ocupat cu studiul nutriţiei plantelor, ajungând la rezultate foarte importante, care însă din cauza morţii lui pe eşafod în timpul revoluţiunii franceze (1794) n'au fost date publicităţii. Abia mai târziu manuscrisul în chestiune a fost găsit printre hârtiile rămase şi numai în 1860 a fost publicat. Acel manuscris conţinea idei aproape, ca şi cele de astăzi. De pildă: „Vegetalele iau din aerul ce le încunjoară, din apă şi în general din regnul mineral materialele necesare organizaţiei lor". „Animalele se hrănesc direct, sau indirect, cu vegetale şi prin urmare materiile ce le formează sunt în definitiv tot din regnul mineral. Fermentarea, putrefacţia şi combustia redau necontenit aerului atmosferic şi regnului mineral principiile împrumutate de plante şi animale". Etc.

Dacă astfel de idei documentate de Lavoisier ar fi fost date publicităţii în timpul vieţei, cu siguranţă că ştiinţa nutriţiei plantelor ar fi progresat mult mai repede.

Charles Bonnet din Geneva (1720—1793) stabili pentru prima dată degajarea unui gaz, când plantele verzi sunt expuse la lumină, însă nu-şi dădu seamă de importanţa acestui lucru pentru nutrirea plantelor.

Priestley (1733—1804) făcând experienţe cu mintă trase concluzia „că plantele în loc să influenţeze aerul în aşa fel ca şi respiraţia animală, fac atmosfera curată şi sănătoasă, când aceasta a devenit viciată de animale prin vieţuire, respiraţie, moarte sau putrefacţie. Dar nici el necunoscând rolul luminei nu-şi putu da seamă de importanţa rezultatelor lui pentru nutrirea plantelor.

Ingen Housz, Olandez (1739—1799) după numeroase experienţe ajunse la concluzia că numai plantele verzi sunt în stare să degaje aer deflogisticat, adică oxigen, şi numai la lumină, pe când la întuneric dau aer tot nesănătos. Mai găsi

Biblioteca I.A.N.I.A.S.

apoi că o semânță încolțită sau o plantă mică nu se poate desvolta și moare în orice fel de gaz, în care animalele nu pot trăi, și deci își dădu seamă de importanța respirației pentru plante. Planta verde ia din aer un component gazos, din care cu ajutorul luminei fabrică substanța organică degajând aer deflogisticat; care-i componentul gazos din aer întrebuințat, el nu poate spune cu siguranță.

Senebier din Geneva (1742—1809) arătă că componentul gazos, din care se degajă O, e anhidrida carbonică și procesul are loc prin reducere cu ajutorul luminei. El admitea însă că plantele iau anhidrida carbonică nu din aer, ci din pământ prin rădăcină, socotind și el deci humusul ca unică sursă de carbon pentru plante.

De Saussure din Geneva (1767—1845) în urma a numeroase experiențe publicate în opul său „Becherches chimiques sur la végétation, 1804", făcute asupra germinației, asimilației carbonului, respirației plantelor, humusului, asupra cenușei plantelor, a absorbției soluțiilor saline de rădăcini etc. a clarificat foarte mult nutriția plantelor. El stabili că substanța organică a plantelor e sintetizată din anhidridă carbonică din aer și apă eliminându-se O cu ajutorul luminei. Pământul dă numai relativ puțină substanță, față de masa vegetală produsă. Plantele își procură azotul necesar nu ca azot liber din aer, în care se găsește în proporție de 4/5, ci ca azot combinat din pământ. Ele absorb elementele din cenușa lor tot din pământ și nu proporțional, cum se găsesc în acest mediu, ci cum au nevoie. El arătă apoi importanța pentru plante a elementelor din cenușa lor în special a fosforului și a metalelor alcaline. In rezumat putem spune că De Saussure schiță principiile nutriținii plantelor, aproape așa cum sunt admise de știința modernă. Bine'nțeles că ulterior cercetătorii au complectat și au modificat concepțiile sale, dar nu esențial.

Ne-am aștepta, ca în urma cercetărilor lui De Sanssure știința nutriției plantelor să fi fost clarificată, vechea concepție a lui Aristoteles să fi fost definitiv înlăturată și pe noile baze să fi avut loc desvoltarea mai departe a științei.

Lucrurile însă s'au desfăşurat altfel. Mulţi cercetători aduseră sprijin puternic şi concepţiei vechi. *Hassenfratz* (Paris) susţinea că plantele se hrănesc cu materia neagră din pământ şi că ar fi imposibil, ca carbonul din plante să rezulte din aer, cum susţin unii cercetători, de oare ce se găseşte în aer în cantităţi negligeabile. *Wallerius* (1791), Profesor de chimie la Upsala, ajunse la concluzia că humusul, fiindcă e omogen, e sursa, din care se hrănesc plantele. *Earl de Dundonald* (1795) atribuie tot humusului principalul rol. Procesul absorbţiei Carbonului din pământ fac insolubile substanţele organice din acesta şi inutile pentru plante, iar calcarul, materiile alcaline şi alte săruri le fac din nou solubile şi utilizabile. Unii cercetători au susţinut că materiile minerale ajung numai accidental în plante; ele au ajuns cu apă din pământ în acestea şi apa evaporându-se prin frunze ele au rămas. Alţi cercetători au susţinut că materiile minerale sunt create de forţa vitală a plantelor. Aşa Kirvan (1796) scrie: „Se pare că materiile alcaline sunt un produs al procesului de vegetaţie, că ele nu se găsesc de loc, sau foarte puţin în pământ şi în apă de ploaie".

In aceste împrejurări nu ne surprinde mult faptul că în anul 1800 *Academia de ştiinţi din Berlin* a pus la concurs următoarea chestiune: „De ce natură sunt materiile pământoase pe care prin descompunere chimică le găsim în diverse cereale? Intră în aceste ca atare, sau sunt produse prin acţiunea organelor vegetaţiei?" şi a atribuit premiul lucrării lui Schrader şi Neumann care ajungeau la concluzia: „că componentele pământoase şi metalice din cereale nu intră ca atare, ci sunt produse de forţa vitală şi de acţiunea organelor vegetaţiei"...

Concepţia lui Aristoteles ş'a trăit încă zilele ei bune şi mulţi ani după 1800 sub numele de *Teoria humusului*, susţinută de mulţi învăţaţi de vază în frunte cu Thaer, „Părintele agriculturii raţionale germane", (1752 — 1828). Humusul e prrincipala hrană a plantelor, materiile minerale sunt numai amendamente, având rol cu totul secundar, numai de a favoriza intrarea humusului în plante. Ingrăşarea cu gunoi de vite are de scop îmbogăţirea pământului în humus. Sa-

Biblioteca USAMV

vanți ca *Berzelius*, *Gay-Lussac* acceptară teoria humusului, iar *Humphry Davy* în cartea sa de chimie agricolă (1813) o susține. „Or fi plante, care iau și ceva carbon din anhidrida carbonică din aer, dar în general plantele se hrănesc prin rădăcină; uleiurile conținând C și H sunt îngrășăminte bune, funinginea de asemeni, calciul e bun, căci ajută la solvirea materiilor din pământ greu solubile, urina descompusă e mai puțin bună, decât cea proaspătă etc".

Ne dăm seama că teoria humusului acceptată aproape de unanimitatea învățaților timpului nu putea fi răsturnată așa de ușor de rezultatele experiențelor lui De Saussure. Acestea fură puțin cunoscute și încurând date uitării și câteva decenii trecură până când *Sprengel* reluă chestiunea. Rezultatele experiențelor lui publicate în 1837 arătară că „plantele produc din substanțe anorganice din pământ și din aer cu ajutorul luminei, căldurii, electricității și apei corpurile lor organice". Deși concepția lui Sprengel, era cea mai clară până în acel timp asupra nutriției plantelor, tot nu găsi răsunet; dovadă fiind cartea de chimie agrîcolă scrisă de Schübler și Krutzsch și publicată în 1838. în care se arată că humusul e totul pentru nutrirea plantelor, iar că materiile minerale au un rol cu totul secundar.

Biblioteca U.S.V. IAȘI

In aceste împrejurări apare cartea marelui chimist german *Liebig* intitulată „chimia organică aplicată la agricultură și fiziologie" (1840). Deși el se baza mai mult pe experiențele altor cercetători, decât pe ale sale proprii și deși spunea lucruri, pe care le au spus și alții mai înainte, dar prin felul prezentării chestiunilor, prin argumentarea sa strânsă și judicioasă, prin autoritatea sa științifică și prin impetuositatea sa, cartea fu ca o revelație și provocă mare sensație în cercurile științifice și practice. El calculă că carbonul humusului din pământ e insuficient pentru a da timp îndelungat carbon în recolte, că mai întâi trebuia să fi existat planta pentru a produce humusul și nu invers, că prin culturi humusul din pământ nu numai că nu scade, dar de multe ori sporește, că păsunele și fânețele produc necontenit masă vegetală, fără ca solul lor să primească materie organică înda-

rât şi însfârşit că natura anorganică oferă vegetalelor primele surse de alimentaţie. In acelaş timp atăcă violent mai ales pe fiziologii vegetali. „Toate explicaţiile chimiştilor trebue să fie fără nici o valoare, căci pentru marile genii în fiziologie, anhidrida carbonică, amoniacul, acizii şi bazele sunt sunete fără nici o însemnătate, cuvinte fără sens etc". „Experienţele fiziologilor sunt inutile... şi cel mult pot provoca milă". Etc.

Bine 'nţeles că ieşirea lui Liebig provocă reacţiune. Intre cei ce-l atacară fură Hluber, Mohl, Schleiden, Mulder, Wolff, Schulze, Walz etc şi dispute violente se încinse, care se terminară cu triumful ideilor lui Liebig.

Când Academia de Ştiinţi din Göttingen în 1838 puse la concurs o chestiune asemănătoare cu cea pusă de Academia din Berlin în 1800, „dacă aşa zisele elemente anorganice, ce sunt găsite în cenuşa plantelor, şi atunci se găsesc în plante, când nu le sunt date şi dacă acele elemente sunt componente aşa de esenţiale ale organismului vegetal, că acesta are absolută nevoie pentru o desvoltare complectă", fu premiată lucrarea lui Wiegmann şi Polstorff (1842) cari conchideau că „creşterea plantelor e împedicată şi aproape oprită, de'ndată ce oarecare cantitate de componente anorganice nu se găsesc în pământ".

Şi alţi cercetători se raliară punctului de vedere al lui Liebig, vocile contrare amuţiră tot mai mult, aşa că se poate spune că la 1850 concepţia lui Aristoteles ce trăise aproape 2200 de ani, fusese înmormântată, rămânând în fiinţă concepţia nouă.

Ne oprim aici cu istoricul evoluţiunii cunoştinţelor asupra nutriţiei plantelor. De atunci se ţin lanţ studiile şi descoperirile făcute de chimişti agricoli, fiziologi vegetali şi alţi oameni de ştiinţă în toate ţările civilizate, clădindu-se ştiinţa nutrirei plantelor, aşa cum se prezintă astăzi. Restul istoricului va fi făcut la fiecare capitol şi la fiecare chestiune ce ne va preocupa.

Biblioteca USAMV Iaşi

I.

TEORIA NUTRIȚIEI PLANTELOR VERZI.

ELEMENTELE AFLĂTOARE IN PLANTE.

ROLUL ȘI MODUL, CUM ȘI LE PROCURĂ PLANTELE.

Știm că plantele sunt compuse din apă și substanță uscată, că substanța uscată e compusă din substanță organică și substanță minerală și că substanța organică e compusă din materii albuminoase, materii grase, hidrați de carbon, materii incrustante și alte materii organice în cantități mici. Știm apoi că mat. albuminoase sunt constituite din C, H, O, N, S și uneori P. că cele grase sunt constituite din C, H și O, că hidrații de carbon și materiile incrustante sunt constituiți din C, H și O iar materiile organice în cantități mici din C, H, O, N, S și P. Prin urmare substanța organică a plantei conține C, H, O, N, S și P; când planta uscată arde, C, H, O și N se degajă în aer ca CO^2, H^2O și N, iar S și P împreună cu celelalte elemente rămân în cenușă. Cenușa pe lângă SO^3 și P^2O^5, mai conține SiO^2, Cl, K^2O, Na^2O, CaO, MgO, Fe^2O^3, apoi mai rar, sau în cantități mai mici, F, I, Al și Mn, precum și alte multe elemente în cantități mici, sau accidental, pe care le vom arăta, când vom vorbi despre elementele din cenușă.

Pentru a ne face o ideie aproximativă de compoziția chimică a plantelor, dăm pe pagina următoare două mici tablouri.

Un tablou arătând componentele brute a câtorva producte agricole vegetale mai importante. (Tablou No. 1)

Și un altul cu compoziția chimică a cenușei câtorva producte agricole vegetale. (Tablou No. 2)

Biblioteca USAMV

TABLOU No. 1	Apă	Prot. brut.	Grăs. br.	Cel. br.	S. extr. f. azot	Cenuşă br.
Grăunţe de cereale	13-15%	8-15%	1,4-5,6%	1,5-15%	50-78%	0,8-8%
„ „ legum.	14-15%	22-40%	1,5-17,5	3,4-20,1	14,4-50	1,1-4,7
Seminţe oleaginoase	7-11	20-30	25-50%	6-28%	12-26	1,8-7,4
Paie de cereale	14,3-15	2,7-6,5	1,2-2,3	30-45	31-36	5-10
„ „ legum.	14-16	8-14	1,1-2	26-45	30-39	5-10
„ „ oleaginoase	16	5-6	1,2-1,4	30-40	34-39	5-10
Fân de graminee	14-16	7,5-13,5	2,1-3,4	20-33	37-43	5-10
„ „ legum.	15-16	10-22	1,5-3,6	20-33	30-42	5-10
Sfecle de nutreţ	88-90	1,1-1,3	0,1	0,8-1,0	7-11	0,9-1,4
Cartofi	75	1,9	0,1	1,5	21,4	0,7

TABLOU No. 2	SO^3	P^2O^5	SiO^2	Cl	K^2O	Na^2O	CaO	MgO	Fe^2O^3	Total
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Grăunţe de grâu	0-0,2	*1,00*	0,03	0,01	*0,65*	0,04	0,06	0,26	0,01	2,2
„ „ porumb	0,02	*0,68*	0,33	0,02	*0,42*	0,03	0,03	0,23	0,02	1,51
„ „ bob	0,9	*1,38*	0,03	0,06	*1,52*	0,05	0,17	0,25	0,02	3,57
„ „ fasole	0,13	*1,14*	0,02	0,03	*1,42*	0,05	0,22	0,25	0,01	3,22
Seminţe de rapiţă	0,26	*1,69*	—	—	0,87	—	0,59	0,53	0,02	3,97
Fân de graminee	0,36	0,49	*2,01*	0,43	*1,86*	0,26	1,11	0,48	0,11	6,98
„ „ trifoi	0,21	0,67	0,16	0,27	2,10	0,14	2,41	0,74	0,07	6,83
Paie de grâu	0,13	0,26	*3,63*	0,09	0,73	0,07	0,31	0,10	0,03	5,37
Strujeni	0,28	0,44	1,54	0,08	1,44	0,06	0,58	0,30	0,12	5,33
Cartofi	0,25	0,65	0,08	0,12	*2,28*	0,10	0,10	0,18	0,05	3,77
Sfecle de zahăr	0,15	0,42	0,07	0,20	*2,13*	0,39	0,21	0,29	0,04	3,87

Biblioteca U.S.V. Iaşi

Substanța uscată a plantei conține aproximativ 48% C, 6.4% H, 40% O, 1,5% N și 4% cenușă, ce conține S, P, Si, Cl, K, Na, Ca, Mg, Fe totdeauna, iar altele mai rar, sau în cantități foarte mici. In cenușă, după cum se poate vedea și din micul tablou, se găsesc în cantități mai mari P și K, apoi Ca și Si, iar celelalte elemente în cantități mai mici.

Să vedem, care din aceste elemente sunt indispensabile pentru plante și cum și le procură plantele.

Vom trata mai întâi elementele din partea plantei, care arde și apoi pe cele din cenușă.

A.

Elementele din partea, care arde, a plantei.

1.

CARBONUL

Carbonul constituind mai bine de jumătate din substanța organică a plantelor este bine înțeles absolut indispensabil. Mai greu a fost până s'a găsit modul, cum plantele își procură carbonul și în micul istoric ce l'am dat în capitolul precedent, am arătat, cum au evoluat concepțiile dela Aristoteles până în prezent, când s'a stabilit definitiv că plantele își procură aproape tot carbonul lor din anhydrida carbonică din aer prin așa zisă *asimilație a carbonului, sau asimilația chlorophyllianâ.*

Biblioteca USV IAȘI

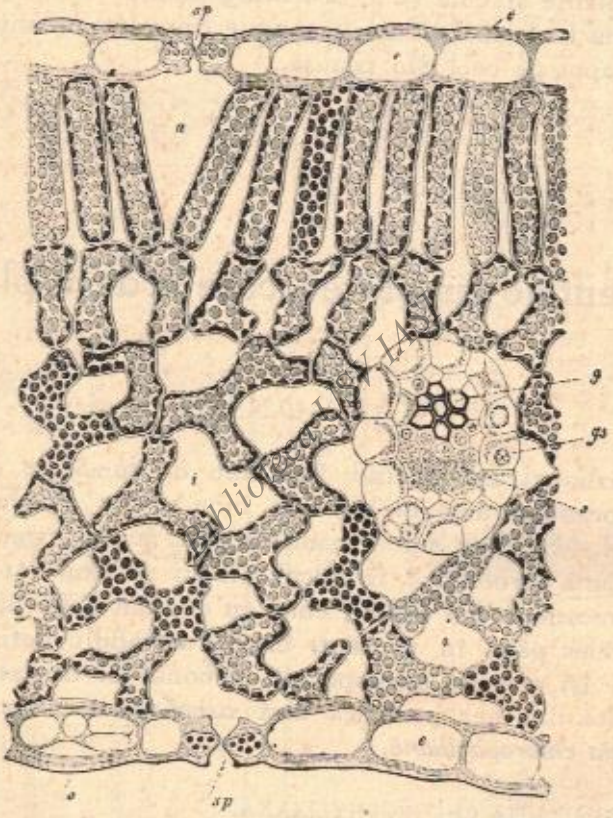
ASIMILAȚIA CHLOROPHYLLIANĂ.

Ca la orice preparație de laborator, sau fabricare, și la apația asimilației clorofiliene este nevoie de un aparat, unde să se facă operația, de un material, care să se prelucreze și de o energie ce trebue să fie cheltuită. Aparatul este grăuntele de clorofil, materialul e CO^2 din aer, iar energia este cea solară. Să tratăm pe rând pe fiecare.

Grăuntele de Chlorophyll.

Figura următoare ne reprezintă o secţiune într'o frunză văzută la microscop, în care sus se vede ţesutul palisadic, jos ţesutul spongios, apoi epiderma, stomatele şi fascicolul libero-lemnos.

In pătura superficială de protoplasmă, de sub membrana celulelor asimilătoare se găsesc înglobate grăunţele de



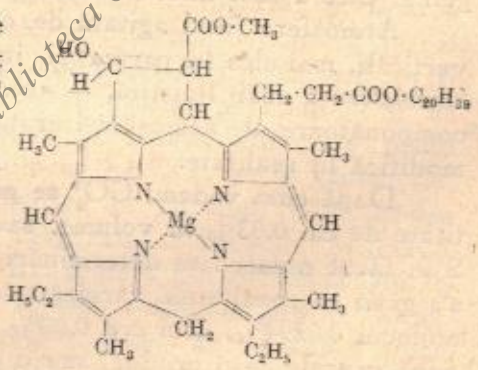
Epiderma *e*, stomatele *sp*, cavitatea respiratorie *a*, spaţiile intercelulare *i*, fascicolul libero (*s*) — lemnos (*g*) cu teaca de parenchym L. S. (După Sachs)

clorofil, s'au chloroplastele. Ele sunt mai numeroase în celulele din ţesutul palisadic, ceva mai rari în cele din ţesutul spongios şi mai rari în cele din tulpini, fructe etc. grăunţe-

le de clorofil au dimensiuni dela 5—7 μ și sunt ovale, turtite, cu o față convexă spre exterior și alta concavă spre interior.

Se poate prepara clorofil aproape curat, dacă se iau frunze de urzică, se usucă, se mărunțesc, se tratează cu acetonă lăsându-se să stea câtva timp și soluția verde se tratează cu eter de petrol. Se precipită clorofilul, obținându-se după filtrare și uscare ca o pulbere albastră închisă, compusă din cristale foarte mici.

In cloroplast pe lângă clorofil se mai găsesc încă alte două materii colorante, una gălbie xanthophyllul și alta portocalie carotinul. Clorofilul se găsește în frunzele proaspete în cantitate de c.a 2.72‰ și este un amestec de doi componenți, unul *a* în cantitate de c.a 2‰, verde albăstriu și altul *b* c.a 0.75‰, verde curat. Clorofilul *a* are formula $C^{55}H^{72}O^5N^4Mg$, iar *b* $B^{55}H^7O^6N^4Mg$, al doilea având doi atomi de H mai puțin și un atom de O mai mult, decât primul. Formula clorofilului conține nuclei pyrrolici și un atom de Mg legat cu 4 atomi de N și după Willstaetter și Stoll e următoarea:



Clorofilul în grăunțele de clorofil e amestecat într'o plasmă lipoproteică, după unii cercetători ca două coloide, după alții ca combinație fie la gruparea lipoidică, fie la cea proteică. Ultima părere este mai probabilă.

La ultramicoscop grăuntele de clorofil se prezintă, ca și protoplasma, optic vid, slab colorat în verde.

Anhydrida carbonică.

După cum se știe, aerul are următoarea compoziție chimică în volume: Azot 77.08%, Oxigen 20.75%, Argon 0.93, Hidrogen 0.004%, Heliu 0.0005%, vapoare de apă 1.20%, anhidridă carbonică 0.03%. Apoi cantități mici de compuși de

Biblioteca USAMV IAȘI

ai azotului cu O și H, precum și cantități foarte mici de alte gaze nobile, pe lângă Argon.

Dacă am admite că aerul ar sta liniștit, atunci gazele mai grele ar trebui să se lese mai jos și cele mai ușoare să se ridice mai sus. *Humphrey* și *Wegener* au socotit că în aceste condițiuni atmosfera la diferite înălțimi ar trebui să fie constituită astfel:

Înălțime	0 km	15 km	20 km	30 km	40 km	50 km	100 km
Azot . . .	78.1	79.5	81.2	84.2	86.5	87.5	3.0
Oxigen . . .	20.90	19.7	18.1	15.2	12.6	10.3	0.0
Argon . . .	0.937	0.8	0.6	0.3	0.2	0.1	0.0
Hidrogen . .	0.0033	0.0	0.0	0.2	0.7	2.9	96.4
Heliu . . .	0.0005	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	4.0
CO^2. . . .	0.03	0.02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

După observațiile spectroscopice în părțile superioare ale atmosferei s'ar mai afla un gaz mai ușor și decât Hidrogenul, care a fost numit *Geocoronium*.

Atmosfera fiind agitată de curenți de aer orizontali și verticali, mai ales în partea ei inferioară, în *troposferă* — *stratosfera* e mai liniștită, — această aranjare a gazurilor compunătoare ale atmosferei aratată în tabloul precedent, se modifică în realitate.

După cum vedem, CO^2 se găsește în atmosferă în cantitate de ca. 0.03% în volume, sau de 0.035% în greutate. S'au făcut numeroase determinări de CO^2 în atmosferă și s'a găsit că rezultatele variază între 0.0243%, și 0.0360%, în mijlociu 0.0294%, deci c. a 0.03% din aer. După cum predomină cauzele ce o produc, sau o descompun, cantitatea ei e mai mare sau mai mică. Vara o să găsească mai puțin, decât iarna, ziua mai puțin decât noaptea, în orașe mai mult decât la țară, deasupra semănăturilor, la suprafața pământului mai mult decât pe înălțimi, în regiunile înghețate mai puțin etc.

Metodele pentru dozarea anhidricei carbonice din aer și rezultatele obținute sunt foarte importante din punct de

Biblioteca U.S.V. IAȘI

vedere științific, dar din punctul nostru de vedere, agricol au importanță secundară și de aceea nu ne oprim mult asupra acestor lucruri.

Care-i cantitatea totală de CO^2 din atmosferă ?

Am putea-o calcula în modul următor: 1 kg. aer ar conține 0.35 g. CO^2, iar 1.033 kg. aer, cât corespunde la 1 cmp de suprafață a pământului 0.36 g CO^2, dacă acest gaz s'ar găsi răspândit în mod uniform în aer. In acest caz s'ar găsi în întreaga atmosferă 5 10. 10^6. 10^6. 10^4. 0.36g = 1836.10^{12} kg sau 1836 bilioane kg. CO^2. Anhidrida carbonică fiind mai grea, se găsește după cum vedem și în tablou în partea inferioară, mai ales în primii 10 km ai troposferei, deci o să se găsească în cantitate mai mică decât numărul calculat de noi mai sus. Diverși autori evaluează în mod diferit cantitatea de CO^2 din atmosferă; cei mai mulți o dau că ar fi 2100 bilioane kg, alți 1530, alții 1365 etc. Noi credem că ar fi c.a 1500 bilioane kg, deci inferioară lui 1836 kg potrivit socotelei noastre de mai sus.

Cantitatea aceasta nu este așa de mare, cum s'ar părea. Sachs a făcut următoarea socoteală. O plantă de floarea soarelui cu suprafața frunzelor de 1.5 mp asimiliază pe zi 50 g CO^2, pe lună c.a 1 kg. Admițând că tot uscatul ar fi acoperit cu floarea soarelui — o plantă pe 1 mp — și ar asimila ne întrerupt cu aceeaș intensitate, atunci se poate ușor calcula că cele 2500 bilioane kg CO^2, ce se găsesc după Sachs în atmosferă, ar dispăre în 20 luni. Bine 'nțeles că aceasta este o socoteală exagerată. Schroeder evaluând la 2500 kg cantitatea de C fixată de 1 Ha pădure, la 1700 kg pentru 1 Ha semănătură și la 140 — 700 kg pentru stepă, ajunge la concluzia că plantele terestre ar consuma anual 60 bilioane kg. CO^2; cele marine ar consuma 0.5 bil. kg CO^2. Dacă n'ar fi procese de punere în libertate a anhidridei carbonice, după 25 ani viața ar trebui să înceteze pe pământ, căci tot C ar fi imobilizat în plante.

In natură sunt însă și procese de punere în libertate a anhidridei carbnnice. Credem util să trecem în revistă atât procesele de ficsare ale anhidridei carbonice, cât și pe cele de punere în libertate a ei.

Biblioteca ISSA

Procese de punere în libertate a anhidridei carbonice, deci de îmbogățire a atmosferei cu acest gaz.

a) Arderea materiilor combustibile în fabrici și gospodării.

b) Respirația oamenilor și animalelor; un om produce zilnic c.a 900 g CO^2 și celelalte animale domestice și sălbatice produc după mărime; apoi respirația plantelor.

c) Descompunerea resturilor de plante și animale; descompunerea humusului datorită microorganismelor.

d) Emanațiunile vulcanice.

e) Degajarea de CO^2 din apa mărilor. Oceanul mondial conține în soluție liberă sau combinată cu carbonați o cantitate de CO^2 de 50—100 ori mai mare decât cea din atmosferă. Dupr cum se știe un litru apă la 15° și la presiunea atmosferică solvește cam tot atât CO^2, cât se găsește în un litru aer, adică 0.3 g. La temperaturi mai joase mai mult, la presiuni mai mari iar mai mult, la temperaturi mai înalte și presiuni mai mici, mai puțin. Între atmosferă și apele oceanului mondial s'a stabilit un echilibru ce caută să se mențină; dacă CO^2 din atmosferă se împuținează, deficitul este acoperit de CO^2 din mare, și dacă cantitatea de CO^2 din atmosferă sporește, surplusul se solvește în mare. Marea deci este un imens rezervor de CO^2, putând da, sau absorbi CO^2 din atmosferă după împrejurările de presiune, temperatură și conținut în CO^2 a atmosferei.

Procese de ficsare a anhidridei carbonice și deci de sărăcire a atmosferei în acest gaz.

a) Asimilația chlorophyliană.

b) Solvirea anhidridei carbonice în apele rezultate din precipitațiunile atmosferice și ducerea ei solvită ca atare sau ca bicarbonați în mare. După Clarke apele fluviale duc anual în mare un bilion de kg CO^2; dacă ar exista numai procesul acesta, atunci în 2500 ani aproape tot CO^2 din atmosferă și din pământ ar fi dus în mare, dar condițiunile de solubilitate a acestui gaz nepermițând o acumulare prea mare, cam tot atât cât aduc apele fluviale marea restitue atmosferei și numai o parte mai mică datorită or-

Biblioteca Centrală

ganismelor din mare se separă ca carbonat de calciu şi magneziu.

Diverşi autori, Engler, Schroeder, Wagner etc au căutat să stabilească bilanţuri numerice, care, bine'nţeles, nu pot fi nici precise şi nici complecte. Dăm un astfel de bilanţ:

Degazaje de CO^2	Bil. kg.	Bil. kg.	Ficsare de CO^2	Bil. kg.
Ardere de combustibile	4	→ CO^2 din atmosferă 1500 ←	Asimilaţia clorofiliană	60
Respiraţia omenească	1	→ →	In apele fluviale	1
Respiraţia animalelor	4	→ →	In apele mărilor	?
Descomp. resturilor de pl. şi animale, a humusului etc.	?	→		
Emanaţiuni vulcanice	?	→		
Degaj. de CO^2 din mare	?	→		

Se vede de aci că carbonul face două circuite:

Unul: Carbonul din anhidrida carbonică liberă din atmosferă trece prin plante, animale şi pământ, ca apoi iar redevenit în formă de anhidridă carbonică liberă să se reîntoarcă în aer.

Altul: anhidrida carbonică din atmosferă şi din pământ merge cu apele fluviale în mări, din care se degajă iar în atmosferă.

Prin *circuitul carbonului* se 'nţelege îndeobşte primul circuit.

Anhidrida carbonică din aer intră prin stomate în frunze, se răspândeşte prin spaţiile intercelulare, e absorbită prin membranele celulelor de către protoplasmă şi prin curenţii superficiali ai acesteia e dusă la grăunţele de clorofil, în care după absorbţie e prelucrată. Ne-am aştepta că fenomenul să se prezinte în modul următor: după ce CO^2 din spaţiile intercelulare în urma absorbţiei de către celule a devenit în cantitate mai mică, decât în aerul exterior frunzei, prin difuziune o nouă cantitate de CO^2 din aer să între

Biblioteca USV IAŞI

prin stomate până la restabilirea echilibrului. Ne dăm seamă că în felul acesta ar intra puţină CO^2 în frunze, căci suma suprafeţelor stomatelor unei frunze fac numai c.a 0.9% din acea a frunzei.

Blackman a găsit experimental că suprafaţa unei frunze absoarbe c.a 50% din cantitatea de CO^2 absorbită în acelaş timp de o suprafaţă egală a unei soluţiuni concentrate de KOH, se comportă deci aşa fel, ca şi cum nici n'ar exista epiderma frunzei.

Brown şi Escombe au studiat difuziunea gazelor prin găuri mici, aşa zisa *„difuziune prin multiperforata septa"* şi a găsit experimental, că intensitatea difuziunei prin găuri fine nu e proporţională cu suprafaţa, ci cu raza lor. Să presupunem că avem două găuri cu diametrele de 0.02 şi 0.002 mm; suprafeţele lor vor fi 0.000314 şi 0.00000314 mmp. Intensitatea difuziunei fiind proporţională cu razele şi nu cu suprafeţele, uşor putem calcula că 100 găuri fine cu raza de 0.01 mm vor provoca o difuziune de 10 ori mai mare de cât gaura mare. Cu cât deci găurile vor deveni mai fine — suprafaţa lor totală rămânând aceeaş — cu atât intensitatea difuziunei va creşte, ajungând până la mărimea ce ar fi avut-o, dacă epiderma n'ar fi fost. Or stomatele întrunesc această condiţie, căci sunt foarte fine; aşa la cereale, la care ele sunt relativ mai mari, decât la alte plante, măsoară 0.008 pe 0.003 mm, cu o suprafaţă de 0.000032 mmp.

Bibliotecă UAIASI

Energia.

Dacă se arde 1 g, de pildă, de hidrat de carbon, fie amidon, celulosă, saccharosă, ori glucosă, se degajă CO^2 şi H^2O şi o cantitate de căldură, care prin determinări exacte făcute cu calorimetrul cu bombă sunt: pentru 1 g amidon 4182 calorii mici, pentru 1 g celulosă 4185 cal., pentru 1 g zahăr 3945 cal şi pentru 1 g glucosă 3743 cal.

Dacă am exprima în Mole, am avea egalitatea:

$C^6H^{12}O^6 + 6O^2 = 6\ CO^2 + 6H^2O$ sau:

180 g glucosă + 192g oxigen = 264 g anh. carb + 108 g apă + 674000 cal.

Dacă invers vrem să trecem dela CO^2 și H^2O la glucosă, de pildă, trebuie să se cheltuiască o cantitate de energie conform egalității:

$6CO^2 + 6H^2O = C^6H^{12}O^6 + 6O^2$ sau

264 anh. carbonică + 108 apă + 674000 cal. = 180 g glucosă + 182 g oxigen.

Pentru sinteza materiei organice trebuie să se utilizeze deci și-o energie.

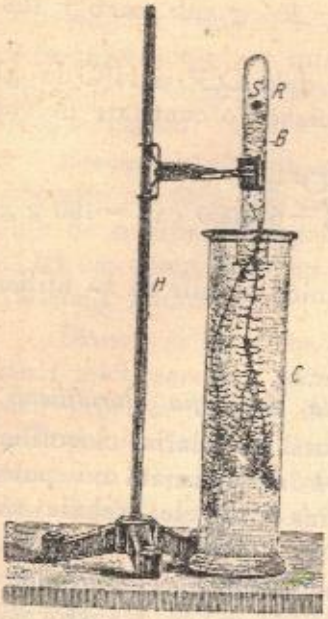
Ce energie este intrebuințată la asimilația clorofiliană ?

De 'ndată ce a fost cunoscută asimilația clorofiliană, cercetătorii s'au gândit că energia întrebuințată nu putea fi decât căldura și lumina solară: una din ele trebuia să se transforme în energie chimică.

In primul loc s'au gândit la căldură, avându-se în vedere că și în alte împrejurări căldura se transformă în energie mecanică sau chimică. Dar experiențe exacte făcute au dovedit că la întuneric, deși e destulă căldură, asimilația nu are loc, ci numai la lumină. De altfel și considerațiuni teoretice puteau duce la acelaș rezultat. Putem avea o cantitate cât de mare de apă, de pildă un lac întins, dacă nu e diferență de nivel, nu putem avea muncă, dar un părăiaș mic curgând din înălțime, având diferență de nivel, poate produce muncă. Tot așa și căldura, nu poate da muncă, sau altfel de energie, decât dacă e o diferență de temperatură. Căldura, de pildă vara, poate fi cât de mare, dar fiind constantă în tot mediul încunjurător al plantei și nefiind o cădere de temperatură, nu poate produce energie. Căldura este necesară însă, pentru a ținea în stare normală de funcționare celulele plantei, căci la temperaturi joase, vecine de O^0, activitatea vitală și deci și asimilația clorofiliană este redusă și sub O^0 celula poate fi distrusă.

Căldura nefiind sursa de energie utilizată la asimilația clorofiliană, nu rămâne decât *lumina* și ușor se poate dovedi că la lumină are loc asimilația clorofiliană.

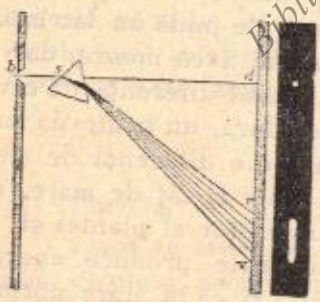
BibliotecaUAV.ro



Dacă, după cum arată figura alăturată, într'un cilindru se pune apă obicinuită cu ceva apă ce conține CO^2 dintr'un sifon și apoi se ia o ramură din o plantă — de preferință acvatică — și o punem cu secțiunea într'o eprubetă plină cu apă, ca în figură și apoi expunem aparatul la lumină, atunci vom observa îndată că din secțiunea ramurei se degajă bule de gaz, ce se strâng în partea de sus a eprubetei, deplasând apa în jos. Dacă astupăm sub apă eprubeta, o scoatem, o întoarcem, cu un chibrit aprins ne putem convinge, că avem de a face cu oxigen.

Degajarea de bule de oxigen nu are loc la întunerec.

Pentru a vedea care raze iau parte la asimilația clorofiliană, vom reaminti câteva fapte în legătură cu *spectrul solar*.

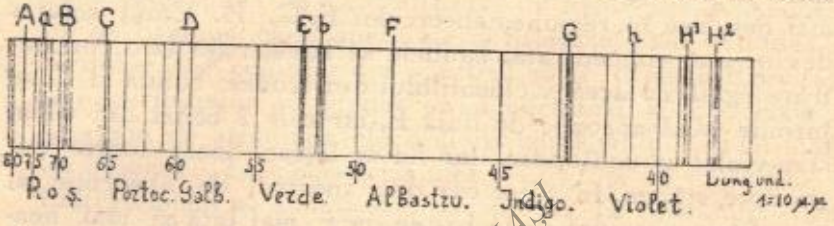


Dacă lăsăm să treacă lumina solară mai întâi printr'o crapătură foarte îngustă și apoi printr'o prismă, atunci fascicolul, după cum arată figura alăturată, în loc să meargă drept înainte și să dea pe ecran o pată *d*, se refractează dând nu numai o pată, ci o serie de pete *r...v*, așezate unele după altele, cu culori deosebite roș, portocaliu, galben, verde albastru, indigo și violet formând o bandă continuă, un spectru solar. Acest lucru se întâmplă din cauză că lumina solară este un amestec de diferite raze, care la trecere prin prismă refractându-se mai puțin, sau mai tare, se dispersază.

Biblioteca U.S.V. IASI

In spectrul solar se distingo serie de linii negre — zise ale lui Fraunhofer — mai largi, sau mai înguste, mai negre, sau mai slabe, care au fost denumite cu literele A, B, C, D, E, F, G, H şi care în orice spectru se găsesc aşezate totdeauna în aceleaşi locuri şi anume: A în extremul roş închis, B în roş deschis, C între roş şi portocaliu, D între portocaliu şi galben, E în verde, F în albastru, G în indigo şi H în extemul violet.

Lungimea de undă pentru diferite raze este diferită, variind dela 800$\mu\mu$[1]) pentru razele roşii până la 400$\mu\mu$ pentru razele violete. In afară de aceste raze ce impresionează



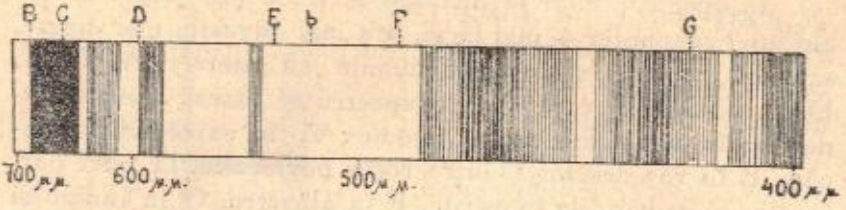
simţul văzului, sunt altele ce nu impresionează văzul, cele de dincolo de roş, *ultraroşii* şi cele de dincolo de violet *ultraviolete*. Ultraroşiile au acţiune termică, lungimea lor de undă e mai mare de 800$\mu\mu$, poate fi de 1000$\mu\mu$ = 1μ sau şi mai mare; prin diferite metode s'au obţinut raze ultraroşii de 61μ, de 80μ şi chiar şi de 393μ. Razele ultraviolete au acţiune chimică şi o lungime de undă mai mică de 400$\mu\mu$; prin diverse metode s'au obţinut raze ultraviolete cu unde scurte de de 200$\mu\mu$, 10$\mu\mu$ şi chiar şi 1$\mu\mu$.

Dacă fasciculul de raze luminoase înainte de a trece prin prismă, străbate mai întâi prin o soluţie alcoolică de clorofil, atunci o parte din razele luminoase sunt oprite, şi atunci spectrul obţinut are cu totul alt aspect; în loc de culori apar bande formate din linii negre mai puternice, sau mai slabe, mai apropiete sau mai departate, constituind *spectrul de absorbţie* al clorofilului, după cum arată figura următoare ce corespunde unei soluţiuni relativ diluate de această substanţă.

---

[1]) 1μ = 0.001 mm, 1$\mu\mu$ = 0.001μ, 1$\mathring{A}$ = 0,1$\mu\mu$.

Biblioteca USV IAŞI



După cum se poate vedea din figură, spectrul de absorbție al clorofilului prezintă o bandă neagră puternică în dreptul liniilor B, C, 3 benzi mari înguste și mai deschise între C, D, după D și ceva înainte de E și 2 benzi late și mai deschise în regiunea spectrului F, G, H. Când soluția devine mai concentrată, bandele se lățesc; așa la o concentrare egală cu acea a clorofilului din frunze banda B C se întinde până aproape de linia E, iar cele 2 benzi din albastru-violet se contopesc, dar nu se lățesc, decât foarte puțin spre stânga. In acest caz deci spectrul de absorbție al clorofilulu prezintă două bande, una mai lată și mai neagră spre stânga, și alta ceva mai îngustă și mai puțin neagră spre dreapta, regiunea E corespunzând culorei verzi rămânând neacoperită de bandele de absorbție.

Să ne reîntoarcem la chestiunea noastră *: care raze din spectrul solar iau parte în asimilația clorofiliană ?*

Cercetătorii s'au gândit că dacă razele calorice nu dau energie la asimilația clorofiliană, poate cele *chimice* dau, și această părere putea să fie îndreptățită având în vedere că aceste raze și alte procese chimice pot să favorizeze, cum e de pildă, combinația Cl și H, în fotografie etc; apoi și faptul că frunzele verzi la fotografiere sunt negre, precum și acel că dacă se pune o frunză pe o hârtie fotografică sensibilă, aceasta rămâne sub frunză nedescompusă și deci frunza a absorbit razele chimice. Experiențe precise au arătat însă că acest lucru nu corespunde realității și că numai razele luminoase sunt acele ce dau energie în procesul asimilației clorofiliene.

Să vedem, care raze luminoase din spectrul solar sunt utilizate la asimilația clorofiliană.

Biblioteca U.S.V. IASI

Pentru a răspunde la această întrebare s'au făcut experienţe în mai multe feluri:

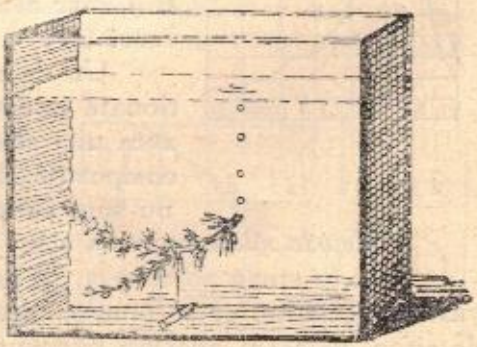
1. *Metoda spectrului.*

In felul, cum am arătat mai înainte, Timiriazeff a produs un spectru solar pe un ecran. Ca spectrul să fie foarte clar, deschiderea prin care trecea fasciculul luminos era foarte îngustă şi atunci razele de o culoare fiind puţine aveau asimilaţie mică şi greu de constatat.

De aceea el a construit nişte *microeudiometre* speciale foarte sensibile, cu ajutorul cărora foarte precis se determina cantiatatea de CO^2 utilizată de nişte pătrăţele mici de foi de bambus, când aparatele erau aşezate sub acţiunea diferitelor raze colorate din spectrul solar produs. Rezultatele experienţelor au condus pe Timiriazeff la concluzia că maximul de asimilaţie clorofiliană corespunde bandei stângi de absorbţie, în special regiunei B-C, că şi în regiunea albastră-violetă se asimilează, dar numai pe jumătate, decât în cea roş-galbenă.

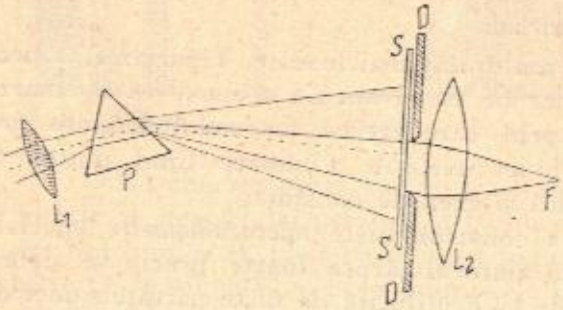
2. *Metoda tijelor secţionate.*

Dacă se taie o ramură a unei plante acvatice, de pildă ceratophyllum demersum, şi se aşază într'un vas cu apă ce conţine şi ceva CO^2 în modul cum arată figura alăturată, planta acvatică neavând stomate O produs la asimilaţie iese prin vase şi prin secţiune afară sub formă de bule. Cu cât sunt mai dese bulele, cu atât intensitatea asimilaţiei e mai mare. Reinke a prelucrat după aceste principii o metodă cantitativă, zisă a tijelor secţionate, întrebuinţând planta acvatică elodea şi întocmind aparate mai mici, ca să poată prinde numai un fel de raze din spectrul solar.



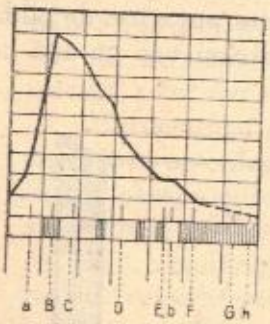
Bibliotecă USV IAŞI

Fiindcă unele culori au razele la dispersiune mai răsfirate, decât altele şi rezultatele asimilaţiei nu-s comparabile, Reinke a construit aparatul alăturat *zis spectrophor* ce dă rezultate foarte bune. Fasciculul de raze solare



e mai întâi concentrat de lentila L_1, apoi trecut prin prisma P şi apoi dispersat pe sticla mată SS; diafragma DD mişcându-se permite să lăsăm să treacă razele de culoarea, ce ne interesază, care sunt apoi concentrate de lentila L_2. In dreptul focarului F se potriveşte, ca să se găsească planta acvatică din aparat.

Figura alăturată ne reprezintă curba de asimilaţie a lui Reinke obţinută după această metodă a tijelor secţionate.



După cum se poate vedea maximul asimilaţiei este în dreptul liniilor B, C, iar al doilea maxim nu se observă.

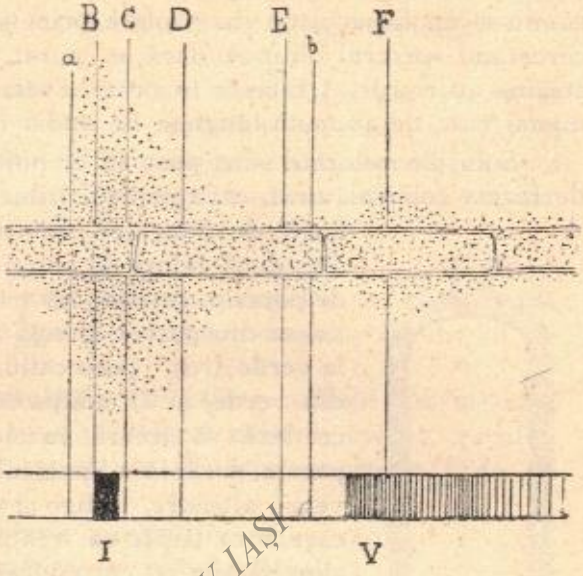
Un defect a metodei tijelor secţionate este că bulele de gaz nu pot avea nici aceeaş mărime şi nici aceeaş compoziţie chimică şi deci rezultatele nu sunt suficient de comparabile.

3. *Metoda microspectrului* a lui Engelmann.

Se ia o sticlă portobiect, se trage deasupra un inel de vaselină, în interior se pune o picătură de apă cu CO^2 (apă de sifon) se aşază apoi un segment de confervă (algă), apoi se adaugă o picătură mică din o cultură de o bacterie de putrefacţie, cum e bacterium termo şi în sfârşit se apasă sticluţa mică peste inelul de parafină. Dacă preparatul îl punem la întunerec şi dacă din când în când observăm la

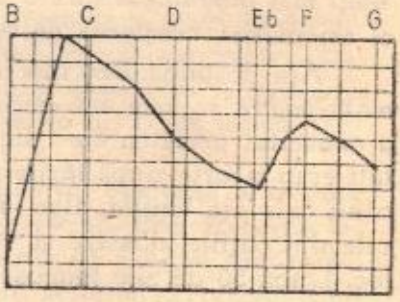
Bibliotec USAMIAŞI

microscop, vom constata că bacteriile vor fi vioaie câtva timp, cât timp au la dispoziţie în picătură O, darapoi se vor linişti devenind imobile. Dacă acum vom proiecta un *microspectru* deasupra firului de algă, bacteriile pe măsură ce vor avea O, vor deveni iar vioaie şi se vor strânge în apropierea algei în părţile spectrului, unde se va degaja O. Cu cât va fi o degajare de O mai mare, deci asimilaţie mai mare cu atât vor fi şi bacterii mai multe şi vom obţine figura alăturată, în care se vede clar că sunt două maxime, unul mai mare în dreptul liniei B şi altul mai mic în dreptul liniei F.



Bibliotecă USV IAŞI

Apreciind după numărul bacteriilor în dreptul fiecărui punct al spectrului, Engelman a construit şi curba alăturată, ce redă cu aproximaţie fenomenul.

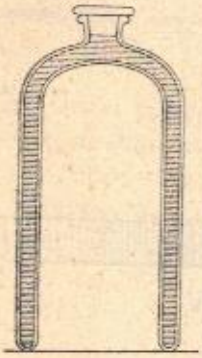


4. *Metoda ecranelor colorate.*

Sticlele colorate sau soluţiile colorate între două sticle paralele pot fi utilizate ca *filtre de lumină*, lăsând să treacă numai razele de culoarea lor şi oprind pe celelalte de alte culori.

Nu toate sticlele colorate îndeplinesc această cerinţă şi de aceea înainte de experienţă trebuiesc examinate, trecându-se un fascicul de raze solare prin sticla respectivă şi cercetând spectrul obţinut, dacă e curat. Anumite firme străine au reuşit să fabrice în prezent sticle ce lasă să treanumai raze de anumită lungime de undă.

Soluţiile colorate sunt puse în clopote cu pereţi dubli de forma celui alăturat, care pentru prima dată au fost utilizate de Senebier. Se 'ntrebuinţează mai ales două feluri de soluţie : 1) de bicromat de potasiu, ce lasă să treacă razele luminoase din partea stângă a spectrului până la verde (roş, portocaliu, galben şi parte din verde) şi 2) soluţia cuprică amoniacală, ce lasă să treacă razele luminoase din partea dreaptă a spectrului (parte din cele verzi, albastre, indigo şi violete). Şi razele, care sunt lăsate să treacă de către soluţii, sunt slăbite cu cât concentrarea e mai puternică. Când se experimentează, trebue să se dea atenţie faptului, ca concentrarea celor două soluţii să fie astfel potrivită, ca slăbirea razelor să aibă loc la fel.



Biblioteca U.S.I. IASI

Cutii cu geamuri de sticlă colorată, sau clopote cu soluţii colorate, au fost utilizate în experimentări cu plante timp mai îndelungat spre a se determina efectul propriu zis al asimilaţiei, creşterea de substanţă uscată.

Aşa de pildă *Bert* într'o experienţe cu plante de *mimosa pudica* aşezate sub cutii cu geamuri de culori diferite a constatat următoarele : după 12 zile plantele din obscuritate erau moarte, după 16zile au murit cele din cutiile verzi, pe când cele din cutiile albe s'au desvoltat cel mai bine, iar cele din cutiile albastre şi violete nu s'au desvoltat mai de loc. După 50 de zile mimosele de sub geamurile roşii gălbui sunt aproape de două ori mai bine desvoltate, de cât cele de sub geamurile albastre-violete, care au stat pe loc. După 65 zile plantele de sub geamurile albaste-violete au murit.

R. P. R.
INSTITUTUL AGRONOMIC IAȘI
Facultatea Agronomică
BIBLIOTECA CENTRALĂ

Eperimentându-se cu clopote cu cele două feluri de soluții s'a găsit cu asimilația e de cinci ori mai puternică sub clopotul roș galben, decât sub cel albastru-violet.

Prin aceste metode s'a găsit, după cum am văzut, că asimilatia e mai puternică în regiunea spectrului B C, că dela C scade ajungând un minimum la E în verde, că apoi iar să crească în albastru-violet prezentând al doilea maxim, însă inferior celui întâi.

S'au întreprins experiențe mai departe, ca să se vadă relația între intensitatea și energia radiațiilor spectrului solar și asimilație.

Intensitatea luminoasă a diferitelor radiații s'a măsurat cu fotometrul ; dat fiind principiul acestui aparat, rezultatele nu pot fi decât subiective. S'ă obținut curba *I* de pe pag. 33.

Pentru *determinarea energiei* diverselor radiații s'au întrebuințat *pilele termoelectrice* și bolometrele.

Se ia o pilă mică termoelectrică și sudura celor două metale este afumată bine cu negru de fum, ca absorbția razelor să fie cât mai completă. Făcând să lucreze diversele radiații asupra sudurilor se va produce un curent electric ce va mișca acul unui galvanometru foarte sensibil mai tare, sau mai încet, după cum intensitatea lui va fi mai mare sau mai mică.

Bolometrul are un fir metalic, prin care trece un curent slab provenit dela o pilă ce merge la un galvanometru. Diversele radiații trec asupra firului și după cum îl încălzesc mai tare, ori mai slab, rezistența se va modifica și acul galvanometrului se va mișca deosebit.

Cu ambele aparate se pot pune în evidență diferențe de temperatură de milionime din un grad. Prin trecerea radiațiilor prin o pătură de apă înainte de a lucra asupra pilei termoelectrice, sau bolometrului, se elimină razele calorice obscure.

In felul acesta s'a construit curba *E* a repartizării energiei radiațiilor în spectru de către Langley. Se vede că ma-

Biblioteca USAMV IAȘI

ximul ei e în dreptul liniei D. Dacă comparăm curba repartizării energiei *E* cu curba asimilației clorofiliene *AS*, constatăm că ea merge paralel la început și sfârșit cu curba *E*, și că numai între liniile D, E corespunzând culorei verzi ea cade brusc în jos.

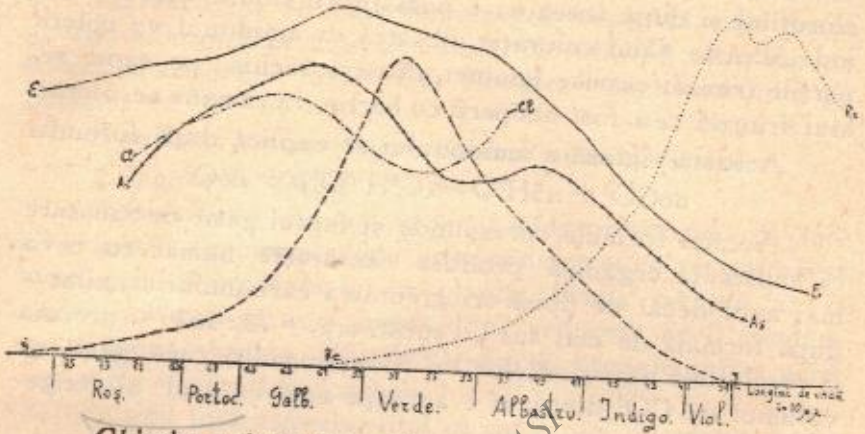
Richter a demonstrat mai de mult că raportul între intensitățile radiațiilor părței drepte a spectrului față de a părței stângi e de 1:3. *Kniep și Minder* experimentând cu ecrane colorate, care lăsau să treacă separat radiațiile din stânga, cele verzi și cele din dreapta utilizând alga elodea și numărând bulele gazoase au găsit că în cazul luminei solare obicinuite stânga spectrului asimilează de trei ori mai mult decât dreapta, iar verdele nu asimilează mai de loc. Rezultatele lor se potrivesc deci cu ale lui Richter. In lumina solară difuză raportul se schimbă în sensul că asimilația din stânga scade, iar cea din dreapta crește.

Wurmser prin niște experiențe, asupra cărora însă nu insistăm în amănunțime, a găsit că în procesul asimilației clorofiliene din energia razelor violete rezultă relativ de 2-3,5 ori, iar din acea a razelor verzi de 4 ori mai multă energie chimică, decât din cea a razelor roșii-galbene.

Biblioteca Univ. Iași

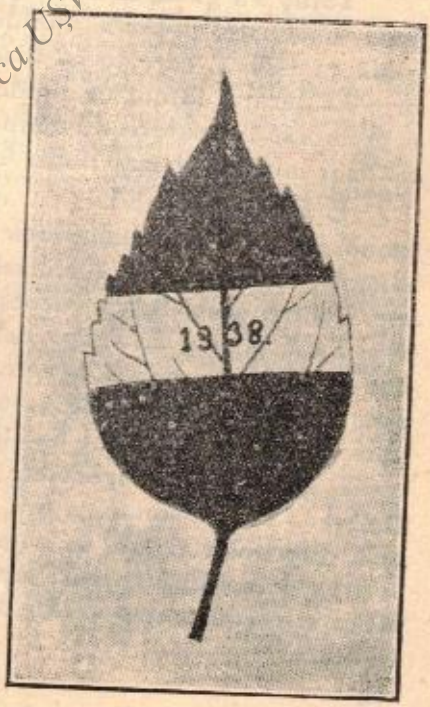
In rezumat deci în procesul asimilației clorofiliene e utilizată energia razelor luminoase și anume ecea a razelor absorbite de clorofil. Partea din stânga spectrului e mai eficace și mai ales între liniile B și C; partea din dreapta spectrului are acțiune mai mică, fiindcă are raze mai puține și sunt absorbite mai puțin. Regiunea verde, conținând raze foarte puțin absorbite de clorofil, prezintă un minimum de asimilație. Totuș din energia razelor violete și verzi absorbite relativ mai mult e utilizat la asimilație, decât din acea a razelor roș-gălbii. In lumină difuză rolul razelor albastre-violete e mai mare. Plantele se desvoltă mult mai bine — aproape normal — cu razele roș-gălbii, dar foarte probabil că la mai multe procese din plante, cum e respirația, sinteza materiilor albuminoase etc. și razele albastre-violete joacă un rol foarte important.

Dăm următorul tablou, care conține: *AS* curba asimilației clorofiliene, *I.* Curba intensității luminoase, *E* curba repartizării energiei *CL* curba de absorbție a clorofilului și *RC* curba energiei razelor chimice.



Chimia asimilației chlorophiliene.

Hugo von Mohl observă cel întâi că grăunțele de clorofil ale celor mai multe plante conțin mici incluziuni de amidon, și *Sachs* demonstră apoi că acestea se formează numai în prezența luminei. Printr'o frumoasă experiență datorită lui Sachs se poate pune în evidență formarea amidonului în plante. Se ia o oală cu o floare cu frunza mare și se ține câteva zile la întunerec, ca amidonul să dispară, sau se ia o frunză separată și se ține în apă vre-o două zile tot la întunerec; apoi se ia o frunză dela floare, sau frunza separată și i se așează bine deasupra o bandă



Biblioteca C.S.V.A.S.

de hârtie neagră şi după aceea se expune la lumina solară câteva ore. Amidonul se sintetizează numai în partea frunzei expusă la lumină.

Se tratează frunza cu alcool cald, ca să se solvească clorofilul şi după aceea ea e pusă într'o soluţie alcoolică de iod. Aceasta dând coloraţie albastră ca amidonul va colora părţile frunzei expuse luminei albastru închis, pe când restul frunzei ce a, fost acoperit cu hârtie, va rămâne necolorat.

Această sinteză a amidonului se explică după formula:

$$n6CO^2 + n5H^2O = (C^6H^{10}O^5)^n + n6O^2$$

Acestei formule corespunde şi faptul găsit de Saussure că substaua organică produsă cântăreşte numai cu ceva mai mult decât de două ori greutatea carbonului asimilat— după formula de mai sus C : subst. org. = 72 : 162 —, precum şi rezultatele experienţelor lui Boussingault, care găsi că volumul de CO^2 dispărut e aproape egal cu acel al oxigenului degajat.

Totuş s'a găsit la unele plante volumul oxigenului degajat mai mare, decât a anhidridei carbonice absorbite, de pildă ca 1-24: 1, care lucru însă se poate uşor explica, luând în consideraţie faptul că amidonul îndată după sintetizare e prelucrat în materii albuminoase şi grase, ce conţin relativ mai mult C şi mai puţin O ca amidonul.

E foarte probabil că la asimilaţie iau naştere mai întâi monosaharidele şi disaharidele şi apoi din acestea prin eliminare de apă rezultă polisaharidele, ca amidonul, inulina etc. Pentru acest lucru vorbeşte mai întâi faptul că în frunzele unor plante, ca ceapa, usturoiul etc se găseşte mult zahăr şi apoi experienţe directe. S'au luat foi desamidonate, s'au tăiet în pătrăţele de 4—6 cm şi s'au aşezat cu faţa superioară peste soluţiuni de diverse zaharuri, glucosă, fructosă, galactosă, saharosă etc şi s'au ţinut bine'nţeles la întunerec. S'a constatat că era o formare de amidon, că frunzele diferitelor plante se comportau diferit şi că şi între diferitele feluri de zaharuri erau deosebiri. Concentrarea soluţiei şi temperatura aveau de asemeni influenţă asupra sintletizării.

Biblioteca UAIAŞI

Mai grea este explicarea faptului, cum din CO^2 şi H^2O rezultă monosaharide după formulă:

$$6CO^2 + 6H^2O = C^6H^{12}O^6 + 6O^2$$

Şi acest lucru are nu numai o importanţă practică, dar şi o extraordinar de mare importanţă ştiinţifică, căci doară acestei energii fixată în asimilaţia clorofiliană din lumina solară se datoreşte toată viaţa fiinţelor vieţuitoare de pe pământ.

S'au imaginat mai multe ipoteze şi explicaţiuni.

1. *Ipoteza lui Liebig.*

Aceasta este cea mai veche. Liebig presupunea că acizii organici sunt productele intermediare şi că tocmai acest lucru explică prezenţa lor în plante. Prima treaptă ar fi acidul oxalic şi că apoi acesta după reducere ar fi condensat în monosaharide: CO^2, H^2O → acizi organici inf → acizi org. sup → hidraţi de carbon.

Se găsi însă experimental că nu e nici o relaţie între prezenţa lor în diferitele părţi ale plantelor şi asimilaţia clorofiliană şi că din contra ei trebuie să fie consideraţi mai degrabă ca producte intermediare de desasimilaţie.

Apoi şi alte argumente pledează contra ipotezei lui Liebig: clorofilul sufere la reacţiunea acidă, acidul oxalic e un product de oxidare şi nu de reducere şi apoi cu greu s'ar putea explica formarea unei molecule de monosaharidă din moleculele acidului oxalic.

2. *Ipoteza lui von Baeyer.*

Şi această ipoteză a fost contestată şi mai este şi astăzi, dar faptul că de 60 de ani, de când a fost emisă, nu s'a găsit altă ipoteză mai bună în locul ei, dovedeşte seriositatea ei.

Baeyer presupune că prima treaptă a sintezei luminoase este descompunerea lui CO^2 în CO şi O, precum şi a apei în H^2 şi O că CO şi H^2 ar da aldehida formică CH^2O, iar $O+O = O^2$, oxigenul s'ar degaja.

$$CO^2 = CO + O \qquad H^2O = H^2 + O$$
$$CO + H^2 = CH^2O \qquad O + O = O^2$$

deci $CO^2 + H^2O = CH^2O + O^2$

Biblioteca U.S.V. Iaşi

Loeb a găsit că într'adevăr sub influenţa descărcărilor electrice obscure asupra unui ameste de CO^2 şi vapori de apă se produce aldehidă formică, şi nu numai aceasta ci şi productul ei de condensare $HCHO + HCHO = CH^2OH—CHO$, aldehida glicolică.

Dar cercetările făcute, ca să se găsiască CO la asimilaţia clorofiliană, precum şi dacă CO dat plantelor, este asimilat de dânsele, au dat rezultate negative. De asemeni nu s'a găsit nici aldehida formică în frunzele verzi ce asimilează şi apoi s'a constatat că aceasta este toxică pentru plante. Contra acestei imputări s'a adus argumentul că aldehida formică, imediat după ce se formează, e sintetizată, neavând vreme să se strângă în cantitate mai mare, ca să-şi exercite toxicitatea, sau, ca să poată fi găsită chimiceşte. Loew, Bokorny şi alţii au găsit experimental că plantele suportă o soluţie de 0.001% aldehidă formică, precum şi formarea de amidon în frunze din unele combinaţii ale aldehidei formice, cum e Oxymethyl-sulfonatul de Na şi methylal.

Aldehida formică se condensază după Baeyer mai departe pentru a produce monosaharide în felul următor:

$$HCHO—HCHO—HCHO—HCHO—HCHO—HCHO$$

sau $CH^2OH—CHOH—CHOH—CHOH—CHOH—CHO$

3. *Ipoteza lui Willstaetter şi Stoll.*

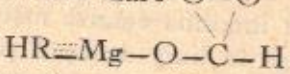
Aceşti cercetători, cari au contribuit foarte mult la clarificarea formulei de constituţie explică formarea aldehidei formice în modul următor:

In molecula clorofilului Mg e legat cu cei 4 N şi anume cu doi N prin cele două valenţe principale ale lui şi cu alţi doi N prin două valenţe secundare conform teoriei lui Werner. Putem reprezenta molecula clorofilului prin R≡Mg.

In chimia organică este o reacţiune cunoscută de producere a acizilor din compuşi organo-metalici prin adiţiune de CO^2. Astfel: $C^2H^5MgI + CO^2 \rightarrow C^2H^5.CO^2.MgI \xrightarrow{H^2O} C^2H^5.COOH$.

Tot aşa şi clorofilul fiind şi el un compus organo-magnezian, cu CO^2 va da:

Acțiunea fotochimică determină o aranjare a atomilor în moleculă în poziținni cu energie mai mare



Și prin descompunerea spontană a acesteia rezultă:

$$R{\equiv}Mg + CH^2O + O^2$$

Regenerându-se astfel clorofilul. După cum vedem, acești cercetători arată și rolul clorofilului și al magneziului în procesul asimilației.

4. *Diverse ipoteze.*

Wurmser presupune că în cloroplastul sensibilizat de lumină apa s'ar descompune ($2H^2O = 2H^2+O^2$), că O^2 rezultat ar fi eliminat, iar $2H^2$ în protoplasma incoloră oxidându-se ($2H^2 + O^2 = 2H^2O$) ar da energia necesară pentru a produce aldehidă formică. Ar avea deci loc o reacțiune de oxido-reducțiune, cum sunt multe în organismul animal și vegetal.

Alți cercetători *(Woker, Kögel, Noack)* presupun că nu s'ar produce aldehidă formică liberă ci grupările sintetizate, nesăturate $=CH-OH$ sau $=C(OH)^2$ s'ar încatena cu ajutorul fermenților imediat, dând monosaharide și de acee nu se poate constata existența aldehidei formice în procesul asimilației clorofiliene.

Mai sunt și alte ipoteze, pe care nu le mai amintim.

Biblioteca USV Iași

Fizica asimilației clorofiliene.

Să studiem mai de aproape fenomenul transformării energiei luminoase în energie chimică.

Să vedem mai întâi, care e cauza luminei și felul, cum ea se propagă. Și în cazul luminei, ea și în acel al tuturor fenomenelor mari din natură, când s'a ajuns la explicarea „lucrului în sine", sau „das Ding in sich", cum spun Filosofii, cercetătorii au întâmpinat mari dificultăți și au întoc-

mit diverse ipoteze, care bine'nţeles pe măsura progresului ştiinţei erau tot mai perfecţionate.

Ipoteza cea mai veche susţinută şi de marele *Newton* (1669) a fost *teoria emisiunii, sau a emanaţiunii.* după care din corpul luminos emană nişte corpuscule foarte mici, care se propagă în linie dreaptă şi după această teorie se explica satisfăcător multe fenomene luminoase- Numai interferenţei luminii nu i se putea da o explicare plansibilă, căci cu greu putea să-şi închipuie cineva, cum lumină cu lumină să dea întunerec.

Huygens, contimporan cu Newton imaginâ teoria ondulaţiunii (1690), după care lumina s'ar propaga, ca şi sunetul, în unde, numai că nu în aer, ci în aether; toate fenomenele luminoase, precum şi interferenţa se explicară destul de bine bazându-se pe această teorie. După descoperirea luminei polarizate s'a tras concluzia că vibraţiile se propagă nu longitudinal, ci transversal pe direcţia razei.

Faraday în urma studierei fenomenelor de inducţiune electrică ajunse la concluzia că măsele electrice au câmpuri electrice ce se găsesc tot în aether, iar mai târziu *Maxwell* stabili în formule matematice — ecvaţiile lui Maxwell — că undele luminoase sunt de natură electromagnetică, concepând astfel *teoria electro-magnetică a luminii.* După această teorie toate radiaţiile sunt de natură electromagnetică, deosebindu-se numai prin lungimea de undă, după cum urmează:

Undele Hertziene (utilisate în aparatele de Radio)	λ — 0.2mm — 2000m
„ ultraroşii (undele calorice)	„ = 800$\mu\mu$ — 0.2 mm
„ luminoase (dela roş la violet)	„ = 800 — 400$\mu\mu$
„ ultraviolete (a, b, c, d, e,)	„ = 400 — 10$\mu\mu$
„ razele X (Röntgen)	„ = 0 0056 — 1.2$\mu\mu$
„ razele α	„ — 0.05 — 0.12$\mu\mu$
„ razele γ	„ = 0 002 — 0.027
„ razele cosmice	„ < 0.0056

După cum vedem, sunt introduse în tablou şi radiaţiile descoperite mai recent.

Partizanii celor două teorii s'au luptat dela sfârşitul secolului al septesprezecelea până la mijlocul secolului trecut.

când teoria emisiunii părea definitiv înfrântă şi timp de 50 de ani teoria ondulaţiunilor părea pe deplin stăpână pe situaţie, dar dela sfârşitul secolului trecut încoace teoria corpusculară modernizată reapare tot mai puternică, datorită mai ales descoperirilor foarte importante făcute în deosebi în *fizica atomului*.

După *teoria corpusculară nouă* energia luminoasă e transmisă în *cvante* (quanta) luminoase, sau *photoni* cu mişcare vibratorie, a căror energie e dată de formula $\varepsilon = h\nu$, în care ν este frecvenţa, sau numărul vibraţiilor pe secundă, iar h este aşa zisa *constantă universală a lui Planck* introdusă de acest cercetător în fizică şi are valoare de $6{,}55.10^{-27}$. Uşor ne dăm seama că, dacă însemnăm cu c viteza luminii, atunci între c, ν λ lungimea de undă e relaţia $c = \lambda\nu$. Cunoscând deci lungimea de undă λ, vom găsi ν, frecvenţa, sau numărul vibraţiilor pe secundă, împărţind viteza luminii 300.000 km prin lungimea undei. De pildă pentru roş λ fiind 800$\mu\mu$, vom avea $\nu = 300 . 10^3 . 10^3 . 10^3 . 10^3 . 10^3 . : 800 = 3000 . 10^{14} : 800 = 3{,}75. 10^{14}$ sau 375 bilioane vibraţiuni. Pentru violet vom găsi 750 milioane vibraţiuni. Energia unui foton roş va fi $\varepsilon = h\nu$ sau $6{,}55 . 10^{-27}$ $3{,}75. 10^{14} = 24{,}5. 10^{-13}$ ergi. Energia fotonului violet va fi de două ori mai mare. Ştim că într'o grammoleculă de hidrogen, sau într'un Mol H sunt $0{,}606. 10^{24}$ molecule H (*numărul lui Loschmidt*). Tot aşa putem avea şi un *Mol cvant*. Unui Mol cvant roş va corespunde următoarea energie $E = 0{,}606. 10^{24}. 6{,}55. 10^{-27}. 3{,}75. 10^{14} = 14{,}908. 10^{11}$ ergi. Fiindcă la 98.100.000 ergi corespunde 1 kgm, rezultă că $E = 14{,}908, 10^{11} : 9{,}81. 10^7$ sau $E = 14{,}908. 10^4 : 9{,}81 =$ 15.200 kgm, ceea ce face mai departe în Calorii $E = 15200 :$ 425 = 35,5 Cal. La un Mol cvant roş corespunde deci 35,5 Cal.

Calculând astfel şi pentru alte radiaţii se obţine tabloul de pe pagina următore:

După cum vedem, energia e cu atât mai mare cu cât lungimea de undă e mai scurtă, ceea ce de altfel e cunoscut în viaţa practică şi utilizat în medicină. Ultravioletele înegresc pielea şi acestea, precum şi razele ultrascurte influenţază în bine organismul, când sunt potrivit aplicate dar aplicate în esces, cum s'a observat mai ales la razele *x*, dăunează.

Biblioteca U.S.I. Iaşi

Felul radiată	λ în $\mu\mu$	ν	Energia unui cvant în ergi	Energia unui Molcvant în Calorii
Ultra violet	100	$30 . 10^{14}$	$196,2 . 10^{-13}$	284
"	200	$15 . 10^{14}$	$98,1 . 10^{-13}$	142
"	300	$10 . 10^{14}$	$65,4 . 10^{-13}$	95
violet	400	$7,5 . 10^{14}$	$49 . 10^{-13}$	71
verde	500	$6 . 10^{14}$	$39,2 . 10^{-13}$	57
portocaliu	600	$5 . 10^{14}$	$32,7 . 10^{-13}$	47
roş	700	$4,3 . 10^{14}$	$28 . 10^{-13}$	41
extrem roş	800	$3,75 . 10^{14}$	$24,4 . 10^{-13}$	35,5
ultra roş	900	$3,33 . 10^{14}$	$21,7 . 10^{-13}$	31,5
"	1000	$3 . 10^{14}$	$16,6 . 10^{-13}$	28,4

S'a constatat exprimental că fotonii ciocnindu-se cu electronii dau acestora un *impuls.*

Dacă unele fenomene luminoase se explică uşor prin teoria cvantelor altele, cum sunt interferenţa, difracţia etc. nu se pot explica tot atât de lesne şi de aceea s'a căutat să se contopiască cele două teorii şi anume în sensul că fiecare cvant este însoţit de un câmp, aşa că deplasarea cvanţilor în spaţiu se face conform *teoriei ondulaţiuuii.*

Bibliteca USV IAŞI

Să trecem acum la *structura atomului.*

După concepţiile fizicei atomice moderne, datorite lui *Rutherford, Bohr* şi alţii, atomul este compus dintr'un sâmbure — nucleu — şi din mai mulţi electroni ce se învârt în jurul acestuia cu planetele în jurul Soarelui.

Nucleul este compus din mase mici încărcate cu electricitate positivă, zise *protoni,* amestecate cu alte mase tot aşa de mici, dar neutre, numite *neutroni.* Protonii şi neutronii sunt comprimaţi puternic într'un volum foarte mic, dar cu densitate extraordinar de mare, aflător în mijlocul atomului; nucleul din cauza protonilor positivi ce conţine, are sarcină electrică positivă.

Electronii au mase foarte mici, dar o densitate cu mult mai mică decât a protonilor, sunt încărcați cu electricitate negativă și se mișcă extraordinar de repede în interiorul sferei vide a atomului în jurul nucleului în orbite circulare cu raze deosebite și cu vitese deosebite. Dacă razele orbitelor cresc după progresia 1 : 4 : 9 : 16 : 25... vitesele electronilor pe orbite scad după progresia $1 : \frac{1}{2} : \frac{1}{3} : \frac{1}{4} : \frac{1}{5} \ldots$: deci electronii se mișcă relativ mai încet pe orbitele mai depărtate. Se'ntâmplă deci cam același lucru ca și la planete, vectoriile percurgând în timpuri egale suprafețe egale, rezultă că planeta merge mai iute, când se apropie de soare, iar când se depărtează, mai încet.

Ca un electron să sară pe o orbită mai depărtată de pe alta mai apropiată, trebuie să-i dăm energie — luminoasă, electrică, calorică etc.—adică „să-l excităm", și invers când va cădea pe o orbită cu rază mai mică, de pe alta cu rază mai mare, se va degaja energie.

Mărimea sarcinei electrice positive a nucleului depinde de numărul protonilor, pe care el îi conține. In nucleul atomic se găsesc următoarele numere de protoni: la H 1, la He 2, la Li 3, la Be 4, la B 5, la C 6, la N 7, la O 8, la F 9, la Ne 10, la Na 11, la Mg 12, la Al 13, la Si 14, la S 16, la Cl 17, la Ar 18, la K 19, la Ca 20 etc. După cum se poate vedea, numărul încărcării electrice al nucleului este același ca și numărul de ordine din *sistemul periodic al elementelor*.

Numărul electronilor unui element este egal cu numărul protonilor din nucleul său și deci egal cu numărul de ordine. La H e un electron, mișcându-se pe o orbită de rază de c-a 0.3 °A. La He sunt doi, mișcându-se pe două orbite apropiate una de alta. Orbitele de heliu se mențin la toate celelalte elemente ; ceialalți electroni se mișcă pe orbite mai depărtate, dar până la 8 apropiete unele de altele. Electronii mișcându-se cu o vitesă extraordinară, sfera cu aceste 8 orbite poate da impresia că e solidă, ca o coajă. Cu creșterea numărului de ordine al elementului pot fi și alte coaje. In ultima coajă pot să se găsiască dela 1—8 electroni. Și orbitele de heliu pot să dea impresia de coajă.

Biblioteca CSV IASI

Dăm câteva exemple de numărul electronilor din elemente.

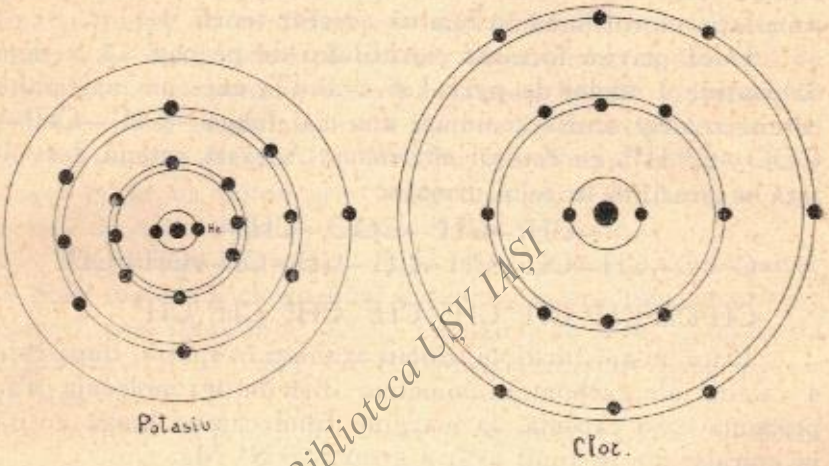
No. ordine	Elemental	Coaja 1	Coaja 2	Coaja 3	Coaja 4	Coaja 5	Coaja 6	Coaja 7
1	Hidrogen	1						
2	Heliu	2						
3	Litiu	2	1					
4	Gluciniu	2	2					
5	Bor	2	3					
6	Carbon	2	4					
7	Azot	2	5					
8	Oxigen	2	6					
9	Flor	2	7					
10	Neon	2	8					
11	Natriu	2	8	1				
12	Magnezin	2	8	2				
13	Aluminiu	2	8	3				
14	Gluciniu	2	8	4				
15	Fosfor	2	8	5				
16	Sulf	2	8	6				
17	Clor	2	8	7				
18	Argon	2	8	8				
19	Potasiu	2	8	8	1			
20	Calciu	2	8	8	2			
56	Bariu	2	8	8,10	8,10	8	2	
92	Uraniu	2	8	8,10	8,10,14	8,10	8,4	2

Biblioteca USV IAȘI

Coaja cu 8 electroni reprezintă un sistem stabil; electronii aflători pe ultima coajă în număr mai mic sunt mai mobili. O coajă cu un număr de electroni mai mic decât 8 atrage electroni mobili dela alt atom, căutând să ajungă la sistemul stabil de 8 electroni.

Să presupunem că avem un atom de K lângă un atom de Cl. Coaja exterioară de 7 electroni a clorului va atrage electronul unic din coaja exterioară a potasiului spre a deveni un sistem stabil de 8 electroni. Atomul de K cu un electron mai puțin va rămâne cu sarcină negativă —ion negativ de K—, iar atomul de Cl cu un electron în plus va deveni negativ —ion negativ de Cl—. Cei doi ioni cu mase electrice contrare se vor atrage, combinându-se.

Schema următoare ne reprezintă combinația K Cl.



Biblioteca UȘV IAȘI

Dacă am fi avut atomi de Ca și de Cl, atunci cei doi electroni de pe coaja ultimă a calciului ar fi trecut câte unul pe ultima coajă a câte unui atom de Cl, obținând $Ca Cl^2$. Vedem deci cum se explică valența și combinațiile așa zise *heteropolare* ale componentelor cu sarcini electrice contrare. Explicarea combinațiilor *homeopolare* ale componentelor cu sarcinl electrice de același fel e ceva mai complicată.

La trecerea electronului de pe orbita exterioară a potasiului pe acea a clorului și la apropierea celor două mase electrice se degajă energie. Pentru a da electronului mobilitatea corespunzătoare și a separa cei doi atomi va trebui să cheltuim energie.

Dăm câteva date numerice în legătură cu cele relatate mai sus. Masa unui proton, egală cu masa atomului de H,

e de $1{,}66\ 10^{-24}$ g, masa unui electron e de 9.10^{-28} g deci de c-a 1800 ori mai puţin, decât masa protonului. Diametrul protonului e de 2.10^{-16} cm, iar a electronului este de $3{,}8.10^{-13}$ cm, deci protonul are un diametru de 1800 ori mai mic decât electronul.

Protonul deci are o densitate extraordinar de mare.

După ce am văzut teoriile moderne asupra propagării luminei şi asupra structurii atomului, să 'ncercăm să tratăm asimilaţia clorofiliană în lumina acestor teorii [1]).

Dacă privim formula clorofilului de pe pag. 17, vedem că conţine 4 nuclei de pyrrol şi având la exterior mai multe catene relativ scurte şi numai una mai lungă $-CH^2-CH^2-COO-C^{20}H^{39}$, cu esterul *phytolului.* Această catenă desvoltată se prezintă în felul următor:

$$-CH^2-CH^2-COO-CH^2-$$
$$-C-C-CH-CH-CH-CH-CH-CH-CH-CH^3$$
$$CH^3\ CH^3\ CH^3\ CH^3\ CH^3\ CH^3\ CH^3\ CH^3\ CH^3$$

Dacă ni-am închipui atomii aranjaţi în spaţiu, după cele 4 valenţe ale carbonului, simetric distribuite, molecula s'ar prezenta ca o capsulă, la margine fiind catena lungă rotită în spirală, iar în fund având gruparea N^4 Mg.

Se ştie că o soluţie de clorofil prezintă fenomenul *fluorescenţei.* Ea este luminoasă şi uitându-ne printr'ânsa spre lumină o vedem verde, iar după lumină, roşietică. Razele albastre-violete — şi poate şi ceva din ultraviolete — mai refrangibile sunt transformate de molecula clorofilului în raze roşii, mai puţin refrangibile. Fiindcă primii fotoni au energie mai mare decât ultimii, această transformare e întovărăşită de degajare de energie, probabil de căldură. După cum ştim, moleculele clorofilului absorb o cantitate mare de raze roşii-gălbii şi o cantitate mai mică de albastre-violete. Energia acestor raze absorbite nu se transformă în altfel de e-

[1]) Atragem atenţia cetitorului că această concepţie asupra fizicei asimilaţiei clorofiliene este a noastră proprie şi că are nevoie de confirmarea cercetătorilor.

Biblioteca Univ. Iaşi

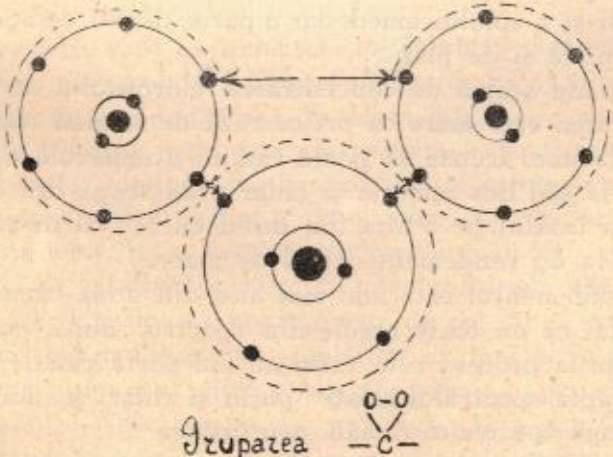
nergie — calorică, chimică etc. — ci rămâne ca energie luminoasă roşie difuzată de molecule în toate părţile, de aceea soluţia apare luminoasă şi lumina reflectată apare roşietică. Grăuntele de clorofil, după cum foarte bine a spus *Molisch*, este deci fabrică de raze roşii.

In ce scop fabrică molecula clorofilului raze roşii?

Dacă ne uităm la spectrul de emisiune a oxigenului, vedem că el prezintă o rază roşie puternică în regiunea BC cu lungimea de undă $\lambda = 616\ \mu\mu$. Mai conţine şi alte câteva linii în partea drerptă a spectrului, dar acestea sunt foarte fine şi numai cu spectroscoape foarte sensibile pot fi observate şi de aceea pot fi neglijate. După cum ştim spectrul de absorbţie al oxigenului va avea aceeaş bandă, dar neagră. Electronul de pe ultima coajă a atomului de oxigen va putea fi deci excitat numai de fotoni roşii. Numai energia luminoasă roşie va putea prin urmare să pună în libertate oxigenul, de aceea fabrică clorofilul lumină roşie.

După cum am văzut, după concepţia lui Willstaetter şi Stoll molecula clorofilului intervine în procesul asimilaţiei clorofiliene fixându-se CO^2, formându-se apoi combinaţia $HR{=}Mg{-}CHO^2$, care sub acţiunea luminei se descompune în $R{=}Mg + CH^2O + O^2$.

Redăm în figura următoare gruparea $-CHO^2$ conform teoriei moderne a structurii atomice.



Gruparea $-C-$

Biblioteca USV Iaşi

Câte un electron de pe ultima coajă a fiecărui atom de oxigen perzând energie sare pe ultima coajă a atomului de carbon. Cei doi atomi de Oxigen schimbă între ei câte un electron de pe ultima coajă fără perdere de energie.

Molecula de clorofil în formă de capsulă favorizază concentrarea fotonilor roşi spre fundul ei asupra grupării — CHO^2. Fotonii roşi în număr mare vor da impuls, vor excita puternic electronii căzuţi ai atomilor de oxigen şi aceştia căpătând energia necesară vor elibera cei doi atomi de oxigen.

Rendementul asimilaţiei clorofiliene.

Adică, cam cât procentic din energia razelor solare este transformat în energie chimică în procesul asimilaţiei.

Razele solare directe, fie calorice, fie luminoase, trec prin aer fără a fi absorbite de el, decât în măsură foarte mică, dar ajunse jos sunt absorbite de pământ şi de obiectele de pe dânsul aproape în întregime. Pătura de aer încălzită în contact cu pământul se ridică în sus şi dă căldură şi celorlalte pături, bine'nţeles din ce în ce mai puţin pe măsură ce se înalţă. Şi prin transportul de mase de aer cald de către vânturi din alte părţi are loc o egalizare de temperatură.

Cea mai mare parte din energia razelor solare este utilizată pentru producerea de vapori deasupra apelor pământului şi a solului umed, dar o parte destul de apreciabilă e consumată şi de plante.

Ţinând seamă de concentrarea clorofilului în frunze, probalitatea este mare că ori ce rază de lumină căzută pe suprafaţa unei frunze să poată întâlni o moleculă de clorofil, căreia să-i dea energia şi chiar dacă scapă din o frunză să poată întâlni pe o alta din dosul ei, aşa că ne-am putea aştepta la un rendement destul de mare.

Rendementul este mic mai ales din două cauze.

Intâi că nu toate razele din spectru, după cum ştim, iau parte la proces; cele verzi nu iau parte mai de loc, cele din dreapta spectrului relativ puţin şi chiar şi multe raze din stânga spectrului rămân neutilizate.

Apoi transpiraţia plantelor. La sinteza materiilor organice din plante iau parte şi materii minerale, care solvite

Biblioteca I.S.I.

în apă intră prin rădăcină şi tot ca soluţie ajung în frunze. După ce în acestea materiile minerale sunt prelucrate în substanţa plantei, apa ce le-a adus ne mai fiind necesară, este îndepărtată din frunze prin transpiraţie. Vom vedea mai târziu că pentru a produce 1 g substanţă uscată, planta trebuie să transpire c-a 300 g apă. Cantitatea de 1 g substanţă uscată dă la ardere 4 Cal, iar evaporarea celor 300 g apă necesitează 162 Cal. Vedem că energia substanţei organice asimilate face cam 2.5% din energia întrebuinţată la transpiraţie. Bine'nţeles că căldura de evaporare n'a fost numai cea primită de frunze direct dela soare, ci şi cea dela mediul încunjurător, dar ori cum ne dăm seamă că nu ne putem aştepta la un rendement mare în asimilaţia clorofiliană. Din punct de vedere a întregului bilanţ de energie a pământului, căldura de evaporare nu e perdută pentru acesta, căci după condensarea vaporilor, ea rămâne în atmosferă.

S'a căutat să se determine experimental acest rendement. Energia solară se determină uşor cu aparatele relativ simple zise *pyrheliometre*, iar asimilaţia fie prin determinarea anhidridei carbonice prelucrate, fie prin acea a substanţei organice produse.

Aşa *Brown* şi *Escombe* determinând CO^2 prelucrat au găsit 1—4%. *Purievitsch* întrebuintând bolometrul şi determinând surplusul de substanţă uscată produs a găsit numere dela 0.6—7.9%.

Interesante sunt experienţele lui *Warburg* şi *Naegelin* făcute cu alga monocelulară *Chlorella vulgaris*. Ei au întrebuinţat o suspensiune de algă aşa de deasă, încât se putea admite foarte bine că toată energia primită a fost absorbită. Au întrebuinţat lumină monocromatică de intensitate slabă şi asimilaţia au determinat-o prin surplusul de substanţă uscată. Rendementul a fost pentru razele roşii 59%, galbene 53%, verzi 44%, albastre 33%. Rendementul este extraordinar de mare. Explicarea noastră este că pe lângă condiţiunile experimentale favorabile asimilaţiei, ca densitatea algelor, intensitatea luminoasă mică etc. a contribuit în primul rând la rendementul ridicat lipsa transpiraţiei, căci algele fiind în apă n'au avut nevoie să transpire ca plantele superioare ce trăesc în aer.

Biblioteca USV IAŞI

Pütter a socotit rendementul şi în felul următor:

Utilizând datele lui *Hertsprung* găsite la Kiel lângă Hamburg a calculat că la 1 mp pământul primeşte în cursul anului următoarea energie solară:

22 Dec. — 22 Ian. . . .	3950 Cal	22 Iun. — 22 Iul. . . .	60200 Cal
22 Ian. — 22 Feb. . . .	10650 „	22 Iul. — 22 Aug. . . .	48500 „
22 Feb. — 22 Mart. . .	19400 „	22 Aug. — 22 Sept. . . .	34000 „
22 Mart. — 22 April . .	34000 „	22 Sept. — 22 Oct. . . .	19400 „
22 April — 22 Mai . . .	48500 „	22 Oct. — 22 Nov. . . .	10650 „
22 Mai — 22 Iun. . .	60200 „	22 Nov. — 22 Dec. . .	3950 „
		Total	353400 „

După cum se vede, 1 mp pământ primeşte într'un an 353400 Cal, în semetrul de vară dela 22 Martie — 22 Septembrie 285400 Cal, iar în cel de iarnă dela 22 Sept. — 22 Martie 68000 Cal, deci de 4 ori mai puţin.

Pütter a luat apoi în consideraţie mai multe plante; pentru fiecare a calculat la 1 mp numărul de calorii primite ca energie solară dela răsărire până la recoltare, cantitatea de substanţă uscată ce ar putea să conţină o recoltă maximă în total în rădăcină şi în părţile de deasupra a pământului, numărul de calorii ce corespunde la această cantitate de substanţă uscată şi apoi cât % face numărul caloriilor din recoltă, faţă de acel primit în formă de energie solară.

A obţinut astfel următoarele numere:

PLANTA	Energia solară primită Cal.	Energia recoltei Cal	Rendement %
grâu de primăvară	221500	6270	2.83
secară „	209000	4670	2.25
orz „	154000	3602	2.34
ovăs „	218000	6270	2.87
cartofi „	250000	5530	2 62
sfecle „	300000	5500	1.84

Deci plantele agricole utilizează cam 2—3% din energia solară.

Biblioteca Iaşi

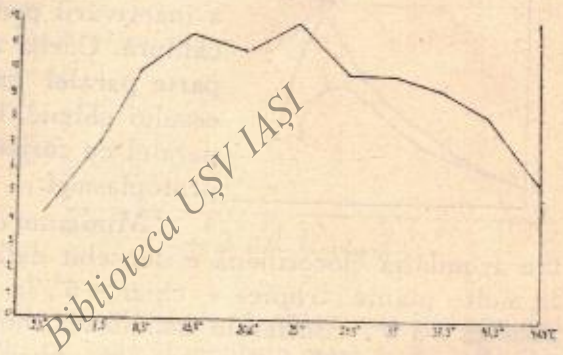
Factorii ce influenţează asimilaţia clorofiliană.

Următorii factori influenţează asimilaţia clorifiliană.

1. *Temperatura.*

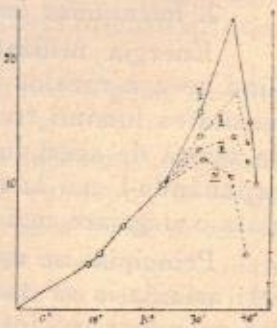
Aceasta influenţează asimilaţia clorofiliană din trei motive: 1) Procesul este legat de activitatea protoplasmei şi acest lucru, după cum se ştie, e influenţat de temperatură, distingându-se un minimum, un optimum şi un maximum, 2) Asimilaţia e şi ea un proces chimic şi se ştie că intensitatea unui astfel de proces creşte cu temperatura, şi însfârşit 3) Căldura evaporând apa poate influenţa turgescenţa celulelor ce formează stomatele, lăsând să intre în frunze mai puţină, sau mai multă anhidridă carbonică.

Kreussler a experimentat cu frunze de rubus fructicosus şi punând pe axa absciselor temperatura, iar pe aceea a ordonatelor efectul asimilator, a obţinut curba alăturată, la care se observă la mijloc un optimum pe un interval mai larg de temperatură.

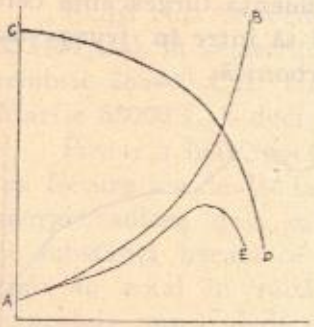


Biblioteca UŞV IAŞI

Matthaei a experimentat cu frunze de prunus laurocerasus, cu aer încărcat cu suficient CO^2 şi cu lumină electrică, a cărei intensitatea se putea mai uşor să fie menţinută constantă. Frunzele erau menţinute mai întâi o oră şi jumătate la temperatura, cu care trebuia să se experimenteze. Diagramele alăturate redau rezultatele; temperaturele sunt puse pe abscise, iar pe ordonate efectul asimilator în mg CO^2 prelucrat pentru 50 cmp suprafaţă de frunze.



Linia I redă rezultatele primelor determinări, II, III, IV după ce au mai stat 1, 2, 3 ore la temperatura corespunzătoare. Linia I arată că asimilaţia a început la c-a -5^0, creşte relativ mai încet până la 24^0, apoi mai iute până la 37^0, ca apoi tot repede să se scoboare pentru a deveni pe la 45^0 nulă. Din experienţele lui Matthaei rezultă că intervalul de temperatură pentru optimum nu e aşa de lung, cum arăta Kreussler. Liniile II, III, IV indică că şi factorul timp are influenţă.



Blackman a arătat, după cum se vede din diagramele alăturate, că curba AE a influenţării asimilaţiei de temperatură este rezultantă a altor două curbe, una AB a procesului chimic şi alta CD a inactivării protoplasmei de către căldură. Curba AE merge în prima parte paralel cu curba AB a procesului chimic, iar în a doua parte paralel cu curba CD a inactivării protoplasmei.

Minimum de temperatură pentru asimilaţia clorofiliană e deosebit dela plantă la plantă; la multe plante tropice e chiar $+5^0$, la plantele din clima noastră c-a 0^0, conifere le asimilează, bineînţeles foarte puţin, chiar la -35^0. De asemeni şi optimum şi maximum variază dela plantă la plantă.

Biblioteca USV Iaşi

2. *Intensitatea luminii.*

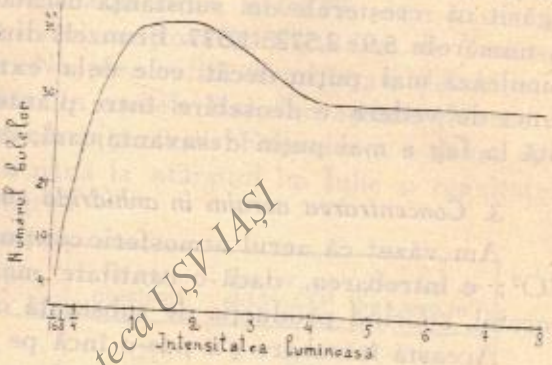
Energia utilizată la procesul asimilaţiei clorofiliene fiind acea a razelor luminoase, se 'nţelege dela sine că intensitatea luminii trebuie să aibă influenţă şi uşor ne putem da seamă de acest lucru, chiar cu aparatul dela pagina 24; expunându-l mai la lumină, sau mai la întunerec, vom constata o degajare mai mare, sau mai mică de bule gazoase.

Principial ne aşteptăm, ca fenomenul să se întâmle astfel: asimilaţia să înceapă la o intensitate minimă, să crească pe măsură ce intensitatea luminoasă creşte, să ajungă la

un optimum, ca apoi să descrească din cauza inactivării protoplasmei şi să devină chiar nulă din cauza alterării ei.

Reinke a luat o ramură a plantei acvatice, *elodea canadensis* a pus-o în aparatul amintit, pe care apoi l'a aşezat într'o cameră obscură; lumina solară concentrată printr'o lentilă convergentă venea asupra plantei. Intensitatea variind invers proporţional cu patratul distanţei, prin modificarea distanţei se putea face, ca intensitatea luminoasă să fie cea dorită pentru experimentare.

Calculându-se în diferite cazuri intensitatea, faţă de acea a luminei solare luată ca 1 (din Iulie orele 12) şi asimilaţia fiind apreciată după numărul de bule de gaz degajate, Reinke a obţinut nişte date, pe care noi le aşezăm în diagrama alăturată. Se vede că pentru intensităţi mai mici asimilaţia creşte într'adevăr proporţional cu intensitatea luminei, că chiar mai înainte de 1 ajunge un optimum, pe care îl menţine până la 2; dela 2—4 scade, iar de aci până la 8 se menţine la aceeaş cantitate. Diagrama nu merge tocmai aşa, cum ne-am aştepta, probabil din cauză ca alţi factori, cum ar fi CO^2, a căzut în minimum; ori cum, vedem că planta suportă intensităţi relativ mari, suferind puţin.



Timiriazeff cu ajutorul eudiometrelor a găsit rezultate asemănătoare.

Când degajarea de gaz e nulă, nu înseamnă că şi asimilaţia e nulă, ci că asimilaţia este egală cu respiraţia plantei. Valoarea în acest caz a intensităţii se zice *punct de compensaţie*. La o intensitate mai mică, decât acest punct, planta elimină CO^2, care tot creşte în cantitate cu scăderea intensităţii până ajunge la o valoare constantă şi atunci asimila-

Biblioteca UŞV IAŞI

ția este într'adevăr nulă. Plantele au punctele de compensație diferite; după *Lubimenco* Robinia are punctul de compensație de 25 ori mai sus ca Fagus. Larix de 10 ori mai sus ca Taxus etc. Plantele ce vegetează la umbră au punctul de compensație mai jos din cauză că clorofilul e mai concentrat în frunze, au apoi o respirație mai mică și în sfârșit, fiindcă produc mai puțină substanță uscată.

Lumina poate să aibă încă suficientă intensitate, dar trecând prin mai multe frunze și fiind sărăcită de razele utile la asimilație, o să aibă un efect asimilator slab; așa *Müller* trecând lumina consecutiv prin trei frunze de castan a găsit că creșterele de substanță uscată stăteau între ele ca numerele 5,9 : 2,572 : 1,577. Frunzele din interiorul plantei asimilează mai puțin decât cele dela exterior. Și din acest punct de vedere e deosebire între plante; o umbrire potrivită la fag e mai puțin desavantajoasă, decât la castan.

3. *Concentrarea aerului în anhidridă carbonică.*

Am văzut că aerul atmosferic conține în mijlociu 0.03% CO^2; e întrebarea, dacă o cantitate mai mare lucrează favorabil, sporind producția de substanță organică.

Această întrebare s'a pus-o încă pe la sfârșitul secolului al 18-lea *Perceval* și găsi că plantele se desvoltă mai bine, când asupra lor trece un curent de aer mai bogat în CO^2, decât aerul atmosferic.

Saussure așeză plante sub 7 recipiente de sticlă și în fiecare introduse aer cu cantități deosebite de CO^2 astfel: 1) aer curat, 2) aer + $^1/_{12}$ CO^2, 3) aer + $\frac{1}{8}$ CO^2, 4) aer + $\frac{1}{4}$ CO^2, 5) aer + $\frac{1}{2}$ CO^2, 6) aer + $^2/_3$ CO^2, 7) aer + $^3/_4$ CO^2 și 8) CO^2 curat și găsi că în lumina solară optimum era în recipientul 2 cu aer + 8% CO^2. La umbră optimum era la un procent ceva mai mic de anhidridă carbonică.

Godlewski găsi cam acelaș optimum.

Kreussler (1885) experimentă cu concentrări mai mici de CO^2. Insemnând cu 1 concentrarea în CO^2 obicinuită a aerului, adică 0.03% și cu 100 asimilația corespunzătoare, el a găsit rezultatele următoare:

Biblioteca U.S.V. IAȘI

Conc. în CO^2 1, 2, 3.5, 7, 17, 35, 220, 440
Asimilația 100, 127, 185, 196, 209, 237, 230, 266?

Se vede că cu concentrarea în CO^2 crește și asimilația mai întâi mai iute, apoi mai încet, ajungând optimum la o concentrare de c.a 7%.

Demoussy (1904) făcu experiența în două cutii cu geamuri de sticlă de 1 mc volum, punând în una aer obicinuit, iar în alta aer cu 0.18% CO^2, adică cu de 6 ori mai multă anhidridă carbonică. CO^2 obținută prin încălzirea bicarbonatului de sodiu era adăugată dimineața. Până seara conținutul scădea din cauza asimilației, la 0.12%, deci putem socoti în mijlociu că aerul conținea 0.15%, adică de 5 ori mai mult, ca de obicei. Noaptea cutiile erau lăsate deschise, ca să se aerisească bine. In ambele lăzi s'au așezat ghivece cu plante tinere, de preferință flori. Experiența a durat dela sfârșitul lunei Mai până la sfârșitul lui Iulie și rezultatele au fost cele următoare:

PLANTA	In aer obicinuit	In aer cu 0.15%CO^2	Surplus de Sub. usc. în %
Reseda	27	41	55
Geranium	45	118	162
Begonia	98	135	38
Centaurea	32	39	22
Ricinus	26	45	73
Mintă	28	36	29
Tabac	30	54	80
Mac	21	30	43
In mijlociu . .			27

Biblioteca U.S.V. IAȘI

Prin urmare surplusul de producție era destul de mare.

Fischer (1912) procedând asemănător găsi de asemeni o desvoltare mai puternică și o înflorire mai bogată a plantelor.

Kisselew (1913) întrebuință tot cutii de sticlă de 1,5 mc; în una fiind aer normal, iar în cealaltă aer îmbogățit cu

CO^2 dela o bombă. CO^2 înainte de a intra în cutie era spălat prin trecerea peste acid sulfuric conc. şi o soluţie concentrată de sodă. Anhidrida carbonică era întrodusă de mai multe ori pe zi în aşa cantitate, ca să avem 0.13—0.27% CO^2 în aerul din cutie. In cutii erau puse oale cu flori, cât se poate mai identice la început. Experienţa a durat dela 8 Mai până la 5 Iulie. Rezultatele au fost cele următoare :

PLANTA	In aer obicinuit	In aer cu 0.13-0.27% CO^2	Surplus %
Mimulus	0.36	0.61	69
Impatiens	1.3	5.6	330
Tropaeolum	3.9	4.97	27
Fuchsia	1.12	2.1	87
Begonia	0.59	0.96	85
Petunia	3.1	4.3	39
Sobelia	0.8	1.6	100
Matthiola	3.42	4.55	33
In mijlociu . .			95

Biblioteca USV IAŞI

Se confirmă deci rezultatele experienţelor precedente. La plantele tratate cu CO^2 s'a observat desvoltare mai puternică, culoare verde închisă, flori mai mari şi mai timpurii, transpiraţiune relativ mai mică.

Klein şi Reinau (1913) împărţiră o seră în două părţi, punând oale cu flori cât mai echivalente deoparte şi de alta. Intr'o seră era aer obicinuit, iar în celaltă parte aer cu 0.35—0.45% CO^2. Experienţa a durat 7 septămâni. Desvoltarea plantelor în apartamentul serei cu aer tratat cu CO^2 era de două ori mai puternică, decât în celalt.

Eichler (1915) aranjă o seră mai la deal de un grajd şi prin canale lăsă să se urce aerul cald din grajd bogat în CO^2 în seră, iar cel rece din seră mai bogat în O se scobora înapoi în grajd. A obţinut legume foarte bine desvotate.

Bornemann (1918) constată o influenţă foarte bună la cereale.

Lundegardt (1923) împărți o seră în două părți, pe care la trătă identic numai că în una se afla aer obicinuit, iar în cealaltă aer cu cantitatea dublă de CO^2. Făcând trei experiențe în trei ani consecutivi cu castraveți și cu alte legume a găsit în urma tratării cu CO^2 un surplus de c-a 50%

Prin urmare este înafară de orice îndoială faptul că o îmbogățire a aerului cu anhidridă carbonică are o influență favorabilă asupra asimilației și asupra vegetației.

Experiențele îmbogățirei aerului cu CO^2 în spațiu limitat dând rezultate bune s'a căutat să se experimenteze și în aer nelimitat, pe câmp. Anhidrida carbonică condusă prin tuburi ramificate pe suprafața parcelei ieșea prin niște găuri încet, încet, îmbogățind aerul.

Fischer (1910 experimentând pe parcele mici, fără a lua însă toate precauțiunile, a obținut surplusuri de 150—300%.

Riedel conducând gazele dela furnalele înalte pe o suprafață de 3,5 Ha a obținut surplusuri de 100—150%.

Lundegardt (1923) a obținut de asemeni surplusuri pe parcelele tratate cu CO^2 și anume de 42%.

Reinau (1927) a obținut de asemeni rezultate bune.

Asupra rezultatelor acestor experiențe vom insista mai pe larg în volumul al 4-lea, care va trata „ameliorarea mediilor pentru a le face cât mai favorabile desvoltării plantelor". Acum o să atragem atenția numai asupra faptului următor.

Când se tratează o parcelă cu anhidridă carbonică, desigur că aerul dela suprafața parcelei se'mbogățește numai puțin cu acest gaz, totuș acest puțin are valoare mare pentru plante. Să privim figura de pe pag. 19; aerul difundează prin stomată în cavitatea respiratorie și de aci merge prin spațiile intercelulare. Anhidrida carbonică e absorbită de protoplasmă prin membrana celulară, dar bine 'nțeles nu complect, ci numai o parte, iar un rest rămâne de pildă 0,02%. Și în cazul respirației animale nu tot oxigenul din interiorul plămânului e absorbit, ci uumai o parte, aerul expirat mai conținând acest gaz. Difuziunea anhidridei carbonice din aerul înconjurător în cavitatea respiratorie și prin spațiile intercelulare se va face proporțional cu dife-

Bibliotecă USVIAȘI

renţa între presiunea acestui gaz din exterior şi acea din interiorul frunzei, în exemplul nostru cu 0.03—0.02=0.02%. Asimilaţia fiind proporţională cu difuziunea un surplus de CO^2 de 33% va provoca deci un surplus de asimilaţie de 100%. După *Brown* şi *Escombe* diferenţa între cele două presiuni e numai de 0.0015% şi în acest caz îmbogăţirea relativă cu puţin a aerului cu CO^2 ar eşi şi mai mult la iveală.

Să punem în legătură înfluenţa bună asupra asimilaţiei a unui surplus de anhidridă carbonică au câteva fapte cu importanţă practică.

a. *Descompunerea humusului* are loc, după cum vom vedea, sub influenţa microorganismelor ce pun treptat în libertate materiile hrănitoare ale plantelor. Carbonul ce se găseşte în humus în proporţie de c-a 60%, se degajă din pământ în atmosferă ca CO^2, îmbogăţind pătura de aer dela suprafaţă şi influenţând în bine asimilaţia plantelor. Humusul reprezintă un izvor slab, dar durabil de anhidridă carbonică. La timp vom face calculele necesare.

b. *Descompunerea gunoiului de vite*, a îngrăşămintelor verzi şi a altor îngrăşăminte organice are loc tot sub influenţa microorganismelor şi tot cu degajare de CO^2, aşa că aceste îngrăşăminte oferă şi acest avantaj pentru plante. Bine 'nţeles că degajarea de CO^2 e cu atât mai puternică, cu cât şi îngrăşarea a fost mai mare; *Bornemann* a analizat aerul între curpeni de cartofi de pe o parcelă neîngrăşată şi de pe alta îngrăşată cu gunoi de vită şi a găsit la suprafaţa pământului numerile 0.035%, resp. 0.045% iar la 1 m. înălţime 0.03, resp. 0.04%.

c. *Plantele au căutat să se adapteze* pentru a utiliza cât mai bine această sursă de CO, având unele, cum e varza, bostanul etc. frunzele mari şi late ca să acopere cât mai bine pământul spre a prinde cu stomatele lor de pe parte inferioară cât mai mult CO^2; iar altele, cum sunt graminеele, leguminoasele etc. crescând des împedică, ca masa de aer dela suprafaţa pământului să fie îndepărtată repede de plante, menţinând-o mai mult pentru a fi epuizată cât mai bine de anhidrida carbonică. Aerul din desişul pădurii

Bibliotecaua IAM

îmbogățindu-se în CO^2 în urma descompunerei humusului din sol și al frunzarului vechi ferit de vânturi, se ridică treptat spre frunze aprovizionându-le cu CO^2 prin stomatele dela partea inferioară a lor.

4. *Oxigenul.*

Planta având nevoie să respire, se asfixiază, dacă e ținută timp îndelungat într'un mediu lipsit de oxigen; dar la lumină producându-se prin fotosinteză O, bine'nțeles că planta nu va suferi. Un esces de O în mediu influențează nefavorabil asimilația.

5. *Apa* influențează de asemeni asimilația clorofiliană. Celelalte elemente ce iau parte la asimilația clorofiliană ajung în frunze solvite în apa, și tot astfel sunt transportate și productele rezultate la asimilație. Optimum de funcționare a protoplasmei corespunde unui anumit conținut de apă. Când aceasta este mai puțină, planta se vestejește, ca mai apoi să se usuce și atunci plantele superioare mor. Numai unii mușchi și licheni deși uscați, după înmuiere în apă își recapătă vitalitatea și asimilează din nou. Incă înainte de vestejire o micșorare a cantității de apă face ca celulele epidermice ce formează stomatele să aibă o turgescență mai mică și acestea să se închidă, împedicându-se astfel intrarea de CO^2 și deci asimilația.

6. *Azotul și elementele din cenușa plantelor* influențează iarăși asimilația, căci și ele iau parte la sinteză.

Rolul apei, al azotului și al materiilor minerale va fi arătat pe larg mai târziu.

7. *Factorul intern* joacă de asemeni un rol important în procesul asimilației clorofiliene. El depinde:

a. *De transparența țesuturilor,* lăsând să între razele luminoase mai adânc, sau mai superficial.

b. *De numărul stomatelor,* mai mare, sau mai mic, putând intra în frunză mai multă, sau mai puțină anhidridă carbonică.

c. *De cantitatea de clorofil* și mai ales de numărul cloroplastelor. De pildă s'a calculat pentru frunzele de fasole,

Biblioteca USAMV Iași

ricin și floarea soarelui numărul stomatelor pe 1 mmp. și s'au găsit numerele 283, 403, 495 de mii; determinându-se și asimilația acestor frunze s'au obținut numerele 57, 81, 100 ce stau în același raport între ele, ca și numărul stomatelor.

d. De energia de sinteză a protoplasmei, *de factorul protoplasmă.* Dacă ne gândim la faptul că o semânță de cânepă dă într'o vară un haldan cât un copac, iar o ghindă în același timp un puiet cu câteva frunze, deducem că sunt deosebiri mari de vitese de prelucrare a materialului rezultat din fotosinteză între diferitele plante și tocmai pe acest fapt se bazează ameliorarea plantelor. Asimilația clorofiliană are loc pe măsura, în care materialul sintetizat e transportat și prelucrat.

De asemeni și de vârsta frunzelor; cele tinere de tot asimilează mai slab, activitatea lor crește până la un optimum, ca apoi pe măsură ce frunza îmbătrânește, să devină iar slabă.

8. *Alți factori:*

Curenții electrice întrebuințați cu intensități convenabile ar avea după *Pollaci* și *Thouvenin* un efect bun asurpa asimilației.

Radiațiile de Radiu după Stoklasa ar favoriza asimilația.

Anestesicele, eter, cloroform sulfură de carbon etc. exercită o acțiune împedicătoare asupra fotosintezei.

Materiile toxice în doză mică împedică asimilația, în doză mare ucid protoplasma. Nu s'a putut demonstra cu siguranță că o doză foarte slabă ar lucra cu stimulent.

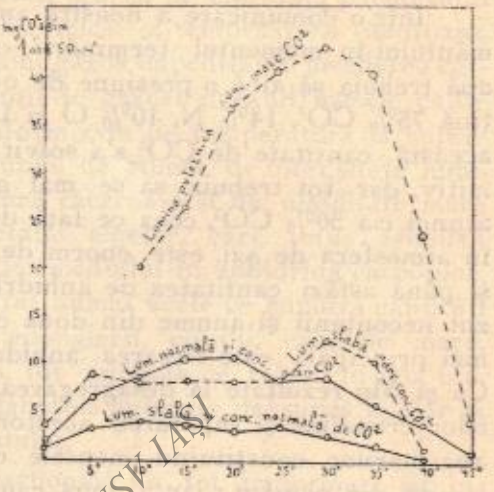
După ce am trecut în revistă factorii ce influențează asimilația clorofiliană, ar trebui să aratăm și modul, cum ei lucrează în ansamblu. Vom trata și acest lucru, când vom vorbi despre factorii vegetațiunii.

In acest loc vom insista, puțin numai, asupra influențării asimilației clorofiliene de către intensitatea luminoasă în prezența unei cantități mai mari de CO^2 în aer, decât cea normală — adică de 0.03%—, căci de acest lucru vom avea nevoie în expunerea ce vom face pe paginile următoare.

Am văzut că asimilația clorofiliană crește cu intensitatea luminoasă până aproape de 1 — intensitatea luminoasă

Biblioteca UȘV IAȘI

normală a soarelui—, ca apoi să stagneze câtva timp şi după aceea să scadă. Se putea întâmpla ca asimilaţia să fi stagnat, din cauză că energia luminoasă n'a mai avut material, adică CO^2, de prelucrat; şi într'adevăr experienţele lui *Lundegardt* au confirmat această bănuială. Diagramele alăturate reprezintă rezultatele experienţelor făcute cu frunze de sfecle de zahăr. Vedem că la intensitatea luminoasă slabă şi concentrare în CO^2 normală, optimum asimilaţiei era la 10^0—15^0 cu 4 mg CO^2 descompusă pentru 50 cmp frunze timp de o oră. La intensitate luminoasă normală şi concentrare în CO^2 normală optimum asimilaţiei era la 15^0—20^0 cu 10,5 mg CO^2 descompusă. La intensitate luminoasă slabă şi concentrare în CO^2 mare — de 1.22% din aer — optimum asimilaţiei era la 30^0 cu 13 mg CO^2 descompusă. Şi în sfârşit la intensitate luminoasă puternică şi concentrare în CO^2 mare, optimum asimilaţiei era la 30^0 cu 44 mg CO^2 descompusă. In acest ultim caz vedem că asimilaţia era de 4 ori mai mare, decât în împrejurările normale. Mai vedem că dacă intensitatea luminoasă e mai puternică şi concentrarea aerului în CO^2 e mai mare, atunci şi temperatura ce corespunde optimului de asimilaţie e mai ridicată.



In legătură cu asimilaţia clorofiliană vom trata câteva chestiuni, dar numai pe scurt, căci deşi ele sunt foarte importante din punct de vedere ştiinţific, iesă din cadrul propriu zis al chimiei agricole [1]).

[1]) Atragem şi aci atenţia cetitorului că concepţiile de pe aceste pagini sunt ale noastre proprii şi că au nevoie de confirmarea cercetătorilor.

Biblioteca USV IAŞI

Intensitatea asimilației clorofiliene dela apariția vieței pe pământ și până în prezent.

Să trecem în revistă principalii factori ce influențază asimilația clorofiliană și să vedem cum au putut să evolueze dela începutul vieței pe pământ și până astazi.

Intr'o comunicare a noastră am arătat că gazosfera pământului în momentul terminării condensării vaporilor de apă trebuia să aibă o presiune de c-a 6 atmosfere și să conțină 75% CO^2, 14% N, 10% O și 1% diverse. O parte din această cantitate de CO^2 s'a solvit în apele oceanului primitiv, dar tot trebuia să se mai găsiască în gazosfera de atunci c.a 50% CO^2, ceea ce față de 0.03% CO^2, cât se află în atmosfera de azi, este enorm de mult. Din acel moment și până astăzi cantitatea de anhidridă carbonică a tot scăzut necontenit și anume din două cauze. Prima cauză și cea mai principală este ficsarea anhidridei carbonice de către Ca și Mg rezultate la desagregarea rocilor eruptive și șisturilor cristaline și separarea acestor carbonați mai ales din apa mărilor, constituind imensele depozite de calcar și dolomită din pământ; iar a doua cauză a fost ficsarea carbonului din CO^2 prin asimilația clorofiliană de către plante, din care apoi au rezultat depozitele de cărbune, petrol etc. de astăzi.

Gazosfera de atunci avea o înălțime mai mare de cât atmosfera de astăzi. Densitatea anhidridei carbonice fiind 1,53, a apei 1 și a vaporilor de apă 0.6 rezultă că anhidrida carbonică trebuia să se găsiască mai mult la partea inferioară a gazosferei și deasupra aer cu vapoare de apă. Știm că aerul absoarbe mai puțin razele solare; cu cât conține mai multă vapoare de apă, cu atât mai mult. Și anhidrida carbonică absorbe radiațiile solare; fără a merge atât de departe ca *Klippenberger*, care îi atribuie puteri de absorbție extraordinare, „dacă întreaga contitate de CO^2 din aer, adică cele 0.03%, va dispăre, temperatura pământului va scăde cu 21°", totuș credem că CO^2 are o putere de absorbție cel puțin egală cu o vapoarei de apă.

Din experiențele lui *Dorno* (1919) rezultă că razele solare prin trecere prin atmosferă în condițiunile obicinuite

Bibliotecă U.S.A.M.V.

— deosebit, de cum se credea mai înainte, — pot să piardă c-a 50% din energia lor, până când ajung la nivelul mărei. In gazosfera de atunci mult mai înaltă şi cu o densitate mai mare radiaţiile solare, chiar dacă erau ceva mai puternice, decât în prezent, nu puteau străbate, decât relativ puţin până la nivelul mărei, aşa că la suprafaţa pământulni intensitatea luminoasă era mică şi temperatura răcoroasă. Grosimea mare a învelişului gazos împedicând pierderea căldurii prin radiare şi curenţii de gazuri ducând masele calde spre poli, avea loc o uniformizare de temperatură la suprafaţa pământului. Condiţiunile de atunci, de intensitate luminoase mică, de temperatură răcăroasă şi de umiditate mare favorizau mai ales vegetaţia algelor, care totuş asimilau puternic din cauza bogăţiei mediului în anhidridă carbonică. Dintre animale puteau trăi numai acele ce suportă cantităţi mari de CO^2, cum sunt spongierii, coralii, crini de mare. moluşte, nautili, trilobiţi, tot animale ce trăesc în apă etc. Viaţa se manifesta ca plancton puternic deasupra apelor şi ca lichene deasupra uscatului,

Treptat anhidrida carbonică s'a tot impuţinat, iar intensitatea luminoasă şi temperatura la suprafaţa pământului au tot crescut şi fiindcă tot mai era încă în atmosferă relativ mult CO^2, toţi factorii tindeau spre optimul asimilaţiei clorofiliene, care putea să aibă o intensitate şi de zece ori mai mare decât în prezent. Vegetaţia deveni tot mai bogată şi în forme tot mai superioare. Apărură bryophytele şi după ele pteridophytele. Acestea, care în flora de astăzi sunt reprezentate prin exemplare pitice, aveau pe vremea aceea desvoltare gigantică şi bogată, dând imensele depozite de cărbuni de pământ. Credem că pe vremea carboniferului intensitate asimilaţiei clorofiliene era cea mai puternică. Principala cauza a desvoltării slabe a pteridophytelor în prezent, este cantitatea mică de CO^2 din aer. Şi animalele s'au desvoltat mai departe, apărând primele vertebrate, mai întâi peştii, apoi amphibii şi apoi reptile. Din cauza dispariţiei anhidridei carbonice deosebirile între climate la suprafaţa pământului erau tot mai pronunţate.

Biblioteca USV IAŞI

Atmosfera curăţindu-se mai departe de CO^2 şi devenind ceva mai bogată în O, plantele devin tot mai superioare, gymnosperme şi angiosperme, iar viaţa animală ce se desvoltase mai mult în mare, trece din ce în ce mai mult şi pe uscat cu dinosaurii colosali, cu primele paseri şi primele mamifere, îmbrăcând forme tot mai superioare.

Dacă ne gândim la cei trei factori principali ai asimilaţiei clorofiliene, cantitatea de anhidridă carbonică din aer, temperatura şi intensitatea luminoasă, ajungem la concluzia că numai primul a variat mult în descursul timpurilor, ceilalţi doi au rămas cam tot aceiaşi.

Protoplasma fiind constituită în primul rând din materii albuminoase şi acestea având temperaturile de coagulare între 50^0—80^0, rezultă că fiinţele vieţuitoare nu puteau trăi la o temperatutră mai mare de 80^0. Pentru cele mai multe plante şi animale din prezent temperatura limită de viaţă e 52^0; numai escepţional unele fiinţe, cum sunt bacteriile termofile pot trăi la o temperatură mai mare. Numai protoplasma uscată, în care nu au loc procese vitale şi unde viaţa e latentă poate uneori rezista la temperaturi ceva mai mari de 100^0. Prin urmare temperatura dela începutul vieţei pe pământ nu putea fi cu mult mai mare decât astăzi.

In ceea ce priveşte intensitatea luminei solare, majoritatea cercetătorilor admit că în era primară ea ar fi fost de 2,5 ori mai puternică decât astăzi. Noi credem că deosebirea între intensităţi nu e aşa de mare; după concepţiile noi durata luminosităţii solare este incomparabil de mare faţă de timpul dela apariţia vieţei pe pământ şi până astăzi, aşa că luminositatea soarelui nu putea scăde în acest timp, relativ scurt, la mai puţin de jumătate.

Factorul concentrare în CO^2 a aerului şi factorul protoplasmă deci mai ales au influenţat evoluţia vieţii pe pământ.

Cu privire la originea vieţei de pe pământ.

Nu intenţionăm să tratăm aci pe larg subiectul originei vieţei de pe pământ, căci acest lucru esă din cadrul chimiei agricole, ci ne mărginim să atingem numai două chestiuni ce stau în legătură cu acest subiect.

Biblioteca USAMV IASI

Ştiinţa explică apariţia protoplasmei trăitoare sub influenţa a unor condiţiuni fizico-chimice speciale aflătoare în anumită fază de evoluţie a pământului: în acele condiţiuni speciale s'au unit C, H, O, N, S, P spre a se sintetiza materiile albuminoase şi alte materii organice, care împreună cu materiile minerale au constituit protoplasma trăitoare.

Unii cercetători, cum au fost *Preyer, Helmholz, Fechner* etc. au susţinut că scânteia vieţei a apărut pe alte corpuri cereşti şi de acolo a venit pe pământ. In timpurile nouă mai ales *Svante Arrhenius* a îmbrăţişat această ipoteză admiţând în concepţia sa a *panspermiei* că viaţa a apărut pe alte corpuri cereşti din Univers, unde condiţiile erau prielnice şi că de acolo germenii au fost aduşi de razele solare. El demonstră că corpusculele cu diametrul mai mic de 1-5μ pot fi duse de razele solare.

Dacă ne gândim la condiţiunile fizico-chimice de pe timpul, când trebuia să apară viaţa pe pământ, ajungem la concluzia că temperatura trebuia să fie de 30-60°, căci altfel s'ar fi coagulat protoplasma şi tot ca şi astăzi trebuiau să fie şi intensitatea luminoasă şi celalalţi factori ai asimilaţii clorofiliene; numai anhidrida carbonică era cu mult mai mult.

Brodie mai de mult şi *Loeb* mai de curând (1906) au arătat experimentul că un amestec de CO^2 şi vapoare de H^2O supus descărcărilor electrice obscure dă aldehidă formică şi aldehidă glicolică, $CH^2OH\text{-}CHO$, care e materia zaharoasă cea mai simplă.

Aldehida formică este, după cum se ştie, substanţa chimică care are în gradul cel mai înalt proprietatea de a se condensa cu ea însăşi şi cu alte molecule. Sub acţiunea hidraţilor de K, Na şi Ca diluaţi ea se polimerizază uşor, dând diverse zaharuri, după cum a dovedit *Loew*. Cu NH^3 dă uşor conbinaţii $HO-CH^2-NH^2$.

In condiţiile atmosferei de azi cu foarte puţin CO^2 şi vapori de H^2O, moleculele sunt foarte depărtate, ca să poată reacţiona în sensul de mai sus, dar în cazul gazosferei dela început cu foarte mult CO^2 şi umiditate mare producţia de aldehidă formică putea să aibă loc în proporţii mari, mai ales că şi electricitatea în gazosferă putea să fie

Biblioteca I.S.T. IAŞI

în cantitate mai mare, din cauză că energia solară absorbită era mai multă. In acele condiţiuni se putea produce şi NH^3.

Ni-am putea imagina că tot condensându-se molecule de CH^2O singure, sau amestecat cu NH^3 şi H^2S cu legături simple, sau duble, în tot felul de aranjamente timp de sute de milioane de ani s'ar fi putut reuşi odată să se ajungă la complecse atomice, aşa cum se găsesc în protoplasma trăitoare. Drumul ar fi fost colosal de lung, căci, după cum spune un cercetător „e cu mult mai departe dela nimic până la cea mai mică scânteie de viaţă, decât dela aceasta până la om".

Explicaţia originei vieţei ar fi mai uşoară, dacă ni am lua după concepţia lui Arrhenius. Pe un corp ceresc ar fi fost cândva condiţiuni fizico-chimice escepţionale, necunoscute de noi şi care nu s'au putut întruni pe pământ, ce ar fi făcut posibilă sinteza protoplasmei vii. Germeni de pe acel corp ceresc împinşi de bombardamentul fotonilor ar fi fost duşi pe alte corpuri cereşti, precum şi pe pământ. Aci au căzut în ape cu zaharuri, materii azotoase şi minerale, medii de cultură bune, şi în acestea s'au desvoltat, s'au înmulţit şi au evoluat.

Sunt în prezent destui germeni cu dimensiunile arătate de Arrhenius. Majoritatea bacteriilor vizibile la microscop au dimensiunile cuprinte între 0.5 μ şi 1.5 μ; dar sunt bacterii şi mai mici, ultrabacteriile şi corpusculele virusurilor — a se vedea vol I, pag. 229 — care au dimensiuni de c.a 30 $\mu\mu$. De asemeni şi alge, cum sunt unele cyanophycee au dimensiuni în jurul unui micron. Poate că au fost germeni dotaţi în mod special cu putinţa evoluţiei.

Spaţiile interplanetare au într'adevăr temperaturi joase, dar şi germenii uscaţi pot suporta temperaturi dela — 200^0 până la + 100^0, fără să-şi piardă vitalitatea.

După cum am văzut un foton roş are o energie de 28.10^{-3} ergi, sau 28.10^{-21} Kgm. Să presupunem că am avea un germen cu dimensiunile 1 μ şi că densitate lui ar fi 1. Greutatea lui va fi de 10^{-18} tone sau 10^{-15} kg. Insemnând cu m masa şi g acceleraţia gravitaţiei, din formula $P = m.g$ va rezulta $m = \frac{P}{g}$. Fotonul va da germenului un implus con-

Biblioteca USAMV IASI

form formulei $28.10^{-21} = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{10^{-15}}{g} v^2$. De unde v = 0.025 m. Deci 400 fotoni pe secundă vor învinge gravitația. La suprafața pământului mișcării germenilor s'ar opune rezistența aerului, dar ridicați de curenții de aer până la partea superioară a atmosferei, ei pot fi duși mai departe de fotoni în spațiile interplanetare.

PROCURAREA CARBONULUI DIN COMBINAȚIILE ORGANICE.

Nu tratăm aci nutriția plantelor fără chlorophyll ce va fi tratată mai târziu, și nici nu ne ocupăm de nutrirea plantelor insectivore și a celor superioare parasite, ce prezintă un interes mai mic din punct de vedere agricol, ci vom căuta aci să răspundem numai la întrebarea, dacă plantele verzi pot să-și procure C și din combinațiile organice.

Experiențe cu alge făcute de Bouilhac (1898), de Charpentier (1903) și de alții au condus la concluzia că aceste plante utilizează C zaharurilor și ale altor substanțe organice în cantitate apreciabilă, până la chiar 50% din cel oferit și că lumina favorizază acest proces.

In ceea ce privește plantele verzi agricole propriu zise, s'au făcute numeroase experiențe, ca să se vadă, dacă ele pot utiliza C combinațiilor organice. Böhm (1883), Laurent (1897), Palladin (1901) și alții găsiră că plantele prin rădăcinele lor pot absorbi zaharurile, dar nu și substanțele mai depărtate. De asemeni și acizii aminici sunt asimilați. Mazé (1904) experimentând cu porumb ale cărui rădăcini se aflau în soluții de materii minerale hrănitoare și zaharuri sterilizate și apoi ținute aseptic, a constatat o desvoltare mai puternică, decât a plantelor tratate la fel, dar fără zăhar și chiar mai mare și decât ale celor cultivate în pământ fertil.

Probabil că și cantități mici de humus ușor solubil sunt absorbite prin rădăcini în plante și prelucrate, dar dacă acest lucru este de un folos real, nu s'a putut preciza până acum. Pe pământuri năsipoase fără humus, dându-se numai materii hrănitoare minerale plantelor, s'au obținut recolte destul de

Bibliotecă USAMV IAȘI

mari; deseori un adaos de țernă bogată în humus, a avut ca urmare un surplus de producție, care însă poate să fie datorat altor efecte bnne ale humusului, după cum vom vedea mai târziu, și nu faptului că acesta a servit direct la hrana plantelor.

2.

HIDROGENUL.

H este indispensabil plantelor pentru motivul că intră în compoziția tuturor substanțelor organice conținute de dânsele și apoi fiindcă împreună cu O constituie apa, care, după cum vom vedea, e absolut necesară vieței plantelor.

Plantele își procură H mai ales din apă.

3.

OXIGENUL.

O este și el indispensabil pentru plante, intrând în compoziția celor mai multe substanțe organice, în compoziția apei și fiind absolut necesar pentru respirația plantelor.

Plantele își procură oxygenul fie din aer, fie din apă.

Biblioteca USAMV IAȘI

4.

AZOTUL.

Azotul este indispensabil pentru plante intrând în compoziția materiilor albuminoase —16%— a acizilor aminici, a chlorophyllului și a o mulțime de substanțe în cantități mici și care pot avea un rol foarte important în viața acestora.

In ce formă își procură plantele azotul?

Azotul se găsește în natură:

1. Ca azot liber.

3. Ca azot combinat: *a)* azotați, *b)* Săruri de amoniu, *c)* Combinații organice.

Să vedem, care din aceste surse și în ce condițiuni sunt utilizate de plante.

Un raționament simplu ne spune că azotul liber nu poate fi utilizat — cel puțin nu totdeauna — de plante, căci dacă

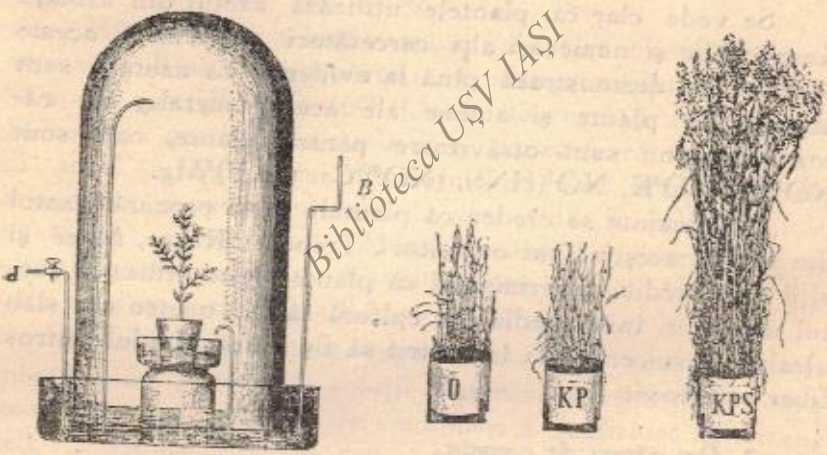
l'ar utiliza ar trebui, ca îngrăşămintele de azot să nu aibă nici o acţiune asupra desvoltării plantelor.

S'a găsit experimental că 100 kg Salpetru de Chili, ce conţine 15.5% N, împrăştiat pe 1 Ha poate da un surplus de ca 400 kg cereale, cu toate că deasupra hectarului se găsesc 80 mii de tone azot liber.

Vom trata mai întâi utilizarea azotului combinat de către plante şi apoi chestiunea, dacă totuş unele plante nu pot utiliza şi azotul liber din atmosferă.

A. Azotul combinat.

1. *Din azotaţi.* Încă de mult în Anglia, de pe timpul Regelui Carol I, practica arătase că Salpetrul de Chili influenţază favorabil desvoltarea plantelor, însă preţul acestuia era prea mare, ca să poată fi întrebuinţat ca îngrăşământ.



După Boussingault

Boussingault fu cel dintâi, care prin nişte experienţe rămase clasice demonstră că plantele utilizază azotul combinat din azotaţi. El întrebuinţă clopote de sticlă de forma celui din figura următoare. Aerul trecut printr'un vas spălător cu acid sulfuric, ca să reţină amoniacul, cel'ar fi conţinut, trecea prin tubul B sub clopot şt eşea prin A, fiind aspirat de o

Biblioteca USV IAŞI

pompă. Un ghiveciu cu năsip calcinat era semănat cu planta şi aşezată sub clopot, cum arată figura. Prin tubul B se uda ghiveciul; în capsula, în care era pus clopotul, s'a turnat acid sulfuric diluat spe a absorbi amoniacul.

Boussingault a făcut trei serii da experienţe: I (năsip), II (năsip, cenuşă şi azotat de potasiu) şi III (năsip, cenuşă şi carbonat de potasiu). Planta întrebuinţată era Helianthus.

Rezultatele experienţelor au fost cele următoare.

Din sem. — 1	Subst. uscată (S. cm. 1),	S. org. prod.	Surpl. S. org.	Surpl. N.
I (năsip)	3.6	0.285 g	0.114 g	0.0023
II (năsip+cenuşă+ salpetru)	198 3	21.111 „	8 444 „	0.1666
III (năsip+cenuşă+ carbonat)	4.6	0.391 „	0.156 „	0.0027

Se vede clar că plantele utilizază azotul din azotaţi. Knop, Ville şi numeroşi alţi cercetători confirmară aceste concluzii şi demonstrară pînă la evidenţă că azotaţii sunt utilizaţi de plante şi anume ale acelor metale, ale căror săruri nu sunt otrăvitoare pentru plante, cum sunt NO^3Na, NO^3K, $NO^3(HN^4)$, $(NO^3)^2Ca$, $(NO^3)^2Mg$.

Mai înainte se credea că plantele nu-şi procură azotul din nitriţi, aceştia fiind otrăvitori. Treboux, Rosso, Mazé şi alţii au dovedit experimental că plantele pot utiliza şi azotul nitriţilor, însă mediul de cultură să fie neutru sau slab alcalin şi concentrarea în nitrit să fie mică. Acidul nitros liber este toxic.

2. *Din săruri de amoniu.*

Mai înainte de experienţele lui Boussingault predomina părerea susţinută şi de Liebig că plantele îşi procură de preferinţă N sub formă de săruri de amoniu, căci NH^3 după absorbiţie în plantă uşor poate fi utilizat la sinteza acizilor aminici, pe când acidul azotic trebuie să fie mai întâi redus în NH^3.

După experienţele lui Boussingault se trecu la punctul de vedere contrar, admiţându-se că forma preferată este a

Biblioteca U.S.M. Iaşi

azotaţilor, că NH^3 din sărurile de amoniu trebuie mai întâi să fie nitrificat — proces ce-l vom vedea mai târziu — de microorganisme şi apoi acidul azotic, sau mai bine zis azotaţii, sunt absorbiţi şi utilizaţi de către plante.

De aceea s'au făcut experienţe, ca să se vadă, dacă NH^3 şi ca atare, deci fără a fi mai întâi nitrificat, e absorbit şi prelucrat de către plante.

Experienţe în acest scop au fost făcut mai întâi de Ville (1856) cu grâu semănat în oale cu năsip sterilizat, în care a pus cenuşă şi săruri de amoniu şi a constatat că combinaţiile de amoniu pot servi la aprovizionarea plantelor cu azot.

Acestor experienţe li se poate reproşa că nu s'a luat destule precauţiuni, ca bacteriile nitificării să fi fost ţinute departe în mod absolut sigur şi de aceea trebuiau executate altele în condiţiuni mai bune.

Müntz (1889) a luat pământ, l'a spălat cu apă, ca azotaţii solubili să fie îndepărtaţi, i-a adăugat sulfat de amoniu şi apoi l'a sterilizat la 100°. Oalele de vegetaţi au fost puse în cutii cu geamuri de sticlă şi cu pânze filtrante, prin care să poată circula aerul. Seminţele au fost sterilizate prin imersiune de scurtă durată în apă caldă şi oalele au fost udate cu apă sterilizată. Müntz a constatat că plantele au absorbit azot amoniacal desvoltându-se, iar în pământul din oale nu s'au găsit Nitraţi.

Mazé (1898) a făcut experienţe şi mai exacte experimentând cu porumb în soluţii nutritive sterilizate, în care azotul era dat ca sulfat de amoniu şi a confirmat experienţele lui Müntz.

Adolf Mayer a experimentat cu plante de grâu pensulându-le cu o soluţie amonicală pe frunze şi a constatat un surplus relativ mare de azot.

Prin aceste eperienţe, precum şi prin altele, făcute în soluţii nutritive, în năsip şi în pământuri s'a ajuns la concluzia că plantele fie direct, fie după nitrificare, utilizază azotul şi din sărurile de amoniu şi surplusul obţinut poate fi uneori mai mic, dar alteori mai mare, deeât cel obţinut cu azotaţi, depinzând de felul plantei şi de alte împrejurări.

Biblioteca Digitală

Una din împrejurări este următoarea.

Să presupunem că avem în mediu NO^3Na, care la diluarea mare în care se află, e desfăcut în ioni de NO^3 şi Na. Ionul de NO^3 fiind prelucrat în plantă în materii azotoase, iar cel de Na fiind dispensabil pentru plantă, primul va fi în cantitate mult mai mare absorbit de rădăcină, decât al doilea, care va rămâne în mediu, făcând ca reacţiunea acestuia să fie alcalină. Să mai presupunem apoi că avem în mediu $SO^4(NH^4)^2$ şi el va fi desfăcut în ioni de SO^4 şi de NH^4. Cei din urmă vor fi absorbiţi mai mult, decât cei dintâi, căci planta are mai multă nevoie de N decât de S, şi acest lucru va avea ca urmare o reacţiune acidă a mediului. Vom zice că azotatul de sodiu este o sare „physiologic alcalină" iar sulfatul de amoniu este o sare „physiologic acidă".

Ştim că rădăcinelor unei plante le prieşte un anumit pH şi o schimbare de pH în sol unei plante poate să-i convină, alteia însă nu. Dacă, de pildă, în sol se găseşte carbonat de calciu, aciditatea, care dăuna unei plante, fiind neutralizată, acea plantă nu va mai suferi; sau dacă, am avea un pământ cu putere de absorbţie mare ce absoarbe surplusul de Na, planta iar nu va suferi.

Când vom vorbi despre soluri şi îngrăşăminte, vom insista mai mult asupra acestor lucruri.

Deci plantele îşi procură azotul şi din sărurile de amoniu şi sunt bune toate acele, ale căror acid nu e toxic. Aşa sunt bune: clorura de amoniu, sulfatul de amoniu, azotatul de amoniu, fosfatul de amoniu. Carbonatul de amoniu nu e bun, căci provoacă reacţie alcalină în substrat; pentru pensulare pe frunze poate fi bun, căci reacţia alcalină e neutralizată de acizii organici din frunze.

3. *Din combinaţii organice.*

Combinaţiile organice, de care poate fi vorba aci sunt: materiile humice din sol, materiile azotoase din resturile plantelor şi animalelor şi din dejecţiunile solide şi licide.

Substanţele cu molecule mai mare nu pot fi absorbite de rădăcinele plantelor, ci ele trebuie să putrezească mai întâi. Sub influenţa microorganismelor molecula mare e des-

Biblioteca Ușii Roșii

compusă în molecule tot mai mici, care oxidându-se cu degajare de CO^2 și H^2O, lasă la urmă materiile minerale și amoniac. Acesta ori este absorbit de rădăcinele plantelor ca atare, ori mai întâi este nitrificat.

Substanțele cu moleculă mică din humus și din resturi de plante și animale precum și din dejecțiuni ar putea să fie absorbite de plante ca atare, bineînțeles în cantități mici. După Truffaut și Bezsonoff în special ureea ar fi utilizată de plante chiar mai bine, decât azotații și sărurile de amoniu pentru motivele că ea trece ușor prin membrana protoplasmei, că nu lasă în mediu reacție acidă și nu are nevoie să fie redusă.

Substanțele organice trebuiesc deci mai întâi mineralizate, ca azotul lor să poată fi utilizat de plante.

B. *Azotul liber.*

Asimilarea azotului liber din aer are loc cu ajutorul microorganismelor în două feluri: 1. De microorganisme ce trăesc în simbioză cu leguminoasele și 2. De microorganisme ce trăesc libere în pământ.

Biblioteca USV IAȘI

I. ASIMILAȚIA AZOTULUI LIBER DE MICROORGANISME CE TRĂESC IN SIMBIOZA CU LEGUMINOASELE.

Practica încă demult remarcase locul deosebit, pe care îl au leguminoasele față de alte plante, în ceea ce privește influențarea fertilității solului. Chiar unii scriitori romani recomandau să nu se îngrașe pământul după trifoi, lucernă, măzeriche, nefiind nevoie. In secolul al 18-lea Schubart, având în vedere valoarea mare ca nutreț a leguminoaselor și influența lor bună asupra pământului, făcu mare propagandă în special pentru cultura trifoiului și lucernei, și ca răsplată fu înobilat cu gradul de cavaler, „Cavaler de Kleefeld", numit încă și apostol al trifoiului. Agronomii germani Thaer, Wulffen, și alții ce întocmiau și statistici pentru recolte și îngrășări cu gunoi la diferite plante în diverse rotațiuni, constatară că leguminoasele sunt „plante ce îmbogățesc pă-

mântul" şi fiindcă de o îmbogăţire în materii minerale nu putea fi vorba, se trase concluzia că e vorba de o îmbogăţire în azot şi împărţiră plantele agricole în plante „consumătoare de azot" şi „sporitoare de azot".

Se făcu şi experienţe de vegetaţie pe câmp pentru a se cerceta mai bine această însuşire a leguminoaselor.

Lawes şi Gilbert la Rothamsted-Anglia cultivând pe aceiaş parcelă plante agricole — altele decât leguminoase — mai mulţi ani în şir, au constâtat că recoltele tot scad până la un minimum ce se menţine aproape constant. Cultivând apoi şi leguminoase, au constatat că recoltele iarăşi cresc.

Schultz-Lupitz în Germania a gospodărit proprietatea sa din Altmark cu terenuri năsipoase, sărace timp îndelungat, dând numai îngrăşăminte de P, K, şi Ca fără azot, reuşind să ridice mult recolta, intercalând culturi de leguminoase şi făcând îngrăşăminte verde. Analizându-se un sol tratat astfel timp de 15 ani, şi un altul de alături lasat, cum se găsea la început, fiind utilizat numai ca paşune de oi, a găsit 0.087% N resp. 0.027% N; în primul caz deci cu mult mai mult azot.

Teoreticeşte însă s'a reuşit mai greu, ca să se dovedească faptul.

Incă Priestley şi Ingen—Housz credeau că rezolvă problema întroducând plantele într'un recipient şi determinând azotul dispărut, iar Saussure demonstră că nu s'a operat bine, căci azotul din recipient nu se putea determina exact.

Renumitul chimist agricol francez, Boussingault (1851), experimentând în modul arătat la pag. 67 cu pământ calcinat, — ca să se distrugă azotul combinat — şi cu diverse plante şi îngrăşând numai cu săruri minerale fără azot, constată, analizând seminţele şi plantele recoltate, că aproape la toate n'a avut loc nici un câştig de azot. Numai la mazere şi trifoi găsi ceva prisos, pe care însă îl explică prin aceea că poate aceste plante au absorbit NH^3 prin frunze din aer. Trecând aerul înainte de a intra în balon prin vase spălătoare cu acid sulfuric, el găsi că toate plantele fără escepţie nu utilizază azotul liber din aer.

Biblioteca USAMV

Experienţele lui Boussingault fură controlate şi confirmate şi de alţi cercetători şi concluzia ştiinţifică unanimă fu aceea că leguminoasele nu asimilează azotul liber din aer. Această contrazicere între ştiinţă şi practică deveni o enigmă, care nu fu rezolvată decât în 1886 de cercetătorii germani *Hellriegel şi Willfarth*, cari aduseră lumină deplină în această chestiune.

Hellriegel se ocupase mult timp cu experienţe asupra procurării azotului de către plante şi rezultatele obţinute de dânsul şi de colaboratorul său Willfarth la Congresul Naturaliştilor din Berlin 1886 fură o revelaţie, toţi participanţii căpătând convingerea că o chestiune, atât de mult discutată, s'a găsit în fine deslegarea.

Experienţele au fost făcute în vase de vegetaţie cu pământ năsipos sărac. In o jumătate din vase a cultivat ovăs, în altă jumătate mazere. Parte din oale au fost utilizate ca atare, altă parte au fost sterilizate, iar altă parte sterilizate şi apoi udate cu spălătură de un pământ fertil. Parte din oale au rămas neîngrăşate, parte îngrăşate cu K şi P, iar parte cu K.P şi N.

Figura de pe pagina următoare ne redă parte din rezultate. (Vezi pag. 74).

Hellriegel a rezumat concluziile sale în modul următor:

1. Leguminoasele se comportă principial deosebit de graminee, în ceea ce priveşte procurarea azotului.

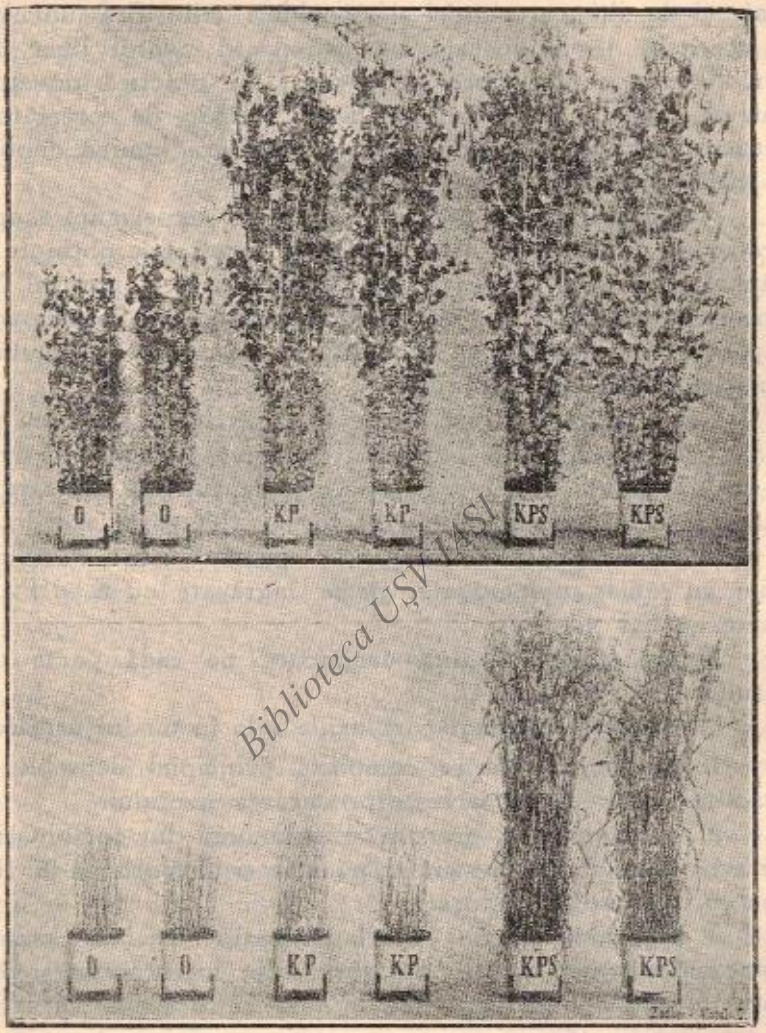
2. Gramineele îşi procură azotul numai din combinaţiile de azot asimilabile aflătoare în pământ şi desvoltarea lor ţine pas cu cantitatea acestora.

3. Leguminoaselor le stă la dispoziţie pe lângă azotul combinat din sol, încă o altă sursă, din care pot să-şi procure în mod abundent azotul, în caz, când prima sursă nu li este suficientă.

4. Această a doua sursă este reprezentată prin azotul liber din atmosferă.

5 Leguminoasele nu-s capabile singure să-şi asimileze azotul liber din atmosferă, ci este absolut necesar să conlucreze împreună şi microorganisme ce se găsesc în sol.

Biblioteca USAMV IAŞI

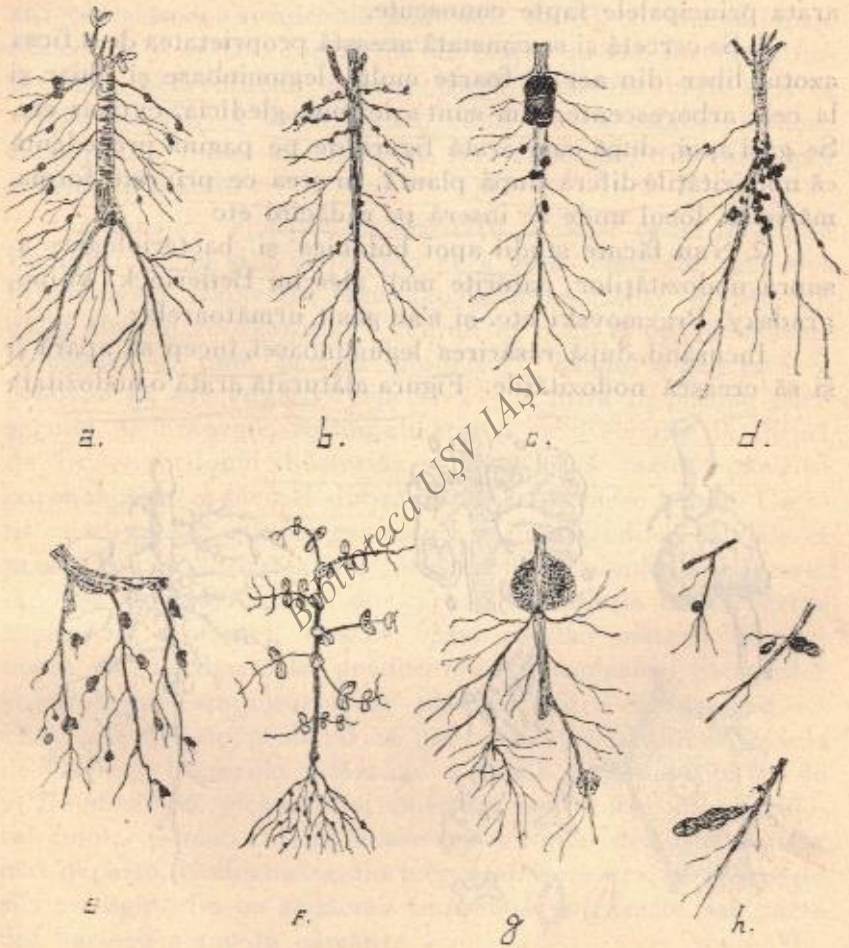


Biblioteca USV IASI

După Wagner

6. Ca leguminoasele să-şi poată procura azotul liber, ca să se hrănească, nu-s suficiente ori ce fel de microorganisme din pământ, ci numai anumite feluri, cu care aceste plante trăiesc în simbioză.

7. Nodozitățile de pe rădăcinile leguminoaselor nu trebuie socotite ca niște organe de înmagazinare ale materiilor albuminoase, ci stau în legătură cu asimilația azotului liber. În caz, când ele lipsesc, nu se constată nici asimilarea azotului.



Diferite feluri de nodosități: *a)* la trifoi, *b)* la bob, *c)* la lupine *e)* la salcâm, *f)* la mazere, *g)* la Alnus *h)* la Wistaria.

Biblioteca USV IAȘI

In urma experiențelor lui Hellriegel s'a văzut clar cauza, pentru care Boussingault nu putuse constata surplusuri de azot ficsate de leguminoase; el experimentase cu sol sterilizat si măsurile luate de dânsul, ca să împedice utilizarea

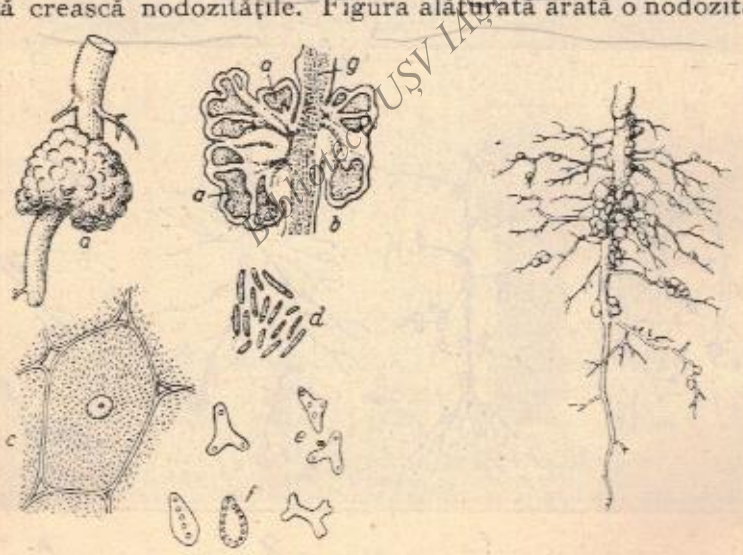
amoniacului de către frunzele plantelor, făceau imposibilă infecţia de către microorganisme.

Bine 'nţeles că după ce lucrările lui Hellriegel au fost cunoscute, un mare număr de cercetători s'au ocupat cu această chestiune în toate direcţiile. In cele ce urmează, vom arata principalele fapte cunoscute.

1. Se cercetă şi se constată această proprietatea de a ficsa azotul liber din aer la foarte multe leguminoase şi chiar şi la cele arborescente, cum sunt salcâmul, gledicia, cytisus etc. Se găsi apoi, după cum arată figura de pe pagina precedentă că nodozităţile diferă după plantă, în ceea ce priveşte forma, mărimea, locul unde se inseră pe rădăcini etc.

2. S'au făcute studii apoi botanice şi bacteriologice asupra nodozităţilor datorite mai ales lui Beijerinck, Winogradsky, Prazmovski etc. şi s'au găsit următoarele:

Incurând, după răsărirea leguminoasei, încep să apară şi şi să crească nodozităţile. Figura alăturată arată o nodozitate



După Fischer

de pe rădăcina lupinei (a), o secţiune în aceasta (b), cum se prezintă ţesuturile nodozităţei şi cum vasele ei liberolemnoase se unesc cu fascicolele din rădăcină. Se mai vede apoi o celulă din nodozitate (c) având în protoplasma ei o mul-

time de bastonaşe mici ce au fost apoi recunoscute ca bacterii. Aceste bacterii au fost numite *Rhizobium leguminosarum*, sau *Bacillus radicicola* şi se văd în figură în d. Unele din ele au formă de y şi au fost numite bacterioide (e) şi altele se umflă luând formă sferică (f). Bacilii tineri în formă de bastonaşe au flageli şi s'ar apropia de Pseudomonas; după alţi cercetători s'ar apropia mai mult de Bact. pneumoniae. Forma în y ar fi o formă de involuţie şi s'ar forma în împrejurări nefavorabile pentru bacili, cari nu mai sunt în viaţă; cea sferică ar fi forma, când tocmai bacilii plesnesc şi conţinutul lor se amestecă cu acel al celulei, din care apoi e supt de plantă.

3. Asupra apariţiei nodozităţii, a celor ce se întâmplă în interiorul ei şi a dispariţiei ei, a adus claritate mai ales Prazmowski. Bacteriile leguminoaselor se găsesc în pământ, ca şi alte microorganisme; venind în contact cu membrana celulosică a unui perişor absorbant, bacilul o găureşte — probabil că are enzima respectivă — şi intră în plasma perişorului, se hrăneşte, se înmulţeşte şi ca o zooglee în formă de fir — cordonul bacterian — înaintează înainte până în parenchymul rădăcinei divizându-se în diverse celule. Ca şi în cazul galelor, planta reacţionează înmulţindu-şi celulele şi producând nodositatea, ale cărei celule se umplu cu bacterii. Acestea primesc hidraţi de carbon în soluţie de la partea superioară a plantei, ficsază azot, produc materii albuminoase ce-'s utilizate la producerea protoplasmei bacteriilor şi surplusul este absorbit de plantă pentru desvoltarea ei. După câtva timp, probabil că din cauza surplusului de hidrat de Carbon, bacteriile sufăr, iau o formă de involuţie, fie de y, fie sferulică, plesnesc îşi amestecă conţinutul cu conţinutul celulei şi mat. albuminoase sunt supte de leguminoasă mai departe. Nodozitatea din turgescentă ce era, se sbârceşte şi fie singură fie cu rădăcina împreună putrezeşte, iar parte din bacterii ajung în pământ.

Prin urmare între bacterii şi leguminoasă este o *simbiosă;* leguminoasa dă bacteriilor hidrat de carbon, iar bacteriile din această substanţă şi din azotul ficsat de dânsele sintetizază materii albuminoase, de care profită şi leguminoasa.

Biblioteca Universitară

Leguminoasa la începutul desvoltării ei, după ce a consumat rezerva din cotilidoane, tânjește și în acest timp încep să se desvolte nodozitățile și pe măsură ce acestea aprovizionează planta cu azot, ea se desvoltă tot mai bine. Când în mediu se găsește mai mult azot combinat, rădăcina plantei are în general mai puține nodozități și deci leguminoasa ficsază mai puțin azot liber. Nodozitățile intră în descompunere atunci, când leguminoasele sunt în floare; după Nobbe ficsarea de azot are loc mai ales în timpul periodei de desvoltare vegetativă a plantei și mai puțin în timpul desvoltării boabelor.

Nodozitățile sunt foarte bogate în proteină; Troschke a găsit 45.3%.

S'a căutat să se explice chimiceşte, cum are loc ficsarea azotului și credem că explicația cea mai plansibilă ar fi acea a lui Winogradsky. Bacillus radicicola lucrează asemănător ca bacteriile acidului butyric, transformând hidratul de carbon într-o substanță cu mai mult O și în H. Hidrogenul în stare născândă hidrogenează N dând NH^3 și acesta unindu-se cu grupări fără azot dau acizi aminici, din care apoi se sintetizază materia albuminoasă mucilaginoasă ce merge să hrănească leguminoasa.

4. *Culturi pure de bacilul leguminoaselor* au reușit lui Mazé (1899) într'o decocțiune de plante leguminoase, căreia i s'a adăugat 0,5% asparagină și 2% zahăr. La început e nevoie de ceva azot combinat. Zahărul dă energia necesară pentru realizarea proceselor chimice; N^2 trebuie desfăcut în 2 N și apoi 2 N + H^2 dă 2 NH^3. Desfaceres moleculei N^2 necesitează 160 Cal, la combinarea celor 2 N cu 3 H^2 se degajă 22 Cal; procesul este deci endotermic și are nevoie de energie, pe care o dăm sub formă de zahăr. Când zahărul este mai mult, de 4—5%, bacteriile se înmulțesc slab. Se mai adaogă 1% ClNa și foarte puțin bicarbonat de sodiu și 15% gelosă în scop ca soluția infectată cu bacilii câtorva nodozități strivite și amestecate cu apă, turnată în vase de sticlă cu fundul lat și cu marginile puțin ridicate, să se închege. Vasele acestea sunt puse sub un recipient și asupra lor se trece aer trecut prin vase spălătoare, ca să se oprească azotul combinat. Se constată că bacteriile se înmulțesc—la tempe-

ratura obicinuită—şi că apoi culturile devin mucilaginoase. Acest mucilagiu conţine şi azot şi prezenţa lui este un indiciu că asimilaţia azotului a început.

Mazé în 500 cmc culturi a obţinut următoarele rezultate:

Vrâsta culturii	CONŢINUTUL IN AZOT			SACCHAROSA		Raportul între câştigul de azot şi zaharul consumat
	La început	La sfârşit	Câştig	La început	Consumat	
19 zile	11.6 mg	23.7 mg	12.1 mg	1.75 g	1.209 g	1 : 100
21 „	9.8 „	22 6 „	12.8 „	2.00 „	1.196 „	ceva mai mare
23 „	9.8 „	24.7 „	15.0 „	2.25 „	1.379 „	„ „ „

După cum se poate vedea, câştigul este relatic mic. Procesul este aerob şi nu reuşeşte în absenţa oxigenului. Ridicându-se temperatura la 35°, s'au obţinut şi forme de involuţiune ale bacteriilor.

Şi alţi cercetători au făcut experienţe de acest fel şi au confirmat rezultatele lui Mazé. În timpurile din urmă ele sunt contestate. Marie Löhnis (1930) arătă că în astfel de culturi bacteriile se înmulţesc mult, dar nu găsi un câştig de azot în mod absolut evident şi explică surplusurile obţinute de Mazé prin aceea că ele sunt datorite unor greşeli în experimentare. Nici cercetătorii americani Wilson, Hopkins şi Fred (1932), cari au lucrat timp îndelungat şi foarte riguros ştiinţificeşte, n'au putut scoate în evidenţă acest surplus. Wincgradscky (1936) decurând, relată că a putut să stabilească surplusul de azot asimilat, însă este vorba numai de câteva γ.

Prin urmare nici până în prezent nu s-a putut demonstra riguros ştiinţificeşte că Bacillus radicicola asimilează azotul liber din aer. Nu e de mirare că unii cercetători au căutat şi în alte moduri să explice asimilaţia azotului. Aşa de pildă Franck că bacteriile ar excita numai leguminoasele, ca să asimileze azot, alţii că bacteriile n'ar ficsa azotul liber, ci că s'ar bucura numai de însuşirea de a absorbi cele mai minimale cantităţi de azot combinat din sol, alţii că leguminoasele parasitează pe bacterioide, utilizând azotul lor, şi încă alte multe concepţii mai mult, sau mai puţin eronate.

Biblioteca U.A.I.A.Ş.

Trebuie să admitem fără nici o îndoială că Bacillus radicicola ficsază azotul, şi dacă noi nu putem pune în evidenţă acest lucru, e că în experienţele noastre nu realizăm toate condiţiunile din nodozitate; spusesem că prezenţa aerului este absolut necesară, însă probabil că este şi o fază anaerobă şi anume, când H în stare născândă lucrează asupra azotului atomic spre a-l hidrogena în NH^3. Dacă ar fi prezent şi O, atunci designr acesta ar fi hidrogenat mai întâi. După cum ştim în protoplasma celulei pot avea loc şi procese contrare, în cazul de faţă procese aerobe şi anaerobe. Acest fel al nostru de a vedea lucrurile scoate şi mai mult în evidenţă fenomenul de simbioză, ce are loc între leguminoasă şi bacteriile asimilătoare de azot.

5. *Inoculări şi infectări cu bacteriile leguminoaselor.* Nodozităţi se pot produce şi în mediu licid, dar mai puţine; în mediu solid (pământ, năsip) mai multe şi mai sigur. Dacă se pune în oale pământ sau năsip sterilizat—bine'nţeles, vom da şi materiile minerale necesare, fără azot—şi vom semăna de pildă boabe de mazere sterilizate, vom uda cu apă distilată, ori feartă, planta se va desvolta, după cantitatea de azot combinat ce-i stă la dispoziţie, dară fără să apară nodozităţi la rădăcină. Dacă însă vom zmulge planta de mazere din câmp, le vom spăla bine rădăcinele, vom desprinde un număr de nodozităţi, pe care le vom freca bine şi apoi le vom amesteca cu apă şi licoarea în chestiune o vom turna în ghiveciul cu mazere, vom constata că pe rădăcinele plantei apar după scurt timp, c. a zece zile, nodozităţi şi planta se desvoltă mult mai puternic, decât alta, care n-a fost la fel tratată. Putem inocula bacteriile şi împungând cu un ac mai întâi în nodozitate şi apoi în o rădăcină a plantei tinere fără nodozităţi. Se poate infecta şi cu spălătură de pământ, dar în acest caz nodozităţile apar ceva mai târziu. Astfel de experienţe au fost făcute mai întâi de Breál (1888) şi apoi de Beijerinck (1890).

6. *Rasele bacilului leguminoaselor.* Dacă procedăm în felul, după cum am arătat la punctul precedent, infectând rădăcinele unei plante cu bacterii din nodozităţile altui fel de plantă, constatăm uneori o desvoltare mare de

nodosităţi, ca şi cum am fi infectat cu bacterii dela acelaş fel de plantă, alteori nu se formează nici o nodozitate şi însfârşit alteori comportarea e intermediară. De pildă dacă infectăm cu bacterii de mazăre rădăcini de mazăre, măzăriche şi trifoi, vom constata în primele două cazuri formare de numeroase nodozităţi, dar la trifoi foarte puţine, sau nici una; şi invers bacteriile trifoiului nu infectează mai de loc rădăcinele celor două plante. Astfel de experienţe au condus la concluzia că Bacillus radicicola se prezintă în natură în diferite rase. S'a constatat că aceste rase se, deosebesc între dânsele prin forma şi flagelele bacteriilor prin forma bacterioidelor, apoi prin insuşiri fiziologice — durata generaţiei, consumul de zahăr, înfluenţa cantităţii de O, etc—, prin însuşiri serologice, prin forma coloniilor, prin putinţa de asimilare mai tare, sau mai slab etc.

După Baldwin şi Fred (1929) ar fi 5 rase de Bacillus radicicola, sau Rhizobium.

Rhizobium leguminosarum (Lathyrus, Pisum, Lens, Vicia)
Rhizobium trifolii (Diversele feluri de trifoi).
Rhizobium phaseoli (Phaseolus).
Rhizobium meliloti (Melilotus, Medicago, Trigonella).
Rhizobium japonicum (Soja hispida).

Bacteriile lupinilor şi ai seradelei, apropieţi între ei, nu-s de un singur tip, ci aparţin la mai multe tipuri.

Dacă într'o regiune nu s'a cultivat niciodată o leguminoasă şi nici o alta dintr'o rasă cu dânsa, atunci nu se formează de loc sau foarte puţine nodozităţi. După experienţele multor cercetări, leguminoasa se poate acomoda. De pildă am infectat o leguminoasă cu bacterii dela o alta şi am constatat că s'a produs foarte puţine nodozităţi, şi mici, dacă leguminoasa în chestiune o infectăm apoi cu bacterii din aceste nodozităţi, vom constata mai multe nodozităţi pe rădăcini şi tot aşa după mai multe generaţiuni şi infecţiuni vom constata o desvoltare tot atât de mare de nodozităţi, ca şi cum am fi infectat planta, cu nodozităţi, dela o plantă la fel. Bacteriile deci ale unei leguminoase s'au acomodat la o alta. In schimb bacteriile acomodate la o a doua plantă, nu se vor mai potrivi la prima plantă.

Biblioteca UAIASI

Cultivând o leguminoasă des în rotaţie pe un teren, numărul bacteriilor corespunzătoare acestei plante vor tot spori, aşa că cu timpul asimilaţia azotului şi deci recoltele vor fi mai mari.

7. *Inocularea în pătura superficială a solului de bacterii ficsătoare de azot.* Am văzut că solurile, pe care de mult, sau nici odată, nu s'a cultivat o leguminoasă, pot să nu conţină de loc, sau în slabă măsură, bacteriile asimilătoare respective şi că în acest caz prin culturi repetate se pot acomoda, sau se poate spori, numărul acestor bacterii în pământ.

S'ar fi putut cineva gândi că făcând culturi pure de bacterii asimilătoare şi răspândindu-le pe pământ, efectul ficsării azotului ar fi mai grabnic; şi într'adevăr s'a reuşit să se obţină în fabrici speciale două preparate azotogen şi nitragin cu bacili ai leguminoaselor. De asemeni s'a căutat să se ajungă la acelaş rezultat, împrăştiindu-se la suprafaţa unui sol, pe care nu se mai cultivase o leguminoasă, o cantitate de pământ de pe un altul, pe care mult timp se cultivase acea leguminoasă.

S'au făcut experienţe, ca să se vadă utilitatea acestor măsuri.

Heinze a experimentat cu un pământ lutos, pe care nu se mai cultivase seradela şi lupinele, umplând vase cu dânsul şi semănând aceste plante. A obţinut cantităţile următoare de azot în recolte:

Seradela		Lupin	
netratat	16.8 g N	netratat	22.6 g N
tratat cu nitragin	57.4 „	tratat cu nitragin	49.1 „

In experienţe pe câmp:

Salfeld pe un pământ năsipos arat pentru prima oară: 1) netratat 4900 kg masă verde de lupine la Ha 2) presurat cu pământ dintr'un lan, pe care se cultivase de multe ori lupine, 8250 kg masă verde la Ha.

Dietrich pe un pământ lutos năsipos, pe care nu se mai cultivase mai înainte lupine, experimentând cu această plantă: 1) netratat 5000 kg masă verde la Ha, 2) infectat cu

Biblioteca CSU IASI

pământ, pe care des se cultivase lupine, 8250 kg masă verde la Ha.

Schneidewind la Lauchstädt pe un loess humos, pe care nu se mai cultivase seradela, experimentând cu această plantă obţinu: 1) netratat 2700 kg masă verde la Ha, 2) tratat cu nitragin 7250 kg masă verde la Ha.

Din aceste experienţe rezultă că aceste operaţiuni de inoculare în sol a bacteriilor asimilătoare de azot pot avea efect bun şi ar fi recomandabile şi la noi pe ogoarele ce au fost păşuni, mai ales în regiunile sărace în precipitaţiuni atmosferice şi pe acele, pe care mult timp mai înainte au fost cultivate esclusiv cereale.

Infectarea cu bacterii asimilătoare de azot se poate face în mai multe feluri.

a) Cu pământ. Se ia din pătura superficială a unui sol, pe care s'a cultivat leguminoasa în chestiunea mult timp, cam câte 1000 kg de pământ de fiecare Ha a suprafeţei ce voim să infectăm, împrăştiem această cantitate în mod uniform şi apoi cu o boronă, sau cu un plug ce ară superficial, trecem pe deasupra spre a amesteca cele două feluri de pământ.

b) Cu cultură pură în soluţie. Se amestecă această soluţie cu apă şi se stropeşte cu dânsa apoi ţernă fină humoasă şi cceasta se împrăştie în mod uniform. Se poate infecta şi semânţa procedând la fel, cum se salamurează contra mălurei.

c) Se pot pregăti preparate de culturi uscate, ce se obţin în cutii de tablă, şi unde vitalitatea bacteriilor se menţine timp cât de îndelungat. Preparatul se amestecă cu ţernă şi se procedează ca în cazurile precedente.

8. După cum se ştie, leguminoasele cuprind un mare număr de specii şi la multe din ele s'a constatat însuşirea de a asimila azotul liber din aer. S'a pus întrebarea, dacă mai sunt şi alte plante, care nu sunt legnminoase şi care au această importantă proprietate de a fixa azotul. S'au găsit într'adevăr astfel de plante: Alnus, Elaeagnus, Hippophaë, Myrica şi unele Podocarpine şi Cycadeae. La Pavetta, plantă tropicală, au fost găsite nodozităţi cu bacterii ficsatoate de azot pe frunze.

Biblioteca U.Ş.V. IAŞI

S'a mers mai departe. Schneider a încercat să inoculeze bacterii dela Melilotus la porumb şi ovăs, preparându-şi o cultură în bulion de porumb şi turnând-o apoi în ghiveciuri cu culturi sterile de porumb şi ovăz. N'a obţinut nodosităţi, dar a constatat o infectoare cu bacili a rădăcinilor porumbului. Cercetări viitoare vor clarifica importanţa acestor fapte.

9. Cam câte kg de azot ficsază anual un hectar de leguminoase?

Azotul dintr'o recoltă de leguminoase provine şi din azotul combinat din pământ şi din cel ficsat din aer: la pământurile năsipoase a două sursă este mai mare, la cele grele prima, dar şi în acest caz cantitatea de azot ficsată din aer este apreciabilă.

Cu chestiunea, cam cât azot ficsază 1 Ha leguminoase din aer, s'au ocupat mai ales cercetătorii germani.

Schneidewind la Lauchstädt a găsit că masa, recoltată în cele 2—3 coase de pe un hectar lucernă, conţine în mijlociu 234 kg azot, la seradelă 223 kg, la lupine 214 kg, la mazăre, bob, măzeriche în mijlociu 135 kg azot.

Schultz-Lupitz găsise mai înainte numere ce variau între 120 şi 220 kg. azot.

In experienţele Societăţii agricole germane s'au obţinut numere între 135-195 kg.

Weiske şi Werner în rădăcinile din pătura de sol până la 26 cm. adâncime au găsit la lucernă 152 kg. la trifoi 214 kg. la sparcetă 138 kg. azot.

Orth a găsit în rădăcinile lucernei până la 25 cm. 186 kg, iar până la 3 m. 316 kg azot.

O recoltă totală de leguminoase ar putea deci să conţină în partea superioară şi în rădăcini până la c. a 300-400 kg. azot. Parte din această cantitate, să zicem c.a 100 kg, ar putea să provină prin asimilaţie din azotul liber din aer, care dacă s'ar cumpăra în formă de salpetru s'ar plăti cu c. a 8000 lei.

După cum vedem, ficsarea azotului de bacterii ce trăesc în simbioză cu leguminoasele este foarte importantă din

punct de vedere agricol şi nu e deci de mirare că numeroase studii asupra acestui fenomen s'au făcut în toate ţările înaintate în cultură. In timpurile din urmă se lucrează mult, mai ales în America. In capitolul asupra îngrăşămintelor verzi din vol. IV vom complecta cele expuse pe aceste pagini.

B. ASIMILAREA AZOTULUI LIBER DIN AER DE MICROORGANISMELE CE TRAESC LIBER IN PĂMÂNT.

Consideraţii bazate pe observaţii de practică agricolă au condus la concluzia că trebuie să fie şi microorganisme ce trăesc libere în sol, şi asimilează azot. Există ogoară şi la noi, care de sute de ani au fost cultivate cu graminee, fără a se intercala leguminoase şi fără a li se da îngrăşăminte şi totuş mai dau recolte. Astfel de ogoară sunt în India chiar poate de mii de ani în cultură.

Lawes şi Gilbert la Rothamsted cultivă pe acelaş teren mulţi ani cereale şi constată că la început recolta scăzu treptat până a ajuns la un minimum, ca apoi să se menţină timp îndelungat ca atare; în această recoltă minimă se mai găseşte o cantitate apreciabilă de azot.

I. Kühn după 20 de recolte de secară (1879-1898) mai obţinu încă recolte apreciabile.

Berthelot (1885) dovedi experimental că un câştig de azot combinat are loc într'un pământ ţinut 17 luni în condiţiunile naturale, pe când la altul sterilizat şi ţinut ca atare nu se constată acest lucru.

Reflectând asupra acestor fapte, cercetătorii ajunseră la concluzia că trebuie să mai fie o sursă de azot combinat necunoscută. Acest lucru nu putea să aibă loc pe cale chimică — de pildă, absorbţia azotului liber de componentele solului, — nici pe cale fizică — de pildă prin efluviile electrice, —, nici ca azot combinat în precipitaţiunile atmosferice — căci e prea puţin, şi apoi se mai perde cu apa infiltrată în sol —, ci marea majoritate a cercetătorilor ajunseră la concluzia că această ficsare de azot liber trebuia să aibă loc de către microrganisme ce trăesc libere în pământ şi ele începură a fi căutate.

Acest lucru reuşi mai întâi lui Winogradsky (1895), care pregăti o soluţie nutritivă din glicosă, materii minerale hrănitoare, dar fără azot şi după ce pe aceasta o infectă cu ceva pământ, constată după câtva timp că are loc o fermentare butyrică. Adăugând ceva carbonat de calciu, ca să neutralizeze acidul, zahărul putu să fermenteze complect. Din dozarea azotului se trase în mod sigur concluzia că este un surplus de azot şi că deci a avut loc asimilarea azotului liber; din această cultură Winogradsky a izolat o bacterie ce avea însuşirea de a ficsa azotul şi era un Clostridium şi la denumit Pasteurianum. Se mai numeşte şi Bac. amylobacter, căci



ca şi amylum dă cu I o coloraţie albastră. Ca şi celelalte bacterii a acidului butyric, el e anaerob, şi degajă H. După cum am spus şi în cazul bacilului leguminoaselor, H fiind în stare născândă hidrogenează azotul, dând NH^3, care e utilizat la sintetizarea acizilor aminici şi apoi a materiilor albuminoase. Intre Clostridium anaerob şi bacterii aerobe este o simbioză, el le dă azotul combinat sintetizat, iar celelalte absorb O, ţinând mediu favorabil pentru bacteria anaerobă. In culturile lui Winogradsky la 1g de zahăr consumat se producea 3mg N, combinat.

Mai apoi reuşi şi Beijerink (1901) să găsiască o altă bacterie asimilătoare de azot, pe care a numit-o Azotobacter chroococcum. Ea e mare, rotundă, aerobă şi ficsază mai puternic azotul, la 1g zahăr până la 80 mg; răspândirea ei e foarte mare, găsindu-se pretutindeni. Are şi acţiune denitrificătoare, după cum vom vedea mai târziu.

E foarte probabil că mai sunt şi alte bacterii ficsătoare.

Insuşirea de a ficsa azotul liber a fost constatată şi la diverse ciuperci, cum sunt cele din mucegai şi la cele din mycorrhize, şi chiar şi la algele cyanophycee etc. Cerce-

Biblioteca USV IAŞI

tări mai exacte făcute au condus la concluzia că algele pure nu ficsază azotul, ci împreună cu bacteriile asimilătoare ce se lipesc pe suprafața lor, cu care trăesc în simbioză, ele dând bacteriilor hidrați de carbon și primind în schimb azot combinat.

Bacteriile asimilătoare de azot din pământ și pătura de alge dela suprafața solului pot avea efect apreciabil în ceea ce privește ficsarea azotului.

Condițiunile pentru ficsarea de azot de către aceste microorganisme sunt următoarele:

a) O sursă de carbon combinat, care poată fi reprezentată pzin hidrați de carbon și chiar materii humice. Figura



fără zahăr cu zahăr fără zah. cu zah.

După Koch

alăturată ne arată, cum zahărul a favorizat desvoltarea plantelor, favorizând bacteriile asimilătoare de azot.

b) Materiile minerale necesare și în special acidul fosforic și carbonatul de calciu.

c) Aerisire printr'o bună lucrare a pământului.

d) O temperatură, care după Heinze, mai convenabilă este de 20^0—30^0.

Să răspundem acum la întrebarea: cam cât azot combinat ar primi pe an un hectar pământ pe calea asimilării azotului liber de aer de către bacteriile ficsătoare de azot ce trăesc liber în pământ?

Biblioteca USV IAȘI

Prin dozarea azotului la o dată şi apoi după câtva timp şi făcându-se diferinţa între numerile obţinute s'ar ajunge greu la un răspuns satisfăcător. Să presupunem că s'ar asimila 50 kg azot pe an. Masa pământului din pătura dela suprafaţă până la adâncime de 40 cm, cât ar putea să aibă loc asimilaţia azotului, este de c.a 5000 tone, revine deci la 100 tone 1 kg, sau la 10 g, cât se ia la dozarea azotului după Kjeldahl, 0.1 mg, ceea ce e greu de dozat cu exactitate.

Se explică deci dece diverşii cercetători ce s'au ocupat cu această chestiune, au obţinut rezultate foarte diferite, unii prea mari, alţii prea mici. Intre alţii şi Pfeiffer şi colaboratorii lui (1907) au făcut astfel de cercetări, executând un număr mari de dozări de azot în pământ cu multe paralele şi aplicând apoi calculul probalităţilor au găsit c.a 40 kg.

Marea majoritate a cercetărilor apreciază surplusul de azot combinat la 20-40 kg la Ha şi pe an.

B.

Elementele din cenuşa plantelor.

In capitolul dela început, în care am tratat istoricul evoluţiei cunoştinţilor asupra nutriţiei plantelor, am arătat că abia pe la mijlocul secolului trecut s'a dovedit complect adevărata importanţă a elementelor din cenuşa plantelor.

S'a căutat apoi să se vadă rolul şi importanţa fiecărui element pentru nutriţia plantelor şi s'a crezut că cea mai nimerită cale e să se analizeze diversele cenuşe, ca să se vadă, dacă elementul se găseşte, sau nu; dacă se găseşte în cantitate mai mare, înseamnă că e mai util.

Făcându-se astfel de analize s'au găsit în diverse cenuşe elementele următoare: S, Se, As, Sb, Si, Ti, Bi, Cl, Br, I, F, K, Na, Li, Rb, Cs, Mg, Ca, Ba, Sr, Al, Cr, Fe, Ni, Co, Ag, Cu, Pb, şi altele.

S'a mai constatat că unele se găsesc foarte rar atunci, când ele întâmplător se găsesc în mediu; apoi că altele se găsesc în cantităţi diferite, mai mari sau mai mici, după compoziţia mediului. Aşa de pildă cenuşa rapiţei cultivată pe

Bibliteca USV IAŞI

un pământ calcaros conține 28% Ca O, pe când pe un pământ sarac în calcar numai 13% Ca O; în cenușa trifoiului cultivat pe pământuri diferite se găsesc cantități de K^2O cuprinse între 9—50% și se pot da astfel de exemple cât de multe.

Din analizele de cenușe s'a căutat apoi să se tragă concluzii asupra faptului, dacă un element este dispensabil, sau indispensabil și s'a admis criteriul că elementul, care se găsește numai ocazional să fie considerat ca dispensabil, iar cel ce se găsește totdeauna, ca indispensabil. Aplecând acest criteriu s'a găsit că următoarele elemente se află totdeauna în cenușa plantelor și deci indispensabile: Cl, S, P, Si, K, Na, Ca, Mg, Fe. Apoi foarte des, dar nu totdeauna, s'au găsit următoarele elemente: I, F, Al, Mn.

Totuș s'a constatat că criteriul stabilit nu este suficient de sigur, căci s'a dovedit că se pot găsi elemente, care totdeauna se află în cenușa plantelor și cu toate acestea ele să fie dispensabile și atunci s'a căutat alte criterii pentru a se stabili, dacă un element este indispensabil, sau nu, și s'a dovedit că un criteriu foarte bun este următorul: se pune în mediu — năsip cvarțos, sau apă — toate elementele exceptând pe acela, pe care îl studiem, și dacă planta se desvoltă normal, atunci elementul este dispensabil, iar dacă nu se desvoltă normal, decât dacă se adauge și elementul lăsat la o parte, el e indispensabil.

Conform acestui criteriu s'au desvoltat două metode, a cea a culturii în apă și a cea a culturii în năsip.

1. *Metoda culturii în apă*, utilisată mai întâi și perfecționată de către Sachs și Knop.

Această metodă are multe modificări, căci, după cum spune Lundegărth, aproape fiecare cercetător, ce s'a ocupat cu astfel de experiențe, își are metoda lui. Dăm următorul fel de procedare:

De obicei astfel de experiențe se fac în vase de sticlă; numai în cazul experiențelor fine în legătură cu Si, sau cu metalele alcaline vasele trebuie să fie de alt material. Ele pot avea formă cilindrică, sau altfel și pot fi de diverse mă-

rimi. Ca lumina să nu pătrundă şi să nu favorizeze desvoltarea algelor, vasele sunt înfăşurate cu hârtie neagră, sau cu carton.



După Jost
Hrişcă cu potasiu şi fără.

Seminţele sunt puse la germinat între hârtii de filtru umede, până când încolţesc bine.

Pentru experienţe fine se separă embrionul de cotilidoane, căci în acestea se găsesc materii minerale de rezervă, care ar încurca tragerea de concluzii precise; o boabă de fasolă, de pildă într'un mediu lipsit de materii hrănitoare, se poate desvolta — bine 'nţeles pipernicit — până ce capătă şi floare.

Se pregăteşte soluţia nutritivă, după reţetele, pe care le vom da îndată şi se toarnă 'anumită cantitate în vas. Se pregăteşte 'apoi un disc de plută lat cât interiorul cilindrului şi gros ca de c.a 1 cm şi se găureşte după numărul plantelor, cu care dorim să experimentăm; după aceea se ferbe dopul, ca să se sterilizeze, se usucă şi se imbibă cu parafină. In găurile dopului aşezăm cu precauţiune seminţele încolţite, bine'nţeles cu rădăcinile în jos, şi apoi punem dopul astfel pregătit în cilindru, aşa ca rădăcinele să se moaie bine în apă. Figura de pe pagina următoare reprezintă un aranjament dintr'o experienţă executată de noi.

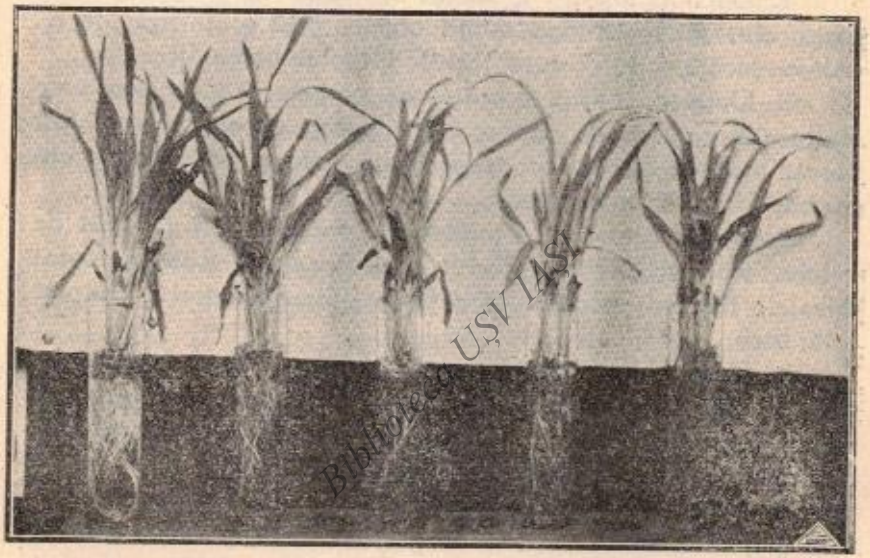
In figura precedentă după Nobbe se vede că pe vas se află un capac de tablă cu găuri.

Plantele transpirând şi ceva apă evaporându-se, nivelul soluţiei va scăde şi de aceea trebuie să umplem regulat vasul cu apă distilată, cât a fost la început. Rădăcinile respirând, O

Biblioteca USAMV

din soluţie se va împuţina şi de aceea din când în când vom bolborosi aer în soluţie.

După cum am arătat la capitolul azotului, o sare poate fi fiziologic alcalină, de pildă NO^3Na — NO^3 fiind consumat de plantă, iar Na rămânând în soluţie ca NaOH — sau fiziologic acidă, de pildă $SO^4(NH^4)^2$ — NH^8 fiind consumat de plantă, iar SO^4 ca acid sulfuric rămânând în soluţie —, aşa că soluţia noastră nutritivă va deveni sau alcalină,



Bibliotecă USV IAŞI

sau acidă şi dacă reacţia respectivă va fi accentuată, planta va suferi, căci ei îi convine o reacţie neutră, sau slab alcalină, ori acidă. Alcalinitatea se poate neutraliza adăugând câţva cmc din o soluţie diluată de acid fosforic de titlu cunoscut, iar aciditatea cu ceva carbonat de calciu. Se mai poate evita aceste inconveniente schimbând din timp în timp soluţia din vas.

La sfârşitul experienţei scoatem plantele, le uscăm şi le analizăm, determinând substanţa uscată, azotul — dacă se cere — şi elementele cenuşei; sau analizăm elementele rămase în soluţii neabsorbite de plante.

La prepararea soluției trebuie să ținem seamă de concentrarea ei. La început nu reușeau aceste culturi în ape, din cauză că soluțiile nutritive se făceau prea concentrate. Cea mai recomandabilă concentrare este de 2 — 5 g la litru. Să se mai țină seamă de faptul că plantele au nevoie de puțin Fe și că sărurile de fer în cantitate mai mare sunt toxice.

Dăm câteva rețete de soluții nutritive, pe care le găsim mai recomandabile din multele propuse de diverși cercetători:

1. După Knop: 1 g azotat de calciu. 0.25 g sulfat de magneziu, 0.25 g fosfat monopotasic, 0.12 g clorură de K, câteva picături de clorură ferică. Umplut la un litru.

2. După Sachs: 1 g azotat de potasiu, 0.5 g clorură de sodiu, 0.5 g sulfat de calciu, 0.5 g sulfat de magneziu, 0.5 g fosfat acid de calciu (fin pulverizat), câteva picături clorură ferică. Umplut la 1 litru.

3. După Crone: 1 g azotat de potasiu, 0.5 g sulfat de calciu, 0.5 g sulfat de Mg + apa de crist. 0.25 g fosfat tricalcic fin pulverizat, 0.25 g fosfat feric fin pulv. Umplut la 1 litru.

4. După Hansteen-Cranner: 1,18 g sulfat de amoniu, 0.56 g clorură de calciu, 0.45 g fosfat dipotasic, 0,615 g sulfat de magneziu + apa de crist. 0.15 g clorură de sodiu și încă o picătură clorură ferică. Umplut la 1 litru.

5. După Prianischnicow: 0.240 g azotat de amoniu, 0.72 g fosfat monocalcie, 0.150 g clorură de potasiu, 0.060 g sulfat de magneziu, 0.334 g sulfat de calciu, 0.025 g clorură ferică. Umplut la 1 litru.

6. După Tottingham cea mai bună soluție nutritivă încercată din 84 combinațiuni este: 0.0094 g Mol KNO^3, 0.013 g Mol $KH^2 PO^4$, 0.0144 g Mol $Ca (NO^3)^2$, 0.0144 Mg SO^4 la litru. O picătură clorură ferică.

2. *Metoda culturii în năsip.*

A fost utilizată mai ales de Hellriegel, dar și de alți cercetători. Ea e mai ușor de executat și se apropie mai mult de condițiunile desvoltării rădăcinelor plantei în sol, decât metoda culturii în apă, de aceea nu e nevoie de atâtea

Biblioteca USAMV IAȘI

precauţiuni, când lucrăm cu dânsa. Aerisirea, desvoltarea microorganizmelor se face ca în pământ, lipseşte mai ales absorbţiunea. Uneori această metodă se impune faţă de cea a culturii în apă, de pildă când este vorba a se studia utilizarea de către plante a unei substanţe insolubile; aceasta în apă se depune la fund, cu năsipul se poate amesteca în mod uniform. De asemeni, când avem de experimentat cu o substanţă, care înainte de a fi utilizată de către plante, trebuie să sufere acţiunea microorganismelor aerobe. Apoi când este vorba să se studieze influenţa diferitelor cantităţi de apă asupra desvoltării plantelor, nu ne putem adresa decât acestei metode.

Principalul inconvenient al culturei în năsip este că nu se poate găsi năsip de cvarţ curat, căci sau este amestecat cu sfărămături de roci şi cu părticele de calcar de mărimea năsipului, sau grăuncioarele îs acoperite la suprafaţe cu hidrat de fer sau de Aluminiu, ce mai ţine în stare de absorbţie alte substanţe ce pot fi materii hrănitoare. De aceea năsipul este mai întâi tratat cu acid sulfuric diluat, spalat cu apă obicinuită şi apoi cu apă distilată şi la urmă uscat bine Materiile hrănitoare pot fi amestecate ca prafuri fine cu năsipul, sau pot fi adaugate ca soluţii. La terminatul experienţelor năsipul de pe rădăcine plantelor se îndepărtează foarte uşor cu apă.

Biblioteca I.S.P.A.S.I.

Mai târziu în volumele III şi IV voi vorbi pe larg despre experienţele de vegetaţie în vase şi pe câmp şi atunci se vor complecta cele spuse aci asupra metodei culturii în năsip

Cercetătorii utilizând aceste metode au găsit foarte importante rezultate asupra importanţei elementelor din cenuşă la nutriţia plantelor.

Elemente absolut indispensabile au fost găsite: S, P, K, Ca, Mg, Fe. Acestea sunt absorbite de către plante ca anioni SO^{4}, $H^{2}PO^{4-}$, NO^{3-} şi ca cationi K^{+}, Ca^{++}, Mg^{++} şi Fe^{++}, sau Fe^{+++}, indiferent în ce combinaţii de săruri au fost date mediului la început.

Dacă unul din aceste element lipseşte, producţia este mică şi micşorarea depinde de element. De pildă într'o expe-

rienţă făcută de Birner şi Lucanus s'au găsit următoarele cantităţi de substanţă uscată — luând ca unitate cantitatea de subst. usc. din semânţă — : 1) toate elem. 138, 2) fără K 9, 3) fără Fe 7, 4) fără P 6, 5) fără S 5, 6) fără Mg 5, 7) fără Ca 1. Deosebirile se explică prin faptul că în semânţă se găsesc nu numai materii de rezervă organice, ci şi miuerale şi, de pildă, rezerva de K este mai mare, pe când cea de calciu este mai mică.

Elemente, care se găsec totdeauna în cenuşa plantelor, dar sunt dispensabile, plantele desvoltându-se normal şi fără ele, sunt cele următoare: Cl, Si, Na; aceste elemente, deşi dispensabile, pot fi însă utile, după cum vom vedea.

Apoi elemente, care nu se găsesc totdeauna, dar des în cenuşa plantelor, cum sunt F, I, Al, Mn; altele ajunse în plante, numai fiindcă ocazional se găsiau, sau ajunsese în pământ. Şi în sfârşit aşa zisele microelemente, ce se găsesc des, dar în cantităţi minimale, în cenuşa plantelor.

Vom trata pe rând pe fiecare din aceste grupe.

Biblioteca USV IASI

ELEMENTE DIN CENUŞĂ INDISPENSABILE PLANTELOR.

Vom vorbi mai întâi despre metaloide şi apoi despre matale.

a. *Metaloide.*

1. SULFUL se găseşte în cantităţi relativ mari în cenuşa plantelor, cam cât jumătate a celor de fosfor. Importanţa lui pentru plante e că intră în compoziţia materiilor albuminoase ce conţin 0.4—1.5% sulf şi a unor substanţe, cum sunt esenţele de muştar şi usturoi, precum şi în altele. Sulfaţi se găsesc în cantităţi foarte mici în plante. Plantele absorb sulful în forma cea mai oxidată a acidului sulfuric combinat cu acele metale, care nu sunt vătămătoare pentru plante, cum sunt K, Na, (NH^4), Ca, Mg. Acidul sulfuric liber, precum şi sulfaţii acizi vatămă plantele.

Acidul sulfuros şi hidrogenul sulfurat, precum şi combinaţiile lor sunt de asemeni dăunători plantelor. In plante

S se găseşte în substanţe organice în formă neoxidată şi totuş ele îşi procură acest element în forma cea mai oxidată.

2. FOSFORUL se găseşte în cantităţi relativ mari în cenuşa plantelor şi are, ca şi pentru toate vieţuitoarele, o importanţă mare pentru acestea. El intră în compoziţia nucleoproteidelor, atât de importante pentru organisme şi în acea a fosfatidelor; fosfaţii întovărăşesc în general în plante materiile albuminoase şi deci şi azotul. Plantele îşi procură P în forma cea mai oxidată, în acea a acidului ortofosforic, combinat cu metalele, care nu sunt dăunătoare: K, Na, (NH^4), Ca, Mg, şi Fe. Fosfiţii, hipofosfiţii, fosfurele metalice sunt vătămătoare. Spre deosebire de sulfaţii acizi, fosfaţii acizi sunt buni pentru plante. Ca să fie înglobat în moleculele organice din plante, acidul fosforic nu se mai reduce, ca cei sulfuric, ci intră în formă oxidată.

b. *Metale.*

1. KALIUM se găseşte în cantităţi de 25—50% şi mai mult din cantitatea elementelor indispensabile din cenuşă şi de aceea trebuie să tragem concluzia că are un rol important pentru plante. Totuş cercetătorii n'au găsit multe fapte precise în această privinţă. El este necesar, mai ales ca ion pentru procesele vitale din protoplasmă. Se găseşte mai ales în acele locuri în plantă, unde au loc transformări intense de materii şi energie. Probabil că joacă mare rol la sinteza materiilor albuminoase şi la alte sinteze din corp, cunoscând acţiunea lui de a favoriza condensările. Faptul că plantele ce conţin cantităţi mari de hidraţi de carbon, conţin şi cantităţi mari de K şi apoi fiindcă un surplus de K în mediu provoacă un surplus de hidrat de carbon în recoltă, ne face să deducem că K joacă un rol mare şi la asimilaţia clorofiliană. Şi faptul că plantele absorb potasiu mai ales în primul stadiu a desvoltării lor vorbeşte pentru participarea acestui element la sinteze. Noi credem că poate şi radioactivitatea atomului de K joacă un rol mare.

Potasiu este absorbit de rădăcinile plantelor în forma sărurilor acelor acizi, care nu sunt dăunători pentru plante: azotaţi, sulfaţi, cloruri şi silicaţi, bine înţeles în măsura so-

Biblioteca IASI

lubilității. Carbonatul de potasiu, producând reacțiune alcalină în mediu este dăunător.

2. CALCIU se găsește și el răspândit mult în plante, în cantitate mai mică în grăunțe și în cantități mai mari în frunze și tulpini. Din faptul că el e dispensabil la plantele fără clorofil, trebuie să tragem concluția că rolul lui nu-i



fără Ca cu CO^3 Ca cu SO^4 Ca

După Schneidewind

așa de mare, ca de pildă al potasiului. Azo a găsit că Ca se găsește în plante mai mult ca oxalat decât în alte forme și e foarte probabil că rolul lui e mai ales, ca să neutralizeze acidul oxalic ce e dăunător celulelor plantelor, părere, care de mult a fost emisă de cercetători. Acidul oxalic ar rezulta la transformarea zaharurilor în grupări fără azot ale acizilor aminici, care apoi după cum știm, cu NH^3 dau acizii aminici, din care după aceea se sintetizează moleculele materiei albuminoase. Parker a dovedit că Ca este singurul element ce stă în relație constantă cu azotul.

Plantele își procură Ca, sub forma sărurilor acelor acizi, cari nu sunt vătămători pentru plante și anume: azotat de calciu, sulfat de calciu, fosfați de calciu neutru și acizi, precum și în formă de carbonat și bicarbonat de calciu.

O formă foarte bună pentru plante a calciului este carbonatul de calciu. Acesta, ori în cât de mare cantitate s'ar afla în pământ, nu sporește în măsură mare nici concentrarea în ioni de calciu, nici alcalinitatea solului; ori ce acid, care ar apărea, este imediat neutralizat și reacțiunea solului este totdeauna foarte slab alcalină, așa cum le convine cel mai bine majorității plantelor.

La loc potrivit vom vorbi mai pe larg, despre aceste lucruri, precum și despre ceea ce însamnă plante calcofile și calcofobe. Pe pagina precedentă dăm o figură după Schneidewind, din care se poate vedea, cum la hrișca semănată într'un pământ slab, acid și sărac în calciu, aceeaș cantitate de calciu dată în formă de carbonat de calciu, a dat rezultat mai bun, decât în formă de sulfat de calciu.

3. MAGNEZIUL este mai puțin răspândit în plante decât potasiul și calciul, dar totuș în cantități apreciabile. Faptul că el se găsește mai mult în semințe și mai puțin in frunze și tulpine deci invers ca calciu, indică că el trebuie să aibă un rol deosebit de important. Am văzut că chlorophyllul conține magneziu și deci acest element are un rol deosebit de important la asimilația clorofiliană. Probabil că și la sinteza materiilor albuminoase joacă un rol efectiv.

Plantele își procură magneziul în forma sărurilor acizilor ce nu sunt toxici pentru plante, cum sunt: azotat de magneziu, sulfat de magneziu, fosfat de magneziu, clorură de magneziu și carbonat de magneziu. Despre carbonatul de magneziu se poate spune acelaș lucru, ca și despre carbonatul de calciu, că e forma cea mai bună pentru plante, comportându-se aprox. la fel.

Diverși cercetători au ajuns la concluzia că recoltele ar depinde și de relația CaO: MgO; vom trata această chestiune mai târziu.

Biblioteca U.A.V.I.A.S.

4. FERUL se găseşte în plante în cantităţi relativ mici. Dacă lipseşte din mediu, plantele se desvoltă puţin şi rămân albe-gălbii ca după câtva timp să piară. Acest fenomen se chiamă chlorosă. Plantele chlorotice se deosebesc de cele etiolate prin aceea că în primul caz tulpiniţa şi frunzişoarele au aparenţă normală, numai că sunt mici şi palide, pe când în al doilea caz se desvoltă mai mult tulpinele în lungime şi pe ele stau frunzişoarele mici ca nişte solzi.

Mai înainte se credea că chlorofilul conţine fer, ca şi hoemoglobina; s'a dovedit însă complect că în molecula clorofilului se găseşte magneziu şi nu fer, după cum am văzut, când am vorbit despre această substanţă. Prezenţa ferului este însă necesară pentru desvoltarea clorofilului; nu s'a putut explica însă până acum, care e rolul ferului în acest caz.

Ferul se poate găsi în plante şi ca oxid, dar mai ales ca complecşi organici.

Acest element, după cum cercetările din ultima vreme arată, joacă mare rol în procesele de oxidare şi reducere luând parte activă la oxidaţiunile biologice.

Plantele îşi procură ferul în forma sărurilor acelor acizi ce nu sunt toxici pentru plante şi din oxizii de fer ce se găsesc în cantitate mare în sol. O concentrare mai mare de săruri de fer solubile dăunează plantelor. Oxidulul de fer nu e mai vătămător plantelor, decât oxidul, dar prezenţa lui indică că în substrat sunt stări dăunătoare rădăcinilor plantelor, în deosebi lipsă de oxigen.

Aşa dar elementele indispensabile ale plantelor sunt în număr de 10 şi anume: C, H, O, N, S, P, K, Ca, Mg, Fe. Este interesant faptul că toate aceste elemente au o pondere atomică mică, sunt capii grupelor din sistemul periodic al elementelor.

ELEMENTELE DIN CENUŞA PLANTELOR, CE SE GASESC TOTDEAUNA, DAR SUNT DISPENSABILE.

Aceste elemente sunt: Cl, Si, Na. Vom căuta să vedem, dacă aceste elemente, deşi sunt dispensabile, nu pot totuş să fie utile.

1. *Clorul* se găseşte relativ foarte răspândit în plante, mai puţin în grăunţe, mai mult în frunze şi tulpini. S'a putut obţine plante normal desvoltate, când în mediu lipsea acest element. Totuş Nobbe, cultivând hrişcă într'un mediu lipsit complect de Cl, a constatat că florile nu se desvoltau în fructe, iar frunzele erau pline de grăunţe de amidon abundent şi el a explicat acest lucru prin faptul că la acţiunea enzymelor asupra amidonului este necesar Cl şi că dacă acest element lipseşte, transportul amidonului din frunze în fructe nu are loc. Această părere a lui Nobbe a căpătat oare care confirmare prin experienţele lui Schneidewind şi colaboratorilor lui, care au constatat experimental că clorurile influenţează avantajos zaharificarea amidonului de către diastază.

Chiar dacă această acţiune avantajoasă ar fi reală, aceasta ar necesita cantităţi mici de Clor. Sunt unele plante, care cresc pe ţărmurile mării, bogate în cloruri, şi se credea mai înainte că acestea în special au nevoie de Cl. S'a găsit însă că lucrul nu stă astfel, că aceste plante trăesc pe acele locuri, fiind că altele neputând suporta clorurele şi ele suportând, îs favorizate în lupta pentru existenţă. Marea majoritate a plantelor nu pot suporta în sol concentrări mai mari de cloruri decât 1%. Schneidewind a găsit că unele plante, cum sunt sfeclele de nutreţ, dau o recoltă mai mare, când ca îngrăşământ se dă şi clorură de sodiu.

Clorul se dă plantelor în furma sărurilor acelor metale, care sunt bune pentru plante, adică ClK, ClNa, $Cl(NH^4)$; iar clorurele de Ca şi Mg lucrează, când se găsesc în cantităţi mai mari, nefavorabil.

Vom vedea mai târziu, modul cum clorurile influenţază calitatea recoltelor.

2. *Siliciul* se găseşte răspândit în cantităţi mici în toate plantele, în cantităţi mai mari numai în unele cum sunt Diatomeele, Equisitaceele, Cyperaceele, Gramineele etc. La gra-

minee în grăunțe se găsește puțin, în paie c.a 3%, la equisetum 10% din substanța uscată

Acest lucru ni ar face să credem că Si este un element indispensabil. Sachs însă a isbutit să obțină plante desvoltate normal de porumb, cultivând această plantă în soluțiuni. Bine 'nțeles că se găsise ceva Si în semânță și se absorbise ceva Si din păretele vasului de sticlă, însă aceste cantități erau foarte mici, față de cantitatea de Si ce se găsește normal în planta de porumb.

S'a căutat însă să se vadă, dacă nu cumva Si are un rol util pentru plante. Mai întâi s'a crezut că rolul lui e să întărească tulpinele, sau paiele, la cereale, ca să nu cadă ușor la pământ; s'a găsit însă că rezistența la cădere se datorește altor cauze ce se explică în phytotecnie. In sfârșit s'a atribuit siliciului alt folos pentru plante și acela ar fi că el se depune în pereții celulelor epidermice, făcându-i mai rezistenți împunseturilor insectelor și străpungerei lor de către micelele ciupercilor vătămătoare.

Lowig (1933) stabili că la plantele, cărora li se dăduse silicat de potasiu ca îngrășământ, celulele epidermei aveau membranele mult mai îngroșate decât la cele ce li se dăduse K ca citrat sau carbonat, și în membrane după incinerare se observa bine scheletele silicioase. Se confirmă deci părerea aratată mai sus că Si e util prin aceea că face membranele celulelor epidermice mai rezistente contra împunsăturilor insectelor și contra boalelor cryptogamice.

Lemmermann și alți cercetători au găsit nu numai la graminee, dar și la alte plante că un adaos de silicat solubil, mai ales, când fosfor e puțin, sporește producțiunea, confirmând astfel de rezultate obținute și de Hall în Rothamsted. Acest surplus s'ar explica fie pin faptul că s'ar favoriza solubilizarea fosfaților greu solubili, fie că acidul silicic ar înlocui în plantă acidul fosforic în unele funcțiuni mai secundare.

3. *Natriul* se găsește și el în cenușa tuturor plantelor dar în cantități mai mici decât potasiu. Această constare, precum și faptul că sodiul este răspândit aproape uniform în plantă, ne face să tragem concluzia că el nu are un rol atât de important ca potasiu.

Biblioteca U.V.A.S.

Experiențele de cultură au arătat că Na este dispensabil; ar putea totuș să fie util, contribuind la menținerea presiunii osmotice în celule și înlocuind potasiul în rolurile lui secundare, neutralisări etc. Ionii de Na acționând antagonistic față de ionii de K, sărurile de sodiu pot avea rol de protectoare pentru plante.

Hellrigel (1898) a arătat că un adaos de săruri de Na pe lângă săruri de K în doze diferite la ovăs sporește producțiunea, chiar când dozele de K sunt mari. Krüger (1914) a obținut rezultate asemănătoare cu sfecla de zahăr. Schneidewind experimentând cu sfecla de nutreț, a găsit că ClNa lucrează mai bine decât celelalte săruri ale sodiului. Stahl-Schroeder (1908) a constatat în experiențele sale cu grâu că rădăcina se desvolta mai bine, când în soluție se găsia ambele cloruri de K și Na, decât fiecare separat. Și experiența practică a arătat că o îngrășare cu ClNa pe un pământ sărac în potasiu, are efect bun.

Na este procurat de către plante în aceleași forme, ca și potasiu, adică în formă de săruri ale acelor acizi ce nu sunt vătămători pentru plante. Și carbonatul de sodiu, din cauza reacțiunii lui puternice alcaline e dăunător.

Așa dar cele trei elemente, care totdeauna se găsesc în plante, dar sunt dispensabile, Cl, Si și Na, au totuș un rol util.

Biblioteca USAMV

ROLUL MICROELEMENTELOR DIN CENUȘA PLANTELOR

Știm că solurile arabile provin în primul rând din desagregarea rocelor aruptive și șisturilor cristaline; aceste roci conțin pe lângă elementele, ce constituiesc componentele lor esențiale și o mulțime de elemente ce intră în compoziția componentelor accesorii, în total vre-o 92 elemente ce intră în compoziția scoarței planetei noastre. După desagregare o mare parte din acestea ajung în solul arabil, unele în cantități minimale. Vom vedea că membrana celulelor rădăcinei, prin care se face absorbția materiilor minerale în plantă, nu are suficientă putință de alegere, așa că ajung în

plantă tot felul de elemente ce se găsesc în soluția din sol. Acele elemente ce au rosturi în plantă și sunt prelucrate în substanțe insolubile, sunt înmagazinate în cantități mai mari, dar alte elemente, ce se găseau și în soluțiile din sol în cantități minimale, rămân și în plante în cantități tot minimale. In felul acesta din cele 92 elemente ce se află în pământ, s'au găsit în cenușa plantelor 55 de elemente.

Acele elemente ce se găsesc în totdeauna, măcar în cantități minimale, sunt: Flor, Brom, Iod, Arsenic, Staniu, Bor, Lithiu, Cupru, Zinc, Nichel, Cobalt, Aluminiu, Mangan și de acestea ne ocupăm. Germanii le numesc și „Spurenelemente", credem că denumirea de Microelemente e mai potrivită.

Unele din aceste elemente pot să ajungă numai accidental în plante, dar altele pot să aibă un rol. Unii cercetători consideră pe unele, ca absolut indispensabile pentru viața plantelor. Cele toxice pot fi stimulante. Este cunoscut faptul — și Medicina face uz de acest lucru, — că o substanță care în cantitate mare este toxică, în cantitate mică e stimulantă. Tot așa și pentru plante nn element în cantitate mare e toxic, în cantitate mai mică împedică desvoltarea, iar în cantitate foarte mică poate acționa ca stimulant. Altele pot să se găsească în unele substanțe din plante, cum e manganul în laccase, altele pot să aibă roluri de catalysatoare, apoi putința de a acționa în membranele limitante, în synergism și antagonism, și însfârșit poate și ca curiosități biologice.

Ceea ce unele materii organice în cantități mici, ca enzymele, vitaminele și hormonii sunt pentru organismul animal, cred unii cercetări că microelementele sunt pentru plante și s'au făcut numeroase experiențe și analize mai ales în urma progresului Microchimiei. Vom vorbi despre fiecare din aceste elemente, bine 'nțeles pe scurt, așa cum cadrează cu această carte.

1. *Fluorul* este pentru animale, după cum știm, un element indispensabil intrând în cantități minimale în compoziția oaselor și mai ales a smaltului dinților. Goldemberg hrănind șobolani timp îndelungat cu floruri a constatat pro-

Biblioteca USAMV IAȘI

ducere de guşe, aşa că prezenţa florului în cantitate mai mare ar cauza guşa, nu absenţa iodului. Acest element ar lucra numai antagonistic florului.

Cantitatea de 100g substanţă uscată conţine fluor exprimat în γ: Pinus silvestris 73, Malva silvestris 124, spanac 187, ceapă 304. Un litru vin 150, un litru apă din Viena 7.

Unii cercetători francezi şi japonezi consideră fluorul ca element indispensabil, dar nu s'a putut dovedi acest lucru, nici ce rol ar avea în plante. Gautier şi Clausmann, dând 12 kg de fluorură de calciu la Ha, ar fi obţinut un surplus de recoltă de 18%.

2. *Bromul* se găseşte în cantităţi minimale în organismul animal şi a fost găsit şi în unele plante, dar nu se poate spune nimic sigur asupra lui.

3. *Iodul*, după cum se ştie, este un element indispensabil pentru animale, găsindu-se în special în glanda tiroidă. In cantităţi mici se găseşte şi în pământ şi în apă şi ajunge şi în plante mai mult în tulpină şi în frunze şi mai puţin în seminţe. Dăm câteva exmple de cantităţi de iod aflătoare în 100 g substanţă uscată la diferite plante, exprimat în γ: Pinus silvestris 8, Malva silvestris 16, spanac 400, ceapă 11. In un litru vin 26, într'un litru de apă die Viena 0.2 γ.

Prin adaos de iod nu s'a putut găsi un surplus de recoltă la Ha; uneori cantitatea de iod în plante a crescut puţin.

In algele maritime se înmaganizează din apa mării, deşi aceasta conţine foarte puţin, cantităţi mari de iod, mergând până la 1 g pentru 1 kg substanţă uscată. Acest lucru dovedeşte că iodul trebuie să aibă un rol în viaţa algelor, dar nu s'a putut explica până acum, în ce costă acest rol. Cea mai mare parte de iod din alge este combinat în materia organică şi se găseşte mai puţin ca ioduri.

4. *Arsenicul* se găseşte în mod natural în pământ, dar poate ajunge în acest mediu şi cu îngrăşămintele; din pământ ajunge în plante. Un chilogram substanţă uscată conţine în mg: Medicago sativa 0.50, Beta vulgaris 0.61, porumb 0.36,

cartofi 0.31, fân 0.53. Ce rol are arsenicul în plante, nu se cunoaşte.

Haselhoff experimentând cu pământ, căruia i-a adaugat 0.001% arseniat de calciu a constatat că în pământul năsipos plantele au perit, pe când în cel argilos-năsipos desvoltarea a fost destul de bună şi König, care repetă experienţele şi le confirmă, explică că cauza este conţinutul de humus.

5. *Staniul* în cantităţi minimale, dar ceva mai apreciabile a fost găsit în diferite feluri de lemn şi în turbă. Nu se ştie nimic precis asupra lui.

6. *Borul.* Turmalina dintre componentele rocilor eruptive conţine mult bor şi acesteia datorează în mare parte pământurile conţinutul lor în bor.

Am putea spune că borul este cel mai important dintre Microelemente şi asupra lui s'au făcut foarte numeroase cercetări, în special de Englezi şi Americani. Dintre cercetările ce s'au ocupat cu acest element citim: Witstein şi Apoiger (1857), Emmerling (1896), Cook (1917), Warington (1923), Voicu, Brenchley (1927), Johnston (1929), Sommer şi Lipman (1929), Scharrer şi Schropp (1933), Brandenburg 1931, Gorsky (1935) etc.

Din cercetările făcute până acum putem scoate următoarele concluzii precise.

Dacă din soluţie lipseşte complect borul, leguminoasele arată fenomene bolnăvicioase, de pildă Vicia faba avortează mugurii florali, i se închircesc rădăcinele, nodozităţile nu se desvoltă etc., prin adăugare de Bor în proporţie de 1:1250.000, aceste fenomene dispar, cantităţi mai mari de bor lucrează toxic. Observaţii asemănătoare au fost făcute la cartofi, patlagele roşii, in, cereale etc. Figura de pe pagina următoare ne arată un rezultat a unei experienţe a cercetătoarei engleze, K. Warington; cele 4 rânduri din stânga au primit cantităţi minimale de bor în ordine descrescândă, ultimul rând n'a primit nimic.

Există o boală la sfecle pe care Germanii o numesc Herz und Trockenfäule — putrezirea inimei sfeclei şi usca-

Biblioteca USAMV Cluj

rea ei —, care-i cunoscută de aproape de o sută de ani şi nu i se cunoştea cauza. Părerea cea mai plausibilă din ultimul timp a fost că e din cauza alcalinităţii solului, sau că e pricinuită de îngrăşămintele ce conţin săruri fiziologic alcaline ; dar nici această explicare nu satisfăcea, căci boala apărea şi pe pământuri acide. Brandenburg (1931) demonstră că



Biblioteca USAMV-TM

prin adaos de cantităţi minimale de bor, boala dispărea. Această stare bolnăvicioasă se constată nu numai la culturile în apă şi năsip, dar chiar pe câmp, uneori pe suprafeţe foarte întinse. Făcându-se experienţe parcelare pe câmp s'a găsit, de pildă rezultatul următor : [1]) netratat 59% din plante bolnave [2]) tratat cu 2 kg acid boric la Ha 12 %, [3]) tratat cu 3 kg acid boric la Ha, 4%.

Uneori, cum a fost cazul la orz şi mazăre, nu s'a putut demonstra necesitatea unei cantităţi minimale de bor, însă poate că semânţa conţinea cantitatea minimală absolut necesară.

7. *Lithiul* a fost des găsit în cenușa plantelor, fiind relativ ușor de recunoscut prin coloraţia flacărei şi pe cale spectroscopică; Truchot l'a găsit de asemeni des şi în pământuri. In cenușa tabacului a fost găsit în proporţie de 0.44%, în a rapiţei de 0.01%. Lipman a găsit lithiu şi în cenușa borhotului de melasă, deci se găseşte şi în sfeclă. A fost găsit în multe plante, dar în altele n'a putut fi pus în evidenţă. Voelker (1916) a găsit că Li este daunător plantelor, când se găseşte în mediu 0.003%. Se pare că cantităţi mai mici influenţază favorabil. Pfeiffer şi alţii au experimentat spre a vedea, dacă Li n'ar putea înlocui în parte pe K, dar n'au putut constata acest lucru.

8. *Zincul* a fost găsit de asemeni în cenușa multor plante, de pildă în 1 kg sfeclă de zahăr 2 mg, în embrionul din grăuntele de grâu de zece ori mai mult decât în endosperm, în boabele de fasole verzi 20 mg la 100 g. Subst. usc. etc. Bertrand, Perieţanu şi alţi colaboratori, (1936) au demonstrat că pentru animale zincul este indispensabil; ei au găsit în corpul omului şi animalelor 20 mg la 1 kg substanţă vie şi se crede că ar avea un rol la fecondare şi reproducţie. Maxwel a găsit experimental că Zincul ar spori de 15 ori acţiunea gonadotropilor din hypophysă. Incă de mult Raulin (1869) constată acţiunea favorabilă a zincului asupra micoorganismelor. Bortels (1927) experimentând cu Aspergillus niger constată o sporire a recoltei de 50 ori mai mare în urma prezenţei în mediu a sărurilor de zinc. Rezultatele lui Bortels au fost confirmate de Roberg şi Metz. Alţi cercetători găsiră influenţe favorabile a unui adaos de Zn la Bacillus prodigiosus, Saccharomyces etc, bine'nţeles în doze mai mari sunt toxice. Sommer (1928) a constat o acţiune bună şi pentru plantele superioare.

Care e cauza influenţei bune a Zincului asupra plantelor, nu s'a putut preciza până acum.

9. *Cuprul.* Incă de mult se remarcase acţiunea toxică a cuprului asupra animalelor, plantelor şi mai ales asupra bolilor parazitare la plante şi se făcuse multe studii în acest

sens, preparându-se și diverse fungicide. Se observase însă și acțiunea lui favorabilă asupra desvoltării plantelor chiar în practică; de pildă s'a constatat faptul că o parcelă de cartofi stropită cu zeamă bordoleză pentru a preveni boala pricinuită de Phytophtora infestans, se desvolta mai bine decât cea netratată, chiar dacă această boală nu apărea, nici pe cele din urmă. Observațiuni asemănătoare au fost făcute la sfecla de zahăr. Intâmplător Beseler (1900) stropind o cultură de bob pe un pământ turbos cu sulfat de cupru în scop de a combate buruenele, constată că plantele stropite s'au desvoltat cu mult mai bine, decât cele nestropite. Asemeni observații dădură imboldul, ca să se studieze mai temeinic științificește importanța cuprului pentru animale și plante și în cele ce urmează redăm rezultatele mai importante.

In corpul auimal se găsește cuprul în toate tesăturile: un kg mușchi conține 1—5 mg cupru și cantități asemănătoare se găsesc și în alte părți ale corpului animalelor. Numai în ficat se găsește mai mult, dela 10—120 mg, așa că, după cum se vede, mai ales ficatul înmagazinează acest element. In deosebi foetusul conține relativ mult cupru și pe măsură ce individul se desvoltă cantitatea scade; de pildă un foetus de 5 luni conține la 1 kg cantitatea de 20 mg cupru, un copil de 2 ani 14 mg, de 4 ani 11 mg și de 14 ani 7 mg. Haemocyanina, materia colorată corespunzătoare haemoglobinei din sângele moluștelor și al altor nevertebrate, conține cupru în loc de fier și tot așa și turacina din penele colorate din aripele paserilor conține de asemeni acest element. Părul omului negru ar conține mai mult cupru, decât cel blond.

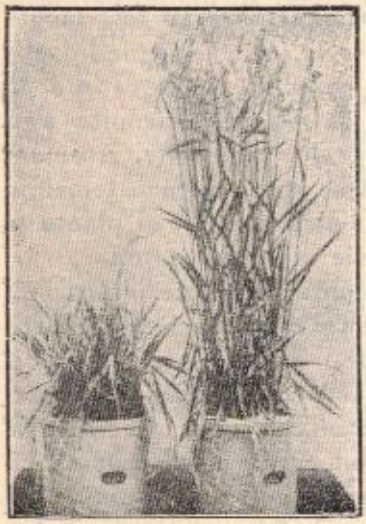
In plante de asemeni cuprul este foarte răspândit Un chilogram substanță uscată conține la sfeclă 4 mg, la frunzele de sfeclă 14 mg, la varză 8 mg, la cartofi 6 mg, la boabele de leguminoase și cereals 6—8 mg etc. După Maquenne și Demoussy cuprul se găsește mai ales în părțile plantei unde viața este mai intemă. Și la Aspergillus niger s'a observat că culoarea neagră la conidii nu apare, dacă din mediu nutritiv lipește cuprul.

Cu alimentele, sau cu nutreturile omul și animalele introduc zilnic o cantitate de cupru și elimină zilnic o canti-

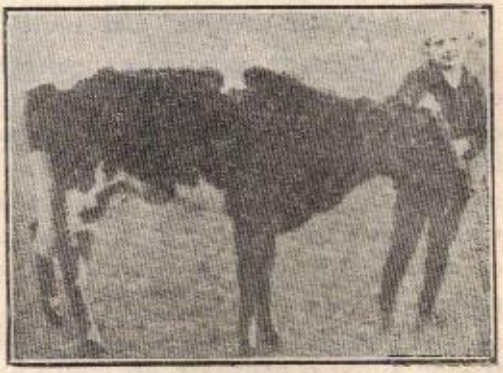
Biblioteca USAMV

tate, care după experienţe făcute ar fi repartizată o treime în urină şi două treimi în dejecţiunile solide.

Se ştie că rocile cruptive şi şisturile cristaline conţin în marea majoritate a cazurilor cantităţi mici de cupru şi deci acest element se va găsi şi în pământuri, mai mult, sau mai puţin; dacă în sol se găseşte mai mult cupru, absorb şi plantele mai mult.



Se observase mai de mult că pe solurile turboase, decurând puse în cultură, plantele sufăr de boala, pe cari Germanii au numit-o Urbarmachungskrankheit; Hudig a găsit în timpurile din urmă (1927) că această boală se poate combate şi vindeca cu sulfat de cupru, după cum se poate vedea în figura alăturată reprezentând o experienţă de vegetaţie după Rademacher în oale umplute cu pământ turbos şi însemânţate cu ovăs. Vasele au fost tratate identic, numai cel din dreapta a primit cu o lună mai înainte o stropitură cu o soluţie de sulfat de cupru, bine 'nţeles luându-se toate precauţiile ca soluţia să nu ajungă în pământ.



Dacă pe păşunile de pe astfel de terenuri turboase, pe care plantele sufăr de boală arătată mai sus, se pasc animale mai ales tinere, fără a li se da altă hrană, ele tânjesc, devin anemice, se înbolnăvesc şi simt trebuiţa de a linge mereu şi de aeea

Biblioteca USVIAS

boala se chiamă în limba germană Lecksucht. Fotografia ultimă de pe pagina precedentă ne reprezintă o astfel de vită bolnavă din Lütjenholm (Schleswig). Sjollema a demonstrat că cauza acestei boli e lipsa cuprului din hrană şi prin adăugare de cantităţi mici de sulfat de cupru în hrană, această stare bolnăvicioasă se poate combate. Bine 'nţeles că e mai bine în acest caz să se îngraşe solul cu cantităţi relativ nu mari de cupru şi plantele recoltate conţinând mai mult din acest element să fie hrănite la animale.

Astfel de soluri turboase sărace în cupru se găsesc relativ multe, răspândite în Olanda, Danemarca şi în general de jur-împrejurul Mării Baltice. De asemeni şi unele podsoluri prea spalate pot să fie sărace în cupru şi să pricinuiască bolile de mai sus la plante şi la animale. Şi în Italia, Statele Unite, Australia etc. s'au găsit astfel de soluri sărace în cupru şi pot fi găsite şi la noi.

Densch şi Hunnius (1924) făcură experienţe cu diverse plante în vase dându-le cantităţi diferite de sulfat de cupru şi au constat că o cantitate de cupru corespunzătoare la 30 kg la Ha sporeşte apreciabil recolta mai ales a grăunţelor. De asemeni şi cercetătorii americani Sommer şi Lipman (1931) constatară acelaş lucru la in, patlagele roşii şi floarea Soarelui. Scharrer şi Schropp (1933) experimentară în culturi în năsip cu cereale şi constatară acţiune toxică şi mai rar, la diluări mari, acţiune favorabilă; aceşti cercetători mai constatară că acţiunea toxică e paralizată de calciu.

Şi noi în Laboratorul nostru am întreprins o serie de lucrări asupra influenţei Cuprului asupra plantelor şi rezultatele lor le am publicat în Comunicările noaste No. 1 (H. Vasiliu, Z. Huber. C. Pântea, A. Timoşencu 1936) şi No. 2 (H. Vasiliu, Z. Huber, A. Timoşencu) şi mai avem de publicat.

Ideia, dela care am plecat a fost să constatăm, dacă cantităţile mari de sulfat de cupru, cu care se stropesc viţele de vie şi care ajung în sol, acumulându-se necontenit, nu exercită cu timpul o acţiune toxică asupra plantelor. Rezultatele mai principale obţinute au fost cele următoare:

Solurile, pe care nu s'a stropit niciodată cu sulfat de cupru conţin cantităţi minimale de acest element până la

1 mg, cel mult 2 mg la 1 kg; în solurile cu viţă de vie se găsesc cantităţi dela 3—27 mg şi anume cu atât mai mult, cu cât viea este mai de mult. In sol se găseşte mai mult cupru, decât în subsol.

Atât viţa de vie, cât şi buruenile ce au crescut pe un pământ stropit cu sulfat de cupru, conţin în cenuşa lor mai mult cupru, decât plantele ce au crescut pe un sol din apropiere, unde nu s'a stropit niciodată.

Din experienţele făcute redăm rezultatele la următoarele:

a. Experienţe cu porumb şi cu diverse concentrări.

No.	Concentrarea în sulfat de cupru	Cantitatea de sulfat de cupru dată în total	Substanţa uscată	Cenuşă	Cupru
1	0.	0.	2.8884 g	—	0.0000 g
2	1:500000	0.0037 g	2.6434 „	—	0.0003 „
3	1:250000	0.0075 „	2.5046 „	—	0.0006 „
4	1:100000	0.0180 „	2.3915 „	—	0.0011 „
5	1: 50000	0.0360 „	1.7844 „	—	0.0015 „

Vedem cu cât concentrarea e mai mare, cu atât toxicitatea este mai mare, de asemeni şi cupru în plante e mai mult. La această experienţă se referă figura de la pag. 91.

b. Pentru a găsi dacă doze mai mici au acţiune favorabilă, am făcut experienţe cu soluţii şi mai diluate tot cu porumb şi am obţinut tabloul urnător:

No.	Concentrarea în sulfat de cupru	Cantitatea de sulfat de cupru dată în total	Substanţa uscată	Cenuşă	Cupru
1	0.	0.0000 g	2.4470 g	0.3740 g	0.0000 g
2	1:2000000	0.0007 „	2.5505 „	0.3944 „	0.0002 „
3	1:1000000	0.0014 „	2.5406 „	0.3804 „	0.0003 „
4	1: 750000	0.0021 „	2.5606 „	0.3900 „	0.0005 „
5	1: 500000	0.0028 „	2.4273 „	0.3717 „	0.0006 „

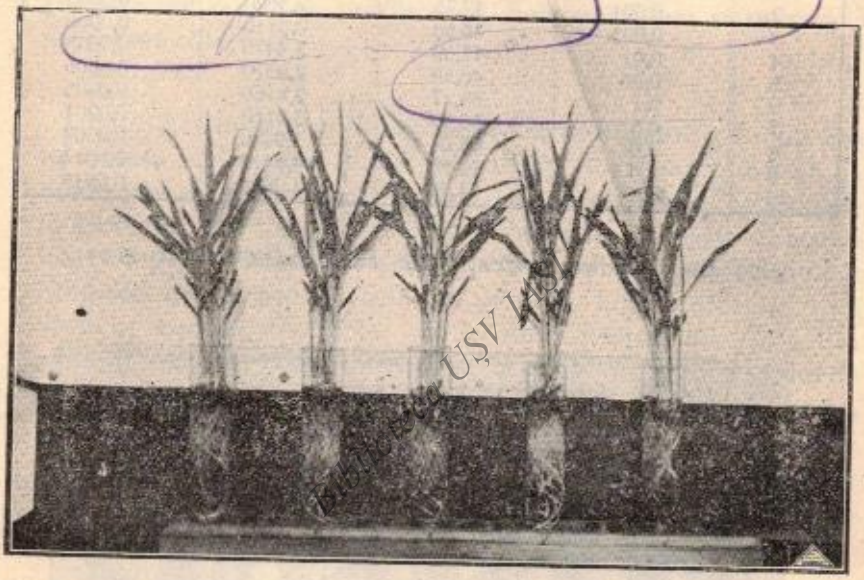
La care corespunde fotografia de pe pagina următoare.

Din tablou şi fotografie se vede în mod destul de evident că o concentrare de 1:1 milion sulfat de cupru, sau de

Biblioteca USV IAŞI

1:4 milioane cupru metalic favorizază recoltele, că concentrări mai mari de 1:500 mii sulfat de cupru, sau 1:2 milioane cupru metalic lucrează toxic, cu atât mai mult, cu cât contrarea e mai mare.

Admiţând că cupru s'ar găsi în pământ în stare solubilă, dacă în solul unei podgorii se găseşte 20 mg la 1 kg, în cele 200 cmc de apă din acest pământ concentrarea cuprului ar



fi de 1:10 mii şi deci toate plantele ar trebui să piară, pe când în realitate lucrurile nu stau astfel.

Pentru a vedea influenţa cuprului înglobat pământului asupra plantelor, am făcut experienţe în vase cu un pământ relativ puţin fertil dând doze, după cum arată tabloul următor. La început plantele se desvoltau cu atât mai slab, cu cât cupru se găsia în cantitate mai mare, apoi s'au ajuns, şi pe urmă se desvoltau foarte slab, stând pe loc toate. Închipuindu-ne că cauza stagnaţiei este sărăcia în materii hrănitoare a solului, le am adăugat la toate fosfat de amoniu şi

atunci desvoltarea a fost puternică. La recoltare am obținut tabloul următor:

No. vas	Concentrația în sulfat de cupru g	Substanța uscată g	Cenușa g	Cu din cenușa g
		Seria I (cu phosphat de amoniu).		
1	0,	48,30	3,0370	0,0003
2	0,001	42,75	2,5620	0,0005
3	0,005	45,50	2,3710	0,0006
4	0,01	47,30	2,4470	0,0005
5	0,05	46,90	2,9370	0,0005
6	0,1	56,17	2,8160	0,0005
7	0,5	56,40	3,2110	0,0007
8	1,0	65,04	3,9630	0,0007
9	5,0	70,30	4,0412	0,0014
10	10,0	74,90	4,0850	0,0015

La acest tablou corespunde fotografia următoare:



Biblioteca USV IAȘI

Se vede că în caz, când erau suficiente materii hrănitoare pentru plante, recoltele au crescut, chiar când erau până la 10 g sulfat de cupru în vas și fiind că în vas erau 4.475 kg de pământ, deci până la c.a 2 g sulfat de cupru sau 0.5 g cupru metalic la 1 kg pământ. Prin urmare nu trebuie să ne îngrijim de loc că prin stropirea viilor cu sulfat de cupru se

va acumula atâta cupru în sol, că se vor putea intoxica plantele. In Nr. IV al Comunicărilor noastre vom arăta, care sunt cauzele că doze de cupru aşa de mari înglobate în sol nu lucrează toxic pentru plante.

Care e cauza că cuprul în doze minimale lucrează favorabil asupra plantelor, nu s'a putut preciza până acum; după unii cercetători cuprul ar influenţa producerea clorofilului în cantitate mai mare, iar după alţii că ar avea un rol de catalisator în procesele de redo-oxidaţiuni. Cuprul în animale ar favoriza producerea haemoglobinei şi procesele de redo-oxidaţiune.

10. *Aluminiul* este de asemeni foarte răspândit în plante; în cenuşa celor mai multe plante în doze mici, numai la unele plante cum e Lycopodium şi unele lichene, se găseşte în cantităţi mari, însă după unii cercetători aceste cantităţi mari ar putea fi cauzate prin faptul că nu s'a spălat suficient rădăcina de părticelele fine de pământ. Unii cercetători au găsit în cenuşa diverselor feluri de Lycopodium 20% din cenuşă Al, dar Church a găsit numai 0.45%. In solurile acide se găseşte mai mult hidrat de Al şi ar putea să intre mai mult în plante. Unele plante sunt foarte sensibile la o cantitate mai mare de hidrat de Aluminiu. Hortensia care înfloreşte de obicei roşa-roş, dacă i se dă combinaţii solubile de Aluminiu, capătă flori cu nuanţă albăstrie.

11. *Manganul* se găseşte aproape în totdeauna în plante şi în cantităţi relativ mai mari, aproape cât acele ale ferului, une ori chiar mai mari. Un chilogram substanţă uscată conţine: ace de conifere 1.1 g Fe, 1.0 g Mn, frunze de mesteacăn 0.2 g Fe, 4.2 g Mn, frunze de cireş 0.7 g Fe, 2.8 g Mn, frunze de ridichi 7.6 g Fe, 5.9 g Mn, lemn de brad 0.008 g Fe, 0.032 g Mn. seminţe de in 0.37 g Fe, 0.22 g Mn, boabe de mazere 0.004 g Mn, de lupine 0.68 g Mn etc. Seminţele şi vârfurile plantelor în creştere conţin relativ mult Mn, embrionul conţine relativ mai mult Mn decât endospermul. După Bishop părţile plantelor, unde viaţa

Biblioteca ISVM

este mai activă, conţin mai mult Mn, ceea ce ar denota că acest element are un rol de seamă în viaţa plantelor.

Loew (1902) împreună cu colaboratorii lui japonezi atraseră cei dintâi atenţia asupra influenţei favorabile a manganului asupra vegetaţiei şi explicară acest lucru prin aceea că ar avea o acţiune stimulantă. Rezultatele lui au fost confirmate după aceea de mai mulţi cercetători; aşa de pildă Bertand la ridichi şi mazere cu 40 kg sulfat de mangan la Ha obţinu recolte cu 20% mai mari, Takeuchi experimentând cu oale de vegetaţie adăugând 0.2 g sulfat de mangan la 8 kg pământ constată la mazere un surplus de 20%, iar la spanac de 40%. Mazé (1914) experimentând cu porumb găsi că Mn este indispensabil pentru această plantă. După aceea alţi cercetători, mai ales americani, Mc Hargue, Miller, Samuel şi Piper (1920) stabilirâ şi la alte cereale şi leguminoase acest lucru şi constatară că dacă din soluţia de cultură lipsea manganul, plantele nu se desvoltau şi chiar periau şi că ajungea să se adauge mangan în cantitate de 1 : 1 milion, ca plantele să se desvolte bine.

Când din soluţie lipseşte manganul, parenchimul frunzelor devine gălbui şi nervurile rămân verzi, aşa că frunza are un aspect chlorotic caracteristic. Uneori ovăsul capătă o stare bolnăvicioasă, pe care cercetătorii germani o numesc „Dörrfleckenkrankheit" şi această boală se combate, după cum a găsit Hudig, cu succes cu sulfat de mangan Hiltner a obţinut surplusuri mari adăugând sulfat de mangan la plantele bolnave. Samuel, Lundegarth şi alţii au constat boala mai ales la reacţie neutră a solului, când manganul e mai insolubil şi este absorbit mai puţin de plante. Pe pământurile calcaroase plantele sufăr mai mult de lipsa manganului.

Asupra rolului manganului în plante nu s'a găsit nimic sigur; Bertrand susţinu că Mn ar fi în legătură cu oxidasele (laccase) şi el ar fi transmitătorul de O. Van der Haer a preparat însă oxidase fără mangan. Hiltner crede că Mn joacă rol la desvoltarea frunzelor, la formarea florilor şi a fructelor stimulând în general creşterea şi puterea de asimilare a plantelor. După un adaos de Mn se observă o culoare verde închisă a frunzelor. In unele localităţi din America se

Bibliotecă USAMV IAŞI

îngraşă mai ales pe pământurile alcaline uneori legumele, în special patlagelele roşii, dându-li-se 1 kg sulfat de mangan la un ar.

11, 12. *Nichelul şi cobaltul* se găsesc de asemeni în pământ; Bertrand şi Mocrognatz au găsit într'un kg pământ 5—39 mg Ni şi 0.3—12 mg Co. Intr'un kg de substanţă uscată dela 0.008—1.10 mg Ni — excepţional în mazere 2 mg — şi dela urme până la 0.3 mg Co. Până în prezent nu s'a găsit nici o indicaţie că aceste elemente ar avea vre o importanţă pentru plante.

Din cele expuse pe aceste pagini, bazându-ne pe rezultatele recente din literatură, putem trage concluzia că Microelementele pot să aibă influenţă asupra desvoltării plantelor, în special borul, cuprul şi manganul. In ceea ce priveşte florul şi iodul, ele au o importanţă mai mare pentru animale, dar pentru plante mai mică.

Cercetătorii americani, cum sunt Hoagland, Sommer şi alţii, au pregătit soluţii de săruri ale microelementelor, în dozele cele mai potrivite pentru plante, pe care adăugându-le la soluţiile nutritive obicinuite au constatat surpluse mari de recolte. Aceste soluţii de complectare a celor obicinuite, numite şi A-Z soluţii — conţin adică toate elementele dela A până la Z — au fost introduse în America şi în practică, mai ales în legumicultură.

Schropp şi Scharrer au obţinut cu soluţii Hoagland rezultate foarte bune; de asemeni şi Tscherbacow cu o soluţie Sommer o obţinut la in un surplus mare de recoltă.

Rămâne, ca viitorul să precizeze mai mult importanţa microelementelor şi credem că se va reuşi, având în vedere progresele tot mai mari, pe care le face Microchimia.

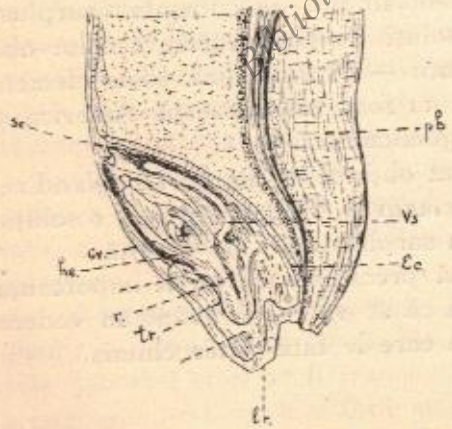
Biblioteca U.S.V. IAŞI

Modul, cum se hrănesc plantele şi transformările de materii şi energie ce au loc dela germinaţie şi până la maturitate.

I.

NUTRIŢIA PLANTULEI (GERMINAŢIA).

Nutriţia plantulei se deosebeşte mult de a plantei obicinuite, asemănându-se cu nutriţia animalelor. In endosperm, sau în cotilidoane, se găseşte material de rezervă constituit din materii albuminoase, grase, hidraţi de carbon şi alte substanţe în cantităţi mai mici, care, după ce sunt transformate cu ajutorul enzimelor în molecule mici, solubile — ca şi la



pb păretele lateral a brăzdăturei.
vs vasele liberolemnoase
ec epitelul cilindric.
sc scutellum.
cv conul vegetativ al tigelei
hc hipocotilul.
r radicula.
tr teaca radiculei.
lr locul de eşire al radiculei

mistuirea animală—sunt absorbite de plantulă prin scutellum şi prelucrate în interiorul ei în ţesuturile, de care are nevoie. Plantula hrănită cu aceste substanţe se desvoltă, iar semânţa se zice că germinează.

Figura precedentă reprezintă o secțiune longitudinală într'un grăunte de grâu, în care se văd părțile, din care se compun embrionul și endospermul.

Ca o semânță se germineze are absolută nevoie de apă, de căldură și de oxigen din aer. Vom vorbi despre fiecare din acești factori.

1. *Apă* se găsește în semânță 13-14%, putând varia după felul semințelor dela 5-15%. La acest conținut de apă procesele nu sunt suspendate, ci numai încetenite și ca viața să se mențină în celulele vii, se cheltuește o cantitate relativ mică de energie, care rezultă din oxidarea înceată a unei mici cantități de substanță organică din materialul de rezervă din semânță.

Numai când în semânță întră mai multă apă, viața se trezește și procesele ce întovărășesc germinația încep, căci, după cum ne amintim „corpora non agunt, nisi fluida".

In urma absorbției apei, semânța se umflă. Puterea de absorbție a seminței depinde de compoziția ei chimică; semințele mai bogate în materii albuminoase sug mai multă apă, decât cele mai bogate în hidrați de carbon, și acestea la rândul mai mult, decât cele mai bogate în grăsimi. O sută grame de semințe uscate de lupine, absorb 125 g apă, la bob 118 g, la fasole 108 g, la grâu 47 g, la rapiță 30 g.

Creșterea de volum variază și ea după felul semânței; la trifoi e de 150%, la mazere de 130%, la rapiță de 60%. Umflarea are loc cu o putere mare, așa că se exercită o presiune mare spre exterior de c.a 10-15 atmosfere. Se știe că anatomii spre a desface oasele craniului, îl umplu pe acesta cu fasole și apoi îl pun în apă.

Ca germinația semințelor să aibă loc, trebuie ca ele să absorbă cel puțin 35-40% apă din greutatea lor. Tuberculele și rădăcinile au suficientă apă spre a putea germina.

2. *Căldură.* Ca și ori ce proces vital și germinația este influențată de temperatură. Ea începe la o temperatură mi-

Biblioteca U.S.I. IASI

nimă, la care are loc foarte încet, pe urmă pe măsură ce temperatura creşte, germinaţia are loc mai repede, ajunge un optimum, dela care în colo germinaţia merge iar încet, până ajunge la o temperatură maximă, dela care mai departe germinaţia nu mai poate avea loc şi semânţa piere.

Temperatura minimă, optimă, şi maximă de germinaţie se deosebeşte dela plantă, la plantă. Dăm următorul tablou după datele obţinute de Haberlandt şi alţii.

FELUL PLANTEI	Temp. min. °C	Temp max °C	Temp. opt. °C	Durata la opt zile
grâu	3—4.5	30—32	25	2—3
secară	1—2	30	25	1—3
orz	3—4,5	28—30	20	2—3
ovăs	4—5	30	25	2—4
porumb	8—10	40—44	32—35	3—11
fasole	10	37	32	2—3
bob	3—4	30	25	4—6
mazere	1—2	35	30	2—3
lucernă	1	37	30	2—4
trifoi	1	37	30	1—3
in	2—3	30	25	2—5
cânepă	0—4.8	47	40	
floarea soarelui	4,8—10,5	40	34	
hrişcă	1—2	38	?	3—5
bostan	10,5—15.6	44—50	37—44	
castraveţi	15,6—18.5	44—50	31—37	
tutun	13—14	35	28	6—9

Biblioteca USAMV IAŞI

3. *Oxigenul.* Semânţa umflată cu suficientă apă şi la temperatură convenabilă nu germinează, dacă lipseşte aerul, resp. Oxigenul, ci după câtva timp piere. Seminţe umflate ţinute sub o pătură de ulei, sau în apă fiartă, nu pot încolţi.

Pentru procurarea energiei necesare proceselor chimice ce au loc la germinare şi pe care le vom vedea îndată, e absolută nevoie, ca o parte din substanţa organică de rezervă să fie arsă, adică oxidată în CO^2. In timpul germinaţiei deci planta respiră puternic, absorbind O şi eliminând CO^2. Prezenţa aerului este necesară, nu numai pentru motivul că dă O trebuitor, dar şi fiindcă duce mai departe CO^2, care e vătămător plantulei în acest timp, făcând respiraţia anevoioasă.

Procesele chimice și fiziologice ce au loc la germinație. După cum se știe, embrionul, de pildă la grâu, este constituit mai ales din materii albuminoase și grăsime, iar endospermul din materii albuminoase, grăsime și hidrați de carbon. Pe lângă aceste componente principale, se mai găsesc o mulțime de alte substanțe în cantități mai mici, fie de natură organică, fie minerală. In condițiunile prielnice, pe care le am văzut viața în embrion se trezește, iar în endosperm încep mai ales procese enzimatice.

Scopul acestor procese este, ca și la mistuirea animală, să transforme substanțele din endosperm, mat. albuminoase, mat. grase și hidrații de carbon cu moleculă mare și greu solubile în substanțe cu moleculă mică, ușor solubile și ușor difuzabile. Pentru toate felurile de substanțe se găsesc enzime; pentru materiile albuminoase se găsesc enzimele proteolitice ce transformă molecula lor mare în acizi aminici cu moleculă mică, pentru grăsimi se găsesc enzimele lipolitice ce transformă aceste substanțe în acizi grași și glicerină, pentru amidon se găsesc enzimele amilolitice, sau diastasa ce transformă acest hidrat de carbon în maltosă, pentru disaharide se găsesc maltasa, saharasa etc. ce le transformă în monosaharide, pentru celulosă se găsește citasa ce transformă această substanță în monosaharide etc. Și substanțele organice în cantități mici, cum sunt vitaminele, fosfatidele etc. se solvesc, sau se amestecă ca emulsiuni în licidul ce conține în soluție substanțele rezultate în urma acțiunii enzimelor.

Aceste substanțe sunt supte de scutellum și redate plantulei; aceasta utilizând acizii aminici și-i asimilează la protoplasma din celule, care cresc și se tot înmulțesc. Prin activitatea protoplasmei monosaharidele se transformă în celulosă, care constituie pereții celulelor plantulei în desvoltare. Și grăsimile, resp. acizii grași joacă rol; ei oxidându-se se transformă în monosaharide și acestea servesc plantulei, după cum am arătat mai sus. După cum hidrații de carbon rezultați la asimilația clorofiliană dau grăsimi ce se depun în semințe, tot așa și grăsimele din semințe se transformă la germinație în hidrați de carbon. Aceste transformări, care nouă ni se par greu de realizat din punct de vedere chimic, în

Biblioteca USAMV

plantă şi chiar şi în animal se realizează uşor. Transformarea acizilor graşi în monosaharide s'ar face înainte de resorbţie prin scutellum.

In general scutellum ar juca un rol mare, atât la producerea enzimelor, deci la solubilizare, cât şi la resorbţie. De pildă Linz făcând cercetări la malţ prospăt a găsit că puterea diastasică la 1 g este: pentru embrioni fără scutel 5-9, pentru embrioni întregi cu scutel 41.2, pentru scutel 48.6, pentru endosperm 5.8. Deci cantitatea cea mai mare de diastasă se găseşte în scutel. E probabil că acelaş lucru este şi cu celelalte enzime.

Aceste transformări de substanţe unele în altele cere energie, care se obţine prin oxidări de monosaharide şi de aceea e nevoie la germinaţie de O şi tot de aceea se degajă CO^2 şi căldură.

Cităm un exemplu de transformări în acest sens după Fleury la germinarea seminţelor de rapiţă:

	Materii grase	zaharuri	celulosă
seminţele la început	46 %	7 %	8 %
după 6 zile de germinare	36 „	10 „	11 „
„ 16 „ „	35 „	12 „	10 „
„ 21 „ „	33 „	11 „	10 „
„ 31 „ „	28 „	3 „	18 „

Biblioteca USV IAŞI

Din cauză că o parte din substanţa organică e oxidată, cantitatea ei va scădea şi cu cât planta va germina timp mai îndelungat, cu atât scăderea va fi mai mare. Din momentul, în care plantula desvoltându-se, va căpăta clorofil şi va asimila, cantitatea de materie organică va începe să crească.

Alte împrejurări ce influenţează germinaţia.

1. *Maturitarea seminţei.* Ca sămânţa să poată germina, trebuie să fie matură, adică trebuie să se fi terminat toate procesele fiziologice şi morfologice din interiorul ei. Expe-

rienţe făcute cu boabe în lapte de mazăre şi de porumb au arătat că acestea trebue să fie uscate bine mai întâi, ca să poată germina. La cele mai multe plante semânţa germinează chiar la recoltare, la altele trebuie să treacă un timp, până când sunt desăvârşite toate procesele fiziologice şi semânţa e într'adevăr matură, sau ca să ajungă la supramaturitate. Frigul grăbeşte perioada supramaturităţii; seminţele multor pomi trebuie să fie expuse frigului umed între $0-2^0$, ca să poată germina bine.

2. *Vârsta seminţei.*

Am văzut că seminţele, aşa cum sunt conservate de obicei, conţin o cantitate apreciabilă de apă, de $10-15\%$, şi în interiorul lor viaţa nu e oprită complect, ci e latentă, procesele vitale fiind atenuate numai, nu suspendate. Semânţa respiră încă, absorbind O şi cu dânsul oxidându-se parte din substanţa organică, se elimină, apoi CO^2; cu energia realizată se menţine viaţa. Incet, încet cu vârsta, semânţa perde din vitalitate şi din putinţa de a germina, aceasta ajungând cu timpul nulă.

Putem prelungi putinţa de a germina a seminţei, dacă împedicăm accesul O la semânţă şi dacă o uscăm, cât mai complect. In acest caz viaţa este suspendată şi putem conserva mult timp semânţa fără a perde din putinţa ei de germinare. Experienţele au arătat că uscând seminţele în vid, la o temperatură sub 40^0 şi conservându-le mai departe, sau în vid, sau într'o atmosferă de azot, sau numai în aer uscat, fiind ţinut în contact cu KOH solid, sau CaO, ca acestea să absorbă umiditatea şi CO^2, ce e toxic, se poate menţine timp cât de îndelungat putinţa de germinare.

Dacă semânţa are o umiditate mai mare, sau dacă este ţinută într'o atmosferă saturată de vapoare de apă, atunci putinţa de germinare sufere foarte mult, după cum a demondrat Demoussy (1907).

Căldura şi frigul lucrează, cu atât mai nefavorabil asupra putinţei de germinare, cu cât semânţa conţine mai multă apă, sau e ţinută mai la umezeală.

Semânţa uscată poate suporta frig cât de mare şi căldură mare. Becquerel a uscat seminţe de grâu, de lucernă,

Biblioteca USVIAT

și de muștar în vid la 40° peste Ba O, apoi le a pus în contact cu aer lichid timp de trei septămâni, după aceea cu hidrogen lichid timp de trei zile — deci le a răcit până la — 252° — și totuși aceste semințe au germinat. Gain uscând semințe de floarea soarelui și apoi încălzindu-le treptat până la 130° timp de treizeci minute și după aceea punându-le să germineze, a constatat că putința de a germina nu s'a pierdut.

E normal deci, ca semânța conservată în condițiuni obicnuite să piardă din putința de geminare tot mai mult, până ce cu timpul ajunge nulă. Becquerel (1906) experimentând cu 550 specii de plante, a căror semințe erau bine conservate într'un muzeu și a căror vârstă era cunoscută, dela 25—135 ani, constată că din 90 specii de leguminoase germinaseră numai 18 cu vârsta dela 71—87 ani, că numai câte una germinase din unele familii, dar că din graminee, crucifere, liliacee, urticacee etc nu germinose nici una.

Se relatează deseori că semințe găsite în morminte egiptene și ale galilor, deci de mii de ani, ar fi germinat. Părerea unanimă a cercetătorilor este că astfel de cazuri sunt mistificări.

3. *Coaja seminței*

La unele plante coaja semânței, fie din cauza grosimei și compacității ei, fie din cauza compoziției ei chimice, nu permite intrarea apei și deci germinația. Aceste semințe încoltesc pe rând și după timp îndelungat. Molisch a experimentat cu 50 semințe de gledicie, pe care le a ținut în apă obicinuită ce era schimbată tot la trei zile, ca să nu se strice și a notat timpul, când s'au umflat și deci puteau germina. Abia în timp de 7 ani s-au umflat toate și treptat, treptat acest lucru a avut loc. Acest fapt din punct de vedere al plantei e un bine, căci șansa în acest caz de a se perpetua specia e mai mare.

Astfel de semințe cu coaja groasă se găsesc la multe plante, mai ales la leguminoase și cercetătorii germani le numesc „Trotzer", adică îndărătnice; Nobbe experimentând cu semințe de leguminoase constată că în deceniu al doilea și

Biblioteca Virtuală

al treilea numai 1 — 2 seminţe de felul acesta germinaseră pe an.

De asemeni şi seminţele multor pomi şi arbori germinează greu.

Pentru a grăbi germinarea se întrebuinţază în practica agricolă şi horticolă următoarele mijloace.

a. Zgârâierea seminţelor; utilizat mai ales la leguminoase.

b. Opărirea; utilizat mai ales la gledicie şi salcâmi.

c. Stratificarea cu năsip, sau cu pământ; utilizat mai ales la pomi.

d. Tratarea cu acid sulfuric; utilizat mai ales la rosa canina.

O tratare mai amănunţită a acestor chestiuni nu se potriveşte cu cadrul acestei cărţi; cetitorul le poate găsi în tratatele de fitotecnie şi pomicultură.

Biblioteca USV IAŞI

Incercări de influenţare a plantei prin influenţarea seminţei înainte, sau în timpul germinării.

1. *Imbibarea seminţei cu o soluţiune de materii hrănitoare.*

S'a crezut că poate imbibându-se sămânţa cu o soluţie de materii hrănitoare, planta desvoltându-se dela început mai puternic va da o recoltă mai mare. Astfel de experienţe a fost făcute între alţii şi de Schneidewind. Grăunţe de ovăs şi seminţe de sfecle au fost imbibate cu o soluţie ce conţinea la litru câte 50 g azotat de amoniu, azotat de potasiu, fosfat de sodiu şi apoi semănate în vase de vegetaţie cu pământ. S'a obţinut următorul rezultat:

	OVĂS		SFECLĂ DE ZAHĂR	
	grăunţe g.	paie g.	sfeclă g.	zahăr g
Semânţă uscată	24.4	39.3	438.8	82.0
Semânţă imbibată cu apă	26 5	39.4	438.2	82.1
Semânţă imbibată cu soluţie	25.7	40.3	427.3	79.7

După cum se vede, imbibarea seminţelor cu soluţia nutritivă n'a avut nici un efect.

2. *Stimularea germinației și a desvoltării plante mai târziu cu substanțe chimice.*

Cercetătorul bulgar Popoff, imbibând semințele cu soluții de săruri de Mn, Hg, As, Cu, precum și cu alcohol, aldehyde și phenoli constată o influență foarte bună asupra germinației și asupra desvoltării ulterioare a plantei, precum și o recoltă mai mare și el explică aceste lucruri prin stimulația activității celulelor plantei de către aceste substanțe. Cercetări făcute în Germania n'au confirmat aceste rezultate.

3. *Jarovizarea.* Știm că dacă grâul de toamnă e semănat primăvara, el se desvoltă mai slab și îl prind căldurile mari și seceta numai în mică parte înspicat și îl coc forțat, așa că se produc grăunțe mici și relativ foarte puține. Dar, dacă se seamănă toamna târziu, chiar dacă l'a prins frigul ernei numai umflat, sau la începutul germinării, el se desvoltă normal și uneori poate de o recoltă, chiar mai bună decât cel semănat toamna de vreme. S'ar putea deci cineva gândi, ca în loc să semene grâul târziu toamna, — când poate pământul este uscat și când riscă ca grăunțele să fie mâncate de paseri, ori de animale daunătoare, sau să degere de frigul ernei, — să-l țină în gospodărie, să-l umfle cu apă, să lese ca germinarea numai să pornească apoi să-l țină la temperatură joasă, cât e absolut necesar și apoi primăvara să-l semene.

Lissenco, cercetător ucrainean, a aplicat acest lucru procedând în felul următor: a luat grâu de toamnă, l'a umflat cu apă până la 55%, l'a ținut timp de 40-45 zile la temperatura de 0-3° și primăvara l'a semănat. A constatat că întinderea paielor a avut loc mai de vreme și recolta a fost mai mare, decât la cel semănat toamna. Lissenco a făcut în anul 1932 un număr de 712 experiențe și a constatat surplusuri dela 100-300 kg la Ha. A mai făcut jarovizări și cu alte plante — bine 'nțeles modificând temperaturile și durata expunerei la frig — și a constat rezultate bune.

Un incovenient este că plantele mucegăiesc ușor; contra acetui fapt se recomandă întrebuințarea de semințe bune și desinfectarea cu soluții foarte diluate, mai întâi de sublimat și apoi de formalină.

5. Uscarea semințelor cu ajutorul vidului și la temperaturi joase și apoi încălzirea lor la temperaturi de 80—100°

Biblioteca USV Iași

ar provoca, după Worobiev (1915) la plantele corespunzătoare o structură xerophytică, făcându-le să reziste mai bine la secetă.

5. După cercetătorul american Wolfryn, dacă se suspendă semințele în o baie de săruri de anumită compoziție chimică și dacă prin aceasta se trece un curent, atunci se sporește putința de germinare și plantele respective dau o recoltă mai mare. Verificându-se experiențele s'a constatat într'adevăr o putință de germinare mai mare, dar recoltele obținute cu astfel de semințe nu erau mai mari.

Semânța se apreciază : 1) După exactitatea sortei, cum a fost declarată, 2) După conținutul în apă, ce trebuie să fie de 13—15%, 3) După puritate, 4) Dacă n'are paraziți vegetali, sau animali, 5) După greutatea hectolictrică, 6) După puțință de germinare în anumit interval de timp — energia de germinare —. In tratatele de fitotecnie se arată normele de apreciere.

Biblioteca USV IAȘI

II.

NUTRIȚIA PLANTEI PROPRIU ZISE.

Plantula, după ce hrănindu-se cu materialul de rezervă aflător în endosperm, sau cotilidoane s'a desvoltat radicula și plumula, trăește prin ea înseși, devine autotrophă. Plumula înverzește și asimilează hidrați de carbon, iar rădăcioara suge apa din sol ce ține în soluție materiile minerale. Plantula s'a transformat astfel în plantă mică, sau tânără, care, dacă împrejurările sunt favorabile, se tot desvoltă și devine matură.

Planta prin rădăcina ei absoarbe din pământ elementele din cenușă precum și azotați și săruri de amoniu, care sunt transportate apoi prin tulpină în frunze, unde din asimilatele carbonului și din aceste materii minerale se sintetizează substanțele organice trebuincioase plantei pentru a se desvolta și pentru a produce organele necesare reproducțiunii.

Vom arăta, cum are loc fiecare din aceste procese.

1.

Circulația apei în plantă.

Apa are un rol foarte important pentru plante și anume: 1) face parte constitutivă din plante, 2) servește ca material la asimilația clorofiliană—din carbon și din apă sintetizându-se hidrații de carbon — 3) solvite în apă sunt absorbite prin rădăcină elementele necesare plantei și transportate în frunze și tot solvite în apă asimilatele sunt duse la diferite părți din plantă în diferite scopuri.

Circulația apei în plantă a făcut obectul a foarte numeroase cercetări și acest proces nici până astăzi n'a fost pe deplin clarificat. Capitolului acesta se dă o extensiune mai mare în tratatele de fisiologie vegetală, în cele de chimie agricolă mai puțin.

Pentru înțelegerea chestiunilor în legătură cu circulația apei și a materilor hrănitoare în plante, cetitorul trebuie să se lămuriască mai întâi asupra proceselor de difuziune, osmosă, dializă etc., asupra cărora noi nu insistăm aci; la începutul vol. I am atins puțin tratarea lor.

Tratăm următoarele chestiuni în legătură cu circulația apei în plante.

1. *Absorbția apei* are loc mai ales prin rădăcină.

Bibliotec... U.S.I.A.S.

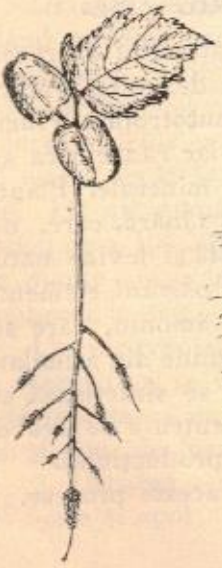


Fig. 1.

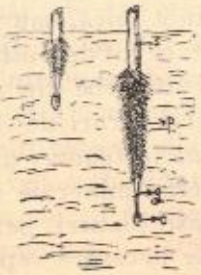


Fig. 2.

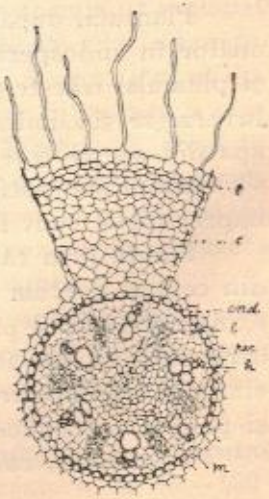


Fig. 3.

După cum arată fig. 1 şi 2, la vârful rădăcinei avem coiful protector *c*, apoi zona de creştere în lungime *g*, netedă, după aceea regiunea piliferă cu perişori absorbanţi *p* şi însfârşit regiunea suberoasă *s*, mai bine reprezentată mai ales la rădăcinele mai mari.

Fig. 3 ne arată o secţiune schematică în rădăcină, în care se văd: la exterior pătura epidemică *e*, cu perişori absorbanţi, apoi diverse pături celulare din coaja rădăcinei *cc*, apoi endodermul *end*, pericyclu *per*, fascicolele lemnoase (Hadrom) *h*, fascicolul liberian (Leptom) *l*, măduva cu razele mădulare *m*.

In pământ se găseşte apă în jurul componentelor lui solide şi în jurul perişorilor absorbanţi, precum şi bule de aer, după cum arată următoarea figură schematică:



Figura 2. După Sachs.

In figură se vede: *e* celulele epidermice cu *h* perişorii absorbanţi, elementele haşurate reprezintă componentele solide ale pământului, în jurul lor şi al perişorilor absorbanţi este apa, iar spaţiile goale reprezintă aerul.

Celulele din stratul extern pilifer al rădăcinei au, ca şi toate celulele vegetale, la exterior o membrană celulozică, apoi protoplasmă în interiorul căreia se găsesc vacuole, în care se află solvite în apă tot felul de substanţe minerale şi organice. (A se vede vol. I, pag. 220).

După cum vom vedea în vol. III, apa se găseşte în sol în mai multe feluri; fixată puternic de componentele pământului — cea higroscopică şi parte din cea capilară —, fixată slab — altă parte din cea capilară — şi nefixată de loc, apa mobilă. Plantele nu pot utiliza apa fixată puternic, ci numai pe cea fixată uşor şi pe cea mobilă.

Licidul din vacuole va avea o presiune osmotică depinzând de felul şi concentrarea substanţelor solvite; de asemeni şi apa din sol, conţinând în soluţie cantităţi mici de săruri, va avea şi ea o presiune osmotică. Fiind că concentrarea din vacuole e cu mult mai mare, decât cea a apei din pământ, presiunea osmotică din celule va fi mai mare, decât a apei din sol.

Avem deci două soluţii de presiuni osmotice deosebite, despărţite prin membrana celulozică permiabilă şi cea protoplasmatică semipermiabilă. Aceasta din urmă lasă să treacă substanţele solvite din licidul din vacuole. In aceste condiţiuni o cantitate de apă din soluţia din sol diluată, cu presiune osmotică mică, va fi suptă în vacuolele din celule cu presiune osmotică mare şi celulele se vor umfla, vor deveni turgescente, vor căpăta *turgoare*.

Să presupunem că la început celulele din rădăcină ar fi avut aceeaş presiune osmotică p, celulele primei pături, dela exterior absorbind apă, or să aibă o presiune osmotică p_1 mai mică decât p; celulele păturei a doua având presiunea osmotică $p > p_1$ vor suge apă din celulele primei pături şi vor avea atunci o presiune osmotică p_2 mai mare decât p_1, dar mai mică decât p. Pătura a treia va suge apă dela a doua, ea va fi în măsură din nou să sugă apă din pământ şi tot aşa înainte. Cetitorul îşi dă seamă că în felul acesta un curent de apă va trece din soluţia din sol în rădăcină înaintând spre vasele lemnoase şi că presiunea osmotică va merge crescând $ps < pi < p_2 < p_3 < p_4 \ldots\ldots < pn$, ps fiind presiunea osmotică a soluţiei din sol.

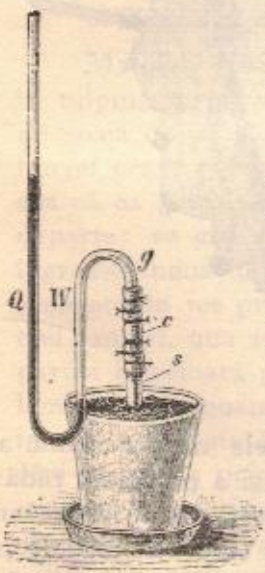
Distribuţia apei din sol reprezintă o stare de echilibru datorit forţelor din sol ce lucrează asupra ei. Dacă perişorul absorbant suge apă într'un punct, echilibrul ne mai existând, apa din alte locuri vine în acel punct spre a-l restabili.

Biblioteca I.S.V. Iaşi

Să presupunem că avem o celulă plasmolizată şi o punem în apă; ea va suge apă şi se va tot umfla, până ce va fi oprită de membrana celulosică, ca să se umfle mai departe şi va deveni turgescentă. Membrana celulosică întinsă puternic va exercita o contrapresiune asupra interiorului, puterea turgoarei. Ne dăm seamă că puterea de sugere a unei celule S este egală cu presiunea ei osmotică P scăzută cu puterea turgoarei T, adică $S = P - T$.

Ursprung şi Blum au găsit că la fasolă S în atmosfere pentru rândul întâi de celule dela exterior este 0.9, la al doilea 1.3, apoi la rândurile următoare 1.7, 2.0, 2.6, 3.2, 3.6, 4.2, la endodern 1.3, la periciclu 0.9, la parenchimul din jurul vaselor lemnoase 0.8. După cum vedem, puterea de sugere a celulelor din rădăcină creşte dela exterior spre interior în pătura corticală, ca apoi să scadă brusc în endoderm. Acest „salt endodermic" se menţine pentru interiorul cilindrului central.

Din celulele de parenchim ale cilindrului central apa este *împinsă* în vasele lemnoase, după cum dovedeşte fenomenul cunoscut sub numele de presiunea rădăcinei.



După Noll.

2. *Presiunea rădăcinei.* Au trecut 200 de ani, de când Hales scoase în evidenţă presiunea rădăcinei, legând primăvara la capătul unei coarde de viţă tăiată o bucată de peliţă de beşică şi constatând că încurând după aceea beşica s'a umflat cu apă şi a pocnit.

Legând tulpina unei plante astfel tăiate cu un manometru, după cum arată figura alăturată, s'a putut chiar măsura presiunea rădăcinei. S'a constatat că mărimea presiunei variază, mergând până la 3 atm. iar alteori că e chiar negativă.

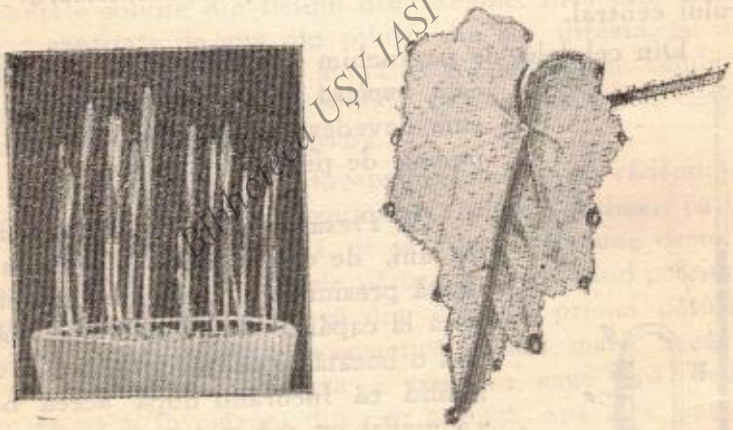
Această curgere a sevei, „plânsul", are loc mai ales primăvara şi când pământul e ud tare, transpiraţia mică şi temperatura ceva

Biblioteca U.S.I. IASI

mai mărişoară. Cantitatea de licid scursă variază; viţa de vie poate da în 24 ore 1 litru, mesteacănul 5.1 litruri, agava americană 7.5 litruri etc. Seva conţine 1 — 3% substanţă uscată, parte minerală şi parte organică; uneori conţine cantităţi relativ mari de zahăr, la mesteacăn până la 2%, la arţarul zaharat până la 4%, la agavă 9%, la curmali 10% etc.

Licidul curge nu numai din plantă, ci e supt şi de către rădăcină din sol; într'o experienţă din urzică a curs timp de 24 ore 11260 cmc suc, pe când volumul rădăcinei a fost numai de 1450 cmc.

O dovadă de presiunea rădăcinei dă şi fenomenul *gutaţiunei* ce se manifestă prin eşirea în unele cazuri de picături din frunze — la goutte.—In figura următoare se observă gutaţiunea la plante mici de ovăs şi la Tolmiea Menziesii. Presiunea rădăcinei împingând mai multă apă, decât poate evapora planta, surplusul este eliminat în formă de picături.



După Molisch

Explicarea trecerei apei din celulele de parenchim ale cilindrului central în vasele lemnoase şi a presiunei rădăcinei n'a putut fi dată în mod satisfăcător până în prezent. Pfeffer (1877) şi mai târziu Lepeschkin (1906) au fost de părere că membrana protoplasmatică are în diferitele ei părţi deosebiri de permeabilitate pentru apă şi materii minerale solvite. După alţi cercetători aceste deosebiri de permiabili-

BIBLIOTECA USV IASI

INSTITUTUL AGRONOMIC IAȘI
Facultatea Agricolă
BIBLIOTECA
Biblioteca Institutului Agronomic Iași

tate sunt la membrana celulosică, nu la cea protoplasmatică. După Brilliants (1927) plasmolisa la celulele unor plante se face nu la mijloc, ci într'o parte. Priestley (1922) susține că celulele saturate cu apă din rădăcină se comportă pasiv, lăsând să treacă curentul de apă dela exterior spre vasele lemnoase conform osmosei. Sabinin (1925) este de părere că absorbția activă de apă nu se face de perișorii absorbanți și celulele epidermice, ci de conținutul vaselor lemnoase. Apa imbibând membranele celulosice ale celulelor trece din una în alta absorbită de vasele lemnoase cu presiune osmotică mare. Șt. Popescu (1926) trage concluzia din experiențele sale ingenioase că perișorii absorbanți au importanță secundară la absorbția apei. După Scott și Priestley (1928) endodermul ar funcționa ca aparat de absorbție a apei. Ceea ce-i sigur, este faptul că și celulele de parenchim din jurul vaselor lemnoase, trebuie să aibă un rol, căci dacă sunt ucise, ori stingherite în activitatea lor prin lipsă de oxigen, atunci plânsul rădăcinei încetează.

3. *Ridicarea apei în tulpină.*

Malpighi (1638) demonstră cel întâi că apa se ridică în tulpină prin vasele lemnoase. Fiind îndepărtat un inel de coajă de pe o craca de copac, se constată că timp îndelungat craca rămâne verde și se explică acest lucru prin aceea că ea prin lemnul rămas primește nestingherit apă mai departe; se mai constată că marginea de sus a tăeturei se îngroașă înmulțindu-și celulele, datorită sevei elaborate ce se scoboară în jos prin coajă prin vasele liberiene. Dacă se iau trei ramuri, una se lasă ca atare, a doua se îndepărtează la partea inferioară pe o porțiune coaja, iar la cea de a treia lemnul și se moaie apoi toate trei cu extremitatea inferioară în apă, se constată că numai cea muiată cu coaja se fanează, căci nu poate primi apă. Dacă se pune o ramură cu extremitatea ei inferioară într'o soluție a unei materii colorante și apoi după câtva timp o segmentăm, constatăm că materia colorantă a pătruns până sus în ramură prin vasele lemnoase. Dacă în sfârșit se moaie capătul unei ramuri în unt de cacao călduț și apoi după câtva timp se scoate și se rece-te,

Biblioteca CSV IAȘI

ca să se închege untul de cacao, şi apoi se moaie iar în apă, se constată că ramura se fanează iute, căci apa nu se poate ridica, vasele lemnoase fiind astupate de untul de cacao.

Toate aceste experienţe demonstrează până la evidenţă că apa se urcă în tulpină prin vasele lemnoase.

Care e cauza ridicării apei în tulpină? Una din cauze este presiunea rădăcinei şi altă cauză este capilaritatea. Vasele lemnoase au lumen foarte îngust dela c. a. 0.02—0.2 mm. Dacă se calculează înălţimea, la care s'ar putea ridica apa în ele după formula capilarităţii $h = \frac{2\alpha}{R}$ şi se mai ţine seamă de rezistenţa ce se opune la mişcarea apei, găsim numere mici, incomparabil mai mici, decât înălţimea arborilor. Trebuie deci să mai fie şi alte cauze, care să conlucreze la ridicarea apei şi o principală cauză este transpiraţia plantelor.

4. *Transpiraţia plantelor.*

Apa intrată în plantă ajungând în frunze se evaporiază din celulele ei în spaţiile intercelulare şi în cavitatea respiratorie—a se vedea figura dela pag. 16—şi de aci prin stomate esă afară. Cuticula se opune unei evaporări apreciabile. Prin faptul că celulele pierd apa, presiunea lor osmotică devine mai mare şi din cauza aceasta ele sug apă din celulele vecine lipite, acestea din vecinele lor şi tot aşa mai departe, până ajunge să se sugă şi din vasele lemnoase. Acest fenomen se chiamă transpiraţia plantei.

In locul apei supte dela capetele de sus ale vaselor lemnoase, se suge apa mai de jos şi tot aşa sugerea spre frunze se transmite până în rădăcină şi la apa din pământ. Transpiraţia poate fi pusă în evidenţă în mai multe feluri:

a. După cum arată fig. 1, o ramură e pusă într'un tub de sticlă în *U* şi ea transpirând mercurul se ridică.

b. Un dispozitiv asemănător se vede în fig. 2; ramura evaporând apă, mercurul se ridică.

c. Un ghiveciu acoperit cu capac de tablă, compus din două părţi, cum arată fig. 3; prin cântărire se constată apa transpirată.

Biblioteca IAŞI

Fig. 4 ne arată că dacă apa se evaporează printr'o membrană semipermiabilă, sau o pătură de ghips, o ridicare asemănătoare a mercurului are loc.

In celulele din frunze sunt presiuni osmotice mari, mergând până la peste 30 atmosfere şi cu cât celulele sunt mai jos, cu atât presiunea lor osmotică este mai mică.



Biblioteca UŞV IAŞI

Se poate pune în evidenţă sugerea apei prin tulpină din cauza transpiraţiei în modul următor:

Se ia, de pildă, o ramură de roză, se îndoaie într'un vas lat cu apă şi se taie sub apă. Apoi se ia un vas îngust, se pune capătul ramurei în acesta şi se scoate cu ceva apă în interior împreună cu ramura de sub apă din vasul larg. Această manipulaţie a avut loc cu scopul, ca să se împedice, de a fi supt aer în vasele lemnoase ale ramurei. Tăiem o altă ramură în aer şi o punem asemănător într'un vas îngust cu apă. Vom constata că ramura tăiată în apă va rămâne verde timp cu mult mai îndelungat, decât ramura tăiată în aer, care se va vesteji în curând, de oarece aerul absorbit în vasele lemnoase împedică intrarea apei şi deci compensarea transpiraţiei.

Totuş în această explicaţie a ridicării apei în plante este şi un punct delicat. Am văzut că presiunea rădăcinei

are o putere mică, capilaritatea de asemeni, iar vidul lui Torricelli datorit transpirației are cel 'mult valoarea de o atmosferă. Aceste puteri ar putea explica ridicarea apei în plantele erbacee, în arbuști, dar n'ar fi suficiente să explice ridicarea ei în arbori mergând, cum e la Eucalyptus, până ia 150 m. înalțime. In un astfel de arbore numai ridicarea apei ar necesita 150 : 10 = 15 atmosfere, iar invingerea rezistențelor din calea ridicării ar necesita alte 25 atmosfere.

Pentru a se explica această mare putere de ridicare s'a imaginat *teoria cohesiunii.*

Askenasi (1896) a făcut următoarea experiență. A luat o leică de sticlă, a lipit de gâtul ei un tub, și a prevăzut-o cu un bloc de ghips. A imbibat blocul și a umplut tubul cu apă fiartă bine și după aceea a realizat aranjamentul din figura 5 de pe pagina precedentă.

A constatat că mercurul supt de apa ce se evapora din blocul de ghips, s'a ridicat până la 89 cm, pe când presiunea atmosferică arătată de barometru era de 73.5 cm mercur. Alți cercetători după aceea au obținut numere și mai mari, așa Urspung obținu ridicări de mercur până la 135 cm deasupra nivelului barometrului.

Acesta a fost punctul de plecare pentru așa zisa teorie a cohesiunei, la care a conlucrat cu numeroase cercetări Dixon (1907—1909), Renner (19011—1915), Ursprung (1915), Jost (1916) și alții. Sub acțiunea forțelor de tensiune superficială și a celor capilare în vidul din trachee, firul de apă ar căpăta o cohesiune mare între moleculele lui, pe care n'ar învinge-o sute de atmosfere — de aceea această teorie se chiamă a cohesiunei —. Forțele de sugere din frunze ar trage în sus aceste fire de apă, ca pe firele de ață ale unei jirghiuțe. Am eși din cadrul acestei cărți, dacă comentând lucrările respective am trata pe larg această teorie cu caracter științific pur, mai ales că noi personal nu suntem convinși de argumentele aduse pentru justificarea ei. Noi ne-am asocia părerei multor cercetări, cari atribuie și celulelor parenchimice din jurul vaselor lemnoase un rol mare la mișcarea apei în plantă, fie că membrana celulozică și protoplasma tică a celulei ar avea permiabilități diferite, fie că prin acti-

Biblioteca USV IAȘI

vitatea protoplasmei s'ar forma în aceeaşi celulă vacuole cu suc mai concentrat şi cu suc mai diluat, fie că celulele ar absorbi apă din vasele inferioare şi trecând-o din una în alta ar reda-o vaselor superioare etc. In timpul din urmă Bose (1925) emise *teoria pulsaţiunilor*, după care celulele parenchinului ar executa pulsaţiuni datorite diferinţelor de potenţial electric şi prin care ele ar suge şi împinge apa.

5. *Mişcarea apei în vasele liberiene.*

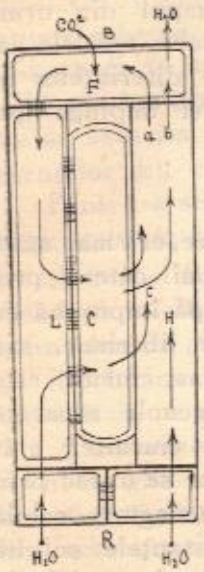
Ajunsă în celulele asimilătoare din frunze, cea mai mare parte din apă se evaporează, rămânând numai câteva procente c.a 5%. Din celulele frunzei această apă împreună cu substanţele asimilate solvite ajunge în vasele liberiene, sau ciuruite, trecând din celulă, în celulă. Un vas ciuruit este compus din celule vii cu protoplasmă şi vacuole separate unele de altele prin membrane transversale ciuruite; atât protoplasma, cât şi vacuolele tuturor celulelor se unesc prin găurile ciururilor, ca şi cum ar constitui o singură celulă lungă. Ne dăm seama că atât apa, cât şi substanţele solvite ajunse într'un capăt al vasului liberien vor ajunge iute la celalt capăt, în ori ce caz mult mai repede, decât dacă ar trece din celulă în celulă. In locurile din dreptul vaselor liberiene, unde se depun substanţe ca de pildă într'un fruct, sau unde se formează ţesuturi noi, ca de pildă la desvoltarea unui mugure, apa şi asimilatele sunt absorbite şi după ce cele din urmă sunt imobilizate, sau prelucrate, apa ramasă trece din celulă în celulă în vasele lemnoase. In locul asimilatelor dispărute, alte asimilate vin pe urma lor.

Vasele liberiene ce se scoboară din diverse ramuri în tulpină dau asimilate celulelor cambiului, ca să formeze ţesuturi noi, ori constituesc diverse materiale de rezervă, iar apa rămasă trece şi ea în vasele lemnoase.

Münch (1927—1930) s'a ocupat cu mişcarea apei în vasele liberiene şi a imaginat şi o teorie specială, pe care am atins-o numai în rândurile de mai sus. Figura schematică alăturată după Münch arată mişcarea apei în plantă. Apa intră prin rădăcina R se ridică prin vasele lemnoase H (ha-

Biblioteca UVVG

drom) ca sevă brută, amestecându-se cu ceva sevă elaborată L (leptom) din vasele liberiene merge în frunze F, unde cea mai mare parte este transpirată, iar partea mai mică ca sevă elaborată merge prin vasele liberiene L şi hrăneşte diferite părţi ale plantei şi prin cambiu C şi apoi ca apă aproape curată trece în vasele lemnoase H.



In legătură cu circulaţia apei în plante s'ar mai putea vorbi despre mecanismul stomatelor de a favoriza şi de a stingheri transpiraţia, despre însuşirile plantelor mai rezistente la secetă, despre plantele higrophyte, xerophyte şi mesophyte precum şi despre alte chestiuni. Credem că pot fi lăsate înafară de cadrul publicaţiunii prezente. Nu putem însă lăsa la o parte chestiunea, dacă plantele pot absorbi apă prin organele lor aeriene şi câtă importanţă are acest lucru pentru dânsele.

Biblioteca USV IAŞI

Absorbţia apei de către plante prin organele lor aeriene.

Plantele agricole absorb de obicei apa, de care au nevoie, prin rădăcină şi sunt încă protejate, ca să nu fie udate, prin cuticulă, perişori, ace de ceară etc. numai plantele acvatice absorb apă prin toată suprafaţa lor; la plantele cu rădăcini aeriene, la epiphyte şi la alte plante sunt modalităţi interesante pentru aprovizionare cu apă, dar noi ne interesăm aci numai de plantele agricole şi de aceea nu mai tratăm aceste chestiuni.

Se cunosc unele fapte din viaţa de toate zilele, care ne fac să bănuim că plantele absorb apă şi prin părţile lor aeriene. Florile şi ramurile ce încep să se ofilească stropite — şi florarii fac uz de acest lucru — se înviorează. O bură de ploaie pe timp secetos, care a stropit numai praful, înviorează arborii. Apoi unele plante au frunzele aşezate în verticel, ca să se strângă apa etc.

Nu e de mirare deci că de mult a început să se experimenteze, ca să se vadă, dacă plantele pot absorbi apă prin părţile lor aeriene şi ce valoare are această apă pentru dânsele; între cercetătorii mai vechi enumărăm pe Mariotte (1700), Hales (1727), Senebier (1800) etc. iar între cercetătorii mai noi pe Sachs (1861), Boussingault (1878), Wiesner, Bürgerstein (1891), Haberlandt (1894), Kny (1910), Wetzel (1924) şi alţii.

Majoritatea cercetătorilor au găsit că plantele pot într'adevăr absorbi apă prin organele lor aeriene, se deosebesc numai în aprecierea importanţei ei pentru plante; unii o găsesc importantă, alţii că n'ar avea nici o însemnătate.

O contribuţie utilă la această chestiune au adus experienţele lui N. Zamfirescu executate în laboratorul nostru.



El a găsit că în împrejurări normale apa nu pătrunde prin stomatele frunzelor, ci prin celule epidermice aflătoare la

dicotilidonate dealungul nervilor, iar la monocotilidonate din loc în loc pe suprafaţa frunzelor.

A experimentat apoi cu vase cu diverse plante, lăsându-le să ajungă până la oare care desvoltare, apoi câtva timp nu le-a mai udat şi atunci au început să se ofilească: în acest stadiu pământul din vase conţinea 11-7% apă. Parte din oale au fost bine acoperite cu capace de tablă, şi stropite pe frunze cu apă cu ajutorul unui vermorel timp de 4 ore zilnic, iar parte lăsate descoperite: In ambele grupe de oale umiditatea pământului a fost ţinută la 11-7% După cum se vede în figura următoare, pătlăgelele roşii stropite cu apă pe frunze s'au desvoltat mai bine, decât cele nestropite. Rezultate asemănătoare au fost obţinute şi cu alte plante.

Noi credem că acest fel de aprovizionare a plantelor cu apă are importanţă practică mai ales în toamnele sărace în precipitaţiuni atmosferice şi pentru semănăturile de toamnă; roua abundentă de pe plante şi vremea ceţoasă o bună parte din timp, fac, ca aprovizionarea plantelor prin frunze să aibă un rol apreciabil şi efectele secetei să fie mult atenuate. Vorba „grâul creşte numai din rouă" are oarecare îndreptăţire.

Biblioteca USAMV Iaşi

2.

Absorbţia materiilor minerale de către rădăcină şi mişcarea lor mai departe în plante.

Nici *absorbţia materiilor minerale de către rădăcinele plantelor* n'a fost pe deplin clarificată până în prezent.

Absorbţia are loc prin vârful tânăr al rădăcinei şi prin pătura piliferă. Numărul mare de perişori absorbanţi e tocmai în scopul, ca membrana de absorbţie să fie cât mai mare; Schwarz a găsit că suprafaţa rădăcinei cu a perişorilor respectivi la mazere e de 12,4 ori mai mare, decât a rădăcinei singure.

Această membrană de absorbţie nu e complect semipermiabilă, adică nu lasă să treacă numai apa, ci şi substanţele

minerale cu moleculă mică. Acestea împreună cu apa trec din celulă în celulă, ajung la vasele lemnoase şi prin acestea, ca sevă brută, ajung în frunze. Trecerea materiilor minerale din soluţia din sol în celulele rădăcinei are loc prin difuziune.

In general se poate spune că orice substanţă minerală solubilă, aflătoare în apa din sol, poate intra prin rădăcină în plantă; acele însă, care au un rol în plantă, sau sunt insolubilizate, pot să se acumuleze în cantitate mai mare, căci dispariţia unei mici cantităţi prin acumulare face posibilă întrare unei noi cantităţi prin difuziune în plantă. Aşa se explică, dece iodul, care se găseşte în cantităţi minimale în apa mărilor se poate acumula în unele alge până la 1% din cenuşa lor.

Să presupunem că un element se găseşte în stare utilisabilă de către plante într'un sol în cantitate mai mare, în alt sol în cantitate mai mică; aceeaş plantă cultivată pe ambele soluri va conţinea în cenuşa ei mai mult din acel element pe primul sol, decât pe al doilea.

O interesantă experienţă în acest sens a fost făcută de Grandeau şi Bouton analizând viscum crescut pe diverse gazde; au obţinut numerile următoare:

Echivalentul în ioni socotit la K=1	K	Na	$\frac{1}{2}$Ca	$\frac{1}{2}$Mg	$\frac{1}{3}$Fe	$\frac{1}{3}P0^4$	$\frac{1}{2}S0^4$	$HSi0^3$	Cl
Populus	1.00	0,64	17. 8	2.95	0.66	0.45	0.27	0.70	0.33
Viscum pe Populus	1.00	0.19	4.67	1.34	0.60	3.25	0,16	0,23	0.12
Robinia	1.00	0.30	51.80	2.50	1.42	2.92	0 40	3.88	0.98
Viscum pe Robinia	1.00	0.25	4.85	1.01	0.25	1.53	0,27	1.84	0.17
Picea	1 00	0.37	13.50	2.00	0.21	1.87	0.36	1.92	0.20
Viscum pe Picea	1.00	urme	1.20	0 76	0.07	0.64	0.11	0.01	urme

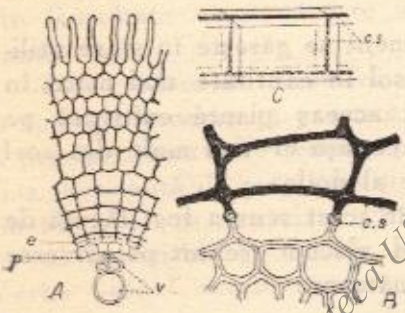
Din acest tablou se poate vedea că plantele absorb cantităţi diferite de ioni ale aceluiaş element din sol şi apoi că şi viscum crescut pe dânsele absoarbe mai mult, sau mai puţin dintr'un element, după felul gazdei şi după cum aceasta conţine mai mult, ori mai puţin.

Totuş membrana de absorbţie exercită o acţiune de alegere asupra ionilor depinzând de felul plantelor şi de felul

Biblioteca U.S.A.M.V. Iaşi

lor, unii fiind absorbiţi în cantitate mare, alţii fiind refuzaţi. In apa mărilor se găseste de 30 ori mai mult Na decât K şi totuş algele maritime absorb cu mult mai mult ultimul element. Lycopodium are în cenuşa lui mult oxid aluminiu, fagul, planta de ceai, mult oxid de mangan etc. Din acelaş pământ o plantă ia mai mult acid silicic, alta mai mult calciu, iar alta mai multă Cl Na.

După unii cercetători, perişorii absorbanţi ar avea un rol mai mic la absorbţia materiilor minerale. Apa împreună cu mat. minerale n'ar intra în perişor şi în celule, ci s'ar insinua în coaja rădăcinei prin membranele celuloso-pectice



A şi B, secţiuni transversale în rădăcini tratate mai întâi cu o soluţie de sulf-hidrat de amoniu şi apoi cu altă soluţie de acetat de plumb. Pereţii inegriţi sunt străbătuţi de soluţie, care s'au oprit la cadrul suberizat al endodermului.

După Guilliermond.

şi meaturi până la endoderm, a cărui celule sunt prevăzute radial şi transversal de un cadru suberizat impermiabil. Ajunsă la acest cadru apa nu poate merge prin pereţi mai departe, ci e nevoită să treacă prin protoplasma celulelor endodermului, care face controlul şi alegerea substanţelor ce intră în cilindrul central şi deci în plantă.

Dacă absorbţia apei şi a materiilor minerale s'ar face astfel, nu vedem ce rost ar mai avea perişorii absorbanţi.

După cum vom vedea la studiul pământului, materiile hrănitoare uşor utilisabile ale plantelor se găsesc în acesta în cea mai mare parte absorbite de componentele pământului şi numai în mică parte solvite în apa din sol şi pe măsură ce substanţele solvite sunt absorbite de rădăcinile plantelor, o nouă cantitate din substanţele absorbite se solvesc în apă. De a-

Biblioteca UŞV Iaşi

ceea soluţia din sol are o concentrare mică în materii minerale de c-a 0.2—1.0 g la litru. Concentrarea materiilor minerale în interiorul celulelor este de 10—15 ori mai mare, decât în apa din sol. Seva brută din vasele lemnoase are concentrarea în săruri la porumb de 0.3%, la mesteacăn 0.7‰ şi la cartof de 1.4‰, deci cam aceeaş concentrare, ca şi soluţia din sol.

Este foarte greu de explicat, cum ionii din soluţia din sol, mediu mai diluat, trec în celulele rădăcinei, mediu mai concentrat, când după legele difuziunei şi osmosei ar trebui, ca fenomenul să aibă loc invers, tinzând spre o egalizare a concentrărilor. Unii cercetători admiţând ca în protoplasmă s'ar afla un complex absorbant, ca în pământ, cred că pot explica acest fenomen utilizând acest lucru şi aplicând şi teoria echilibrului a lui *Donnan*. In vol. I pag. 54 am expus această teorie şi conform ei ar trebui, ca fenomenul să se întâmple invers, adică trecerea de materii minerale din celule în soluţia din pământ.

Noi credem că ar fi mai uşor să se explice absorbţia materiilor minerale în rădăcină, bazându-ne pe concepţia noastră a structurii protoplasmei — concepţia broderiei — pe care am expus-o în vol. I pag. 238 şi în Com. III ale Laboratorului nostru de chimie agricolă pag. 73 scrisă în limba germană.

După concepţia noastră molecula materiilor albuminoase are o configuraţie fibrilară neprezentată printr'o coloană vertebrală de atomi aşezaţi în spirală şi catene laterale (Vol. I pag. 35 şi Com. III pag. 53). Catenele laterale terminate cu — COOH, — NH^2, — OH se pot uni unele dela o fibrilă, cu altele dela altă fibrilă, brodându-se suprafeţe, tuburi etc. Prin ochiurile dintre spirale, după cum am calculat noi, nu pot trece decât molecule de apă, pe când moleculele cu mult mai mari de materii minerale, hrănitoare ale plantelor, de zaharuri etc. nu pot străbate; deci se formează suprafeţe strict semipermiabile. Protoplasma este constituită dintr'o mulţime de compartimente mici separate prin astfel de pereţi. Deşi compartimentele sunt mici, ele sunt totuş destul de mari, ca prin ele să se poată mişca apa ce ţine în soluţii diverse molecule

Biblioteca USV IAŞI

de materii minerale, zaharuri, acizi aminici, etc. Când două fibrile se unesc prin catene laterale, acestea pot să nu se potrivească, fie că una lipseşte, fie că ambele sunt de acelaş fel şi atunci unele vor rămâne libere. Aceste catene vor putea fi ioni legaţi de molecula materiei albuminoase. Cercetătorii consideră de mult această moleculă ca un *Zwitterion*, noi credem că mai nimerită ar fi denumirea de *poliion*. Fibrila este deci un poliion şi protoplasma este aşa dar o unire de un mare număr de poliioni. Pe ambele suprafeţe a pereţilor, ce separă compartimentele din protoplasmă, se găsesc ficsate catene terminate cu — COOH şi — NH^2, ce stau ca un fel de cârlige ce caută să prindă anionii şi cationii, ce s'ar găsi în soluţia din compartimente.

După cum se ştie, în citoplasma celulei sunt mişcări intracelulare, care deşi au numai o vitesă până la 1 cm. pe minut, mişcarea amplificându-se la microscop, se poate destul de bine observa cu acest instrument.

Cea mai mare parte din suprafaţa protoplasmei este acoperită de una sau mai multe pelite de fibrile alipite, şi care, după cum am văzut, sunt strict semipermiabile, dar trebuie să fie şi numeroşi pori, prin care interiorul compartimentelor comunică cu mediul extern. Prin aceşti pori intră materiile ce hrănesc protoplasma şi esă desasimilatele.

Intr'o soluţie a unei sări minerale se găsese molecule întregi şi molecule disociate în ioni — şi cu cât diluarea e mai mare, cu atât şi ionizarea e mai mare; anionii sunt amestecaţi cu cationii—numai prin electrolisă fiind separaţi— în vecinătatea unui anion fiind un cation.

Materiile minerale din celule se pot găsi şi în vacuole, ca săruri, sau ioni, dar şi în licidul din compartimente. Ionii din poliionii albuminoşi vor atrage anioni şi cationi din licidul din compartimente, aşa că vor rămâne foarte puţini în acesta, mai puţini decât în soluţia din sol. Dacă prin por licidul din sol vine în contact cu licidul din compartimente, o parte de ioni din primul va trece în al doilea prin difuziune şi vor fi imobilizaţi de poliioni. Protoplasma mişcându-se alţi pori vor absorbi ioni şi tot aşa mai departe. Protoplasma mişcându-se alţi pori vor absorbi ioni şi tot aşa

Biblioteca USAMV Iaşi

mai departe. Protoplasma unei celule din rândul extern al rădăcinei mişcându-se mai departe va preda prin plasmodesme — punţile de protoplasmă — ioni protoplasmei celulei vecine din rândul al doilea, şi tot aşa înainte mai departe până când protoplasma ultimei celule va preda ionii respectivi apei din vasele lemnoase. Protoplasma primei celnle epuizate în ioni va putea suge din nou ioni din licidul din sol.

Această chestiune comportă o tratare mai largă; aducerea dovezilor în favoarea teoriei, apoi tratarea ei din punct de vedere a capilarităţii, absorbţiei, imbibiţiunii, hidratizării ionilor, osmosei, acţiunei elective asupra ionilor din sol, influenţărei absorbţiei unor ioni de către alţi ioni, a cantităţei moleculelor şi ionilor din ptotoplasma celulei faţă de cantitatea acestora din licidul din sol şi din cel din vasele lemnoase etc. Aci am rezumat concepţia noastră, în numărul viitor din comunicările noastre va fi tratată pe larg, căci o tratare mai largă aci nu se potriveşte cu cadrul acestei cărţi.

Am văzut că pereţii compartimentelor din protoplasmă sunt semi-permiabili, lăsînd să treacă numai apă. In vasele lemnoase apa din sol ajunge prin difuziune şi osmosă.

Materiile minerale, mai ales ca ioni, din licidul din sol sunt transportate deci în vasele lemnoase de către protoplasma celulelor.

Şi moleculele mari de materii colorante şi de alcaloizi prinse mai ales de catenele acide pot fi transportate de curenţii de protoplasmă.

Biblioteca S.V. IAŞI

3.

Rolul materiilor minerale la sinteza substanţei organice în plante.

Apa conţinând în soluţie materiile minerale absorbite din sol ajunge în frunze, organele, în care, după cum am văzut, are loc asimilaţia clorofiliană. Cationii de K şi Ca iau parte activă la procese, înlesnindu-le, iar anionii de (NO^3), S şi P, precum şi cationul de (NH^4) iau parte constitutivă

în molecula materiilor albuminoase şi altor substanţe. Tot aşa şi cationul de Mg intră în molecula clorofilului.

Din aldehida formică rezultă, după cum am văzut, monosaharidele şi din acestea di — şi polisaharidele. In special amidonul în formă de grăunţe în timpul asimilaţiei clorofiliene apare în cantitate mare.

Amoniacul unindu-se cu grupări fără azot dă acizii aminici, iar din sinteza acestora rezultă materii albuminoase. In ceeace priveşte acidul nitric, sunt mai multe păreri; după o părere acidul nitric ar fi redus mai întâi în acid nitros, după altă părere în hydroxylamină (NH^2OH), iar după altă părere — şi se crede că aceasta e cea mai bună — în amoniac şi aceasta ar da acizi aminici, după cum am arătat mai sus. Gruparea fără azot a acizilor aminici s-ar obţine fie prin sinteză directă din aldehida formică, fie prin reducerea şi oxidarea monosaharidelor sintetizate mai întâi. Acizii aminici se sintetizează numai în plante, pe când în organismul animal acest proces nu are loc.

Ca S să pot fi utilizat la sinteza cystinei, SO^4H^2 trebuie să fie mai întâi redus în H^2S.

Numai P din acidul fosforic n'are nevoie să fie redus, ca să poată fi utilizat la sinteza acidului nucleinic, fosfatidelor etc, ci intră în moleculele respective ca atare.

După cum ştim, grăsimile sunt compuse din glicerină şi acizi graşi. Glicerina s'ar putea sintetiza şi prin condensare aldehidei formice şi prin scindarea în două a unei molecule de monosaharide. Acidul gras ar proveni din unirea monosaharidelor şi reducerea acestora.

Sinteza grăsimilor nu are loc în frunze, ci în organele, în care ele se depun.

In ceea ce priveşte acizii organici, a fost mult timp discuţie, dacă ei reprezintă o fază de anabolism—asimilaţie—ori de catabolism—desasimilaţie—. Am arătat la pag. 38 că ipoteza lui Liebig în sensul anabolismului nu corespunde realităţii. A. Mayer şi alţi cercetători au căutat să explice formarea lor în sensul catabolismului, adică că oxidarea hidraţilor de carbon s'ar face treptat trecând prin diverşi acizi organici cu moleculă tot mai mică până la acidul oxalic şi

Biblioteca U.Ş.V.A.S.

apoi dela acesta uşor s'ar ajunge la CO^2. După *Kostytschew* acizii organici ar rezulta fie la desaminarea acizilor aminici, fie că provin prin oxidare din zaharuri în vederea pregătirii grupărilor fără azot ale acizilor aminici. Şi noi credem că această părere e mai conformă cu realitatea. Dela asparagină $COOH-CH^2-CH(NH^2)-COOH$ prin desaminarea se trece imediat la acidul malic $COOH-CH^2-CH(OH)-COOH$. Din isoleucină ar rezulta acidul citric, din glutamină acidul succinic etc. La oxidarea acizilor aminici, dar şi a zaharurilor, rezultă uşor acid oxalic. Acidul malic poate rezulta şi din zaharuri prin oxidare; *Prianischnicow* a constatat o sporire mare a asparaginei după hrănirea artificială a embrionului cu sărurile acidului malic.

Noi credem că acizii organici în plante au şi rolul de a menţine valoare unui *pH* convenabil plantelor, căci cationii intră în general în plantă în cantitate mai mare decât anionii şi aceştia mai fiind apoi şi încorporaţi moleculei materiei albuminoase, dispar şi mai mult ca atare. Apoi acizii aminici mai servesc celulei vegetale şi pentru menţinerea presiunii osmotice. Când planta nu mai are nevoie de acizii organici, îi arde, sau îi imobilizează, ca pe acidul oxalic, de pildă, ca oxalat de calciu insolubil.

In frunze sunt, după cum vedem, multe procese de asimilaţie şi desasimilaţie datorite acţiunei protoplasmei vii şi enzymelor. Procesele de asimilaţie sunt datorite enzymelor de sintetizare, cele de desasimilaţie enzymele de scindare (Vol. I pag. 134—153). Cele din urmă sunt mai bine cunoscute şi a putut fi pusă în evidenţă prezenţa multora din ele în frunze. Cele de sintetizare sunt mai puţin cunoscute. După cum am arătat la pag. 152 din vol. I, s'a găsit experimental că unele enzyme de scindare pot servi şi la sintetizare. Cât se poate generaliza acest lucru, nu se poate preciza în prezent.

Asimilatele solubile din celulă ajungând la anumită concentrare stingheresc procesele de asimilaţie şi de aceea ele trebuie să emigreze, sau să fie transportate în altă parte, acolo unde sunt utilizate, sau imobilizate. Când unele asimi-

Biblioteca U.S.V.I.A.S.

late, cum sunt zaharurile, se produc în cantitate mai mare, decât se poate transporta, pot fi imobilizate şi pe loc în formă de grăunţe de amidon. Acestea în timpul nopţii, când procesul asimilaţiei carbonului din cauza lipsei luminei încetează, sunt din nou transformate în zahăr şi ca atare transportate.

Asimilatele sunt transportate către locurile, unde sunt utilizate, cum sunt zonele de creştere ale organelor plantelor, la punctele, unde se desvoltă fructele şi se urzesc mugurii, spre organele, unde se depun materialele de rezervă, seminţe, rădăcini, tubercule, stoloni, bulbi etc, precum şi în celulele cambiului şi a parenchimului din cilindrul central şi coajă.

Pentru noi are mai puţină importanţă discuţia, dacă transportul are loc numai prin vasele liberiene, sau şi prin unele vase lemnoase şi celulele vecine de parenchim şi de aceea trecem asupra ei. De asemeni trecem şi asupra interesantei *teorii a lui Münch*, care explică mişcarea materiilor solvite dela locurile de asimilaţie, la cele de consum, sau imobilizarea, nu prin fenomenul difuziunei ce are loc încet, ci prin faptul că presiunea osmotică, transformându-se în presiune hidraulică, mişcă soluţia mult mai iute.

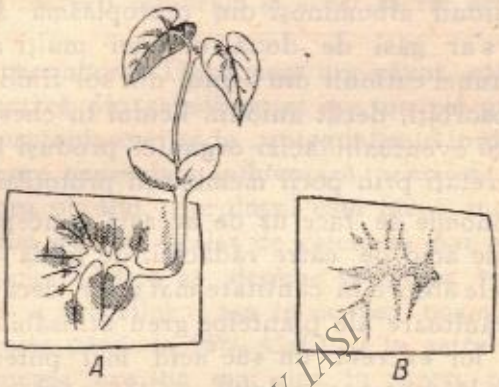
Ţinem să relevăm un lucru că după concepţia noastră, expusă sumar la pag. 141, trecerea asimilatelor din vasele liberiene în celulele de prelucrare şi înmagazinare din locurile arătate mai sus se explică foarte uşor. Protoplasma, ca nişte roţi de apă, ia în cupele ei apă şi materiile solvite şi le predă apoi celulelor de prelucrare. Această absorbiţie va provoca în vasele liberiene un curent de sevă dela locurile de asimilaţie spre cele de consum. Mişcarea protoplasmei având o viteză până la 1 cm pe minut, transportul poate avea loc cu mult mai iute ca prin difuziune. Materiile rămase neutilizate la locurile de prelucrare pot fi trecute de protoplasmă în acelaş fel în vase.

4.

Excreţiunea rădăcinlor

Incă de mult se ajunsese la concluzia că rădăcinile prin perişorii lor absorbanţi secretă un *suc acid* ce solvă materiile

hrănitoare ale plantelor greu solubile din sol. *Sachs* a pus o semănță germinată pe o placă de marmoră și acoperind placa și semănța cu un strat supțire de năsip umed, a constatat după câteva zile erosiuni pe placa de marmoră, după cum se vede în figura următoare :



După Guillermond.

Mai târziu s'a tăgăduit excretarea unui suc acid de către rădăcină și s'a explicat erosiunile numai prin acțiunea anhidridei carbonice rezultată la respirația rădăcinei ce ar produce bicarbonat de calciu ușor solubil.

In timpurile din urmă s'a revenit la prima părere pentru motivul că corosiunea nu are loc numai asupra calcarului, dolomitei și magnezitei, ci și asupra apatitei, muscovitei și nephelinei, care sunt foarte greu atacabile de apa încarcată cu CO^2.

Prianischnikow și după dânsul *Pantanelli* explică reacția acidă prin faptul că cationii sunt în măsură mai mare absorbiți, decât anionii, deci prin prezența în sol a sărurilor fiziologic acide, după cum am aratat altă dată.

Cercetări mai nouă cu culturi sterili de plante au condus la concluzia că rădăcinele acestora în condițiuni aerobe excretă acid malic, zahăr și alte substanțe organice în mediul încunjurător.

Biblioteca USV IAȘI

Explicarea excretării sucului acid de către rădăcină conform *concepției noastre* a structurei protoplasmei este următoarea:

Dacă se face socoteala catenelor rămase libere terminate cu — COOH și cu — NH^2 din materiile albuminoase vegetale a căror coținut în acizi aminici e cunoscut, se găsește că primele sunt de două ori mai numeroase decât ultimile și deci în poliionii albuminoși din protoplasma absorbantă a rădăcinilor s'ar găsi de două ori mai mulți anioni decât cationi. Și atunci cationii din licidul din sol fiind în cantitate mai mare absorbiți, decât anionii, licidul în chestiune va rămâne acid. Și eventualii acizi organici produși în plantă ar putea fi excretați prin porii membranii protoplasmei.

In agronomie se face uz de această concepție a excretării unui suc acid de către rădăcini; de pildă se spune că „leguminoasele absorb în cantitate mai mare, decât gramineele materiile hrănitoare ale plantelor greu utilisabile, din cauză că rădăcina lor excretă un suc acid mai puternic", iar în chimia agricolă tratarea solului cu 1% acid citric, sau cu acid clorhidric, pentru a găsi fosforul și potasiul din pământ utilisabil de către plante, se bazează tot pe această concepție.

Debarasarea plantei de materiile minerale de prisos. Excreția materiilor minerale.

Am văzut că rădăcinele plantelor n'au putința de a exclude unii ioni complect, ci că pot absorbi tot felul de ioni indiferenți, sau toxici, dacă se găsesc în mediu; totuș au preferințe în alegeri și această elecțiune o face și protoplasma păturei exterioare de celule cu perișorii absorbanți și celulele endodermice.

Curentul de sevă brută, care conține în soluție tot felul de substanțe, ajungând în frunze în urma perderei unei mari părți de apă prin transpirație se concentrează; însă și o bună parte din materiile minerale dispar. Unele elemente, cum sunt N, S, P, Mg intră în compoziția asimilatelor, iar altele împreună cu aceste asimilate sunt depuse în fructe, semințe, muguri, ramuri tinere, rădăcini, tubercule, stoloni,

Biblioteca U.S.A.M. Iași

bulbi, în tulpină şi ramificaţiile ei etc. Şi în acest caz este o elecţiune, materiile minerale nu se depun la voia întâmplării.

Materiile minerale neutilizate vor rămâne şi se vor tot concentra în seva din plantă şi concentrarea va putea deveni atât de mare, încât va influenţa nefavorabil procesele ce au loc în plantă.

De aceea planta trebuie să se debaraseze de acest balast inutil de materii minerale şi acest lucru are loc în mai multe feluri.

a. *Prin precipitare.* După cum am văzut, calciu nu face parte constitutivă din asimilate, ci are un rol numai de ion în funcţiile protoplasmei şi în „antagonismul ionilor". O cantitate prea mare acumulată influenţază tocmai de aceea nefavorabil asupra plantei. Surplusul este făcut inofensiv prin precipitare mai ales ca oxalat de calciu şi mai puţin ca carbonat de calciu. Calciu se depune în inima tulpinei şi în coaja moartă a arborilor: aşa în cenuşa coajei moarte de stejar se găseşte până la 95% CaO, şi în astfel de ţesuturi moarte depunerea are loc mai ales în pereţi celulelor. De asemeni şi în frunzele arborilor se găseşte depus mult calciu şi cu atât mai mult, cu cât frunza e mai bătrână; cu căderea frunzelor toamna calciu este complect eliminat.

b. *Prin gutaţiune.* În picăturile de apă eliminate din plante se găseşte şi Ca solvit ca bicarbonat şi apoi şi săruri solubile. Hydathodele active excretă în special apă cu relativ multă substanţă minerală solubilă.

c. *Prin concentrare în vacuole* mai ales a sărurilor solubile, cum sunt clorurile în deosebi a Cl Na. Ţesuturile se umflă şi planta devine suculentă.

d. *Prin insolubilizare* prin deshidratări. Acidul silicic perzând apă devine insolubil şi se depune în pereţii celulelor, uneori foarte discret.

e. *Prin căderea frunzelor.* Elementele N, P şi K, cât timp frunza este verde, emigrează din aceasta, aşa că cantitatea lor nu creşte mult, pe când Ca şi Si rămân, aşa că procentic cantitatea lor creşte. De asemeni şi S emigrează numai puţin din frunză, dar în schimb este oxidat şi rămâne ca sulfat. In urma căderei frunzelor, copacul să *demineralizază.* După *Molisch* frunzele cad toamna tocmai din cauza concentrării

Biblioteca USV Iaşi

materiilor minerale şi — adăgăm noi — şi a încetinirei aprovizionării cu apă.

f. *Excretarea materiilor minerale prin rădăcină.*

I. Pierre (1863) în urma experienţelor sale ajunse la concluzia că cantitatea de metale alcaline aflătoare în grâu şi în rapiţă atinge maximum cu o lună înainte de recoltare şi că după aceea sufere o scădere apreciabilă.

Joulie (1894) execută experienţe asemănătoare cu mai mare exactitate şi constată că între înflorire şi maturitate uneori sunt perderi de azot şi fosfor, alteori însă nu, dar pentru potasiu totdeauna găsi perderi.

Warington (1900) calculează cantitatea de baze din cenuşă echivalentă cantităţii acizilor die cenuşă şi o scade din cantitatea totală de baze şi atunci diferinţa corespunde bazelor ce au intrat în plantă ca azotaţi. Pe de altă parte calculând din cantitatea de azot aflătoare în plantă cantitatea de acid azotic şi apoi cantitatea de bază ce ar fi intrat în planta ca azotaţi, găseşte ca primele numere sunt mai mici, decât cele de al doilea şi anume la grâu numai 20%. la orz 25%, la ovăs 34% la fân de graminee 70%, la fân de trifoi 80%, la rapiţă 70%, la sfecle 90%. Din aceste numere se poate trage concluzia fie că nu tot azotul a intrat ca azotaţi, fie că o parte din baze au părăsit plantele şi Warington deduce că au fost excretate prin rădăcini. Argumentarea lui Warington trebuie rectificată în scopul că N intră în plantă, nu numai ca azotat, cum se credea mai înainte, ci şi ca amoniac. Demoussy experimentând cu năsip calcinat a găsit un deficit de baze, ca şi Warington.

Wilfarth, Römer şi Wimmer în urma experienţelor lor, — despre care vom vorbi încurând amănunţit —, făcute cu orz, grâu şi cartofi, au tras concluziile că diminuarea spre sfârşitul vegetaţiei la cele două cereale pentru N şi P e relativ mică, dar pentru K merge până la jumătate ; în cazul cartofilor însă n'au constatat nici o diminuare.

Şi alţi cercetători au confirmat aceste experienţe.

După *André* această diminuare nu are loc în timpul vegetaţiei normale, care corespunde timpului desvoltării plantei până la înflorire, ci spre sfârşitul vegetaţiei, când sistemul radicular începe să se dezorganizeze.

Biblioteca U.S.V. IAŞI

Mazé (1911) experimentând în soluţiuni apoase sterile cu porumb a constatat că dacă N era dat sub formă de NO^3Na, natriul se găsia în soluţie, nefiind utilizat. De asemeni şi *Deleanu* (1908) constată o eliminare de materii minerale prin rădăcină. *Pfeiffer* şi colaboratorii săi (1920) au tăgăduit în urma experienţelor lor acest fenomen.

In rezumat deci am putea spune următoarele:

Plantele în urma dezorganizării rădăcinelor şi a vestejirei şi uscării frunzelor şi prin acţiunea microorganismelor pot ajunge către sfârşitul vegetaţiei în starea de a perde unele materii minerale fie din cauza descompunerei unor rădăcini în sol, fie din cauza spălării frunzelor alterate de către apa ploilor. Azotul şi fosforul, găsindu-se în forme mai greu solubile, vor fi spălaţi mai puţin, decât potasiu ce se găseşte în combinaţii foarte uşor solubile. Chestiunea excretării de materii minerale de către rădăcini nu e suficient clarificată până în prezent; este probabil că şi rădăcinile tinere elimină materii minerale inutile pentru plante, sau utile, dar în cantitate prea mare, că concentrarea sărurilor în sucurile plantelor să nu fie prea mare.

Biblioteca CSV Iaşi

5.

Respiraţia plantelor.

Această chestiune se tratează în cadrul fiziologiei vegetale mult mai pe larg, pe când în acel al chimiei agricole mai restrâns.

Am văzut că la asimilaţia clorofiliană, când din CH^2 şi H^2O se sintetizează monosaharidele $C^6H^{12}O^6$, energia utilizată este acea a luminei solare. Insă mai sunt încă în plante o mulţime de procese a căror realizare necesitează energie. La sinteza acizilor aminici şi apoi a materiilor albuminoase din zaharuri şi materii minerale este necesară o cantitate de energie pentru motivul că pe de o parte materia albuminoasă conţine mai multă energie decât hidratul de carbon, iar pe de altă parte transformarea nu se poate face cantitativ, totdeauna este însoţită de perderi de energie. La sinteza grăsimilor ce conţin de 2,4 ori mai multă energie, decât hidraţii de carbon şi a o mulţime de substanţe din plante este iarăşi

nevoie de energie. Apoi protoplasma pentru mişcările ei interne şi pentru insuşi faptul că trăeşte, trebuie să cheltuiască energie. Planta îşi procură energia necesară pentru toate aceste scopuri din oxidarea lentă a hidraţilor de carbon după formula $C^6H^{12}O^6 + 6O^2 = 6H^2O + 6CO^2$.

Raportul $\frac{CO^2}{O^2}$ este conform acestei formule 1, însă fiindcă se ard şi grăsimi şi materii albuminoase ce necesitează mai mult O, decât hidraţii de carbon raportul $\frac{CO^2}{O^2}$ este de obicei mai mic decât 1.

Perderea de substanţă organică consumată în acest scop poate să fie relativ mare; aşa Boussingault (1868) a găsit că în 46 boabe de grâu, care conţineau 1.665 g substanţă uscată nu se mai afla după germinare decât 0.712 g, perzându-se deci prin respiraţie 57 % din substanţa uscată.

Ca exemplu de intensitatea respiraţiei dăm următoarele numere socotite pentru 24 ore la 1 g substanţă vegetală trăitoare şi în cmc de CO^2: la răd. tinere de grâu 68 cmc, la răd. de Lamium 62 cmc, la frunze de Phleum 25 cmc, la muguri de Syringa 35 cmc, la germinarea seminţelor de Sinapis 58 cmc, la germinarea seminţelor de mac 122 cmc.

Bine'eţeles că această ardere provoacă o degajare de căldură, care însă se perde imediat, aşa că nu ajunge în cantitate apreciabilă, ca să se poată constata. Uneori însă se poate observa, cum e de pildă, când seminţele germinează în cantitate mai mare la un loc, ca la pregătirea maltului, sau de pildă în inflorescenţa plantei Arum, putându-se ridica şi cu 36°.

Intensitatea respiraţiei depinde: 1) de intensitatea proceselor ce au loc; la germinaţie, desvoltarea mugurilor, înflorire, desvoltarea fructelor, creşterea vârfurilor tinere etc. e mai mare, 2) de temperatură, aproape de 0° e slabă, apoi atingând un maximum, ca apoi să scadă până la moartea plantei, 3) de lumină, însă nu s'a găsit fapte suficient de precise, 4) de cantitatea de O şi CO^2 din aer şi 5) de diverşi excitanţi fizici şi chimici.

Toate părţile plantei au nevoie să respire; de pildă, dacă rădăcina se află într'un mediu lipsit de oxigen, ea tânjeşte şi apoi moare.

Studiul factorilor producţiunii vegetale.

Factorii principali ai producţiunii vegetale sunt: solul, aerul, apa, materiile hrănitoare (anhidrida carbonică, azotul, elementele din cenuşă), căldura, lumina şi factorul intern. Nu tratăm aci solul, fiincă pe de o parte acest lucru necesitează singur un volum întreg şi apoi, fiindcă, deşi din punct de vedere practic solul este absolut indispensabil producţiunii vegetale, din punct de vedere teoretic însă poate fi considerat şi ca dispensabil. De pildă cercetătorului american *Gericke* iar fi reuşit să facă „legumicultură fără sol şi fără muncă" în „tancuri" de 50 mp suprafaţă cu soluţii nutritive, prevăzute la suprafaţă cu o pânză de sârmă cu ochiuri largi, în care erau aşezate patlagelele roşii cu rădăcinile în soluţie şi ar fi obţinut astfel, socotit la hectar, 20 de vagoane legume. Tot în astfel de basine ar fi obţinut grâu şi tabac de 2,80 m înălţime etc. De asemeni nici aerul nu va fi tratat aci, ci la studiul atmosferei. Unii factori au mai fost trataţi în publicaţia de faţă şi de aceea în aceste cazuri vom face numai unele complectări.

Pe lângă factorii principali vom trece în revistă şi *factorii secundari* ai producţiunii vegetale, cum sunt electricitatea radioactivitatea, auxinele şi vitaminele.

1.

Apa.

Am văzut ce rol important are apa pentru plante; face parte constitutivă din plante, serveşte ca material la asimi-

laţia clorofiliană, solvite în apă materiile hrănitoare intră în rădăcină şi sunt duse la locurile de prelucrare, asigură turgoarea celulelor, prin transpiraţie răcoreşte planta pe timpul căldurilor etc. Aceste roluri sunt atâte de importante, încât de seori cantitate de apă ce stă dispoziţia plantelor hotăreşte mărimea recoltelor.

Recolta depinde de cantitatea apei din sol; când e prea puţină, recolta e mică, când e prea mare este iarăşi mică, din cauză că rădăcina plantei suferă de lipsă de oxigen. Optimum este când cantitatea apei din sol este cam pe jumătate din capacitatea maximă de apă a acelui sol.

Cantitatea de apă necesitată de plante depinde şi de transpiraţie şi aceasta e cu atât mai mare, cu cât temperatura este mai ridicată, cu cât aerul este mai uscat şi în mişcare şi cu cât procesele în plante sunt mai active. Frunzele tinere transpiră mai mult decât cele bătrâne, din cauză că în primele procesele vitale sunt mai active. La lumină planta transpiră mai mult decât la întuneric. Transpiraţia, având loc mai ales prin stomate, va fi influenţată de turgoarea celulelor acestora şi deci de cantitatea de apă din frunze. Când evaporarea de apă e prea mare, deschiderea stomatelor devine mai mică şi atunci şi transpiraţia e mai redusă.

Bibliotecă UBB

S'au făcut cercetări, ca să se vadă cam *de câtă apă au nevoie plantele pentru a produce 1 kg substanţă uscată.*

Hellriegel (1894) experimentând cu vase cu năsip acoperite cu parafină pentru a împedica evaporarea apei din sol, determinând deci numai cantitatea de apă transpirată de plante, a găsit că pentru producţia unui gram de substanţă uscată sunt necesare următoarele cantităţi de apă exprimate în grame: orz 310, ovăs 376, grâu de primăvară 338, secară de primăvară 353, bob 282, mazăre 273, trifoi 310, deci producţia unui gram de substanţă uscată necesitează aprox. 300g apă.

Seelhorst (1908), care a lucrat mult asupra consumului apei de către plante, a găsit următoarele rezultate socotite la 1 kg substanţă uscată:

	transpirat de plantă	evaporat de sol	consum total
orz	346,4 kg	158,1 kg	504,5 kg
secară	307,0 „	208,7 „	515,7 „
sfecle	268,1 „	198,7 „	466,8 „

Acest cercetător a găsit deci cam tot 300 kg pentru apă consumată de plantă, ca şi precedentul şi c.a 500 kg consumul total. Bine 'nţeles că apa evaporată de sol variază după diverse împrejurări.

Gerlach (1911) găsi în experienţele sale că pentru 1 kg substanţă uscată pe pământ îngrăşat şi neirigat consumul total de apă era de 608 kg, iar pe pământ îngrăşat şi irigat 609 kg, deci aprox. 600 kg pentru 1 kg substanţă uscată.

Şi alţi cercetători mai vechi şi mai noi s'au ocupat cu această chestiune ; *Lawes şi Gilbert* au găsit pentru apa transpirată de plante numere ce variau între 226—662 kg, *Wollny* între 400—477, *King* pentru consumul total dela 447—774 kg etc.

Cantitatea de apă transpirată de plantă pentru producţia unu kilogram de substanţă uscată depinde de mai multe împrejurări:

a. *De vrâsta plantei.* Cercetătorii australieni *Richardson şi Trumble* experimentând cu orz, recoltând plante la date diferite, determinând apa transpirată şi substanţa uscată au găsit pentru 1 kg substanţă uscată următoarele numere:

Recolte	19 Iulie	9 Aug.	30 Aug.	20 Sept.	11 Oct.	9 Nov.
Apa transpirată	248 kg.	229 kg.	230 kg	257 kg.	262 kg	270 kg

Deci cheltuiala de apă necesitată de sintetizarea unui kg. de substanţă este în planta tânără mai mare, apoi scade, ca pe urmă iar să crească.

b. *De felul plantei.*

Briggs şi Shantz (1912) au găsit că pentru a produce 1 kg substanţă uscată diverse plante transpiră următoarele cantităţi de apă în kilograme: meiul 310, sorgul 322, porumbul 368, grâul 513, orzul 534, ovăsul 597, sfecla de zahăr 397, cartofa 636, trifoiul 797, lucerna 831, erburi 861, inul 905.

Biblioteca USV IAŞI

Tulaicov (1929) în urma experienţelor sale, executate în Samara—Rusia, divide plantele după cantităţile transpirate pentru 1 kg substanţă uscată astfel:

Plante econome: mei, porumb, ovăs, cartofe, grâu de toamnă.

Plante puţin econome: orz, ovăs, grâu de primăvară, lucernă, floarea Soarelui.

Plante risipitoare: cânepă, bostan, linte, năut.

Vedem că aprox. numerele acestui cercetător se potrivesc cu ale celor dintâi.

c. *De temperatură.* Când temperatura e mai mare, şi cantitatea de apă transpirată de plante pentru 1 kg substanţă uscată creşte.

d. *De precipitaţiuni,* variind în acelaş sens.

e. *De bogăţia materiilor hrănitoare din sol,* variind în sens invers.

Seelhorst (1882) a constatat acest lucru pentru cereale şi sfecla de zahăr.

Wilfarth (1905) experimentând în vase cu sfecla de zahăr şi cu cantităţi crescânde de nitraţi a găsit că la 1 g substanţă uscată apa transpirată în g este:

Azotul în nitrat de oală g	0,42	1,26	2,10	2,94	3,36	3,78
Apa transpirată „ „ g	569	468	409	417	374	383

Se poatea deci trage concluzia că pe pământurile mai bogate cantitatea de apă transpirată de plante pentru a produce 1 kg de substanţă uscată este mai mică decât pe pământurile mai sarace.

Am putea spune deci că socotit la 1 kg substanţă uscată, cantitatea de apă transpirată de către plante este de 250-400 kg, iar cea consumată în total este de 450—650 kg; la unele plante şi în unele împrejurări numerile putând fi mai mari.

Producţia de substanţă uscată nu are loc în mod uniform în tot timpul vegetaţiei; de pildă la cereale producerea de substanţă uscată are loc încet după răsărire, mai repede în timpul înfrăţirei şi foarte repede în timpul întinderei paiului şi înspicărei, atingând maximum în timpul înflorirei, ca apoi în timpul desvoltărei bobului intensitatea sintezei să fie cât mai mică, devenind înaintea maturităţii chiar negativă, din

Bibliotec USAMV IAŞI

cauza perderilor de substanţe organice şi minerale în urma dezorganizării rădăcinilor şi uscării frunzelor şi tulpinilor.

Consumul apei de către plante merge paralel cu producţia de substanţă uscată, dar nu complect pentru motivul că atât transpiraţia plantei, cât şi evaporarea din sol depind, după cum am văzut, de o mulţime de împrejurări. In timpul desvoltării bobului până la maturitate, sinteza din nou a substanţei uscată are loc în măsură mică, dar curentul de apă trece prin plantă, ca celule ei să se menţină încă vii şi turgescente şi ca transportul de asimilate spre boabele în desvoltare să poată avea loc.

2.

Căldura.

Şi acest factor joacă un mare rol în viaţa plantelor. La o temperatură joasă, chiar dacă protoplasma trăieşte, nici mişcările ei interne şi nici procesele vitale nu pot avea loc. Aceste procese vitale încep la o temperatură joasă, *minimă*, cu intensitate mică; cu ridicarea temperaturii intensitatea lor creşte, ajungând un *optimum*, de la care înainte procesele vitale tot slăbesc, ajungând un *maximum*, la care ele încetează.

Temperaturile minime, optime şi maxime depind de felul plantelor, fiecare plantă având cerinţe deosebite de căldură. Aşa de pildă *algele din mările arctice*, având celule cu concentrare mare a sucului, suportă fără a îngheţa temperaturi sub 0^0 şi manifestă procese vitale cu intensitate apreciabilă la 0^0. De asemeni şi *algele roşii* de pe zepezele de deasupra culmelor înalte ale munţilor vegetează tot la această temperatura joasă. Pe de altă parte unele microorganisme, ca *bacteriile thermophile*, trăiesc şi între $70-75^0$. In întervalul de temperatură dela -5^0 şi până la 75^0, se aranjază minimile, optimile şi maximile aproape a tuturor plantelor în stare vegetativă. Bine 'nţeles că în stare de viaţă suspendată, cum e la spori, seminţe etc. bine uscate, plantele trăiesc şi în afară de aceste limite.

Biblioteca U.S.V. IASI

Dăm un tablou cu minimum, optimum şi maximum de vegetaţie a cătorva plante:

	Minimum	Optimum	Maximum
Grâu (Triticum vulgare)	0— 5°	25°	42°
Porumb (Zea mays)	9°	34°	46°
Fasole (Phasaeolus vulgaris)	9°	34°	46°
Muştar (Sinapis alba)	6°	27°	37°
Castraveţi (Curcumis sativus)	15—18°	31—37°	41—50°
Bostani (Curcubita pepo)	14°	34°	46°
Arţar (Acer platanoides)	7— 8°	24°	36°
Pin (Pinus silvestris)	7— 8°	27°	34°
Saccharomyces	0— 6°	28—34°	34 - 40°
Penicillium glaucum	15°	25—27°	31 - 37°
Bacillus anthracis	12—14°	37°	42—43°
Bacillus tuberculosis	30°	38°	42°
Bacteriile thermopile	33—50°	60—70°	75°

In diferitele stadii de desvoltare ale aceleeaş plante temperaturile respective sunt diferite; de pildă la grâu optimum la înfrăţire este inferior celui dela înflorire.

Cerinţele de căldură ale plantelor în diferitele lor stadii de vegetaţie decid asupra răspândirei plantelor pe pământ după latitudine şi altitudine.

Cerinţele principalelor plante de cultură, în ceeace priveşte temperatura medie anuală, temperatura medie a verei şi temperatura minimă din cursul anului, sunt următoarele:

PLANTA	t. m an	t. m. v	t. min.	PLANTA	t. max. an.	t. m. v.	t. min.
Bumbac	17 5°	25 5°	—°	Porumb	10.0°	17.0°	0°
Lămâi, portocale	13.7	23.7	—2.5	Pomi	4.0	14.0	—38
Masline	13.7	21.7	—	Grâu	3.7	14.0	—24
Orez	12.5	23.0	—	Orz	1.8	12.5	—20
Viţă de vie	10.0	18.7	—26				

Mai înainte se punea deosebit preţ pe aşa zisă *sumă de căldură* a unei plante ce se socotea prin adunarea temperaturilor medii zilnice din momentul, în care temperatura pămân-

Biblioteca IAŞI

tului a ajuns temperatura minimă de germinare a plantei și până la maturitatea ei deplină și se afirma că cultura unei plante reușește într'o localitate, dacă se poate realiza anumită sumă de căldură pentru acea plantă; așa suma de căldură este pentru grâu de toamnă 1960-2250° — temperaturile din timpul ernei mai mici decât minimum de germinație nesocotindu-se —, pentru grâu de primăvară 1870-2275°, pentru porumb 2370-3000°, pentru orez 3500-4500°, pentru tabac 3200-3600°, pentru cartofi 1300-3000° etc. Astăzi aceste numere au numai o valoare relativă, căci diferă după regiuni și apoi efectul căldurii depinde și de modul, cum temperatura e distribuită în timpul vegetației.

Influența temperaturei joase asupra plantelor.

Dacă temperatura solului și acea a aerului scade sub 0°, planta sufere în măsură mai mare, sau mai mică. Știm că o soluție cu cât e mai concentrată, cu atât îngheață mai jos sub 0° și mai știm că atunci, când o soluție îngheață, — să ne gândim, de pildă la vin —, se separă mai întâi gheață curată și restul soluției e tot mai concentrat. Când apa este expusă frigului sub 0°, îngheață mai întâi apa aproape curată din spațiul intercelular și particelele de ghiață tot cresc — uneori până la mărime nucelor — pe contul apei supte din celule. In felul acesta sucurile din celule, fiind tot mai concentrate, vor îngheța mai greu și celula va rezista mai mult la frig. Dacă frigul continuă a crește mai departe, celula va suferi și va muri, căci fiind apă puțină, protoplasma se va coagula: sărurile concentrate vor putea deplasa, după cum știm, materiile albuminoase ce constituie protoplasma, din soluție. Se întâmplă deci acelaș lucru ca la vestejirea plantelor; când perderea de apă este prea mare și planta e vestejită tare, ori cât am uda-o, ea nu mai reînvie. Mai formându-se în protoplasmă numeroși cristali aciculari de gheață, contribuie și aceștia la distrugerea protoplasmei. Mai înainte se credea că moartea protoplasmei nu are loc la înghețarea celulei, ci la desghețare și de aceea se recomanda, ca desghețarea să se facă foarte încet. Diverși cercetători, între care și Göppert

Biblioteca USAMV

şi Molisch au arătat că moartea celulei are loc la îngheţare şi că desgheţarea înceată nu joacă nici un rol. Prin faptul că spaţiile intercelulare se umplu cu gheaţă, porţiunea îngheţată din mere, pere, cartofi etc. devine translucidă. Prin îngheţare structura plantei fiind distrusă, după desgheţare, când temperatura e convenabilă, bacteriile găsesc un mediu prielnic pentru înmulţirea şi activitatea lor şi planta se descompune iute. O astfel de plantă desgheţată, moartă se zice că a *degerat.*

Nu ori ce plantă îngheţată degeră; sunt plante, care îngheaţă puternic şi după desgheţare îşi revin complect. Diverse flori, cum sunt panselele, miosotis, bănuţii, lăcrămioarele etc. diverse legume, cum sunt hreanul, varza, spanacul etc. rezistă la frigul potrivit fără a suferi, tot aşa şi unele graminee, leguminoase etc. Mulţi arbori şi arbuşti nu sufăr de loc după îngheţarea lor; în unele păduri din Siberia gerul se scoboară până la — 64° şi copacii rezistă. In schimb alte plante degeră chiar şi la o temperatură ceva mai sus de 0°, având o protoplasmă foarte sensibilă la frig.

Bine'nţeles că nu e aici locul de a trata cauzele rezistenţei la frig. Una din cauze este concentrarea sucului din celulele, fie din cauza abundenţei sărurilor acizilor minerali şi organice, fie prin prezenţa substanţelor organice, glicerina, acizii organici, dar mai ales a zaharurilor. In această privinţă sunt interesante experienţele lui *Maximov* (1912) executate cu fragmente de varză roşie ţinute mai întâi câtva timp în soluţii de zahăr de diverse concentrări şi apoi expuse la diferite temperaturi joase. Pe câud fragmentul de varză roşie îngheaţă la —7.8° cel ţinut în soluţie cu relativ mult zahăr a îngheţat la —38°.

Probabil că în vederea sporirei rezistenţei la îngheţ, unele plante produc în interiorul lor zahăr, când temperatura se scoboară către 0°. E cunoscut faptul că cartofele, ţinute la temperatură joasă cu puţin deasupra lui 0° devin dulci şi ştim că se explică prin aceea că ele, ca şi orice plantă, au nevoie în scopul întreţinerei vieţei să ardă ceva substanţă organică, resp. amidon. Acest proces însă are loc în două faze, mai întâi se transformă de către enzyme amidonul în

Biblioteca USAMV Iaşi

zahăr şi apoi acesta e oxidat. La temperatură joasă faza a doua merge mai încet, decât întâia şi de aceea zahărul se îngrămădeşte până la 2.5%. Noi credem că acest zahăr e produs în cartofă tocmai în scopul de a o face mai rezistentă la frig. De asemeni şi varza, care a fost expusă la frig e mai dulce, decât mai înainte ; într'o experienţă, în varza ce fusese îngheţată, erau 4.17% zahăr, pe când în cea neexpusă frigului numai 1.41%.

Influenţa temperaturilor mai ridicate asupra plantelor.

După cum se poate vedea şi în micul tablou dela pag. 158, temperatura maximă de vegetaţie e mult mai aproape de cea optimă, decât temperatura minimă. Dacă temperatura se ridică peste cea optimă, scade relativ repede intensitatea proceselor vitale, cum e asimilaţia clorofiliană, respiraţia, activitatea protoplasmei etc. şi e explicabil acest lucru prin aceea că la o temperatură mai mare protoplasma începe a se desorganiza. Dacă planta poate absorbi prin rădăcină destulă umiditate, atunci perderea de apă prin transpiraţie se poate compensa şi planta răcorindu-se rezistă mai bine. Când odată cu căldura mare e lipsă şi de apă, planta se vesteşeşte şi poate chiar să moară.

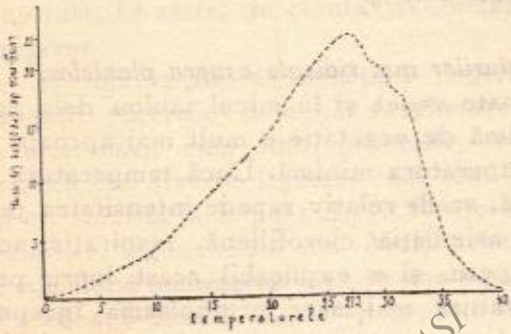
Optimele pentru diverse stadii de vegetaţie ale aceleeaş plante nu coincid, ci sunt diferite, adaptându-se mediului, în care a trăit planta în timp de o infinitate de generaţii. De oarece temperatura în zona noastră temperată creşte dela sfârşitul ernei până la mijlocul verei, optimele la cereale de pildă, pentru înfrăţire, întinderea paiului, înspicare, înflorire şi coacere merg crescând. Un ovăs semănat târziu se desvoltă mult mai slab, decât altul semănat mai de vreme, din cauză că căldura mai ridicată e mai mare, decât corespunde optimilor diverselor stadii de vegetaţie.

Căldura mare grăbeşte *ciclul vieţei* şi deci maturitatea plantei, însă cantitatea de substanţă uscată produsă în condiţiuni asemănătoare e mai mică. Ca exemplu de grăbire a a ciclului vieţei de către căldură, dăm cazul sfeclei de zahăr, care, ca să se desvolte dela semânţă până la iarăşi maturitatea seminţei, are nevoie în Anglia de 18 luni, pe când în

Biblioteca Sv. I. S.

India numai de 8 luni. O plantă semănată târziu poate să înflorească mai iute decât alta semănată de vreme, din cauza grăbirei ciclului vieţei.

Procesele vitale depinzând de activitatea protoplasmei şi acest lucru depinzând de căldură, rezultă că intensitatea fiecărui proces vital va depinde de temperatură şi în cele mai multe cazuri,— când nu intervin şi alţi factori—va putea fi reprezentată în funcţie de temperatură printr'o diagramă de forma celei alăturate, întocmită de *Talma* pentru creşterea plantei Lepidium, având două ramuri, una între min. şi opt. mai lungă ridicându-se treptat şi alta mai scurtă între opt. şi max. scoborându-se repede.



Biblioteca USV IAŞI

3.

Lumina

Am văsut marele rol ce-l are lumina la asimilaţia clorofilienă, energia luminoasă solară intreţinând viaţa pe pământ; am tratat suficient acest fenomen la capitolul respectiv.

Şi în acest caz, ca şi în acel al altor factori, producţiunea vegetală începe la o intensitate luminoasă minimă, creşte cu mărirea acesteia până la un optimum, ca apoi să scadă până la un maximum, dela care înainte planta poate să moară. (A se vede pag. 50).

Dacă în nişte oale semănăm câteva seminţe sau o tuberculă, de pildă mazere, sau o cartofă şi lăsăm să se desvolte în întunerec, planta nu înverzeşte, rămâne gălbie şi se des-

voltă mai mult în lungime, ca să poată, înălțindu-se, să ajungă la lumină. Tulpinele devin lungi și subțiri, iar frunzele mici ca niște solzi. O astfel de plantă se zice că e *etiolată*. Figura alăturată reprezintă o cartofă etiolată, față de o cartofă normală, desvoltată la lumină suficientă.



După Pfeffer.

Plantele desvoltate la umbra altor plante, sau plantele semănate des, — umbrindu-se între ele — or să aibă o înfățișare asemănătoare, cu tulpini înalte și supțiri și cu frunzișoare relativ mai mici, decât cele desvoltate normal. Știm că cerealele semănate des, sau înfrățite puternic cad la pământ ușor; acest lucru se explică prin aceea că paiele umbrindu-se reciproc cresc înalte și supțiratice căzând ușor la pământ.

Cerințele plantelor, în ceea ce privește lumina, sunt diferite; pe când unele cer intensitatea luminoasă normală solară, altele prosperează și la o intensitate mai mică, adică sunt plante, care pot suporta umbra. Luând intensitatea normală solară ca unitate, *Wiesner* dă următoarele numere pentru intensitatea luminoasă minimă necesară ca plantele să se poată desvolta normal: pentru Anemona $^1/_5$, Fraxinus $^1/_3$, Larix $^1/_5$, Betula $^1/_9$, Taraxacum $^1/_{12}$, Populus $^1/_{15}$, Quercus $^1/_{28}$, Acer $^1/_{55}$, Fagus $^1/_{60}$, Buxus $^1/_{100}$.

La o temperatură mai joasă plantele vegetează mai slab, fiindcă activitatea protoplasmei e mai mică; ca să

Biblioteca UȘV IAȘI

avem acelaş efect vegetativ, trebuie ca intensitatea luminoasă să fie mai mai mare. La o latitudine mai nordică, sau la o atitudine mai mare temperatura fiind mai mică, pentru acelaş efect vegetativ trebuie, ca planta să aibă mai multă lumină. Pe măsură ce înaintăm spre nord, ziua devenind mai lungă, durata expunerei la lumină fiind mai mare, are loc o compensaţie în această privinţă.

Unele plante, cum este Oxalis ce creşte în pădurile umede şi umbroase, apoi ferigile, algele brune şi roşii se feresc de lumină şi au un maximum de lumină relativ mic; expuse la lumină solară, tânjesc şi mor.

Bacteriile şi mai ales cele pathogene sunt în special sensibile la o intensitate luminoasă mai mare. Figura alăturată reprezintă o cultură de bacterii de typhus în capsule Petri pe agar executată de *Buchner*. Lipind pe partea inferioară a capsulei,—bine înţeles pe dinafară—litere de hârtie neagră şi expunând capsula, cu partea, unde s'au lipit literele, câtva timp la lumina solară, toate bacteriile expuse luminei au fost ucise, numai cele de sub literele negre au scăpat şi desvoltând-se în colonii albe, apar în evidenţă.



Biblioteca USV Iaşi

Influenţarea nefavorabilă asupra vegetaţiei a unei intensităţi luminoase prea mari e datorată mai ales concentrării mari a razelor ultraviolete ce desorganizază protaplasma.

Lumina influenţază şi germinaţia; unele seminţe germinează mai repede la întuneric, altele la lumină. Unele seminţe, umflate cu apă, care la întunerec germinează foarte slab, expuse un timp la lumină germinează mai iute. *Raciborski* (1900) experimentând cu seminţe de tabac, care în timp de 7 zile germinaseră foarte slab, expuse timp de o oră la lumină au germinat iute. *Lehman* (1918) experimentând cu seminţe de Lythrum salicaria, care timp de 10 zile nu ger-

minaseră mai de loc, constatată că dacă expunea semințele umflate la temperatura de 30° timp de un minut la lumină normală, ele după 11 ore germinară 20%. Bine 'nțeles că marea majoritate a semințelor, mai ales a celor agricole, germinează la întunerec.

Figura următoare ne reprezintă o experiența a lui *Vöchting* la cartofi. Aranjând experiența, cum arată figura, constată că tuberculele se formează nu numai în pământ, ci și în aer, dacă partea inferioară a tulpinei de cartofi e ținută la întunerec. Lumina împedică deci formarea stolonilor și tuberculelor în aer.

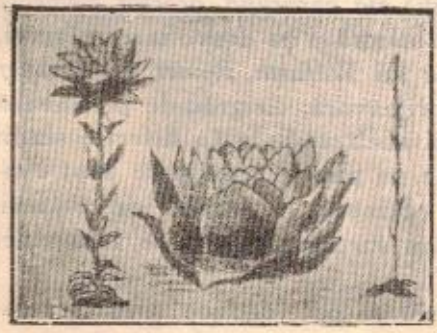


Phototropismul,—inclinația plantelor spre lumină — și *Heliotropismul* — inclinația plantelor spre soare —, explicate prin faptul că pe partea plantei expusă luminei creșterea e mai înceată, decât pe partea de opusă, se studiază pe larg în fiziologia vegetală; aceste fenomene ne preocupă mai puțin în chimia agricolă. Relevăm numai că în vol. I la pag. 203, 204 am arătat legătura, ce există între aceste tropisme și formarea auxinelor în plante.

Biblioteca U.S.I. Iași

Lumina are influența mare asupra formei plantelor.

Figura alăturată ne reprezintă planta *Sempervivum* (borșișor). Figura din mijloc cu frunzele în rosetă arată cum se prezintă planta de obicei, figura din dreapta reprezintă planta ce s'a desvoltat la întunerec cu internodiile lungite, frunzele mici, deci forma etiolată, iar cea din stânga reprezintă forma desvoltată în aer umed și lumină mai slabă.



După Brenner.

O plantă, care creşte izolat, fiind luminată uniform de jur împrejur, are crăci, sau ramuri în toate părţile, iar tulpina e relativ scurtă, conică şi groasă, căci lumina înceteneşte creşterea; plantele ce cresc apropiate, în grup, umbrindu-se unele pe altele, cum sunt arborii din pădurea deasă, sau un ogor de cânepă semănat des, au tulpina înaltă, cilindrică şi relativ supţire, purtând ramuri numai la vârf.

După cum se ştie, plantele de pe înălţimile munţilor au internodiile tulpinei mai scurte, adică sunt mai joase şi mai îndesate, decât cele din văi şi de pe dealuri. Acest habitus provine din două cauze: 1) răceala nopţilor din cauza perderei căldurii prin radiare şi 2) radiaţia solară mai puternică în timpul zilei. Ambele cauze lucrează în acelaş sens, încetinind creşterea tulpinii.

4.

Materiile hrănitoare

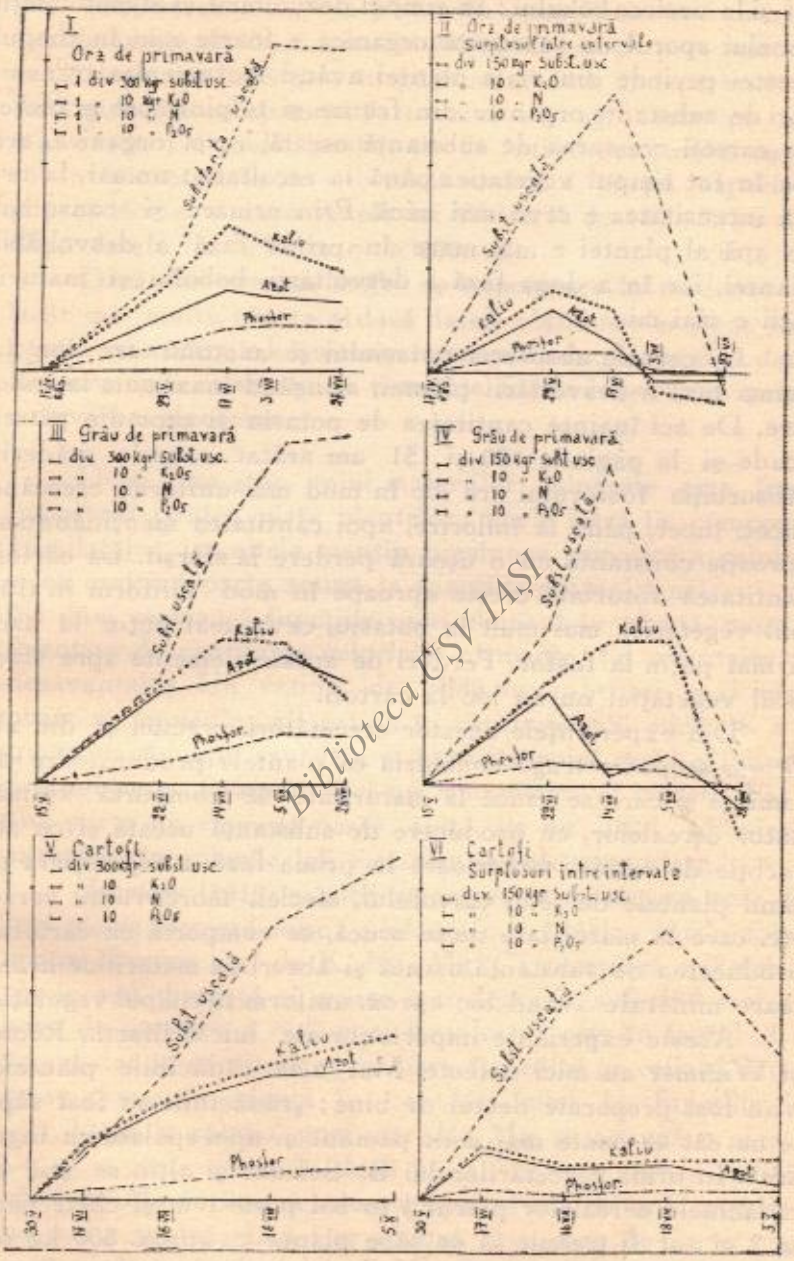
Substanţa plantei provine din apă, aer (CO^2 şi O), Azot şi elementele din cenuşă. Lăsând la o parte apa şi aerul şi interesându-ne dintre elementele din cenuşă numai de P, K şi Ca, cari nu se găsesc totdeauna în sol ca celelalte elemente, ci e nevoie uneori să fie date ca îngrăşăminte, înţelegem deci prin *materii hrănitoare ale plantelor*, de care ne ocupăm aci, numai combinaţiile de N, P, K şi Ca.

Biblioteca U.V. IASI

Ca să vedem, *în ce relaţie stă absorbţia acestor elemente faţă cu producţia de substanţă uscată* şi cu desvoltarea plantei, dăm rezultatele experienţelor lui *Wilfarth, Römer şi Wimmer* (1906) executate cu orz de primăvară, cu grâu de primăvară şi cu cartofi, recoltându-le şi analizându-le în diferite stadii de desvoltare. Diagramele de pe pagina următoare sunt construite de noi după datele obţinute de aceşti cercetători; Diagramele II, IV şi VI redau surplusurile dintre intervale, adică vitesa procesului.

Din aceste diagrame uşor se pot deduce următoarele:

La cereale intensitatea cea mai mare de producţie a materiei organice are loc în timpul întinderii paiului, înflori-



Biblioteca USV IAȘI

rei şi la urzirea bobului; în timpul desvoltării şi al maturităţii bobului sporul de substanţă organică e foarte mic, în timpul acestei periode din viaţa plantei având loc mai ales translocări de substanţe organice din frunze şi tulpini spre grăunţe. La cartofi creşterea de substanţă uscată, resp. organică, are loc în tot timpul vegetaţiei până la recoltare; numai la urmă intensitatea e ceva mai mică. Prin urmare şi consumul de apă al plantei e mai mare în prima fază a desvoltării plantei, iar în a doua fază a desvoltării bobului şi maturităţii e mai mic.

La cereale absorbţia potasiului şi azotului are loc în prima fază a desvoltării plantei, atingând maximum la înflorire. De aci înainte cantitatea de potasiu şi azot din plantă scade şi la paginile 150 şi 151 am arătat cauzele scăderii. Absorbţia fosforului are loc în mod mai uniform, crescând încet, încet, până la înflorire, apoi cantitatea menţinându-se aproape constantă cu o uşoară perdere la sfârşit. La cartofi cantitatea absorbită creşte aproape în mod uniform în timpul vegetaţiei, mai mult la potasiu, ceva mai puţin la azot şi mai puţin la fosfor. Perderi de aceste elemente spre sfârşitul vegetaţiei nu au loc la cartofi.

Din experienţele acestor cercetători, precum şi din ale altora, se poate trage concluzia că plantele producătoare de seminţe şi care se usucă la maturitate se comportă asemănător cerealelor, cu producere de substanţă uscată şi cu absorbţie de materii hrănitoare în prima fază a vegetaţiei; pe când plantele de felul cartofului, sfeclei, morcovului, verzei etc, care la maturitate nu se usucă, se comportă ca cartoful, producerea de substanţă uscată şi absorbţia materiilor hrănitoare minerale având loc aprox. uniform în timpul vegetaţiei

Aceste experienţe importante ale lui Wilfarth, Römer şi Wimmer au mici defecte. Mai ales rădăcinile plantelor n'au fost preparate destul de bine; „rădăcinile au fost săpate cu cât se poate mai mult pământ şi apoi spălate cu îngrijire". In urma cercetărilor lui B. Schulze şi alţii, se ştie că rădăcinele cerealelor pătrund în sol peste 1 m şi chiar până la 2 m; ar fi trebuit să se sape planta cu aprox. 500 kg pământ, ca să se poată obţine majoritatea rădăcinilor. Proce-

deul Schulze de a cultiva plante în compartimente de zidărie cimentate de dimensiunile 200/60/60 cm şi prevăzute cu o uşă laterală, îngropate în pământ şi de a îndepărta terna dela rădăcini cu ajutorul furtunului de apă. este cu mult mai exact. De pildă, pentru orz la întinderea paiului raportul între cantităţile de substanţă uscată a părţei superioare şi a rădăcinei e după datele lui Wilfarth de 100 : 5, pe când după datele lui Schulze e de 100 : 50.

Dacă s'ar executa astfel de experienţe în mod exact şi lacât mai multe plante şi dacă datele obţinute s'ar pune în legătură cu materiile hrănitoare consumate de plante şi cu datele meteorologice, s'ar obţine rezultate foarte importante pentru cultivarea plantelor.

După cum ştim, rolul materiilor minerale este foarte important pentru viaţa plantelor; unele intră în compoziţia asimilatelor, iar altele menţin presiunea osmotică a celulelor şi ca ioni iau parte activă la funcţiile protoplasmei.
Ne dăm seama că funcţiile unui element în plantă sunt influenţate de cantitatea celorlalte elemente, fie avantajos, fie desavantajos. Un cation, de pildă în cantitate mai mare, poate să împiedice alt cation în cantitate mai mică de a intra în combinaţii, sau de a-şi exercita rolul lui în funcţiile protoplasmei. Poate fi deci un *antagonism al ionilor*. Pe de altă parte un element poate ajuta pe un altul, chimiceşte apropiat, în rolurile lui, mai ales în cele secundare.

Hansteen (1910) şi alţii au arătat că *o singură sare dată unei plante lucrează toxic*; o plantă cu rădăcina într'n soluţie a unei singure sări de K, Na, Mg, Ca vegetează mai slab decât în apă distilată şi moare mai degrabă, suferind mai ales zona de creştere a rădăcinei. Explicarea este în faptul că cationul dat în cantitate prea mare împedică pe ceilalţi cationi ce se găseau în plantă în cantităţi mici, în funcţiile lor.

Dacă la soluţia unei sări de Mg se adaugă o sare de Ca — o parte calciu la două părţi Mg — acţiunea toxică a sării de Mg încetează; de asemeni şi soluţia unei sări de K nu mai e toxică, dacă i se adaugă ceva sare de Ca în cantitate mică, chiar de 1 la mie. Ca deci a disintoxicat Mg. şi K. Şi Mg desintoxică slab K, iar K desintoxică slab Na.

Osterhout (1906) a experimentat cu boabe de grâu germinate, determinând creşterea rădăcinilor timp de 40 zile în diferite soluţii şi a găsit numerile următoare:

0.12 n Na Cl	59 mm
0.12 n K Cl	68 „
0.12 n $Mg Cl^2$	7 „
0.12 n Ca Cl^2	70 „
1000 părţi Na Cl+22p. KCl+10p. Ca Cl^2	324 „
Soluţia echilibrată a lui Van T. Hoff	360 „

Soluţia echilibrată a lui Van T. Hoff conţine: 78 p. n $Mg Cl^2$, 38p. n $Mg SO^4$, 22 p. n K Cl, 20 p. Ca Cl^2 şi 1000 p n Na Cl. Bine'nţeles că concentrarea soluţiei e cea convenabilă plantelor.

Cationii deci, trebuie să fie daţi rădăcinilor plantelor în anumită proporţie favorabilă, sau optimă. In urma multor cercetări s'a ajuns la concluzia că această proporţie optimă variază dela plantă la plantă şi după împrejurări.

In legătură cu acţiunea antagonistică a ionilor s'au formulat în agronomie două legi:

1. *Legea raportului între calciu şi magneziu,* sau *factorul calciu-magnesian* datorită lui *Loew* şi colaboratorilor lui (1892), după care plantele vegetează bine, când între Ca şi Mg este un anumit raport. Pentru cereale acest raport este de 1 : 1 până la 2 : 1, iar pentru leguminoase de 3 : 1. Mulţi cercetători însă tăgăduesc existenţa acestui raport optim.

2. *Legea raportului între calciu şi potasiu* datorită lui *Ebrenberg,* care a fost formulată astfel: „Dacă în mediul nutritiv al unei plante, în care se găseşte puţin K, se adaugă mult calciu, atunci absorbţia potasiului este împedicată, influenţându-se astfel nefavorabil vegetaţia. Dacă se adaugă însă şi potasiu mai mult, atunci acţiunea nefavorabilă a calciului este evitată". Cu alte cuvinte, când dăm plantelor mult calciu, trebuie să dăm şi potasiu în cantitate mai mare.

O acţiune favorabilă asupra plantelor a unui element, poate deci fi cauzată de faptul că el serveşte direct nutriţiei plantei, sau că el combate acţiunea toxică a altui element.

Biblioteca USV IAŞI

Să vedem acum *rolul celorlalți factori vegetativi asupra absorbției și utilizării materiilor hrănitoare.*

O sporire a *anhidridei carbonice* în sol, care practic se poate realiza mai ales prin putrezirea materiilor organice — humus, gunoi de vite etc — va influența avantajos absorbțiunea, contribuind la solubilizarea materiilor hrănitoare greu solubile din sol.

O sporire a *oxygenului* în mediul, în care se desvoltă rădăcina, influențând favorabil asupra respirației și deci asupra activității protoplasmei, va avea ca urmare o mărire a absorției materiilor hrănitoare, mai ales în cazul solurilor neaerisite.

Sporirea *apei* va avea ca urmare de asemeni o mărire a cantității materiilor hrănitoare ale plantelor, solvind mai mult.

In ceea ce privește influența *luminei* asupra absorbției materiilor hrănitoare nu cunoaștem studii făcute până în prezent. Ar trebui să se compare culturi de plante ce se desvoltă în vase de sticlă cu soluții nutritive protejate contra luminei și neprotejate — bine'nțeles luându-se măsuri de a se evita înmulțirea algelor —. Ne așteptăm la rezultatul că lumina va împedica activitatea celulelor rădăcinei, pricinuind o producție mai mică.

Decât toți acești factori influență mai mare asupra absorbției materiilor hrănitoare are *temperatura.*

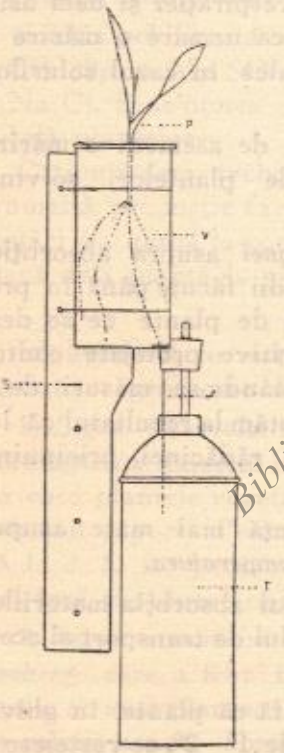
Temperatura influențază nu numai absorbția materiilor hrănitoare, ci și absorbția apei, vehicolul de transport al acestor substanțe.

Incă de mult *Birkander* (1778) arătă că plante în ghiveciuri, ținute în camere cu temperatură de 1^0-2^0, se vestejesc și pot muri. Mai târziu s'a explicat de către *Sachs* (1860) acest fapt prin aceea că plantele transpiră mai multă apă, decât pot absorbi prin rădăcină, căci din cauza temperaturii joase absorbția e aproape nulă. *Rysselberghe* (1901) găsi că planta absoarbe la 20^0 de 7 ori mai multă apă, decât la 0^0. *Bode* (1923) arătă că absorbția crește până la 36^0, și dacă această temperatură persistă mai mult, planta poate să moară. Absor-

Biblioteca USAMV Iași

bţia sărurilor în legătură cu temperatura au fost studiată de mulţi cercetători, mai ales în timpurile recente de *Kaho* (1926), *Skeen, Mevius, Schattner* şi în deosebi de *Mitscherlich* (1923, 1933), care experimentă cu culturi de plante în cilindre de zinc cu soluţii nutritive aşezate în o ladă de tiniche, prin care circula apă de temperatură anumită.

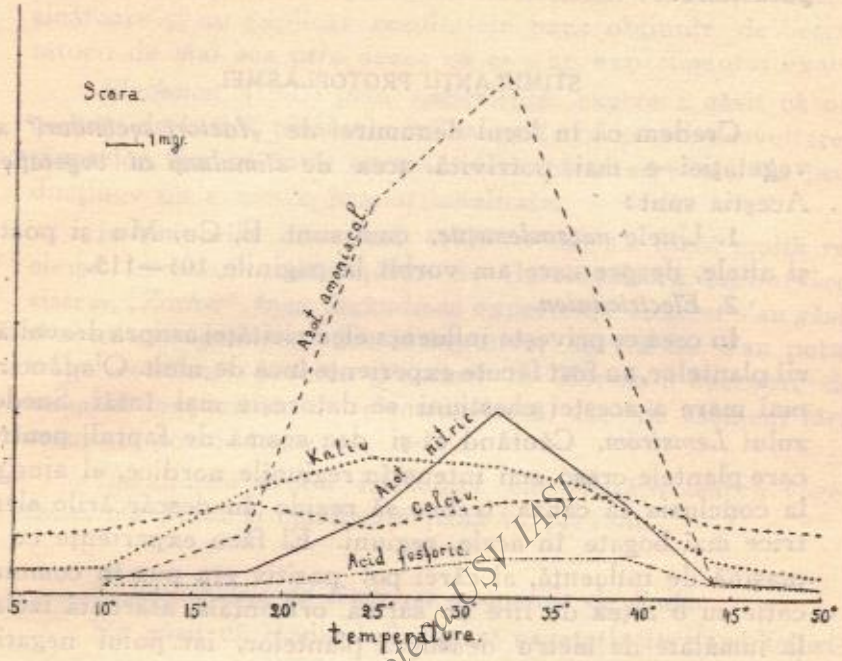
Contribuţii insemnate, în ceea ce priveşte influenţa temperaturii asupra absorbţiei materiilor hrănitoare de către plante, a adus *N. Zamfirescu* (1935). El a utilizat în experienţele sale dispozitivul alăturat. In vasul V de zinc a aşezat planta cu rădăcinele în năsip îngrăşat cu toate elementele necesare plantei minus elementul, a cărui absorbţie se studiază. Rădăcina mai lungă a plantei merge într'un vas „Dewar" (thermos), în care se află soluţia elementului, a cărui absorbţie o studiem. S este suportul ce ţine ambele vase. Schimbând soluţia de trei ori pe zi se poate menţine temperatura soluţiei sprox. constantă, cât timp durează experienţa — dela 13—17 zile. — Experienţele au fost făcute cu porumb; la sfârşitul experienţei plantele au fost uscate şi analizate.



Diagramele următoare redau rezultatele experienţelor. Se vede că optimum absorbţiei pentru azot e pe la 32°, şi că intervalul de absorbţie pentru azotul nitric e mai larg, decât cel al azotului amoniacal. Acidul fosforic este absorbit relativ mai mult la o temperatură mai mare, de 25—40°, iar potasiu la o temperatură mai joasă între 15—35°. Absorbţia calciului e mai puţin influenţată de temperatură, decât a celorlalte elemente.

Biblioteca USAMV IAŞI

Se pare că la diagrama calciului la temperatura de 25° este o mică eroare experimentală, după cum relevă autorul.



Biblioteca USV IAȘI

5.

Factorul intern.

Când am vorbit despre factorii ce influențează asimilația clorofiliană, am arătat la pag. 57 că intensitatea acestui proces depinde și de factorul intern. Pot să se găsească toți factorii producțiunii vegetale în cantități optime, dacă planta ce-i utilizază și îi pune în valoare, are putință mică de sinteză și ca intensitate și ca durată, atunci producția vegetală va fi mică. Cantitatea de substanță uscată produsă și compoziția ei chimică diferă nu numai după felul plantei, ci și după sortă și chiar și după indivizi și pe aceste deosebiri se bazează metodele de ameliorare ale plantelor. De asemeni pro-

ducţia depinde şi de alte însuşiri ale factorului intern al plantei, rezistenţa la frig, la secetă, precum şi la bolile parasitare.

STIMULANŢII PROTOPLASMEI.

Credem că în locul denumirei de „*factori secundari*“ ai vegetaţiei e mai potrivită acea de *stimulanţi ai vegetaţiei.* Aceştia sunt:

1. Unele *microelemente,* cum sunt B, Cu, Mn şi poate şi altele, despre care am vorbit la paginile 101—115.

2. *Electricitatea.*

In ceea ce priveşte influenţa electricităţei asupra desvoltării plantelor, au fost făcute experienţe încă de mult. O'adâncire mai mare a acestei chestiuni se datoreşte mai întâi Suedezului *Lemström.* Căutând să-şi dea seamă de faptul, pentru care plantele cresc mai intens în regiunile nordice, el ajunge la concluzia că cauza trebue să rezide în descărcările electrice mai bogate în acele regiuni. El făcu experienţe cu o maşină de influenţă, al cărei pol positiv era pus în comunicaţie cu o reţea de fire de sârmă orizontală, atârnată izolat la jumătate de metru deasupra plantelor, iar polul negativ în legătură cu pământul. Intre reţeaua de sârmă şi pământ aveau loc descărcări electrice obscure. Expunând plantele astfel timp în delungat în timpul vegetaţiei, el ar fi obţinut surplusuri de producţiune până la 120%.

Experienţele au fost apoi continuate de *Newman* şi *Lodge* în Anglia, aşezând firile la o înalţime de 5 m deasupra pământului şi producând electricitate cu un mic motor cu petrol şi un dynam, dând un curent de intensitate foarte mică, dar de o tensiune mare; aceşti cercetători ar fi obţinut supraproducţiuni de 25—40%.

Şi experinţele lui *Breslauer* facute în Germania ar fi dat iarăşi rezultate favorabile, stabilind surplusuri până la 50% şi s'a găsit că surplusul de producţie e cu atât mai mare, cu cât solul este mai fertil şi cu cât umiditatea lui şi a aerului este mai mare. S'au făcut şi instalaţiuni pe suprafeţe mari de 10 Ha şi mai mult.

Biblioteca USV IASI

Gerlach făcând experienţe exacte la Institutul de cercetări dela Bromberg a găsit şi rezultate nule şi chiar negative. Şi alţi cercetători au găsit de asemeni rezultate contrazicătoare şi au explicat rezultatele bune obţinute de cercetătorii de mai sus prin aceea că ei n'au experimentat exact.

Blackman (1923) prin experienţe exacte a găsit că un curent de înaltă tensiune influenţază favorabil desvoltarea plantelor, dar că între energia electrică şi surplusul de producţiune nu e nici o proporţionalitate.

In timpurile din urmă (1927—1929) s'a făcut multă reclamă în jurul „instalaţiilor de electrocultură ionisatoare, sistem, „*Zacher*", însă făcându-se experienţe exacte, s'au găsit şi rezultate positive, dar şi negative, aşa că nu s'au putut trage concluzii precise. Paccard în Zürich a executat de asemeni experienţe de electrocultură, dar de asemeni fără rezultate concludente.

Chestiunea deci a influenţei electricităţii asupra vegetaţiei n'a putut fi clarificată până în prezent.

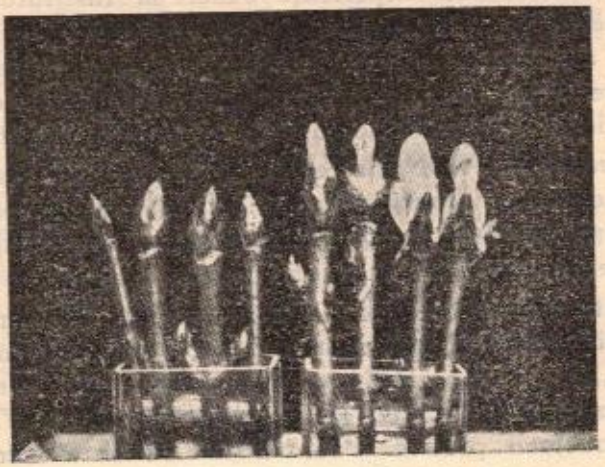
3. *Preparatele de Radiu şi emanaţiile de Radiu.*

S'a găsit că Radiu influenţază vegetaţia în două feluri:

a. *Scurtând perioda de repaos a plantei.* Ştim că arborii şi arbuştii din toamnă şi până în primăvară se găsesc în perioda de repaos. *Molisch* expunând diverse rămurele — nu chiar la începutul periodei de repaos, — la radiaţiile de Ra a constatat că perioda de repaos se scurtează, mugurii desfăcându-se mai repede. In figura alăturată se văd rămurele de *Aesculus hippocastanum* (castan porcesc) în stânga neexpuse şi în dreapta expuse radiaţiilor de Ra; fotografia având loc după o lună după expunere, se vede clar înmugurirea în urma influenţei radiului.

b. *Radiaţiile de Ra în cantitatea mică stimulează vegetaţia,* dar în cantitatea mare o împedică, sau chiar omoară planta. S'a mai constatat că planta vătămată de Radiu nu-şi mai revine. Fenomenul a fost studiat de *Gagei* (1909) de *Falta* (1911), dar mai ales de *Molisch*, care a executat experienţe nume-

Biblioteca UŞVIAŞI



roase cu vicia, phaseolus, triticum, cucurbita, helianthus, secale etc, precum şi cu arbori, caragana, robinia etc. Figura următoare reprezintă în stânga mazere etiolată, neexpusă şi

Bibliotecă USAMV IAŞI



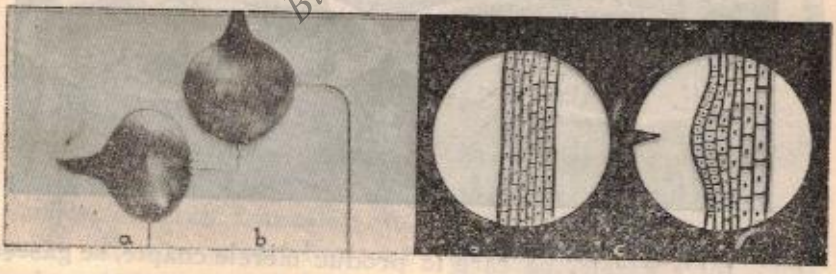
expusă radiaţiilor de Ra, iar cea din dreapta castraveţi expuşi mult, puţin şi neexpuşi de loc, Rezultatul se observă foarte bine.

Interesant este faptul că expunând rămurele înfrunzite emanaţiilor de Ra, se constată că frunzele cad chiar primăvara şi toamna, cu mult înaintea căderei lor naturale de toamnă.

4. *Razele Röntgen* se comportă asemănător cu acţiunea Radiului. O expunere mai scurtă lucrând ca stimulant, iar alta îndelungată putând distruge plantele. *Rieder* (1898) expunând culturi de bacterii acoperite parţial cu o placă de plumb, care, după cum se ştie, nu lasă să treacă razele în chestiune, a constatat că după o oră bacteriile neacoperite de placă au fost distruse. *Lopriore* (1897) a găsit că la o expunere mai slabă mişcările protoplasmei sunt mai repezi, dar că la o expunere mai puternică protoplasma devine grunzuroasă şi cu multe vacuole. *Miège şi Coupé* (1920) expunând embrionii de Raphanus şi Lepidium la razele X, a putut constata o influenţare apreciabilă a vegetaţiei.

5. *Razele mitogenetice, sau razele vitale ale lui Gurwitsch.* A fost mult timp discuţie asupra acestor raze cu argumente pro şi contra; în timpurile din urmă din ce în ce mai mult câştigă teren convingerea că ele sunt o realitate. Celulele în creştere trimet raze ultraviolete de lungime de undă de 190—250 mμ, care influenţază creşterea şi diviziunea altor celule, care se pot găsi şi pe altă plantă şi deci influenţarea nu putea avea loc de cât pe calea radiaţiilor.

Figura următoare ne reprezintă două cepe, cărora li s'a îndepărtat toate rădăcinile, nelăsându-li-se decât câte una.

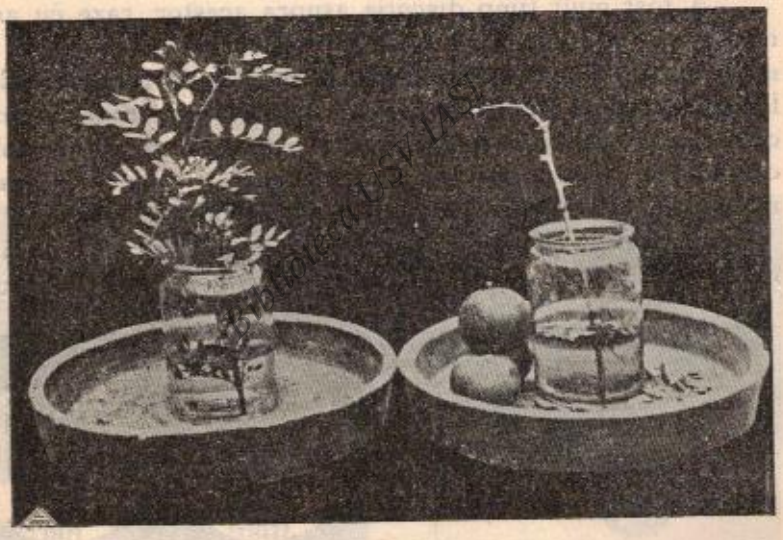


După Kahn.

Cepele au fost aşezate aşa fel, ca vârful rădăcinei uneia să vie în dreptul mijlocului rădăcinei celeilalte. Se lasă să stea astfel un sfert de oră şi după patru ore cercetându-se la microscop se constată fenomenul ce se poate vedea în figura *c* celulele depe rădăcina *b* din dreptul vârfului rădăcinei *a* s'au mărit şi s'au divizat.

6. *Stimulări prin gazuri.*

Dacă în aerul dintr'un vas, în care se află fructe crude, patlagele roşii necoapte, lămâi verzi, banane crude, etc. se 'ntroduce ceva gaz aethylenic, se 'nchide bine şi se lasă să stea câtva timp, atunci fructele în chestiune devin coapte. Dacă într'un vas se aşează un flacon cu apă, în care se pune crenguţe de diverse plante şi apoi se adaugă ceva gaz aethylenic şi se închide bine vasul, se constată că rămurelile îşi perd repede frunzele, iar cele aşezate la fel, însă în aer curat, şi le păstrează timp îndelungat. De asemeni şi plantele aşezate în ghiveciuri nu se desvoltă mai deloc în aer cu ceva gaz aethylenic. Pentru a provoca aceste efecte sunt suficiente cantităţi relativ mici de aethylen.



Intre gazele, pe care le produc merele coapte, se găseşte foarte probabil şi aethylenul. Practicienii americani au observat că dacă se amestecă mere ce se coc târziu, cu mere timpurii deja coapte, primele se coc mult mai repede, decât în cazul, când s'ar afla singure.

Figurele de sus ne reprezintă nişte experienţe executate de *Molisch*. Fig. 2 reprezintă o experienţă cu rămurele

de caragană în flacoane cu apă pe un vas lat şi sub un glob de sticlă aşezat deasupra. Rămurelele din stânga, unde se pusese şi trei mere coapte au perdut după patru zile frunzele. Fig. 1 ne reprezintă ghiveciuri cu boabe de mazere aranjate la fel, ca şi în cazul precedent sub globuri de sticlă. Lângă ghiveciul B punându-se şi câteva mere s'a putut constata că boabele de mazere germinate nu s'au desvoltat.

S'a constatat însă şi în aceste cazuri că dacă cantitatea de gaz este mică, sau dacă lucrează timp scurt, efectul este favorabil. Comportarea deci este la fel, ca şi în toate cazurile asemănătoare.

Un fenomen asemănător se întâmplă şi cu fumul, de pildă cel de tabac. Figura alăturată reprezintă rezultatul unei experienţe executate de *Molisch*. Fasolele din flaconul din dreapta s'au desvoltat sub globul de sticlă cu aer curat cele din stânga într'un glob de sticlă, în care se suflase câteva guri de fum la începutul experienţei au rămas mici, groase şi diforme. Fumul de tabac scurtează timpul coacerei şi provoacă şi căderea frunzelor.



Şi fumul obicinuit de făină dela ferestrău, ori de hârtie arsă provoacă fenomene asemănătoare, desvoltarea mai de timpurie a mugurilor, căderea frunzelor etc.

Şi alte gazuri lucrează asemănător: gazul de iluminat, vapori de thymol, camforă, naftalină şi mai ales aether.

7. *Vitaminele.*

In vol. I la pag. 177, 178 am vorbit sumar despre rolul vitaminilor în plante. Am arătat că ele fiind sintetizate,

Biblioteca USV IAŞI

de plante, trebuie să aibă un rol important pentru viața acestora, iar nu în scopul, ca atunci când animalele le vor consuma, ele să găsească și vitaminile necesare. Am redat și o experiență a lui *Burgeff*, care probează necesitatea vitaminei B_1 la înmulțirea ciupercei Phycomyces și alta a lui *Hansen*, din care se vede, cum vitamina C favorizază creșterea mazerei.

Asupra rolului vitaminilor în plante s'au făcut foarte multe lucrări, dar s'a găsit foarte puține lucruri precise Vitamina A se găsește mai ales în flori și ar sta în legătură cu feconditatea. Vitamina B_1 stă, după cum am văzut, în legătură cu înmulțirea celulelor. Vitamina B_2, lactoflavina ar sta în legătură cu fermentul galben de oxidare. Vitamina C ar sta în legătură cu asimilația clorofiliană și deci și cu creșterea, după cum am văzut în experiența lui *Hansen* citată mai sus. Unii cercetători sunt de părere ca și vitamina D favorizază creșterea.

8. *Hormonii din organismul plantelor.*

In vol. I la pag. 202—205 am tratat hormonii din corpul plantelor, vorbind în special de *auxine*. Aceste substanțe corespund definiției hormonilor, căci sunt substanțe produse de unele celule ale plantelor și merg pe cale humorală să influențeze alte celule ale aceleași plante. După această definiție nu e o deosebire între vitaminele din plante și hormoni. Și vitamina este produsă de unele celule ale plantei și merge să influențeze alte celule ale ei. Pentru uniformitate se menține această deosebire pentru cele două grupe de substanțe și pentru plante.

Am arătat, cum s'a descoperit prezența auxinelor în coleoptilele ovăsului, cum s'a izolat și care este formula lor.

S'a găsit prin *testul ovăsului*, care este foarte sensibil— 1 mg la 50 litruri, — că auxine să găsesc în toate părțile plantelor, nu numai în țesuturile în creștere, dar și în semințe, fructe, stamine, coaje de cartofi, etc. Am arătat, cum și fenomenele de geotropism și fototropism sunt datorite auxinelor. Aceste substanțe deci îndeplinesc — bine'nțeles

Biblioteca U.S.M. IAȘI

în foarte slabă măsură — unele funcţiuni, pe care la animale le are sistemul nervos, pentru a menţine oarecare contact între diferitele părţi ale plantelor.

Diverşi cercetători, între cari *Thimann* şi *Shoog* au dovedit că vârful rămurelilor tinere numai atunci conţin auxine, când ele sunt expuse la lumină. In planta abia răsărită se mai găseşte auxină din semânţă. Rezerva de auxine se găseşte sau în endospern, sau în cotilidoane. *Seubert* (1926) a găsit că saliva omului conţine heteroauxină, care foarte probabil, este produsă de bacteriile din tubul digestiv Auxinele găsite în urină provin din hrană. Şi în ţesuturile animale au fost găsite auxine, dar nu s'a putut stabili nimic precis asupra rolului lor.

Am văzut la pag. 204, vol. I că *fototropismul* se explică prin aceea că pe partea expusă luminei se produce mai puţină auxină şi creşterea fiind mai mică, planta se va pleca spre lumină şi *geotropismul negativ* prin aceea că pe partea superioară expusă mai mult la lumină producându-se mai puţină auxină vârful plantei se va ridica în sus.

Şi în vârful rădăcinei se găseşte auxină; dacă se taie vârful rădăcinei şi se pune la o parte pe coleoptilul de ovăs decapitat, acesta se pleacă în cealaltă parte. *Went* şi *Fiedler* (1932) sunt de părere că auxina, care se produce numai la lumină se coboară în jos spre vârful rădăcinei din partea superioară a plantei. *Geotropismul positiv* n'a fost suficient explicat până în prezent.

Cantitatea de auxină este în polen relativ foarte mare, pe când în gineceu foarte mică; ovarul trebuie să se desvolte după fecondare.

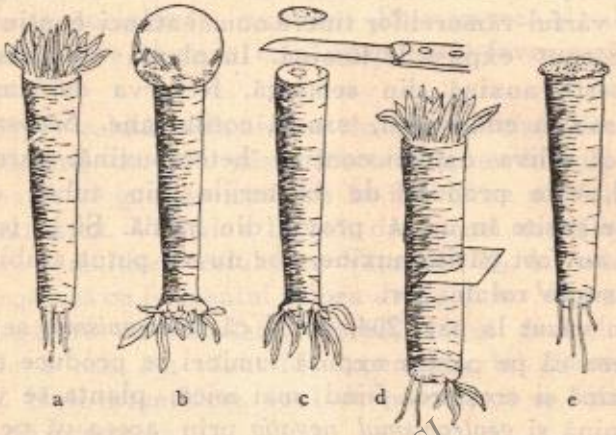
Redăm următoarea experienţă a lui Czajas (1935) cu butaşi *Taraxacum* (păpădie):

a) butaş desvoltat normal, b) un bloc de gips pe partea superioară, c) secţiunea dela partea superioară reînoită zilnic, d) butaşul prevăzut cu o lamă de mică până la mijloc, e) la partea superioară este aşezat un disc de agar cu auxină.

Această comportare nu se poate explica decât, dacă admitem că *polaritatea* plantei e determinată de auxină. In

Biblioteca ISV Iaşi

cazurile *b* şi *c*, fiind împedicată producerea auxinei, frunzişoarele se desvoltă anormal la partea inferioară, în cazul *d*. fiind scurgerea auxinei pe partea dreaptă oprită, apar frunze



la partea inferioară, iar în cazul *e*, auxina de sus provoacă rădăcioare jos.

Biblioteca USV IAŞI

Alţi hormoni de ai plantelor şi diverse substanţe chimice stimulante.

După cum se ştie, deseori rănile la plante se vindică foarte uşor. *Haberlandt* (1921) a făcut următoarea observaţie: dacă se taie o cartofă, sau o rădăcină a unei plante rădăcinoase şi secţiunea se spală bine cu apă, rana se vindică foarte greu, dar dacă se pune deasupra secţiunii un terci de cartofă, sau de rădăcina respectivă, cicatrizarea rănei are loc repede. Acest cercetător explică această comportare prin faptul că în celulele terciuite se află un hormon ce favorizează diviziunea celulelor şi deci vindicarea rănei. Acest fel de hormon de vindicarea rănilor s'ar găsi şi în unele bacterii.

Şi acidul aminic *histidina*, pe care îl cunoştem, are însuşiri hormonice, în cantităţi foarte mici accelerează mişcările protoplasmei.

O interesantă acţiune hormonică exercită *heteroauxina*, care după cum am arătat în vol. I la pag. 205, a fost izolată din urină şi a cărei constituţie chimică a fost pe deplin

clarificată, ea fiind *acidul β indolylacetic* şi care se poate obţine pe cale sintetică în cantităţi cât de mari. E foate probabil că ea nu se găseşte în plante ca atare, ci gruparea indolilică rezultă din tryptophan (acidul indolaminopropionic) în urma fermentărilor bacteriene din tubul digestiv.

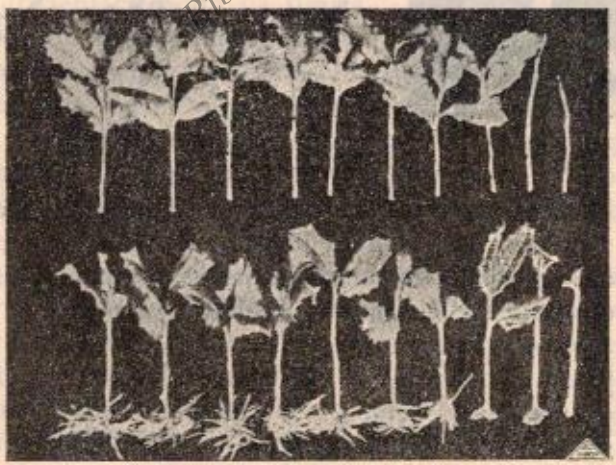


Heteroauxina favorizază în mod special desvoltarea rădăcinilor. Fig. alăturată ne reprezintă o rămurică de planta *Epilobium* hirsutum fotografiată după 13 zile, după ce fusese odată pensulată cu o soluţie de 1% acid idolilacetic.

Se pot pregăti şi paste de unş.

Figura următoare ne reprezintă butaşi de *Ilex opaca* trataţi cu heteroauxină, faţă de alţii netrataţi.

Şi alte combinaţii ase-



Biblioteca USV IAŞI

mănătoare de indolyl, cum sunt acidul β indolylpropionic, acidul β indolylbutyric, precum şi alte substanţe asemănătoare, cum sunt acizii phenylacetic, phenylpropionic, phenylacrylic, naphtalinacetic, anthracenacetic, precum şi unele esteruri ale acestor acizi, se comportă asemănător.

Este foarte probabil că aceste fapte vor avea în viitor utilizări practice importante în horticultură.

Eosina (tetrabromfluoresceina) influenţând foarte probabil auxina, încurcă orientările şi desvoltarea organelor plantelor, mai ales a rădăcinei.

Fig. 1 arată, cum după tratare cu soluţie de eosină 1 : 50000 a grăuntelui de porumb, rădăcioara în loc să se îndrepte în jos, se ridică în sus, iar figura 2 arată cum o tratare cu eosină de aceeaş diluare provoacă lăţirea rădăcinilor în formă de scândurele la fasole.



Fig. 1

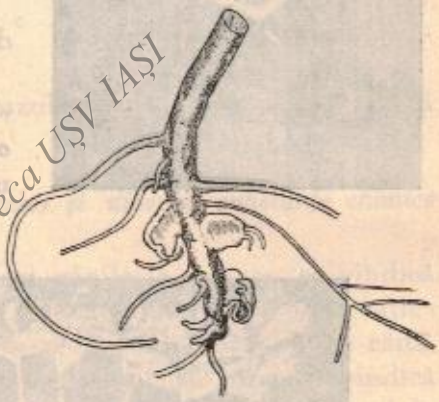


Fig. 2

Biblioteca USV IAŞI

Am tratat capitolul stimulanţilor relativ pe scurt, aşa aşa cum cadrează cu prezenta lucrare, atrăgând atenţia cetitorului că în publicaţiile de specialitate va putea găsi multe fapte interesante în legătură cu aceste chestiuni.

LEGILE FACTORILOR PRODUCŢIUNII VEGETALE.

Cu privirea la influenţa factorilor vegetaţiunii asupra producţiunii s'au formulat următoarele legi :

1. *Legea minimului a lui Liebig*, care glăsueşte astfel: *„Mărimea producţiunii depinde de acel element ce se găseşte relativ în minimum"*.

Nu spunem de elementul ce se găseşte în minimum ci de elementul ce se găseşte relativ în minimum, căci nu importă cantitatea absolută. De pildă, dacă pentru a obţine o recoltă bună ne trebuie cantităţile *a* de azot, *p* de potasiu şi *f* de fosfor, şi dacă la dispoziţia plantei stă cantităţile $\frac{f}{2}$, $\frac{p}{3}$ şi $\frac{a}{5}$ producţiunea va depinde de elementul ce se găseşte în cantitatea cea mai mică, de azot. Liebig experimentând cu cantităţi mici de azot a găsit că recoltele sunt proporţionale cu cantităţile de azot, aşa: 1 doză a dat 5.29 g recoltă, 2 doze 10.57 g, 4 doze 20,96 g recoltă.

2. *Legea minimului generalizată de Wollny şi Adolf Mayer* glăsueşte astfel: *„Mărimea producţiunii depinde de acel factor ce se găseşte în minimum"*.

Asupra producţiunii vegetale nu au influenţă numai elementele hrănitoare ci şi ceilalţi factori ai vegetaţiei: factorul intern, aerul (CO^2 şi O), apa, căldura, lumina, pământul etc. Pot să se găsiască toate elementele hrănitoare, poate să fie destulă căldură, lumină, pământul poate să fie avantajos pentru cultura plantelor, dar dacă lipseşte apa în cantitate suficientă, recolta va fi mică.

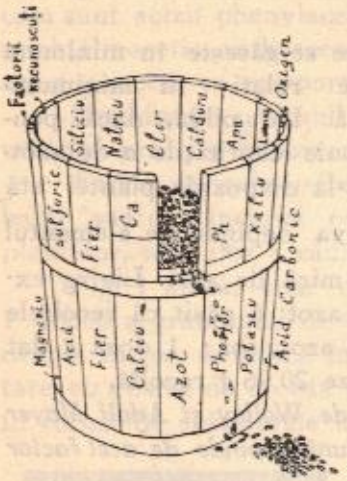
Societatea agricolă germană (D. L. G.) a publicat în 1912 un concurs pentru figurarea legei minimului şi au fost premiate următoarele două re prezentări:

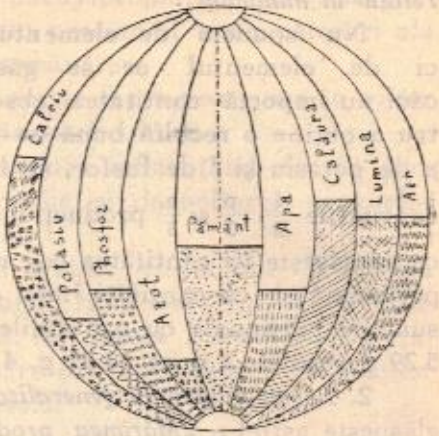
O reprezentare este printr'o cadă, a cărei doage reprezintă factorii vegetaţiunii; nivelul depinde de doaga cea mai scurtă, după cum producţiunea depinde de factorul ce se găseşte în minimum.

O altă reprezentare este printă'o sferă, ai cărei segmente reprezintă factorii, Suprafaţa licidului depinde de înălţimea segmentului; cu cât acesta este mai mare, cu atât şi suprafaţa e mai mare, până când nivelul ajunge la centru, de unde mai departe suprafaţa scade cu înălţimea segmentului, ajungând şi nulă. Tot aşa şi recolta creşte cu factorul până la un punct, ca apoi, când factorul creşte, el lucrând nefavorabil asupra vegetaţiei, recolta să scadă, până ce devine chiar nulă. Aceasta a două reprezentare ne spune mai mult, decât

Bibliotecă USV IAŞI

legea minimului, redă şi ideia că atunci, când un factor trece de anumită mărime, el lucrează nefavorabil.

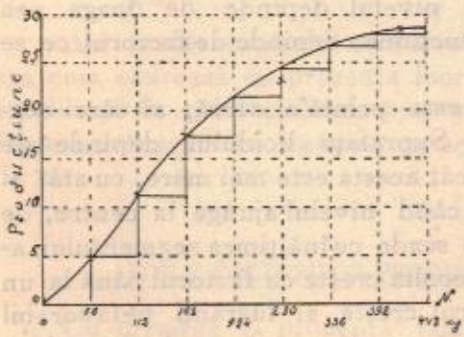




3. *Legea acţiunii factorilor vegetaţiei a lui Mitscherlich*

Incă de mult *Hellriegel* şi *Wilfarth* (1888) au găsit că între mărimea recoltei şi mărimea elementului nu e o proporţionalitate, adică o relaţie liniară şi că dacă Liebig a găsit proporţionalitate, e pentru că a experimentat cu cantităţi mici de azot. Ei au experimentat cu culturi în oale cu năsip dând, pe lângă celelalte elemente, cantităţi crescânde de azot şi au obţinut rezultatele următoare:

Azot. mag:	0	56	112	168	280	420
Substurcată g:	0.742	4.856	10.803	17.528	21.289	28.727



la care corespunde diagrama alăturată. Se vede că în acest caz nu mai avem o relaţie lineară, ci pe măsură ce factorul creşte peste o valoare oarecare, recolta sporeşte tot mai puţin.

Wolff a executat experienţe similare şi a găsit următoarele rezultate:

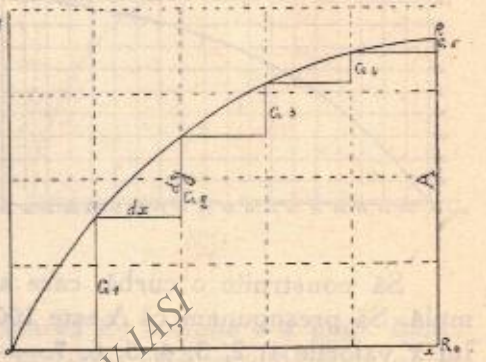
Biblioteca USAMV IASI

Azot mg: 0 52 104 156 208 260
S. usc. g: 3.4 9.3 14.0 17.4 19.8 21.2

la care corespunde diagrama alăturată construită de noi după aceste date.

Se vede că tot sporind cantitatea de azot, creşterile de recolte devin tot mai mici, în sensul Cr. 1> Cr. 2> Cr. 3> Cr. 4> Cr. 5.

Dacă se înseamnă cu A valoarea recoltei maxime şi y valoarea recoltei corespunzătoare la cantitatea x de azot, am putea spune că creşterile descresc, pe măsură ce diferinţa până la recolta maximă, A−y, devine tot mai mică.



Mitscherlich (1908) a propus că creşterea recoltei, adică a lui y, care în calculul diferenţial, când e foarte mică, se'nsamnă cu *dy*, faţă de creşterea factorului, adică a lui x, ce se'nseamnă cu *dx*, este proporţională cu A−y şi a exprimat acest lucru matimaticeşte astfel:

$$\frac{dy}{dx} = K(A-y)$$ K fiind constantă de proporţionalitate.

sau: $dy = K(A-y)\,dx$

integrând şi trecând dela logaritmii naturali la cei zecimali şi apoi punând $c = 0.4343\ K$ vom avea:

$-\log (A-y) = cx + C$, C fiind o constantă de integrare.

Admiţând că pentru $x = o$ este şi $y = o$, atunci această constantă va fi $-\log A = C$ şi prin urmare:

$$-\log (A-y) = cx - \log A$$

sau: $$\log A - \log (A-y) = cx \qquad (1)$$

sau: $$\log \frac{A}{A-y} = cx \qquad (2)$$

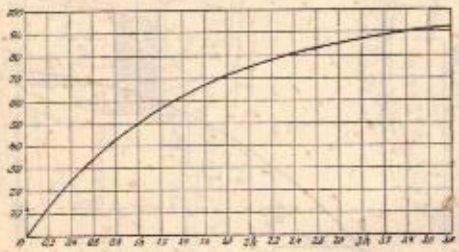
sau: $$\frac{1}{x} \cdot \log \frac{A}{A-y} = c \qquad (3)$$

Biblioteca USV IAŞI

Punând această formulă sub formă exponențială vom avea:

$$y = A(1 - e^{-cx}) \qquad (4)$$

Coeficientul de proporționalitate *c*, sau *valoarea de acțiune* a factorului se poate calcula, dacă cunoaștem valorile lui *x* și *y*. Fiecare factor Fn are valoarea sa de acțiune *Cn* deosebită de a altor factori; chiar și pentru același factor *c* este diferit, după cum se prezintă în experiență ceilalți factori, pe cari îi menținem constanți.



Să construim o curbă, care să reprezinte această formulă. Să presupunem că A este 100, iar *c* este 0.301, să dăm lui *x* valorile 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7..... și să calculăm pe *y* utilizând formula $\log A - \log (A - y) = cx$, care în cazul nostru devine $\log 100 - \log (100 - y) = 0{,}301 . x$. Vom obține:

x =	1	2	3	4	5	6	7.....
y =	50	75	87.5	93.75	96.875		.....

Vom construi deci curba de mai sus ce este asemănătoare diagramelor ce corespund rezultatelor lui Hellriegel și ale lui Wolff, pe care le am redat pe pagina 186.

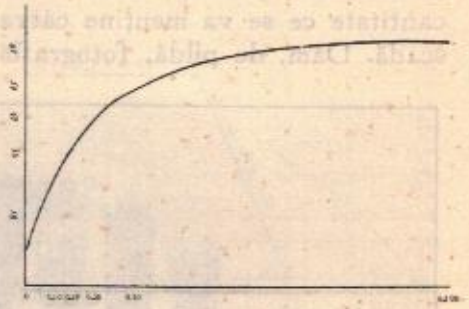
Mitscherlich și colaboratorii lui au făcut numeroase experiențe de vegetație spre a verifica formula, resp. legea. Dăm de pildă, rezultatele unei experiențe făcută cu ovăs și cu doze crescânde de fosfat monocalcic: la acest tablou corespunde diagrama alăturată.

Dacă valoarea factorului de acțiune este constantă, — după cum susține Mitscherlich —, se poate ușor calcula valoarea lui *c* din o determinare, sau mai sigur din trei, sau patru, căci dacă *x* și *y* sunt cunoscute, ecvația (1) se va putea rezolvi în privința lui *c*. Să calculăm pe *c* din determinarea 0.10 g P^2O^5 și 27.2 g Subst. usc. max. A va fi 61; vom

Biblioteca USV IAȘI

avea conform formulei (1): log 61 — log 34 = c.0,10, sau 1.7853 — 1.5315 = 0,10.c, de unde c = 0,2538 : 0,10 = 2,5 valoarea de acţiune a factorului.

P^2O^5 g	Subst. uscată găsită g	Subst. uscată calcul g	diferinţă g
0.00	9.8	9,80	—
0.05	19.3	18.19	— 0.39
0.10	27.2	26.64	— 0.56
0.20	41.0	38.63	— 2,37
0.30	43.9	47.12	+ 3.22
0.50	54.9	57.39	+ 2.49
2 00	61.0	67.64	+ 6.64



Invers cunoscând valoarea de acţiune *c* a unui factor, putem calcula cu ajutorul formulei câtă recoltă va da o cantitate anumită din acel factor. De pildă c fiind 2,5, iar A fiind 61, câtă recoltă va da cantitatea 0,30 g de P^2O^5. Vom avea conform formulei (1): log 61 — log (61 — y) = 0,30. 2,5 = 0,75 sau 1,7853 — 0,75 = log (61—S), sau 1,0353 = log (61—y), de unde 61—y = 18.5 ceea ce dă y = 61—18,5 = 42,5 g, deci foarte aproape de 43,9 g, cât se găseşte în tabela precedentă.

Asupra acestor lucruri vom reveni într'un capitol viitor, când vom vorbi despre aprecierea nevoiei de îngrăşare a pământului, tratând chestiunile în legătură mult mai pe larg.

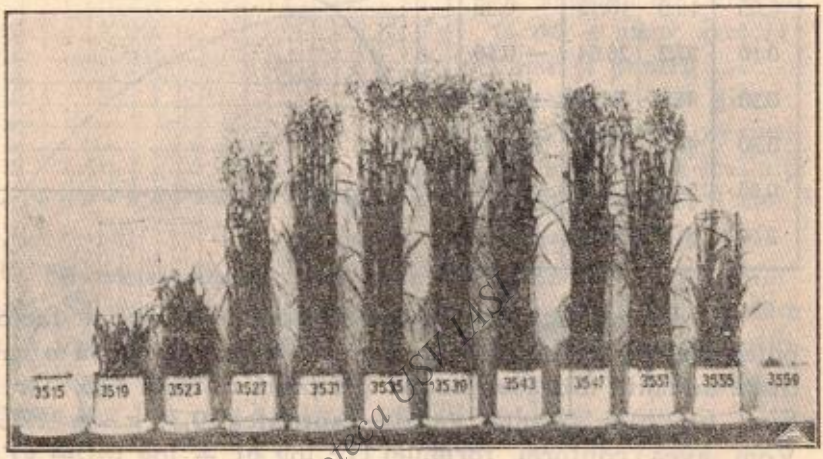
Legea formulată de Mitscherlich a fost mult discutată de cercetători şi s'au făcut multe experienţe în legătură cu dânsa. *Pfeiffer* şi colaboratorii săi (1912) relevară că curba trebuie să fie influenţată şi de ceialalţi factori şi acest lucru trebuie să arăte formula, *Briggs* (1925), *Rippel* (1925) criticară legea.

Pentru a ţinea samă de ceilalţi factori *Baule* (1918) propusă o formulă mai largă. Insemnând pentru diverşi fac-

Biblioteca USAMV IASI

tori F_1, F_2, F_3,..... c şi x cu c_1, x_1, c_2 x_2, c_3 x_3..... şi cu A recolta maximă, acest cercetător propune formula: $y = A\ (1-\overline{e}^{\ c_1\ x_1})\ (1-\overline{e}^{\ c_2\ x_2})\ (1-\overline{e}^{\ c_3\ x_3})$.....

Incă de mult se cunoştea faptul că dacă un factor este în minimum şi îl sporim, recolta va tot creşte până la o cantitate ce se va menţine câtva timp constantă, ca apoi să scadă. Dăm, de pildă, fotografia de mai sus ale unei exp$_e$.



0 00 0.04 0.10 0.25 0.60 1.50 2.50 5.00 7.5 12.5 25 40g K^2O

După Mitscherlich

rienţe de vegetaţie executate de *Mitscherlich* cu ovăs şi cu doze crescânde de K^2O.

Observăm că vârfurile plantelor până la mijloc redau aprox. curba lui *Mitscherlich*, iar de aci înainte aceeaş curbă în sens invers.

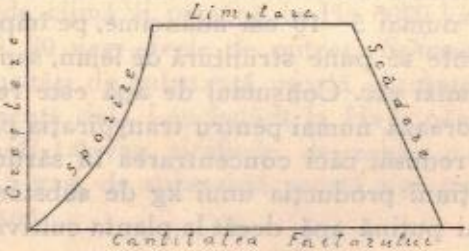
Curba întreagă reprezentând o experienţă de vegetaţie complectă, — toţi ceilalţi factori constanţi numai unul variind dela 0 până la foarte mult, — va cuprinde deci 3 ramuri: una de creştere a recoltei, a doua de limitare şi a treia de scădere (vătămare) a recoltei.

Prima parte se datorează sporirei factorului şi a treia tot acestui lucru şi acest fapt se explică relativ uşor, căci fie că factorul este o materie minerală şi în cantitate prea mare plasmolizează protoplasma, fie că e căldura sau, lumina

Biblioteca UAV Iaşi

şi acestea în cantitate mare dezorganizează protoplasma, fie că e apa şi în cantitate mare împedică accesul aerului, etc.

Ceva mai greu e de explicat acţiunea limitativă. Cercetătorii cred că factorul variabil sporeşte recolta, până când un alt factor — chimic, fizic, sau cel intern, — rămâ-



ne în minimum şi atunci acest al doilea factor devine *factor limitant*. Noi credem că se poate întâmpla şi acest lucru, dar că şi primul factor, adică cel variabil, poate exercita acţiune limitantă, pe un interval de creştere a cantităţii lui nelucrând nici avantajos, nici desavantajos.

S'a căutat să se formuleze legea acţiunii factorilor vegetaţiei aşa fel, ca în formulă să se exprime şi acţiunea nefavorabilă. *Bondorff* (1923), plecând dela ideia că acţiunea nefavorabilă a vegetaţiunii se exercită chiar dela început şi devine tot mai accentuată pe măsură ce factorul variabil creşte, până când egalează şi apoi dovedeşte acţiunea favorabilă a acestuia, propune formula: $y = cx^m - kx^n + a$, *c*, *k*, şi *m* fiind constante.

MAXIMUM DE PRODUCŢIUNE VEGETALĂ

Din cele expuse în această publicaţie ne dăm seamă că producţia vegetală depinde de o mulţime de factori: factorul intern, apă, materii hrănitoare (elemente indispensabile, utile şi stimulante), CO^2, aer, căldură, lumină etc şi că pentru fiecare din aceştia e un minimum, optimum şi maximum. Aproape pentru toţi factorii se pot realiza condiţiuni apro-

Biblioteca USAMV Iaşi

piete de optimum, încât ni-am putea pune întrebarea, cam până la ce cantităţi ar putea ajunge în aceste condiţiuni producţiunea vegetală maximă.

Se pare că condiţiunile cele mai bune de vegetaţie se realizază, când planta se desvoltă cu rădăcinile în mediul apos. La pag. 153 am amintit de rezultatele obţinut de cercetătorul californian Gericke cu culturile sale în tancuri; soluţia din tanc are numai 5—10 cm adâncime, pe împletitura de sârmă între plante se pune strujitură de lemn, sau turbă, sfărmături de cărămizi etc. Consumul de apă este relativ mic, căci apa se evaporează numai pentru transpiraţia plantei şi aceasta e relativ redusă, căci concentrarea în săruri e optimă. In aceste condiţiuni producţia unui kg de substanţă uscată necesitează mai puţină apă, decât la planta cultivată pe pământ.

Gericke cu astfel de culturi ar fi obţinut de pildă 20 vagoane de cartofi, socotit la Ha, sau c-a 5 vagoane substanţă uscată. Făcând culturi în tancuri aşezate în etaje şi utilizându-se factorii vegetaţiei nu numai o parte din an prin o singură cultură, ci tot anul prin mai multe culturi — iarna încălzindu-se şi eventual îmbogăţind aerul cu anhidridă carbonică —, am crede că o suprafaţă, cam ca acea a unei camere, ar fi suficientă să hrăniască un om timp de un an.

Prin culturi în vase cu năsip, udate cu soluţii, se pot abţine tarăşi recolte mari, căci planta n'are nevoie să cheltuiască asimilatele pentru a produce un sistem radicular foarte desvoltat, ca să poată căuta apa şi materiile minerale hrănitoare în pământ. *Mitscherlich*, luând ca bază rezultatele experienţelor sale făcute în vase a calculat că cantitatea recoltei socotită la Ha ar fi la ovăs de 2,6 vagoane grăunţe, la mazere de 2,8 vag. la in 2,15 vag. semânţă şi 1,8 vag. tulpini, 3-4.5 vag. fân de graminee şi de trifoi, 25 vag. morcovi, 38 vag. sfecle roşii etc. In cazul culturii în oale trebuie să ţinem seamă de faptul că plantele utilizază lumina şi aerul mai mult decât li s'ar cuveni în culturile întinse de pe câmp şi din această cauză cantităţile de recolte socotite la Ha trebuie ceva micşorate.

Biblioteca USAMV

Experienţele de vegetaţie pe câmp aranjate anume în scopul ca realizând condiţiile optime posibile pentru factorii producţiunii să se obţine cantităţi maxime de recolte, n'au fost executate încă până în prezent. Spicuim numai câteva rezultate de recolte mari obţinute în experienţele de câmp executate în alte scopuri. *Mitscherlich* arată că a obţinut pe câmpul său de experienţe dela Lawsken, situat în condiţiuni nefavorablle de climă şi pământ, la Ha 6000 kg lupine dulci, 6 vag. cartofi, 20 vag. sfecle de nutreţ. *Schneidewind* dă următoarele cantităţi de substanţă uscată obţinută pe câmpul său de experienţe dela Lauchstädt la Ha: pentru grâu 1.2 vagoane, cartofi 1.0 vag. şi sfecle de zahăr c.a 2 vagoane. Credem că 2.5 vag. de substanţă uscată s'ar putea obţine la Ha relativ uşor.

[redacted] *1 Iulie 1940.*

R. P. R.
INSTITUTUL AGRONOMIC IAŞI
Facultatea Agrotehnică
BIBLIOTECA CENTRALĂ
Biblioteca UŞAMV IAŞI
Biblioteca Institutului Agronomic Iaşi