

ACADEMIA REPUBLICII POPULARE ROMÎNE

STUDII ȘI CERCETĂRI DE BIOLOGIE

SERIA

**BIOLOGIE VEGETALĂ**

**3**

TOMUL XIII

1961

EDITURA ACADEMIEI REPUBLICII POPULARE ROMÎNE

STUDII ŞI CERCETĂRI DE BIOLOGIE  
S E R I A  
BIOLOGIE VEGETALĂ

COMITETUL DE REDACŢIE

N. SĂLĂGEANU, membru corespondent al Academiei R. P. R. — *redactor responsabil*; GEORGETA FABIAN-GALAN; ŞT. PÉTERFI, membru corespondent al Academiei R.P.R.; T. BORDEIANU, membru corespondent al Academiei R.P.R.; C. SANDU-VILLE, membru corespondent al Academiei R.P.R.; CORALIA NIŢESCU — *secretar tehnic de redacție*.

Tomul XIII, nr. 3

1951

S U M A R

EMIL POP și VIOREL SORAN, Cercetări privind natura fizică și chimică a substanțelor vacuolare responsabile de formarea corpusculilor cu coloranții vitali bazici . . . . .	313
A. M. SINIUHIN și L. I. SALNA, Caracteristica electrofiziologică a reacțiilor de răspuns ale plantelor la acțiunea factorilor externi . . . . .	337
EMILIA CUPCEA și LUCIA STOICOVICI, Influența acizilor 2,4-diclorfenoxiacetic și monoiodacetic asupra respirației semințelor în curs de germinație .	357
CLARA GRINVALD, I. GUTENMAHER și ELENA MAVROMATI, Studiul genetic al hibridilor grâu-secară . . . . .	369
I. POPESCU-ZELETIN, V. G. MOCANU și S. PUIU, Cercetări privind evoluția arborilor defoliați de <i>Lymantria monacha</i> L. . . . .	383
C. D. CHIRIȚĂ, Contribuții la sistematica regimurilor de apă din solurile R.P.R.	405
E. I. NYÁRÁDY, Despre stadiul actual al cercetărilor referitoare la flora Carpaților din R.P.R. . . . .	417

STUDII ŞI CERCETĂRI DE BIOLOGIE  
Seria *BIOLOGIE VEGETALĂ*  
Apare de 4 ori pe an

REDACŢIA :  
BUCUREŞTI, CALEA VICTORIEI nr. 125  
Telefon 14.54.90

EDITURA ACADEMIEI REPUBLICII POPULARE ROMÎNE

ÉTUDES ET RECHERCHES DE BIOLOGIE  
S É R I E  
BIOLOGIE VÉGÉTALE

Tome XIII, n° 3

1961

S O M M A I R E

EMIL POP et VIOREL SORAN, Recherches sur la nature physique et chimique des substances vacuolaires génératrices de corpuscules avec les colorants vitaux basiques . . . . .	313
A. M. SINIUHIN et L. I. SALNA, Caractéristiques électrophysiologiques des réactions de réponse des plantes à l'action des facteurs externes . . . . .	337
EMILIA CUPCEA et LUCIA STOICOVICI, Influence des acides 2,4-dichlor-phénoxyacétique et monoiodacétique sur la respiration des semences, au cours de la germination . . . . .	357
CLARA GRINVALD, I. GUTENMAHER et ELENA MAVROMATI, Etude génétique des hybrides blé-seigle . . . . .	369
I. POPESCU-ZELETIN, V. G. MOCANU et S. PUIU, Recherches sur l'évolution des arbres défeuillés par <i>Lymantria monacha</i> L. . . . .	383
C. D. CHIRIȚĂ, Contribution à la systématique des régimes d'eau des sols de la République Populaire Roumaine . . . . .	405
E. I. NYÁRÁDY, Du stade actuel des recherches sur la flore des Carpates roumaines . . . . .	417

ТРУДЫ И ИССЛЕДОВАНИЯ ПО БИОЛОГИИ  
С Е Р И Я  
БИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Том XIII, № 3

1961

С О Д Е Р Ж А Н И Е

ЭМИЛЬ ПОП и ВИОРЕЛ СОРАН, Изучение физической и химической природы вакуольных веществ, обуславливающих образование телец с прижизненными щелочными красителями . . . . .	313
А. М. СИНЮХИН и Л. И. САЛНА, Электрофизиологическая характеристика ответных реакций растений на внешние воздействия . . . . .	337
ЭМИЛИЯ КУПЧА и ЛУЧИЯ СТОЙКОВИЧ, Влияние 2,4-дихлорфеноуксусной и моноiodуксусной кислот на дыхание семян во время их прорастания . . . . .	357
КЛАРА ГРИНВАЛЬД, И. ГУТЕНМАХЕР и ЕЛЕНА МАВРОМАТИ, Генетическое изучение гибридов пшеницы с рожью . . . . .	369
И. ПОПЕСКУ-ЗЕЛЕТИН, В. Г. МОКАНУ и С. ПУЮ, Изучение эволюции деревьев, подвергшихся дефолиации монашешкой ( <i>Lymantria monacha</i> L.) . . . . .	383
К. Д. КИРИЦЭ, К вопросу систематики водных режимов почв РНР . . . . .	405
Е. И. НИАРАДИ, О современной стадии исследования флоры Карпат РНР . . . . .	417

CERCETĂRI PRIVIND NATURA FIZICĂ ȘI CHIMICĂ  
A SUBSTANȚELOR VACUOLARE RESPONSABILE  
DE FORMAREA CORPUSCULILOR CU COLORANȚII  
VITALI BAZICI

DE

ACADEMICIAN EMIL POP ȘI VIOREL SORAN

*Comunicare prezentată în ședința din 27 martie 1961*

Colorația vitală constituie una din cele mai adecvate metode pentru studiul structurii celulei vii și al comportamentului ei fiziologic. În cursul celor 7 decenii și jumătate care au trecut de la descoperirea ei (43), colorația vitală a fost adeseori utilizată în citofiziologie pentru cercetarea permeabilității și a absorbției celulare (18), (54), sau pentru a obține indicii sigure despre vitalitatea celulelor supuse observației (1), (54).

Coloranți vitali bazici au fost mai des folosiți în astfel de experiențe, deoarece ei pătrund rapid și se acumulează în cantități însemnate în vacuole. Proceșele ce se desfășoară cu această ocazie au fost studiate amănunțit și dezbătute pe larg în lucrările fundamentale ale mai multor citofiziologi (1), (3), (16), (17), (22), (26), (27), (28), (33), (43), (53), (54). În comunicarea de față, ne interesează în mod special cazul sucurilor celulare în care, drept urmare a acumulării coloranților vitali bazici, iau naștere corpusculi de diferite forme deosebit de intens colorați și precis conturați<sup>1)</sup>.

Investigațiile întreprinse de diferiți cercetători, pentru a identifica natura chimică a substanțelor din vacuole responsabile de geneza corpusculilor, n-au dus până acum la rezultate complet satisfăcătoare. Stadiul actual al cunoștințelor noastre despre natura acestor substanțe se află

<sup>1)</sup> În lucrarea noastră anterioară (44) am considerat, în deplină concordanță cu vederile lui E. Kuster (33), aceste sucuri celulare drept „pline” (volle) în sensul lui K. Höfler (26), (27), (28). Cercetările recente ale lui E. Bancher și J. Hölzl (3) ne arată că putem vorbi de sucuri celulare „pline” în sensul amintit, numai în cazul colorării difuze a vacuolei cu roșu neutru în roșu-violet. Această nuanță se obține, conform analizelor microspectrografice, în urma combinării chimice a colorantului vital cu diferite substanțe aparținând clasei flavonelor.

expus într-o lucrare recentă de sinteză a lui H. D r a w e r t (18). El arată că, în conformitate cu cercetările efectuate pînă în prezent, pot fi bănuite ca avînd afinitate față de coloranții vitali bazici, substanțe dispersate în vacuole atît la nivelul molecular, cît și la cel coloidal.

Unii cercetători, îndeosebi W. P f e f f e r (43), iar mai recent O. H ä r t e l (23), (24), (25) au convingerea că diferiți compuși de natură taninică se combină chimic cu coloranți vitali bazici, ducînd apoi la formarea corpusculilor. Alții cred că substanțele în cauză ar putea fi: fenolii (18), lipidele vacuolare (54), diferiții acizi organici, ori alte substanțe cu molecula mare (14), (34), (36), (48).

Alte cercetări (5), (9), (11), (17), (21), (22), (42), (50), ((55), citat după (3)), dintre care unele de dată recentă și efectuate cu o aparatură extrem de fină (microspectrofotometre), pledează pentru prezența în vacuole a unei substanțe dispersate coloidal, cu natura chimică încă necunoscută, care este responsabilă de legarea coloranților vitali bazici. În acest caz moleculele de coloranți vitali ar putea fi reținute în vacuole și printr-un proces fizic de adsorbție.

În deplină concordanță cu aceste cercetări moderne, noi am presupus într-o lucrare anterioară (44) existența în sucurile celulare, în care se produc corpusculi în urma colorării vitale, a unor substanțe de natură lipidică, dispersate la cel mai înalt grad și legate de un complex coloidal. În timpul pătrunderii și acumulării coloranților vitali bazici, aceștia ar putea smulge din complexul coloidal componentul lipidic, cu care urmează să se combine într-un fel oarecare.

Trebuie să constatăm însă că atît datele publicate de alți cercetători, cît și cele prezentate pînă acum de noi, nu sînt suficiente pentru a afirma, cu precizie, cărui compus chimic — din cei enumerați mai sus — îi aparține substanța „necunoscută” responsabilă de formarea corpusculilor, în urma colorației vitale. De aceea am considerat că efectuarea unor cercetări cît mai amănunțite în scopul identificării substanței sau a substanțelor ce se combină cu coloranții vitali bazici, precum și a proprietăților fizice pe care le posedă acestea, nu este lipsită de interes pentru citologie. Rezultatele precise ale unor cercetări de acest gen ar putea transforma colorația vitală într-un instrument adecvat, de la caz la caz, pentru determinarea unor substanțe în însăși celula vie.

#### TEHNICA DE LUCRU

Pentru a identifica natura chimică a substanțelor vacuolare, responsabile de formarea corpusculilor, ne-am servit de mai multe metode. Materialul vegetal utilizat a fost, ca și în cazul unor investigații anterioare (44), epiderma superioară de la solzii bulbului de *Galanthus nivalis*.

Prima metodă utilizată a fost cea histochimică (31), (37), (41), (47), care în majoritatea cazurilor ne-a furnizat informații utile în problema urmărită. Totuși, rețelele histochimice recomandate de autorii citați nu ne-au putut oferi în toate cazurile date suficiente de precizie. De aceea ne-am văzut nevoiți să apelăm la unele experiențe chimico-coloidale „model”, executate *in vitro*. Cu ajutorul lor am reușit să reproducem artificial, prin observație continuă la microscop, aproape toate fazele de formare a corpusculilor colorați din vacuole. Pe această cale, am putut să identificăm deci, cu o precizie irealizabilă prin metodele de pînă acum, acele substanțe care participă direct la formarea corpusculilor menționați.

Atît corpusculii formați în sucul celular, cît și o parte din cei obținuți *in vitro* au fost observați nu numai la microscopul obișnuit, ci și la cel polarizant. Analizator în lumina polarizată (4), (35) ne-a oferit o serie de date suplimentare cu privire la natura chimică a substanțelor ce intră în compoziția corpusculilor. Tot cu ajutorul ei am reușit să precizăm starea de agregare și structura lor fizică.

#### REZULTATE

##### Reacții cito-histochimice

Încă în lucrarea noastră anterioară (44) arătasem că lipidele, dispersate într-un complex coloidal din sucul celular, sînt în primul rînd responsabile de formarea corpusculilor colorați cu coloranții vitali bazici. Pentru a le identifica am utilizat doi reactivi (Sudanul III și albastru de nil) și mai multe metode de evidențiere.

Colorarea epidermei superioare a solzilor bulbului de ghiocel cu Sudanul III (soluție alcoolică 70%) prin metoda lui L. D a d d i (13), nu a dat aceleași rezultate ca în citologia animală. Probabil că operația de spălare cu o soluție alcoolică de 50% a fragmentelor de epidermă, înainte de colorare, a dizolvat lipidele vacuolare responsabile de formarea corpusculilor. Nici la materialul fixat în prealabil cu formalină nu s-au obținut rezultate pozitive.

În schimb, colorarea cu Sudanul III a aceluiași material vegetal prin metoda lui B. R o m e i s (45), (46) a dat rezultate mult mai bune, dar numai evitînd fixarea prealabilă a fragmentelor de epidermă în formalină sau alcool. Soluția coloidală de Sudan III (alcool 40%), aplicată celulelor vii, colorează după 24—48 de ore atît lipidele din citoplasmă cît și cele din vacuolă. În acestea din urmă se formează de regulă o mulțime de sfere roșii-cărămizii, iar în cazuri mai rare chiar o singură sferă cu dimensiuni mai mari și de culoare galbenă sau galbenă-portocalie.

Cele mai bune rezultate în evidențierea lipidelor cu Sudan III s-au obținut însă prin tratarea celulelor vii cu soluția fundamentală (alcool 80%) din rețeta lui B. R o m e i s (47). În acest caz, după 3—4 ore de colorare, s-a putut surprinde în vacuole existența mai multor sfere de culoare roșie-cărămizie, pînă la roșie-vișinie, indiciu sigur al existenței lipidelor. Cercetînd fragmentele de epidermă după un răstimp mai scurt (15—30 de minute) de colorare, am putut observa prezența în vacuole a unui precipitat amorf, colorat în nuanțe de portocaliu sau roșu-cărămiziu, din care mai tîrziu se individualizează sfere <sup>1)</sup>.

Albastru de nil, în concentrația cerută de metoda lui A. J. C a i n (1947) <sup>2)</sup>, nu dă rezultate pozitive în cazul celulelor vegetale vii sau fixate. Colorantul utilizat se acumulează, în special în vacuole, într-o concentrație atît de mare încît nu este posibilă nici o clarificare a conținutului sucului celular. În schimb, se obțin rezultate interesante folosind acest

<sup>1)</sup> Trebuie să amintim că eficacitatea soluției de Sudan III în alcool 80% am verificat-o prin reacții executate și pe un alt material vegetal: cotiledoane de lupin.

<sup>2)</sup> Pentru detalii a se vedea manualul lui E. A. P e a r s e (41).

colorant specific lipidelor în diluții mult mai mari (1 : 10 000 sau 1 : 20 000). În acest caz celulele se colorează vital ca și cu roșu neutru. Vacuolele ne apar colorate în diferite nuanțe, de la albastru închis până la albastru deschis, iar pe fondul difuz apar din loc în loc și sfere mici, cu dimensiuni sub  $2\mu$  diametru, prinse într-o mișcare browniană, agitată<sup>1)</sup>.

Rezultatele pozitive ale reacțiilor executate, și în mod special ale celor cu Sudan III, ne-au dovedit că în vacuolele celulelor epidermale de la solzii bulbului de ghiocel se găsesc localizate substanțe de natură lipidică.

O altă serie de reacții histochemice au fost consacrate evidențierii fenolilor și în special a taninurilor, substanțe presupuse de la W. P f e f f e r (43) încoace drept cauza principală a legării coloranților vitali bazici în vacuole. Ca reactivi s-a utilizat o soluție de vanilină pentru fenoli și una de stricină (1 : 1 000) pentru taninuri. În ambele cazuri s-a constatat că din vacuolele celulelor cercetate lipsesc practic vorbind atât fenolii cât și taninurile. Trebuie să remarcăm însă faptul că după tratarea cu stricină, în loc să apară în vacuolele precipitatul caracteristic reacției cu taninurile, la ghiocel s-au format mici sfere, ce se găseau la început într-o agitată mișcare, încetinită ulterior pe măsură ce corpusculii s-au contopit în sfere mai mari. Trătind celulele încă vii cu o soluție de I + IK 1%, reactiv specific și alcaloizilor, sferile s-au colorat în nuanțe de albastru-cenușiu. Substanțele cu care alcaloizii ar putea forma astfel de corpusculi, în urma reacțiilor executate *in vitro* ar putea să fie diferite săruri ale acizilor grași.

A doua problemă care trebuia lămurită prin reacții histochemice, a fost aceea a naturii substanței sau substanțelor ce intră în componența presupusului „complex coloidal” din suc celular.

În lucrarea noastră anterioară (44) arătasem că lichidul vacuolar al celulelor epidermale de la ghiocel precipită prin tratarea cu o soluție alcoolică de 96%. Reacția ne-a făcut să presupunem că în vacuole se găsesc solvate, sub formă de soluție coloidală, diferite substanțe macromoleculare, de natură proteică. Pentru a ne verifica presupunerea, am executat două reacții histochemice generale pentru evidențierea acestor substanțe. Atât reacția xanthoproteică, efectuată conform rețetei lui B. R o m e i s (47), cât și cea a lui Millon, executată după indicațiile lui R. R. B e n s l e y și I. G e r s h (8), ne-au dovedit că în suc celular nu se găsesc proteine ori, dacă se află, ele sînt în proporții minimale, greu sau imposibil de sesizat prin metodele cito- și histochemice utilizate.

Datele găsite în literatura de specialitate (19), (32), (51), (52), (56), cu privire la diferitele substanțe pe care le pot conține plantele din fam. *Amaryllidaceae*, ne-au sugerat ideea folosirii unui reactiv specific pentru identificarea saponinelor în vacuolele celulelor epidermale de la solzii bulbului de ghiocel. Aceste substanțe, după cum se știe (32), (51), (52), formează în medii apoase soluții coloidale, care precipită cu alcoolul absolut sau în concentrație de 96%. Dar reactivul specific pentru saponine este,

<sup>1)</sup> Evidențierea lipidelor cu acid osmic 1% nu s-a mai executat, întrucît acest reactiv intră în combinație și cu alte substanțe din suc celular (31), (37) (de exemplu: taninuri, uleiuri eterice etc.).

conform metodei propuse de C o m b e s<sup>1)</sup>, hidratul de bariu concentrat, utilizat de noi în două moduri. Într-o variantă am supus acțiunii reactivei epiderme necolorate; în cea de-a doua, ne-am servit de fragmente colorate fie difuz, fie prin formarea de corpusculi. Rezultatul acestei investigații a fost următorul: în toate sucurile celulare se găsesc saponine, care precipită abundant în vacuole prin tratarea cu Ba (OH)<sub>2</sub> concentrat. Colorația vitală ne-a arătat însă că saponinele nu participă direct în formarea corpusculilor. În primele minute după ce reacția de precipitare a avut loc, corpusculii rămîn intacti schimbîndu-și treptat doar culoarea, datorită alcalinizării sucului celular prin hidratul de bariu. Ulterior, acest reactiv solvă corpusculii, fără a precipita însă toate substanțele care intră în compoziția lor; după aceea colorantul se răspîndește difuz în vacuolă.

Prin urmare, cercetările histochemice întreprinse, ne-au dovedit că în vacuolele celulelor epidermale ale solzilor bulbului de ghiocel se găsesc cel puțin două categorii mari de substanțe, care sînt responsabile direct sau indirect de geneza corpusculilor colorați. Prima și cea mai importantă o constituie substanțele lipidice, care intră în compoziția corpusculilor colorați datorită afinității pe care o posedă colorantul vital în- trebuințat (roșu neutru) față de acești compuși organici. A doua categorie o constituie saponinele, care formează, probabil, coloidul de fond al sucului celular. Proprietățile lor fizice (puterea mare de emulsionare a grăsimilor și cele de stabilizatori ai emulsiilor) le fac să fie direct responsabile de dispersarea lipidelor identificate la un nivel coloidal și deci indirect de formarea corpusculilor.

#### *Reacții chimico-coloidale și microchimice „model” efectuate in vitro*

Pornind de la premisa că suc celular reprezintă un amestec eterogen de substanțe, am imaginat o serie de experiențe chimico-coloidale și reacții microchimice „model” care să reproducă parțial complexul de condiții fizico-chimice din vacuolă.

În esență aceste experiențe s-au redus la punerea în contact a colorantului vital utilizat, în cazul nostru roșu neutru (1 : 1 000 în apă distilată), cu soluțiile pure sau în amestec ale mai multor substanțe bănuite ca responsabile de geneza corpusculilor în vacuole. Reacțiile s-au executat de regulă cu cantități mici de substanțe, pe lame de microscopie cu rigolă, observațiile efectuîndu-se cu și fără lamelă.

*Reacția dintre roșu neutru și taninuri.* Pe o lamă de microscopie s-a pus o picătură dintr-o soluție concentrată de tanin (pregătită din substanță chimic pură sub formă de pulbere sau prin extragere din făina de gale), peste care s-a adăugat o picătură de roșu neutru. Cele două lichide au reacționat imediat, formîndu-se un precipitat pe care l-am examinat apoi la microscop. Pentru problema urmărită de noi rezultatul a fost

<sup>1)</sup> Pentru amănunte a se vedea (31), (32).

negativ. Taninul a format cu roșu neutru pelicule de culoare roșie-roz, pînă la roșie-vișinie pe suprafața picăturii, iar în interiorul ei precipitate amorfe colorate în aceleași nuanțe. Nu s-a observat nici urmă de corpusculi sau cristale, care să ne amintească de formațiunile observate în vacuolele celulelor epidermale de la ghiocel. Este greu de admis deci, pe baza acestei reacții, că taninurile sînt responsabile de geneza corpusculilor.

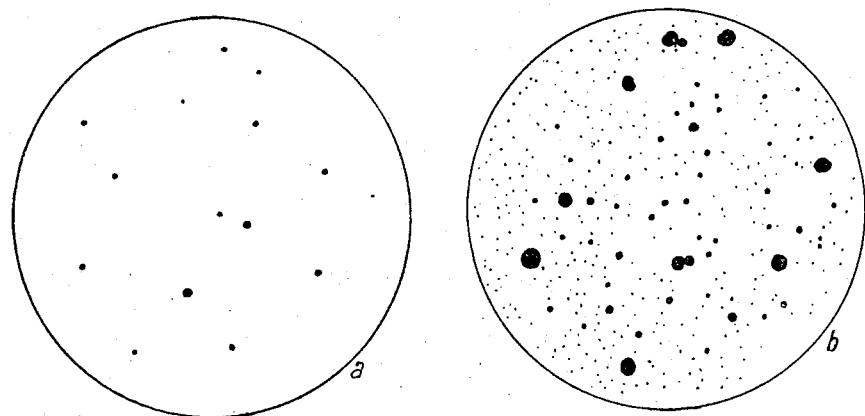


Fig. 1. — a, Corpusculi colorați formați în urma colorării cu roșu neutru a unei soluții de fenol 5%; b, aceiași corpusculi după adăugarea unei soluții tampon de fosfați.

**Reacția dintre roșu neutru și fenol.** Pe o lamă de microscopie s-a pus o picătură dintr-o soluție proaspătă<sup>1)</sup> de fenol 5% în apă distilată. Apoi s-a adăugat o picătură de roșu neutru. Observația microscopică ne-a arătat că fenolul reacționează cu roșu neutru formînd corpusculi sferici de dimensiuni foarte mici, între 0,5 și 1 μ diametru (fig. 1, a). Ei se află într-o puternică agitație, dar numărul lor fiind neînsemnat, probabilitatea de a forma corpusculi mai mari în urma ciocnirilor și a coalescenței este foarte redusă, chiar după un timp mai îndelungat de la săvîrșirea reacției.

Adăugarea unui amestec format din:  $\text{PO}_4\text{H}_2\text{K}$  (1/15 M) și  $\text{PO}_4\text{HNa}_2$  (1/15 M), în cele mai diferite proporții, dar corespunzătoare unor variații de pH cuprinse între 5,8 și 7,6 induce în unele cazuri<sup>2)</sup> formarea unor corpusculi sferici cu dimensiuni mult mai mari (fig. 1, b). Aceștia au de regulă o culoare roșie-vișinie, se contopesc rapid între ei și adeseori ajung să formeze sfere de 30–40 μ diametru. Comportarea lor este deci întru-totul asemănătoare cu aceea a unor picături ce se formează într-o emulsie de tip U : A (ulei în apă), în cazul a două lichide nemiscibile. Observația ne convinge că pH-ul joacă un rol categoric în geneza acestor corpusculi.

<sup>1)</sup> Soluțiile învechite nu mai reacționează cu roșu neutru prin formarea de corpusculi, deoarece ele se oxidează și își pierd proprietățile tensio-active.

<sup>2)</sup> Trebuie să notăm faptul că în funcție de prospețimea soluției de fenol și de proveniența acestuia se pot forma uneori corpusculi și cu alte forme decît cea sferică.

Experiențele efectuate cu ajutorul fenolului ne dovedesc că în celulele vegetale care conțin fenoli geneza corpusculilor este posibilă.

**Colorarea cu roșu neutru a unei emulsii nestabile de ulei vegetal sau de acid oleic pur.** Reacțiile histochemice efectuate ne-au dovedit că în sucurile celulare, unde se formează corpusculi, există substanțe de natură lipidică. Aceste lipide vacuolare pot fi bănuite ca avînd o afinitate puternică cu coloranții vitali bazici.

O primă sarcină a fost, deci, să se constate în ce măsură reacționează grăsimile neutre și acizii grași liberi cu roșu neutru.

Într-o eprubetă s-a turnat o picătură de ulei vegetal comestibil sau una de acid oleic (rezultatul a fost același în ambele cazuri), adăugîndu-se 2–3 cm<sup>3</sup> de apă distilată. S-a agitat apoi puternic și îndelungat pînă la obținerea unei emulsii instabile de tip U : A. Această s-a emulsie colorat apoi cu roșu neutru continuîndu-se agitarea. Din amestecul obținut s-a examinat la microscop cîte o picătură.

S-a observat foarte ușor structura emulsiei. Ea este alcătuită din picături de ulei vegetal sau acid oleic de diferite dimensiuni, colorate în nuanțe de roz deschis pînă la roz închis. O parte din colorant rămîne însă în mediul de dispersie a picăturilor emulsionate.

Prima constatare este că sferele formate în emulsie prin dispersarea unui lichid în celălalt nu sînt de loc identice cu corpusculii observați în vacuolele celulelor epidermale de la ghiocel. Este drept că picăturile emulsionate se contopesc rapid, dar culoarea lor și modul în care se formează sînt indicii sigure că ele nu sînt identice cu corpusculii observați în vacuole. Colorarea picăturilor de acid oleic sau ulei vegetal cu roșu neutru se datorește numai pătrunderii colorantului liposolubil printr-un proces de dizolvare simplă.

**Colorarea cu roșu neutru a unor soluții de săpun provenit din grăsimi animale.** Experiențele efectuate cu grăsimile neutre sau cu acizii grași liberi ne-au dovedit că lipidele identificate în vacuole, trebuie să fie legate de presupusul complex coloidal sub altă formă. Una din ipotezele de lucru, care după cum vom vedea s-a dovedit a fi extrem de fecundă, a fost aceea a prezenței lipidelor în vacuole sub formă de săruri ale acizilor grași. Acestea, după cum se știe (2), (12), (15), (49) formează foarte ușor soluții semicoloidale.

S-a făcut deci într-o eprubetă o soluție diluată dintr-un săpun existent în comerț, calitatea a II-a (săpun „cheie”). Aceasta am colorat-o apoi cu roșu neutru.

Privind la microscop o picătură din amestecul obținut, am observat mai ales prezența unor cristale aciculare, colorate în galben, roșu-cărămiziu sau chiar roz. Unele cristale erau asteriforme. Prin încălzire la 50–60°, aceste cristale se transformau în corpusculi sferici, colorați intens în roșu-vișiniu. Prin răcire ei se recrystalizau. Dacă se adăuga amestecului de pe lamă o picătură dintr-o soluție de acid acetic 1%, atunci numeroase cristale aciculare se transformau în corpusculi sferici, obținîndu-se forme foarte asemănătoare cu șiragurile descrise în lucrarea noastră anterioară (44)<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> fig. 6.

Aceste observații ne-au furnizat deci, primele date prețioase asupra stării substanțelor lipidice dispersate în sucii celulari. Ele sînt cu siguranță în mare parte săruri ale diversilor acizi grași, solvate în solul coloidal al vacuolei. Pentru a dovedi pe deplin această afirmație am executat o serie de experiențe *in vitro*, de această dată cu diferiți compuși în stare pură și în diferite amestecuri.

*Colorarea cu roșu neutru a sărurilor de Na, NH<sub>4</sub>, K și Ca ale acidului oleic și ale linoleiatului de Na în amestec.* Prin neutralizarea acidului oleic pur cu hidrații respectivi s-au obținut oleatul de Na, NH<sub>4</sub>, K și Ca. Sarea de Na a acidului linoleic s-a obținut prin saponificarea cu hidrat de Na 20% a uleiului de nucă, care — conform datelor lui C. Wehmer (56) — conține: 78—83% acid linoleic, 14—15% acid oleic și circa 4% acid linolenic.

Din aceste săruri s-au pregătit apoi soluții diluate, pe care le-am colorat cu roșu neutru pe o lamă de microscopie. Observația la microscop n-a fost întreruptă în tot timpul efectuării colorării.

S-a observat că, prin adăugarea unei picături de roșu neutru la o soluție diluată de oleat de Na, în interiorul acesteia se formează instantaneu o mulțime de corpusculi mici punctiformi, de culoare roșie-cărămizie, pînă la roșie-vișinie. Prin coalescență acești corpusculi cresc pînă ajung la dimensiuni apropiate de cele înregistrate în vacuolele celulelor epidermale de ghiocel (fig. 2, a).

Forma corpusculilor este în funcție de pH-ul mediului. La un pH = 7, sau mai alcalin, predomină formele nesferice: granulațiile și în cele din urmă cristalele. Culoarea acestor corpusculi variază de la roșu-vișiniu în mediu neutru, la roșu-cărămiziu în medii din ce în ce mai alcaline. Înspre valorile scăzute ale pH-ului, deci în medii acide, predomină corpusculii sferici, care-și schimbă treptat culoarea de la roșu-vișiniu la roșu-zmeuriu. În cazul adăugării unei picături de acid acetic 1%, corpusculii se contopesc foarte rapid în sfere mari, de culoare roz deschis. În cele din urmă acidul oleic pur se stratifică la suprafața picăturii de pe lama de microscopie, iar acidul acetic se combină cu Na.

Prezența soluțiilor tampon de fosfați, ca și în cazul combinării roșului neutru cu fenolul, s-a dovedit a avea o deosebită importanță pentru formarea corpusculilor. Probabil că pH-ul modifică proprietățile soluției de oleat de Na. În lipsa roșului neutru, fosfații au provocat, în soluțiile diluate de oleat de Na, geneza unor corpusculi incolori (forme „leuco”) care prin colorație ulterioară au absorbit colorantul.

În cazul oleatului de NH<sub>4</sub> se formează cu roșu neutru numai corpusculi sferici de culoare roșie-cărămizie, pînă la roșie-vișinie. Cei care ajung în contact unul cu altul se contopesc după un timp în corpusculi mai voluminoși. Cu oleatul de K, de asemenea se formează numai corpusculi sferici, dar de culoare roșie-violetă intens (fig. 2, b). Colorînd o soluție de oleat de Ca cu roșu neutru, se formează numai cristale. Ele au de regulă o culoare galbenă sau galbenă-portocalie; forma lor este mai adesea aciculară, filiformă sau asteriformă (fig. 2, c).

În cazul săpunului obținut din uleiul de nucă, prin tratarea cu roșu neutru în prezența soluțiilor tampon de fosfați, se formează numai corpus-

culi sferici, care se contopesc în sfere mai mari mult mai rapid decît corpusculii alcătuiți din săruri ale acidului oleic. Prezența într-o proporție mare a acidului linoleic, cu punctul de topire scăzut ( $-18^{\circ}$ ) în uleiul de nucă<sup>1)</sup>, este desigur cauza acestui comportament al corpusculilor formați.

Deci, prin aceste experiențe, se constată că procesul de apariție și evoluție, precum și morfologia corpusculilor formați *in vitro* prin acțiunea

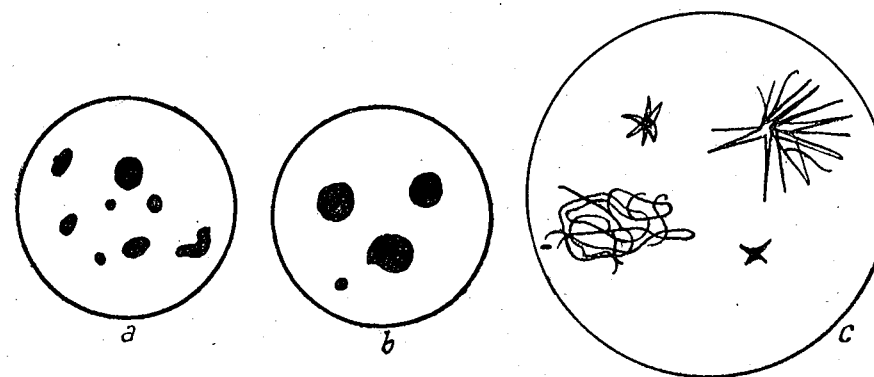


Fig. 2. — Corpusculi colorați formați în urma colorării unei soluții de: a, oleat de Na; b, oleat de K; c, oleat de Ca.

roșului neutru asupra soluțiilor diluate ale sărurilor acizilor grași, sînt perfect asemănătoare cu ale corpusculilor formați în celula vie în urma colorației cu același colorant.

Concluzia ce se impune din aceste constatări este că în sucurile celulare, în care pe fondul difuz colorat se formează cu roșu neutru sau alți coloranți vitali bazici corpusculi de diferite forme, substanțele de natură lipidică — cu o afinitate deosebită față de acești coloranți — se găsesc probabil în cea mai mare parte sub formă de săruri diferite ale acizilor grași. Această concluzie este cu atât mai întemeiată, cu cît dintr-un amestec egal proporționat de taninuri și oleat de Na, de exemplu, taninurile precipită cu roșu neutru independent, ca o substanță amorfă, în timp ce sarea acidului gras formează corpusculii caracteristici.

*Rolul saponinelor în geneza corpusculilor.* Investigațiile cito-histochimice efectuate de noi au atestat prezența saponinelor în vacuolele celulelor epidermale de la solzii bulbului de ghiocel. Totodată s-a dovedit că, deși saponinele se găsesc din abundență în sucurile celulare cercetate, ele nu participă la formarea corpusculilor. K. P a e c h (40) și, mai recent alți cercetători (51), (52), arată că prezența saponinelor în sucurile celulare este întotdeauna asociată cu aceea a lipidelor. Pornind de la aceste date am încercat să elucidăm, cu ajutorul unor experiențe chimico-coloidale „model”, rolul saponinelor în geneza corpusculilor.

<sup>1)</sup> A se vedea mai sus datele lui C. Wehmer (56).



În acest scop am ales digitonina, o saponină cu compoziție chimică și proprietățile fizice bine cunoscute (32), (52). Soluția coloidală de 1% ne-a servit drept reactiv de bază pentru această serie de experiențe.

În primul rând am cercetat reacția dintre digitonină și roșu neutru. Pe o lamă de microscopie am pus o picătură din soluția de 1% digitonină peste care am adăugat roșu neutru. Observația microscopică ne-a dovedit

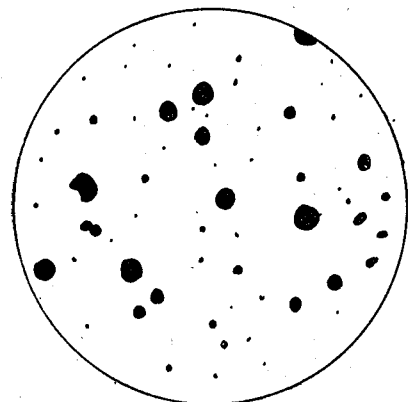


Fig. 3. — Corpusculi colorați formați prin colorarea cu roșu neutru, în prezența soluțiilor tampon de fosfați, a unui amestec de digitonină 1%, acid oleic pur și oleați de Na și K.

că digitonina singură, deci cu cea mai mare probabilitate și alte saponine, nu reacționează cu roșu neutru prin formarea de corpusculi.

În schimb, după cum se știe (32), (40), (52), digitonina este un bun emulgator al substanțelor grase.

Într-o eprubetă am turnat 2—3 cm<sup>3</sup> din soluția coloidală de digitonină 1%. Am adăugat apoi una sau câteva picături de acid oleic pur. Soluția de digitonină a provocat instantaneu emulsianarea acidului gras, iar la microscop s-a putut observa cu ușurință componentul dispersat sub forma unor picături de diferite dimensiuni, având 1—50 μ în diametru. Prin adăugarea unei picături de roșu neutru, sferile din emulsie se colorau treptat în nuanțe de roz deschis.

Dacă s-a adăugat ulterior un amestec

de PO<sub>4</sub>H<sub>2</sub>K și PO<sub>4</sub>HNa<sub>2</sub> (soluție 1/15 M), aceasta a provocat o intensificare a colorării sferelor de acid oleic și totodată a mărit tendința lor de a se contopi unele cu altele.

Într-o altă eprubetă am făcut un amestec în proporție egală dintr-o soluție de digitonină 1% și o soluție diluată de oleat de Na. La acest amestec am adăugat 1—2 picături de acid oleic pur. Am pus pe o lamă de microscopie o picătură din emulsia obținută și am colorat-o cu o soluție de roșu neutru. Pe lângă picăturile existente de acid oleic au început să se formeze și corpusculi sferici, foarte asemănători cu cei observați în vacuolele celulelor epidermale de la solzii bulbului de ghiocel (fig. 3). Adăugarea unui amestec de PO<sub>4</sub>H<sub>2</sub>K și PO<sub>4</sub>HNa<sub>2</sub>, de exemplu în proporția obținerii unui pH de 5,8—6,1, a provocat rapida formare de noi corpusculi. În același timp pH-ul amintit a favorizat colorarea în roșu-vișiniu a sferelor de acid oleic pur, existente în emulsie. Comportarea corpusculilor sferici obținuți din amestecul menționat mai sus, a fost întrutotul asemănătoare cu aceea a sferelor colorate formate în sucul celular prin colorația vitală.

Această serie de experiențe executate pe modele chimico-coloidale *in vitro* ne-au dovedit că, deși saponinele nu participă în compoziția chimică a corpusculilor sferici, ele condiționează geneza acestora prin proprietățile lor fizice. Saponinele constituie, deci, coloidul de bază al vacuolelor cercetate și totodată provoacă dispersarea cât mai puternică în sucul celular a tuturor substanțelor de natură lipidică.

### Analiza corpusculilor formați în vacuole și *in vitro* cu ajutorul microscopului polarizant

Cu ajutorul microscopului cu lumină polarizată am analizat diferenții corpusculi care s-au format fie în vacuole ca rezultat al colorației vitale, fie *in vitro* prin reacțiile „model” efectuate.

Dacă observăm un fragment din epiderma superioară a bulbului de ghiocel, colorat vital cu roșu neutru, la un microscop cu lumină polarizată, vom constata că din momentul apariției lor diferenții corpusculi posedă atributele cristalelor. Orice formă ar avea, ei se caracterizează în general prin dubla refracție, prin culoare diferită la rotirea cu 360° și prin două sau patru poziții de extincție.

După proprietățile optice pe care le manifestă în lumina polarizată putem face distincția între mai multe categorii de corpusculi.

Corpusculii sferici, atunci când sînt încă mici, deși în lumina albă nepolarizată apar colorați în roșu, în lumina polarizată, prin încrucișarea nicolilor, apar colorați în nuanțe de galben-verzui, pînă la galben-auriu. Prin rotirea cu 360° pot să prezinte extincție în două poziții.

Corpusculii sferici, cu dimensiuni mai mari de 3—5 μ, apar colorați în roșu aprins în lumina polarizată, cu totul într-o altă nuanță de roșu decît aceea pe care o prezintă în lumina albă nepolarizată. Este interesantă observația că prin rotirea cu 360°, acești corpusculi nu arată extincție în nici o poziție. Dacă ei posedă însă apendici spiniformi, ori dacă ei se înșirue în șiraguri, atunci apendicii și porțiunile subțiate dintre sferele înșiruite, prezintă extincție în cel puțin două poziții.

Există o categorie de corpusculi sferici, care se formează mai ales în epidermele recoltate de pe bulbii învechiți sau de pe solzii cei mai externi după circa 24 de ore de la colorare; în lumina polarizată aceștia ne apar colorați tot în roșu aprins, dar sînt străbătuți de numeroase zone concentrice subțiri și întunecate. În același timp ei au o cruce de extincție caracteristică, care se păstrează și în cursul rotirii (fig. 4).

În sfîrșit, cristalele — îndeosebi cele în formă de plăci rombice sau hexagonale — prezintă, prin rotirea cu 360°, fenomenul de pleiochromism și patru poziții de extincție. În lumina polarizată și cu nicolii încrucișați ele apar în anumite poziții colorate în nuanțe galbene ori galbene-verzui. În apropierea poziției de extincție, ele devin portocalii, apoi roșii-arâmii și în cele din urmă brune. Urmează extincția după care culorile se succed în sens invers pînă la culoarea galbenă sau galbenă-verzuie.

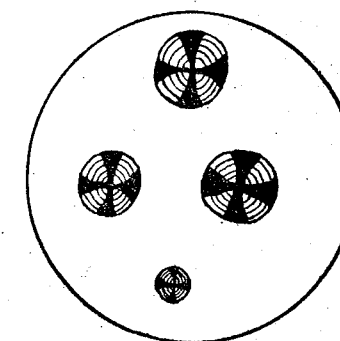


Fig. 4. — Corpusculi din solzii învechiți, văzuți la microscopul polarizant; se observă cercuri concentrice întunecate și crucea de polarizare (ei sînt alcătuiți preponderent din sterine și roșu neutru).

Sînt semnificative observațiile făcute asupra corpusculilor sferici, care în fazele mai înaintate ale colorației traversează tonoplastul. Microscopia cu lumină polarizată ne-a arătat că atît timp cît corpusculii se găsesc în vacuole ei prezintă dubla refracție și colorația suplimentară (mono- sau dichrosim). De îndată ce traversează tonoplastul, corpusculii își pierd natura cristalină și în lumina polarizată prin încrucișarea nicolilor nu mai arată spectaculoasa colorație suplimentară.

În cazul corpusculilor formați *in vitro* am constatat că la temperatura obișnuită a camerei (18—22°), numai aceia în componența cărora intră oleatul de Ca sau Na, posedă în lumina polarizată caracteristicile cristalelor. Corpusculii formați prin participarea acidului oleic, a oleatului de K sau a fenolului se comportă ca niște lichide perfect izotrope. În cazul unui amestec, sărurile de Na și Ca ale acidului oleic pot conferi proprietatea de cristal și corpusculilor alcătuiți din alte substanțe de natură lipidică dar polare, dacă acestea se găsesc într-o proporție însemnată.

Cercetările executate la microscopul polarizant, aruncă deci o lumină nouă asupra naturii fizice și chimice a corpusculilor ce se formează în unele sucuri celulare prin colorația vitală cu roșu neutru. Ele ne dovedesc că toți corpusculii care se formează în vacuole posedă o structură cristalină. În cazul sfero-cristalelor această structură se poate pierde prin traversarea tonoplastului. Nu este cazul să intrăm aici în amănunte de cristalografie, oricît de prețioase ar fi ele pentru elucidarea problemei, ne mărginim doar să semnalăm infinita gamă de cristale lichide, care se pot forma în vacuole prin legarea fizică sau chimică a coloranților vitali bazici de anumite substanțe de natură lipidică.

Multipla varietate a cristalelor lichide ce se formează în unele sucuri celulare prin colorația cu roșu neutru și diferențele lor proprietăți analizate în lumina polarizată, ne dovedesc că lipidele vacuolare care le dau naștere sînt tot atît de variate. Folosindu-ne de datele obținute de noi și de diagnozele lui L. L i s o n (35) sîntem îndreptățiți să considerăm că în compoziția sfero-cristalelor care nu prezintă crucea de extincție intră cu preponderență sărurile de Na ale diferiților acizi grași, apoi în cantitate mai mică chiar acizi grași liberi sau grăsimi neutre.

În compoziția sfero-cristalelor, care arată o structură stratificată (datorită zonelor întunecate concentrice) și crucea de extincție, intră cu siguranță diferiți esteri și alte combinații ale sterinelor. Prezența crucii de extincție este cea mai bună dovadă a participării preponderente a sterinelor la alcătuirea acestor corpusculi și, în același timp, a lipsei din compoziția lor a acizilor grași sau a sărurilor lor.

Cristalele în formă de plăci — fie rombice, fie hexagonale — sînt alcătuite la fel aproape numai din diferite sterine.

Cristalele neregulate, dar în special cele asteriforme și filiforme, sînt constituite în primul rînd din sărurile de Ca ale diferiților acizi grași.

Avînd în vedere proprietățile diferiților acizi grași, îndeosebi temperaturile lor de topire, deducem că: acizii linoleic (—18°), linolenic (—11°), ricinoleic (6°) și oleic (14°) trebuie să fie cei mai frecvenți în vacuole, mai ales sub formă de săruri.

## DISCUȚIA REZULTATELOR

Informațiile obținute asupra naturii chimice a substanțelor responsabile de formarea corpusculilor, precum și cele cu privire la starea fizică a sucului celular și a corpusculilor nou formați, ne permit să discutăm problema colorației vitale cu coloranții bazici, dintr-un nou punct de vedere, atins în treacăt pînă acum, acela al chimiei coloidale moderne<sup>1)</sup>.

Mai întîi este necesar să facem cîteva considerații asupra stării fizice a sucului celular în care se formează corpusculii, încă înainte, ca soluția colorată să fi pătruns în el. În conformitate cu rezultatele cercetărilor noastre, sucul vacuolar al celulelor din epiderma superioară a solzilor bulbului de ghiocel trebuie să fie constituit dintr-o soluție coloidală destul de complexă. Diferenții componenți ai sucului celular se găsesc dizolvați în ea la diferite niveluri de dispersie. Sărurile minerale, zaharurile și alte substanțe cu moleculă mică formează soluții moleculare; saponinele identificate, probabil și cîteva substanțe cu moleculă mare, alcătuiesc o soluție coloidală. Un loc aparte îl ocupă lipidele vacuolare. Sărurile acizilor grași și sterinele formează soluții semicoloidale (2), (12), (15), (49), iar acizii grași liberi și grăsimile neutre, dacă există, datorită pe de o parte saponinelor, iar pe de altă parte chiar sărurilor lor, se dispersează la un nivel coloidal, formînd probabil o emulsie. Aceasta nu se observă la microscopul cu cîmp luminos sau la cel cu contrast de fază, urmează să o considerăm deci drept o emulsie submicroscopică sau un emulsoid<sup>2)</sup>.

Trebuie să acordăm emulsoidului și soluției semicoloidale o atenție deosebită, deoarece — după părerea noastră — tocmai ele ar conține pe plan submicroscopic „în germene” viitorii corpusculi colorați.

Emulsoidul ar putea fi constituit din picături foarte fine de substanțe lipidice, de dimensiuni submicroscopice, stabilizate de saponinele prezente în vacuolă. Acestea din urmă, datorită proprietăților superficial active pe care le posedă, pot alcătui, la suprafața picăturilor, pelicule protectoare foarte rezistente (12), (49). Soluția semicoloidală, după datele chimiei coloidale (2), (12), (15), (49), este constituită atît din particule dispersate la nivel molecular (molecule izolate), cît și din particule dispersate la un nivel coloidal (agregate moleculare sau „micele”<sup>3)</sup>). Mice-

<sup>1)</sup> Interpretarea chimico-coloidală a rezultatelor noastre a fost revăzută de prof. I. Cădăriu și E. Chifu de la Catedra de chimie fizică a Facultății de chimie, Universitatea „Babeș-Bolyai”, Cluj. Pentru sugestiile date cu privire la redactarea acestei părți din lucrare, le exprimăm mulțumirile noastre.

<sup>2)</sup> Emulsoidii constituie o categorie specială de emulsii care, prin gradul de dispersie a picăturilor componente, se apropie de soluțiile coloidale; a se vedea A. P. Ruțkov (49), p. 263.

<sup>3)</sup> Micelele din soluțiile semicoloidale au fost mai bine studiate în cazul săpunurilor. Cercetările chimiștilor fizicieni J. Mc Bain (1920, 1935), E. G. Hartley (1936, 1939) și P. A. Reinder (1937) — pentru amănunte a se vedea S. Anastasiu și E. Jelescu (2) — efectuate cu ajutorul razelor X, au dovedit că aceste micele pot să aibă forme destul de variate. În general sînt recunoscute două tipuri principale de micele: sferice și liniare. Ambele iau naștere prin asocierea moleculelor datorită forțelor slabe de coeziune *van der Waals*, care leagă extremitățile nepolare, partea hidrofobă, ale acestora. Prin urmare, dacă micela este sferică, la suprafața ei se vor dispune numai polii hidrofilii ai funcției R-COOME sau R-COOH. Aceștia pot fi parțial disociați și astfel micela se încarcă electronegativ, iar în jurul ei se dispune un strat de ioni cu sarcină contrară.

lele ar putea constitui în ultima analiză cea mai fin dispersată fază a emulsoidului din sucular celular.

Reacțiile cito-histochimice efectuate de noi, dar mai ales cele chimico-coloidale executate *in vitro*, ne permit să credem că atât picăturile emulsoidului, cât și micellele dispersate în sucurile celulare nu sînt constituite dintr-o singură substanță. Să luăm de pildă cazul micellelor; în interiorul lor, prin fenomenul cunoscut în chimia coloidală de solubilizare micelară (2), (49), s-ar putea intercala printre moleculele substanțelor constitutive și moleculele altor substanțe polare. Astfel, dacă o micelă este constituită din sarea de Na a unui acid gras, în alcătuirea ei ar mai putea intra sărurile de Na ale altor acizi grași, apoi sărurile de  $\text{NH}_4$ , K și Ca, acizi grași liberi sau diferite substanțe de natură sterică. Acest raționament rămîne valabil și în cazul picăturilor mai mari ce alcătuiesc faza dispersată a emulsoidului. În concluzie, „germenii”<sup>1)</sup> corpusculilor colorați din sucular celular ar putea fi formați din moleculele mai multor substanțe care au proprietăți fizice asemănătoare. În funcție de proporția diferitelor substanțe și de structura moleculelor componente presupunem că forma submicroscopică a „germenilor” corpusculilor din sucular celular ar putea fi de asemenea foarte variată. Un indiciu cu privire la formele multiple ale diferiților „germeni” cristalini submicroscopici dispersați în sucular celular l-ar putea constitui, după părerea noastră, nesfârșita gamă de cristale lichide ce iau naștere drept urmare a colorației vitale. Această opinie este sprijinită și de ipoteza, verosimilă, după cum vom vedea în cele ce urmează, că în cazul formării corpusculilor legarea colorantului se face prin procese pur fizice de adsorbție și solvatare.

A doua problemă care necesită o discuție este aceea a *genezei corpusculilor* în vacuole în urma colorației vitale. Aspectele microscopice succesive ale apariției corpusculilor au fost pe larg descrise în lucrarea noastră anterioară (44), dar procesele chimico-coloidale ce au loc cu această ocazie n-au fost încă în suficientă măsură dezbătute. În cele ce urmează vom prezenta o ipoteză întemeiată pe considerațiile făcute asupra stării fizice a sucurilor celulare în care se formează corpusculii colorați.

Datele existente în literatură (54) ne arată că roșu neutru, colorantul utilizat de noi, se solvă mai ușor în lichidele organice nepolare sau polare decît în apă. Dar, celulele vii, după cum ne este binecunoscut, pot absorbi coloranți vitali numai din soluțiile apoase. Prin urmare, ei ajung sub această formă în interiorul vacuolei și întîlnesc picăturile de substanțe lipidice dispersate în emulsoid. În conformitate cu legea de distribuție a lui Nernst, privitoare la echilibrul dintre două soluții ale aceleiași substanțe solvatate în două lichide puțin solubile sau insolubile unul în altul, cea mai mare parte din colorant se va repartiza în lichidul în care se solvă mai ușor. În cazul nostru, roșu neutru va pătrunde selectiv și în cantitate mult mai mare în picăturile emulsoidului. Pătrunderea lui în picături se face pe baza unor fenomene fizice de adsorbție și solvatare (extractione prin solvent). Deoarece lipidele care participă la formarea

<sup>1)</sup> Noțiunea de „germene” o întrebuițăm aici, nu în sensul restrîns al chimiei coloidale de germene micelar sau cristalin, ci în sensul mult mai general de corp sau corpuscul inițial

acestor picături, după datele noastre, sînt în cea mai mare parte substanțe polare (acizi grași liberi, săruri ale acizilor grași, sterine), ne putem aștepta ca o dată cu colorantul să pătrundă și o parte din solvantul inițial al acestuia (apa).

Procesul nu se oprește însă aici, deoarece — în urma colorației vitale — apar corpusculii colorați, de dimensiuni microscopice, pe baza creșterii „germenilor” prin fenomene încă neelucidate. Una din explicațiile probabile ar fi aceea că roșu neutru, în condițiile de pH existente în vacuole, provoacă distrugerea emulsoidului. Aceasta este posibilă numai în cazul cînd colorantul înlătură stratul protector de saponine de pe suprafața picăturilor din emulsoid și astfel, pe baza legilor termodinamice, ar favoriza autodistrugerea emulsiei. În sprijinul acestei ipoteze există cîteva fapte experimentale, dar încă insuficiente pentru completa ei fundamentare. Astfel, ne sînt cunoscute din literatură experiențele lui G.W. S c a r t h (50), care a obținut geneza corpusculilor colorați în sucurile celulare de ceapă (*Allium cepa*) colorate difuz cu roșu neutru, în urma unui tratament cu cafeină sau cu  $\text{NH}_3$  foarte diluat. În experiențele făcute de noi am indus formarea unor corpusculi necolorați în celulele epidermale de la ghiocel prin tratarea lor cu o soluție de stricinină. *In vitro* de asemenea am obținut geneza de corpusculi necolorați din soluțiile sărurilor acizilor grași prin adăugarea unei soluții tampon de fosfați, cu pH-ul oscilant în jurul punctului de neutralitate. Toate aceste fapte ne dovedesc că un anumit pH poate favoriza formarea de corpusculi și că alcaloizii pot distruge stratul protector de saponine. Considerăm însă că pentru verificarea ipotezei noastre sînt necesare noi cercetări de citofiziologie și chimie coloidală, efectuate atât la nivelul sucurilor celulare, cât și *in vitro*.

În procesul de creștere a picăturilor, în afară de simpla autodistrugere a emulsoidului, putem presupune că și substanțele lipidice dispersate în sucular celular sub formă de micelle, sau de molecule izolate, au un rol propriu.

Întregul proces poate fi și mai complicat dacă ținem seamă și de faptul că moleculele roșului neutru, așa după cum atestă cercetările lui P. B a r t e l s (6), (7), prezintă la anumite valori ale pH-ului mediului (de exemplu: 5,89 și 7,38) un efect de polimerizare, unindu-se în agregate de doi pînă la patru cationi. Însă datele existente în literatură de specialitate, îndeosebi de citologie animală (10), ne arată că în afară de valoarea pH-ului, polimerizarea coloranților vitali bazici la un nivel mult mai înalt poate fi favorizată și de prezența sărurilor acidului fosforic.

Oricare ar fi complicațiile procesului prin care se realizează creșterea picăturilor pînă la dimensiuni microscopice, el trebuie să fie însoțit de o pătrundere, ordonată și orientată în jurul unui ax de simetrie definit, atât a moleculelor de roșu neutru, cât și a noilor molecule de substanțe lipidice. Numai astfel ne putem explica de ce corpusculii colorați, avînd diferite dimensiuni și forme, posedă o structură complexă și toate caracteristicile cristalelor lichide.

Comportarea ulterioară a corpusculilor sferici, foarte asemănătoare unei emulsii de tip U : A, a fost discutată în lucrarea noastră anterioară (44).

În urma datelor obținute de noi și în lumina celor discutate mai sus, mai trebuie lămurită încă o problemă mult dezbătută în literatură de specialitate, aceea a modului în care colorantul vital se leagă de substanțele vacuolare responsabile de formarea corpusculilor. Până, acum, în această privință au fost exprimate două categorii de opinii. O parte din cercetători (14), (16), (18), (23), (24), (25), (26), (27), (28), (34), (36), (43), (48), (53), (54) cred că substanțele din suc celular leagă coloranții vitali bazici printr-o reacție chimică. Acei care admit existența în suc celular a unui coloid (5), (9), (11), (17), (21), (22), (42), (50), ((55) citat după (3)) împărtășesc, dimpotrivă, părerea că legarea coloranților vitali în suc celular pentru a forma corpusculii amintiți se face prin intermediul unor forțe pur fizice, de adsorbție de exemplu.

Ipoteza legării chimice a coloranților bazici este mai greu de conceput și încă neverificată experimental<sup>1)</sup>. Dar, unele date experimentale existente, precum și discuția cu privire la mecanismul probabil de geneză a corpusculilor colorați, aduc dovezi în sprijinul ipotezei legării fizice (prin adsorbție și solvatare) a coloranților vitali bazici.

Este suficient să ne adresăm în această privință, observațiilor lui J. Gicklhorn (20) care a constatat, de exemplu, că o plasmoliză puternică distruge corpusculii sferici formați prin colorația vitală cu roșu neutru în vacuolele celulelor din pulpa fructului de *Symphoricarpus*. La o concentrație de 0,5 n a  $\text{NO}_3\text{K}$  corpusculii de regulă dispăreau, dar se formau din nou prin readucerea celulelor în soluții hipotonice. Fenomenul l-am observat și noi în cazul celulelor din epiderma superioară de la solzii bulbului de ghiocel (date încă nepublicate). Aceste observații ne fac să bănuim că bilanțul de apă al celulei — starea de diluare a sucului celular — joacă un rol important în geneza corpusculilor. Dacă aceștia s-ar forma printr-o legare chimică a colorantului, atunci lipsa de apă în vacuole, provocată de plasmoliza puternică, n-ar trebui să ducă la solvarea sau dispariția lor, ci dimpotrivă la precipitarea lor. Contribuția apei la formarea corpusculilor este deci inexplicabilă în ipoteza legării chimice a coloranților vitali bazici.

Înainte de a încheia discuția este necesar să revenim, pe baza datelor furnizate de microscopia în lumina polarizată, asupra interesantului proces de traversare a tonoplastului de către corpusculii sferici. Am constatat, cu ocazia expunerii rezultatelor, că acei corpusculi care trec peste tonoplast și se localizează în citoplasmă își pierd prin aceasta atributele de cristal lichid. Ei nu mai prezintă birefrință, iar culorile lor suplimentare, care apăreau în lumina polarizată prin încrucișarea nicolilor, se pierd. Indicații asemănătoare găsim și în cercetările lui J. Gicklhorn (20), care observă și el dispariția birefrinței și a culorii suplimentare, fără să specifice că este vorba de corpusculi localizați deja în citoplasmă.

<sup>1)</sup> În cazul sucurilor celulare „pline”, în sensul lui K. Höfler, legarea chimică a coloranților vitali a fost însă dovedită prin analize microspectrofotometrice. Astfel, E. Bacher și J. Hözl (3) au găsit că la *Allium cepa* roșu neutru este legat în vacuolele cu suc celular „plin” de anumite substanțe flavonice, formând un nou compus cu maximul de absorbție în banda de 540—550 m $\mu$ , denumită din această cauză și banda V sau de legătură.

Pierderea proprietăților de cristal, în urma traversării tonoplastului, ne dovedește că moleculele componente ale corpusculilor suferă prin aceasta un oarecare deranjament nemaifiind orientate. Sfero-cristalele se transformă într-un corp nestructurat. Aceasta constituie deci o dovadă indirectă, dar prețioasă, în favoarea ipotezei filtrării sfero-cristalelor peste tonoplast în citoplasmă pe baza liposolubilității (38), (39), (43). În lumina datelor chimiei coloidale (2), (12), (49) un rol de seamă în această traversare trebuie să-l aibă procesele de solubilizare micelară.

În orice caz, după filtrare corpusculii nu mai rămân aceiași nici din punct de vedere structural, nici din cel al compoziției chimice. Printre moleculele de substanțe lipidice și roșu neutru probabil se află acum intercalate moleculele substanțelor proteice. Acestea cauzează pierderea birefrinței, deoarece — așa cum arată R. Barer (4) — proteinele și lipidele posedă birefrințe de semne contrarii care se compensează probabil până la anihilare, când moleculele celor două clase de substanțe se află împreună.

#### CONCLUZII

1. Cauza formării corpusculilor colorați în vacuolele celulelor epidermei superioare de la solzii bulbului de ghiocel, prin colorația vitală cu roșu neutru, sînt substanțele de natură lipidică ce se găsesc dispersate în suc celular, atât la un nivel molecular, cît și la unul coloidal.
2. Substanțele care provoacă dispersarea lipidelor în suc celular la un nivel coloidal sînt în primul rînd saponinele acumulate în vacuole. Ele nu participă la compunerea corpusculilor, dar favorizează posibilitatea genezei lor prin proprietățile emulgatoare pe care le posedă. Aceasta face ca saponinele să aibă o importanță citofiziologică deosebită în acumularea grăsimilor în vacuole, ca substanțe de rezervă.
3. Substanțele de natură lipidică responsabile de formarea corpusculilor sînt în primul rînd sărurile de Na,  $\text{NH}_4$ , K și Ca ale acizilor grași; urmează apoi diferite substanțe de natură sterică și acizi grași liberi.
4. Sărurile acizilor grași, împreună cu celelalte substanțe de natură lipidică formează în sucurile celulare cercetate, după toată probabilitatea, fie miclele complexe, fie picături submicroscopice foarte fin dispersate. Prin urmare, în suc celular ar putea coexista simultan atât o soluție semicoloidală, cît și un emulsoid. Datorită fenomenului de solubilizare micelară s-ar putea ca alcătuirea chimică a micelilor și picăturilor să fie destul de complicată și, în consecință, forma și structura pe care ar putea s-o aibă să fie de asemenea foarte variate.
5. Coloranții vitali bazici, în cazul nostru roșu neutru, într-o primă fază se adsorb împreună cu alte molecule de substanțe grase din mediu la suprafața picăturilor pentru ca ulterior prin procesele de solubilizare micelară și distribuție în solvent să pătrundă în interiorul lor.
6. În continuare, prin distrugerea stratului stabilizator de saponine de la suprafața picăturilor din emulsoid și așezarea orientată în interiorul lor de-a lungul unui ax de simetrie a moleculelor intrate din

mediu de dispersie se formează corpusculii colorați, de dimensiuni microscopice, ce posedă proprietăți de cristale lichide. Contopirea corpusculilor submicroscopici are loc conform legilor termodinamicii.

7. Dintre toate tipurile de cristale lichide formate în vacuole, cele mai apropiate de starea de agregare lichidă sînt sfero-cristalele. Numai ele se comportă analog unei emulsii, se contopesc rapid și pot traversa tonoplastul.

8. Traversarea tonoplastului de către sfero-cristale se face printr-un mecanism de filtrare. Cu această ocazie ele își pierd structura cristalină devenind perfect izotrope, datorită faptului că moleculele care le compun nu mai sînt orientate de-a lungul unui ax de simetrie sau din cauză că printre moleculele orientate se află molecule de substanțe proteice care posedă o birefringență de semn contrar anihilatoare. Prin urmare, în lumina polarizată corpusculii localizați în citoplasmă nu mai posedă birefringență și alte proprietăți optice.

*Laboratorul de fiziologia plantelor  
al Universității „Babeș-Bolyai” din Cluj.*

## ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ И ХИМИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ ВАКУОЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ, ОБУСЛОВЛИВАЮЩИХ ОБРАЗОВАНИЕ ТЕЛЕЦ С ПРИЖИЗНЕННЫМИ ЩЕЛОЧНЫМИ КРАСИТЕЛЯМИ

### РЕЗЮМЕ

Для выявления химической природы вакуольных веществ, обуславливающих образование телец с прижизненными щелочными красителями, авторы пользовались тремя методами: цитогистохимическим анализом, модельными химико-коллоидальными опытами „in vitro” и исследованием под поляризационным микроскопом образовавшихся телец.

Цитогистохимические реакции доказали существование в вакуолях поверхностного эпидермиса чешуек лукавицы подснежника двух категорий веществ: липоидных веществ, обнаруженных путем окраски Суданом III по методу Б. Ромейса (45,46), и сапонинов, обнаруженных путем осаждения гидратом бария (31,32).

Авторы считают, что у подснежника сапонины являются основным коллоидом клеточного сока и, вследствие их свойства эмульсировать жиры, способствуют накоплению липоидов в качестве запасных веществ в вакуолях путем как молекулярного, так и коллоидального диспергирования.

Из „модельных” реакций, проводившихся „in vitro”, положительные результаты по изучавшемуся вопросу дало окрашивание нейтральным красным чистых растворов различных олеатов (Na, NH<sub>4</sub>, K и Ca) или же олеатов с чистой олеиновой кислотой в смеси

с дигитонином. В этих случаях „in vitro” образовывались окрашенные тельца, сходные с тельцами, образующимися в вакуолях при прижизненном окрашивании. Отсюда был сделан вывод, что диспергированные в вакуолях липоиды, находятся в виде различных жирных кислот с низкой точкой плавления.

Исследования, при помощи поляризационного микроскопа, образующихся в вакуолях телец показало, что они являются здесь жидкими кристаллами. Основываясь на диагнозе Л. Лизона (35), авторы нашли, что некоторые тельца состоят лишь из различных солей жирных кислот, чистых свободных жирных кислот и возможно и некоторых нейтральных жиров, тогда как другие, у которых при поляризации наблюдается появление темного креста, состоят лишь из стеринов и их эфиров.

Интерпретация генезиса окрашенных телец делается в свете данных коллоидальной химии. Исходят из того факта, что сапонины, находящиеся в клеточном соке вызывают тонкое диспергирование липоидных веществ. Так как было установлено, что эти вещества являются солями жирных кислот, то по аналогии с полуколлоидальными мыльными растворами предполагается, что в клеточном соке они образуют отрицательно заряженные мицеллы. Учитывая свойства полуколлоидальных растворов, авторы предполагают, что наряду с молекулами, соединенными в мицеллы, клеточный сок содержит также и изолированно диспергированные молекулы полярных липоидных веществ. С другой стороны, допускается также, что благодаря наличию сапонинов и солей жирных кислот, другая часть липоидных веществ диспергирована в виде капель крупных, чем мицеллы, но также субмикроскопических размеров, образующих в вакуолях эмульсоиды.

Согласно концепции авторов, капельки липоидов в эмульсоиде и мицеллах являются „зародышами” будущих окрашенных телец. При проникновении в вакуоли красителя в известной концентрации, его молекулы адсорбируются на поверхности капелек. Позднее, благодаря явлению мицеллярного растворения и распределения, они вклиниваются между молекулами жирных веществ, образующих эти капли. На этом, однако, процесс не заканчивается, так как, по предложению авторов, краситель устраняет стабилизирующий слой сапонинов вокруг капелек жира, вследствие чего происходит самоочищение эмульсоида благодаря слиянию мелких капель в тельца все более и более крупных размеров. В этом процессе участвуют новые молекулы красителя из среды совместно с другими липоидными веществами, до того изолированно диспергированными в вакуоле. Указывается, что как молекулы красителя, так и молекулы жирных веществ упорядоченно проникают в растущие в размерах капельки. Расположение составляющих окрашенные тельца молекул относительно определенной оси симметрии объясняется свойствами жидких кристаллов, которыми эти тельца обладают.

Основываясь на полученных данных, с помощью поляризационного микроскопа исследуется затем специальным образом прохождение через тонопласт сферических телец. Утрата двойной преломляемости

и добавочного цвета, то есть свойств кристаллов, как следствие локализации их в цитоплазме, считается авторами последствием нарушения правильного расположения составляющих их молекул. Это происходит во время прохождения через тонопласт сферических кристаллов и предполагает наличие фильтровального механизма, связанного с растворением мицелл.

#### ОБЪЯСНЕНИЕ РИСУНКОВ

Рис. 1. — *a* — Окрашенные тельца, образовавшиеся как следствие окрашивания нейтральным красным 5 % раствора фенола; *b* — те же тельца после добавления буферного фосфатного раствора.

Рис. 2. — Окрашенные тельца, образовавшиеся при окрашивании раствора: *a* — олеата Na; *b* — олеата K; *c* — олеата Ca.

Рис. 3. — Окрашенные тельца, образовавшиеся при окрашивании нейтральным красным, в присутствии буферного фосфатного раствора смеси 1 % дигитонина, чистой олеиновой кислоты и олеатов Na и K.

Рис. 4. — Тельца из состарившихся чешуек при рассмотрении в поляризационный микроскоп; заметны темные концентрические кольца и поляризационный крест (они состоят преимущественно из стеринов и нейтрального красного).

### RECHERCHES SUR LA NATURE PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES SUBSTANCES VACUOLAIRES GÉNÉRATRICES DE CORPUSCULES AVEC LES COLORANTS] VITAUX BASIQUES

#### RÉSUMÉ

Pour identifier la nature chimique des substances vacuolaires génératrices de corpuscules avec les colorants basiques, les auteurs ont employé trois méthodes: l'analyse cyto-histochimique, les expériences chimico-colloïdales «modèle» exécutées *in vitro* et l'analyse au microscope polarisant des corpuscules formés.

Les réactions cyto-histochimiques ont révélé l'existence, dans les vacuoles de l'épiderme supérieur des écailles du bulbe de perce-neige, de deux catégories de substances: les lipides, identifiés par la coloration au Sudan III selon la méthode de B. Romeis, et les saponines, mises en évidence par la précipitation à l'hydrate de baryum.

Les auteurs considèrent que, dans le cas du perce-neige, les saponines constituent le colloïde de base du suc cellulaire et contribuent, grâce à leurs propriétés d'émulsionner les graisses, à emmagasiner les lipides, dans les vacuoles, en tant que substances de réserve, par dispersion moléculaire, aussi bien que colloïdale.

Parmi les réactions «modèle» effectuées *in vitro*, celles qui ont donné des résultats positifs sont les colorations au rouge neutre des différentes solutions pures d'oléates (Na, NH<sub>4</sub>, K et Ca) ou des oléates et de l'acide

oléique pur en mélange avec de la digitonine. On a constaté la formation *in vitro* de corpuscules colorés, similaires à ceux qui prennent naissance dans les vacuoles par suite de la coloration vitale. On en a conclu que les lipides dispersés dans les vacuoles s'y trouvent surtout sous forme de sels des différents acides gras dont le point de fusion est bas.

L'analyse des corpuscules formés dans les vacuoles au microscope polarisant a prouvé qu'ils y constituent des cristaux liquides. En s'orientant d'après la diagnose de L. Lison, les auteurs ont constaté que certains corpuscules sont formés uniquement de différents sels des acides gras, d'acides gras libres et probablement de quelques graisses neutres, tandis que d'autres, qui présentent la croix sombre au microscope polarisant, ne seraient constitués que de stérines ou d'autres esters de ces substances.

La genèse des corpuscules colorés est interprétée à la lumière des données de la chimie colloïdale. Le point de départ est la constatation que les saponines présentes dans le suc cellulaire provoquent la dispersion fine des substances lipidiques. Celles-ci ayant été indentifiées comme des sels des acides gras, on a supposé, par analogie avec les solutions semi-colloïdales des savons, qu'elles forment dans le suc cellulaire des micelles à charge électrique négative. En raison des propriétés des solutions semi-colloïdales, les auteurs supposent que, dans le suc cellulaire, il doit y avoir à côté des molécules associées sous forme de micelles, des molécules de substances lipidiques polaires isolées et dispersées. Par ailleurs, ils admettent que grâce aux saponines et aux sels des acides gras, une autre partie des substances lipidiques se trouve dispersée en gouttes plus grandes que les micelles, mais toujours de dimensions submicroscopiques, qui forment dans les vacuoles un émulsion.

De l'avis des auteurs, les gouttes de lipides de l'émulsion et les micelles constituent les «germes» des futurs corpuscules colorés. Par pénétration du colorant dans les vacuoles, à une certaine concentration, les molécules de colorant sont adsorbées à la surface des gouttes. Grâce au phénomène de solubilisation micellaire et de répartition, elles s'intercalent ultérieurement parmi les molécules de matières grasses qui forment les gouttes. Le processus ne s'arrête pas là, car suivant l'hypothèse des auteurs, que le colorant éliminerait la couche stabilisatrice de saponines qui entoure les gouttes de lipides et l'émulsion finirait par se détruire lui-même, en raison de la fusion des petites gouttes en corps de plus en plus grands. De nouvelles molécules de colorant fournies par le milieu ainsi que d'autres molécules lipidiques, jusque là isolées et dispersées dans la vacuole, semblent participer aussi à ce processus. Les auteurs spécifient que les molécules de colorant autant que celles de matières lipidiques pénètrent d'une manière ordonnée dans les gouttes au cours de leur accroissement. L'orientation des molécules constitutives des corpuscules colorés, autour d'un axe de symétrie défini, est attestée par les propriétés de cristal liquide que ces derniers possèdent.

En vertu des données obtenues à l'aide du microscope polarisant, les auteurs analysent ensuite, tout particulièrement, le processus de pénétration des corpuscules sphériques à travers le tonoplaste. La perte de la biréfringence et de la couleur supplémentaire, donc de leurs proprié-

tés de cristaux, par suite de leur localisation dans le cytoplasme est considérée par les auteurs comme une conséquence du «dérangement» de l'orientation régulière des molécules qui les constituent. Ceci a lieu pendant la traversée du tonoplaste par les sphérocristaux et implique un mécanisme filtrant associé à une solubilisation micellaire.

## EXPLICATION DES FIGURES

Fig. 1. — a, Corpuscules colorés formés par suite de la coloration au rouge neutre d'une solution de phénol à 5%; b, mêmes corpuscules après l'addition d'une solution-tampon de phosphates.

Fig. 2. — Corpuscules colorés formés par suite de la coloration d'une solution de: a, oléate de Na; b, oléate de K; c, oléate de Ca.

Fig. 3. — Corpuscules colorés formés par coloration au rouge neutre en présence des solutions-tampon de phosphates, d'un mélange de digitonine à 1%, d'acide oléique pur et d'oléates de Na et de K.

Fig. 4. — Corpuscules provenant d'écaillés vieilles, vus au microscope polarisant; on observe des cercles concentriques sombres et la croix de polarisation (ils sont surtout constitués de stérines et de rouge neutre).

## BIBLIOGRAFIE

1. АЛЕКСАНДРОВ В. Я., Цитофизиологическая оценка различных методов определения жизнеспособности растительных клеток, Труд. бот. инст. АН СССР, Экспериментальная бот., 1955, серия IV, 10, 309—357.
2. ANASTASIU S. și JELESCU E., Detergenții și alți agenți activi de suprafață, Ed. tehnică, București, 1959.
3. BANCHER E. u. HÖLZL J., Die Umwandlung leerer in volle Zellsäfte bei *Allium cepa* in Beziehung zur Flavonbildung (Spektrophotometrische mikrospektrographische Messungen), Flora, 1960, 149, 398—425.
4. БАРЕП Р., Микроскопия в поляризованном свете, в МЕЛЛОРСА, Методы цитологического анализа (Analytical cytology), Изд. иностр. лит., Москва, 1957.
5. BARTELS P., Quantitative mikroskopische Untersuchung der Speicherungs- und Permeabilitätsverhältnisse Akridinorange gefärbter Zellen, Planta, 1954, 44, 341—369.
6. — Spektralphotometrische Untersuchungen am Neutralrot. I. Protropiegleichgewichte und Normaltemperaturspektren im sichtbaren und ultravioletten Spektralbereich, Zschr. Phys. Chem., N. F., 1956, 9, 74—94.
7. — Spektralphotometrische Untersuchungen am Neutralrot. II. Das Assoziationsverhalten in wässriger Lösung, Zschr. Phys. Chem., N. F., 1956, 9, 95.
8. BENSLEY R. R. a. GERSH I., Studies on cell structure by freezing-drying method. II. The nature of the mitochondria in the hepatic cell of *Amblystoma*, Anat. Rec., 1933, 57, 217—237.
9. BETHE A., Der Stoffaustausch zwischen Zellen und Umgebung vom Standpunkt der Ladungshypothese und der Austauschadsorption, Naturwiss., 1950, 37, 177—182.
10. БРАКЕТ Ж., Биохимическая цитология (Biochemical Cytology), Изд. иностр. лит., Москва, 1960.
11. BUNNING E., Über die Farbstoff- und Nitrataufnahme bei *Aspergillus niger*, Flora, 1936, 131, 86—112.
12. CHIFU E., Curs de chimie coloidală, Cluj, 1958.
13. DADDI L., Nouvelle méthode pour colorer la graisse dans les tissus, Arch. ital. Biol., 1896, 26, 142—146.
14. DEVAUX A., Les affinités cellulaires, Bull. Soc. bot. France, 1930, 77, 144—159.
15. ДИМИТРИЕВ С. А., Мыла и новые моющие средства, Изд. Акад. Наук СССР, Москва, 1953.
16. DRAWERT H., Zur Frage der Stoffaufnahme durch die lebende Zelle. II. Die Aufnahme basischer Farbstoffe und das Permeabilitätsproblem, Flora, 1940, 134, 159—214.

17. DRAWERT H., Zur Frage der Stoffaufnahme durch die lebende pflanzliche Zelle. V. Zur Theorie der Aufnahme basischer Stoffe, Z. Naturforsch., 1948, 3b, 111—120.
18. — Die Aufnahme der Farbstoffe Vitalfärbung, in RUHLANDS, Handbuch der Pflanzenphysiologie, Springer, Berlin — Göttingen — Heidelberg, 1956, II, 252—289.
19. GEISSMAN T. A., Anthocyanins, Chalcones, Aurones, Flavones and related water-soluble plant pigments, in PAECH u. TRACEY'S, Moderne Methoden der Pflanzenanalyse, Springer, Berlin — Göttingen — Heidelberg, 1955, III, 450—498.
20. GICKLHORN J., Beobachtungen über die vitale Farbstoffspeicherung, Kolloid.-chem., Beih., 1929, 28, 367—382.
21. GUILLIERMOND A., Sur la présence des lipides (phospholipides et stéroïdes) dans les vacuoles des certaines cellules végétales, Protoplasma, 1937, 27, 290—307.
22. GUILLIERMOND A. et OBATON F., Sur l'action du pH du milieu dans la coloration vitale des cellules végétales, C. R. Soc., Biol., 1934, 116, 984—988.
23. HARTEL O., Gerbstoffe als Ursache „voller“ Zellsäfte Protoplasma, 1951, 40, 338—347.
24. — Das Verhalten des „festen Zellsaftes“ von Cerinthe bei Fluorochromierung mit Akridinorange, Protoplasma, 1952, 42, 83.
25. — Fluoreszenzmikroskopische und mikrochemische Beobachtungen an *Crisium arvense*, Mikroskopie, 1953, 8, 41.
26. HÖFLER K., Was lehrt die Fluoreszenzmikroskopie von der Plasmapermeabilität und Stoffspeicherung? Mikroskopie, 1947, 2, 13—29.
27. — Fluoreszenzmikroskopie und Zellphysiologie, Biol. Gen., 1949, 19, 90—113.
28. — Fluorochromierungsstudien an Pflanzenzellen. Beiträge zur Fluoreszenzmikroskopie, 1 Sonderband, Mikroskopie, Viena, 1949.
29. KINZEL H., Theoretische Betrachtungen zu Ionenspeicherung basischer Vitalfarbstoffe in leeren Zellsäften, Protoplasma, 1954, 44, 52—72.
30. — Über Gesetzmäßigkeiten und Anwendungsmöglichkeiten der Zellsaft-Vitalfärbung, mit basischen Farbstoffen, Ber. d. dtsh. bot. Ges., 1959, 71, 253—261.
31. KLEIN G., Praktikum der Histochemie, Springer, Viena—Berlin, 1929.
32. KOFLER L., Saponine, in KLEINS, Handbuch der Pflanzenanalyse, Springer, Viena, 1932, III, 1095—1141.
33. KÜSTER E., Die Pflanzenzelle, Fischer, Jena, 1956, ed. a 3-a.
34. LEPESCHKIN W., W., Zur Kenntnis der chemischen Zusammensetzung der Plasmamembran, Ber. d. dtsh. bot. Ges., 1911, 29, 247—261.
35. LISON L., Histochemie animale, Gauthier-Villars et Cie, Paris, 1936.
36. MC CUTCHEON M. a. LUCKE B., The mechanism of vital staining with basic dyes, J. Gen. Physiol., 1924, 6, 501—507.
37. MOLISCH H., Mikrochemie der Pflanze, Fischer, Jena, 1923 ed. 3-a.
38. OVERTON E., Über die osmotischen Eigenschaften der Zelle in ihrer Bedeutung für die Toxikologie und Pharmakologie, Ztschr. physik. Chem., 1897, 22, 189—209.
39. — Über die allgemeinen osmotischen Eigenschaften der Zellen ihre vermutlichen Ursachen und ihre Bedeutung für Physiologie, Vierter-jahrsch. Naturf. Ges. Zürich, 1899, 44, 88—135.
40. PAECH K., Biochemie und Physiologie der sekundären Pflanzenstoffe. Lehrbuch der Pflanzenphysiologie, Springer, Berlin — Göttingen — Heidelberg, 1950, I, 147—148.
41. ПИРСЕ А. Гистохимия теоретическая и прикладная (Histochemistry theoretical and applied), Изд. иностр. лит., Москва, 1956.
42. PERNER E. S., Die intravitale Aufnahme und Speicherung sulfosaurer Fluorochrome durch die obere Zwiebelshuppenepidermis von *Allium cepa*, Protoplasma, 1950, 39, 180—205.
43. PFEFFER W., Über Aufnahme von Anilinfarben in lebende Zellen, Unters. bot. Inst. Tübingen, 1886, II, 179—332.
44. POP E. și SORAN V., Observații asupra colorării vitale a celulelor din epiderma superioară a bulbilor de *Galanthus nivalis*, Stud. și cercet. biol., Seria biol. veget., 1960, 12, 4, 373—401.
45. ROMEIS B., Weitere Untersuchungen zur Theorie und Technik der Sudanfärbung, Z. mikr. anat., F., 1929, 16, 525—585.
46. — Neue Untersuchungen zur Fettfärbung mit Sudan, Zbl. Path., 1936, 66, 97—104.
47. РОМЕЙС Б., Микроскопическая техника (Mikroskopische Technik), Изд. иностр. лит., Москва, 1953.

48. RÜHLAND W., *Studien über die Aufnahme von Kolloiden durch die pflanzliche Plasma-haut*, Jahrb. f. wiss. Bot., 1912, **51**, 376—431.
49. RUTKOV A. P., *Chimie coloidală*, Ed. tehnică, București, 1960.
50. SCARTH G., W., *The mechanism of accumulation of dyes by living cells*, Plant Physiol., 1926, **1**, 215—229.
51. STEINER M. u. HOLTZEM H., *Triterpene und Triterpene-Saponine*, in PAECH u. TRACEY'S, *Moderne Methoden der Pflanzenanalyse*, Springer, Berlin — Göttingen — Heidelberg, 1955, **III**, 48—140.
52. STOLL A. u. JUCKER E., *Phytosterine, Steroidsaponine und Herzglycoside*, in PAECH u. TRACEY'S, *Moderne Methoden der Pflanzenanalyse*, Springer, Berlin — Göttingen, Heidelberg, 1955, **III**, 141—271.
53. STRUGGER S., *Beiträge zur Analyse der Vitalfärbung pflanzlicher Zellen mit Neutralrot*, Protoplasma, 1936, **26**, 56—69.
54. СТРУГГЕР С., *Практикум по физиологии растительных клеток и тканей (Praktikum der Zell- und Gewebephysiologie der Pflanze)*, Изд. иностр. лит., Москва, 1953.
55. WARTENBERG A., *Versuche zur reversiblen Umwandlung von Ieeren in volle Zellsäfte bei Allium cepa*, Vortrag, gehalten auf der Deutschen Botaniker-Tagung in Köln am 9.VI.1960.
56. WEHMER C., *Die Pflanzenstoffe*, Fischer, Jena, 1929, ed. a 2-a.

## CARACTERISTICA ELECTROFIZIOLOGICĂ A REACȚIILOR DE RĂSPUNS ALE PLANTELOR LA ACȚIUNEA FACTORILOR EXTERNI

DE

A. M. SÎNUIHIN și L. I. SALNA  
Academia agricolă „K. A. Timireazev”, Moscova

Comunicare prezentată de N. SALĂGEANU, membru corespondent al Academiei R.P.R., în ședința  
din 14 martie 1961

Organismul plantei poate să existe și să se dezvolte în condițiile mediului în continuă transformare numai în cazul funcționării coordonate a tuturor celulelor lui și a echilibrului constant între plantă și mediul extern. Coordonarea proceselor interne și echilibrarea cu mediul se produc într-o strânsă legătură cu excitabilitatea (12). Procesul de excitabilitate este direct legat de modificarea potențialilor bioelectrici.

Încă în primele cercetări privitoare la electrofiziologia plantelor s-a stabilit că unii curenți (slabi și de scurtă durată) excită țesuturile vegetale (24), dar acționând un timp mai îndelungat, ei micșorează sensibilitatea țesuturilor (Sach s 1863, citat după (24)). N. Levakovski a stabilit că în cazul acțiunii de scurtă durată curenții puternici provoacă concentrarea protoplastelor, făcându-le insensibile la excitațiile ulterioare. De asemenea, a fost descoperită dependența biocurenților de vîrsta și starea fiziologică a plantelor, precum și de condițiile mediului.

În anul 1873 J. Burdon — Sanderson a descoperit în frunzele de *Dionaea muscipula* un biocurent bifazic, adică o excitare care se propagă, fapt stabilit apoi atît la plantele cu sensibilitate mare, cît și la cele cu sensibilitate obișnuită (3), (4), (13), (14), (17), (26), (33), (34), (35), (44), (45), (46), (49), (50), (52) ș.a. J. C. Bose (4) a demonstrat că toate legile stabilite de către Du Bois Reymond și Pflüger pentru animale sînt aplicabile și la plante. Însumarea excitanților plantelor sub limită a fost studiată de către K. Gerhand și H. Ehrig (11).



Cercetările lui D. G. Kvasov (23) au confirmat, la tulpinile unor plante obișnuite, principalele legi ale electrofiziologiei care au fost stabilite pentru țesuturile animale. Descoperirea polarizării electrice a țesuturilor vegetale în cazul acțiunii luminii (53), (54), (55) și în cazul schimbării poziției organelor plantelor în spațiu (4), (6) a constituit pentru N. G. Holodnii și F. W. Went o bază în elaborarea teoriei tropismelor. Mai departe, polarizarea electrică a țesuturilor a fost studiată detaliat în lucrările lui E. J. Lund (28), A. R. Schrank (39), (41), L. Tauc (47), H. Okamoto (31), (32) ș.a.

N. G. Holodnii (16) a stabilit că în cazul unor variații pronunțate ale umidității mediului, frunzele și rădăcinile reacționează prin modificarea potențialilor. Narcoza și carența slăbesc și chiar opresc complet aceste fenomene. Potențialii bioelectrici se modifică, de asemenea, în cazul acțiunii ionilor de hidrogen (1), a radiației ionizante, a regulatorilor de creștere naturali și artificiali (42), precum și sub acțiunea altor factori. În plasmodiile de mixomycete (21), (48) și la plantele superioare (19) se observă modificări ritmice ale potențialilor bioelectrici.

H. S. Koștoianț (22) a arătat că asemenea procese fiziologice de bază, ca excitația, starea de neexcitare după excitație, însumarea excitațiilor sub limită, transformarea excitațiilor locale în excitații care se propagă apariția curenților activi ca răspuns la excitație, s-au răspândit în structurile plasmatică, din lumea animală și vegetală, încă înaintea diferențierii morfologice a țesuturilor nervoase. Aceste structuri plasmatică excitabile au unit corpul organismelor fără sistem nervos și au regularizat acțiunea lor reciprocă cu mediul (26), (13).

Electrofiziologia, adică știința despre fenomenele electrice care au loc în organisme, constituie în prezent unul din capitolele cele mai studiate ale fiziologiei animale. Cu ajutorul metodelor electrofiziologice moderne, fiziologii caracterizează precis starea funcțională și activitatea curentă aproape a tuturor organelor și în multe cazuri și activitatea vitală a organismului în ansamblu (cronaximetria, electrocardiografia, electroencefalografia, electromiografia ș.a.).

Electrofiziologia plantelor, apărută o dată cu electrofiziologia animalelor, nu s-a dezvoltat în aceeași măsură, pentru că fenomenele bioelectrice în organismele vegetale au fost studiate de regulă separat de excitabilitatea lor și de funcțiunile lor principale.

Deși numărul cercetărilor privitoare la caracteristica electro-fiziologică a proceselor de excitație este mic, totuși se pot trage anumite concluzii generale:

1. Excitarea celulelor se caracterizează prin modificarea diferenței de potențial bioelectric.
2. În porțiunile excitate ale țesuturilor plantelor apare o sarcină electronegativă.
3. Mărimea efectului obținut depinde de puterea de excitare. Există însă o energie minimă care nu provoacă excitație.
4. După excitare se observă o perioadă refractară, în timpul căreia excitabilitatea este scăzută.

5. În afară de modificările biopotențialilor, care sînt provocate de excitația externă, se mai observă variații derivate ale biocurenților, ale căror cauze se află probabil în reacțiile metabolice interne.

6. Pentru ca stimularea să fie eficace, schimbarea intensității ei trebuie să depășească o anumită viteză. Creșterea prea lentă a intensității excitației externe nu provoacă excitație.

Sarcina experimențelor noastre a constatat în precizarea acestor idei și analizarea dinamicii lor.

#### METODA ȘI OBIECTUL DE CERCETARE

Cercetările au fost efectuate în Laboratorul de electrofiziologie al Catedrei de fiziologia plantelor de la Academia agricolă „K. A. Timireazev” din Moscova. Acest laborator este dotat cu un ecran dublu cu stabilizatori, cu redresori, filtru electric ș.a.

Toate experiențele au fost efectuate cu plante nevătămate. În experiențe s-au folosit castraveți din soiul Nerosimle, dovleacul hibrid Gribovskaia, floarea-soarelui Saratov, fasolea de Saxonia fără ațe, mazărea Ceaika, cartoful și mimoza.

Ca stimulatori au fost aplicate șocuri de inducție, descărcarea condensatorilor și curentul continuu sub formă de șocuri monofazice de frecvență și durată diferită.

Biopotențialii s-au înregistrat cu ajutorul amplificatorului o dată cu transformarea curentului continuu în curent alternativ și cu ajutorul oscilografului EO-7 (2), (18), (42) sau cu ajutorul electrometrului confecționat după schema Du Bridge-Barth (citată după (2)). Pentru cercetările potențialilor bioelectrici au fost folosiți electrozi de calomel sau de argint care nu au însușirea de a se polariza. Electrozii se pun în contact cu planta prin punți de agar și picături de apă de robinet (10), (42).

#### REZULTATELE OBȚINUTE

În timpul excitării țesuturilor vegetale, prin șocuri de curent continuu, în primele secunde sau fracțiuni de secundă se observă o reacție negativă pronunțată a porțiunii excitate. Astfel, ca răspuns la șocul izolat cu tensiunea de 30 V, intensitatea curentului de 50  $\mu$  A și durata de o secundă, diferența de potențial în țesuturile frunzelor de dovleac începe să crească și, aproximativ peste 10 secunde, ajunge la mărimea inițială. Mai departe, diferența de potențial continuă să crească pînă la + (30—60) m V (fig. 1). Peste 5—10 minute, și mai mult, tensiunea revine din nou la mărimea inițială. Polaritatea electrică care s-a dezvoltat în urma stimulării cu durată de o secundă nu dispăre multe minute în țesuturile tulpinilor de dovleac, castravete, floarea-soarelui, cartof și ale altor plante. În unele experiențe, după încetarea acțiunii stimulatorului extern diferența de potențial continuă să crească timp de câteva secunde. Dar și în aceste cazuri după perioada de creștere a potențialului se observă scăderea lui pronunțată, care se schimbă printr-o apropiere mai lentă de poziția inițială.

Valoarea reacției electrofiziologice a plantei se găsește în dependență directă de intensitatea excitației, care nu trebuie să fie mai mică de o anumită limită, adică mai mică de mărimea pragului (fig. 3). D.G. Kvasov (23) arată că excitarea tulpinilor subțiri ale plantelor (de exemplu la *Artemisia absinthium*) este apropiată de excitația produsă nervilor vegetativi la vertebrate.

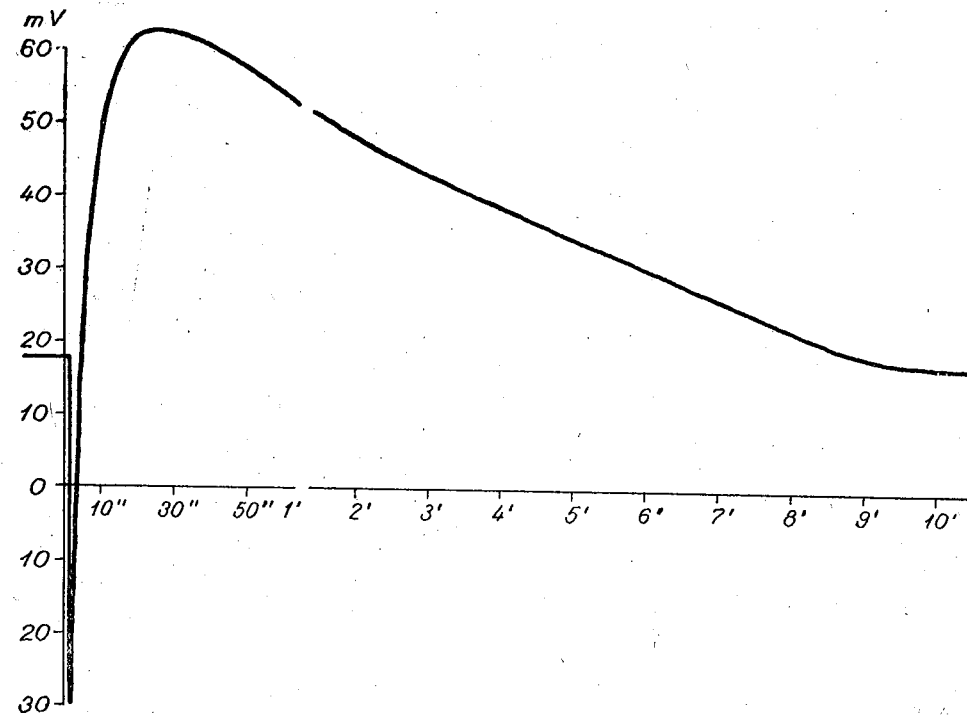


Fig. 1. — Modificarea potențialilor bioelectrici ai țesuturilor frunzei de dovleac la excitarea prin șocul de curent continuu cu tensiunea de 30 V, intensitatea curentului de  $50\mu\text{A}$  și durată de 1 secundă. Experiență efectuată după schema din figura 2, a.

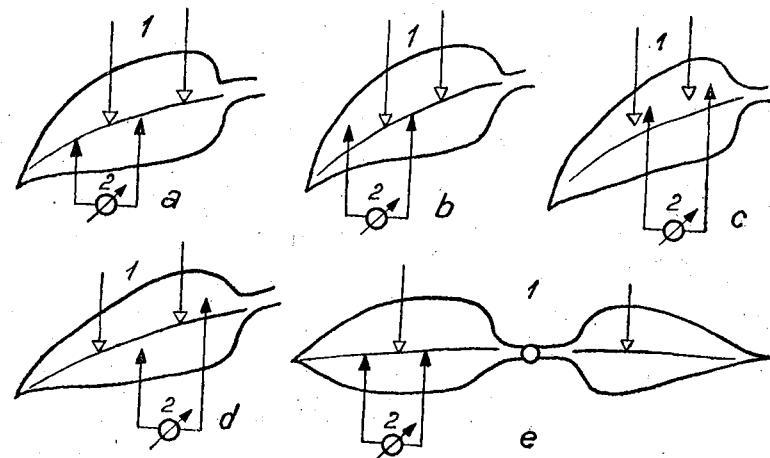


Fig. 2. — Diferite variante ale așezării electrozilor de excitație și de măsurare pe țesuturile superficiale ale frunzelor de dovleac și floarea-soarelui. 1, Electrozi de excitație; 2, electrozi de măsurare.

O dată cu creșterea tensiunii excitante, în reacția de răspuns crește considerabil reacția negativă. Un exemplu tipic al schimbării reacției

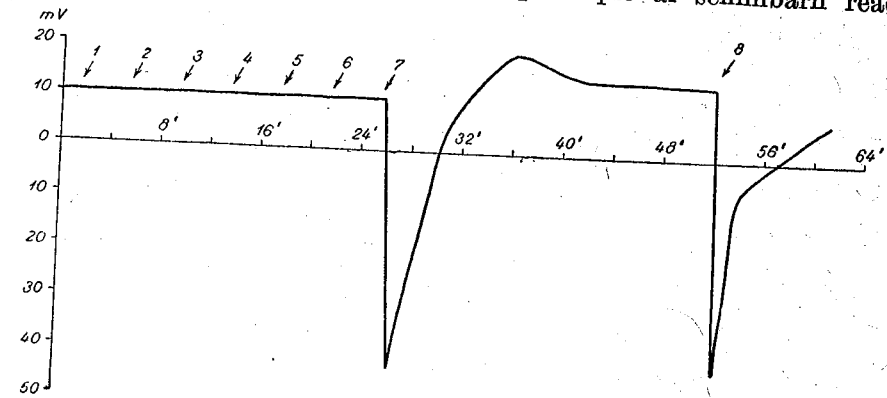


Fig. 3. — Modificarea potențialelor bioelectrici sub acțiunea șocurilor curentului continuu. 1, Șocul curentului continuu cu tensiunea de 1V; 2, 3V; 4, 4V; 5, 5V; 6, 6V; 7, 7V; 8, 8V; 9, 9V; 10, 10V; 11, 11V; 12, 12V; 13, două șocuri de câte 6 V. Durata tuturor șocurilor este de 0,25 secunde. Experiența a fost organizată după schema din figura 2, b.

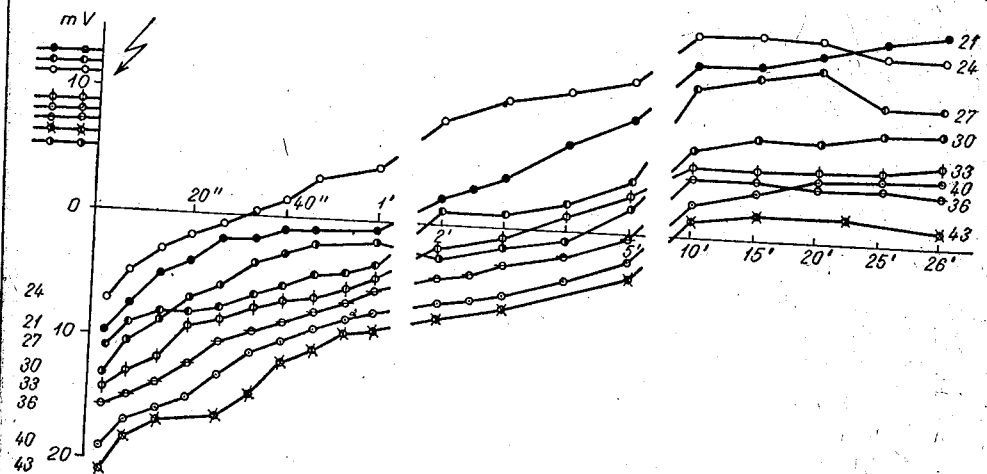


Fig. 4. — Influența creșterii intensității excitantului extern asupra reacției de răspuns a țesuturilor tulpinii de dovleac. Cifrele de pe grafic, începând de la 21 pînă la 43, arată tensiunea excitantului extern (în volți).

de răspuns a plantei la creșterea intensității excitantului extern este redat în figura 4. În cazul creșterii intensității excitantului extern de la 21 pînă la 43 V se observă o relație directă a creșterii reacției de răspuns a țesuturilor dovleacului, relevându-se concomitent o scădere vizibilă a vitezei de revenire a tensiunii la mărimea inițială. În aceste cazuri, după scăderea

pronunțată a diferenței de potențial, revenirea ei la mărimea inițială întârzie mult din primele minute ale reacției de răspuns. Mai mult decât atât, deseori după încetarea acțiunii excitantului extern de intensitate

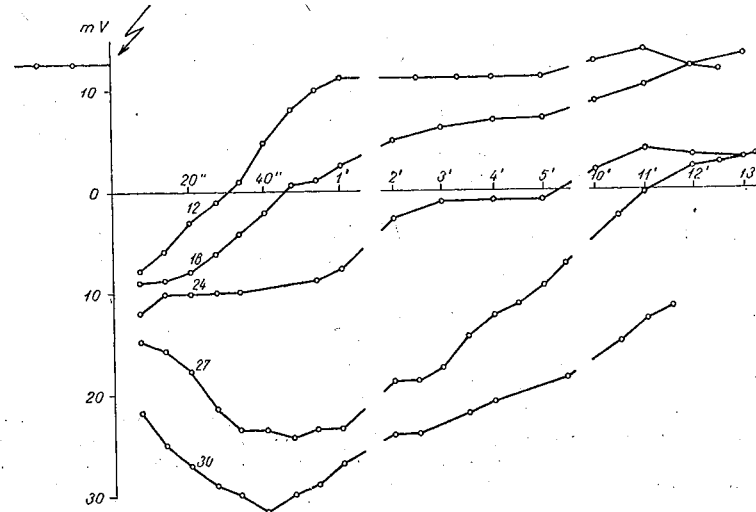


Fig. 5. — Modificarea reacției de răspuns a țesuturilor frunzei de dovleac la acțiunea factorului extern de intensitate diferită. Experiență organizată după schema din figura 2, d. Cifrele de la 12 pînă la 30 arată mărimea tensiunii excitantului extern (în volți).

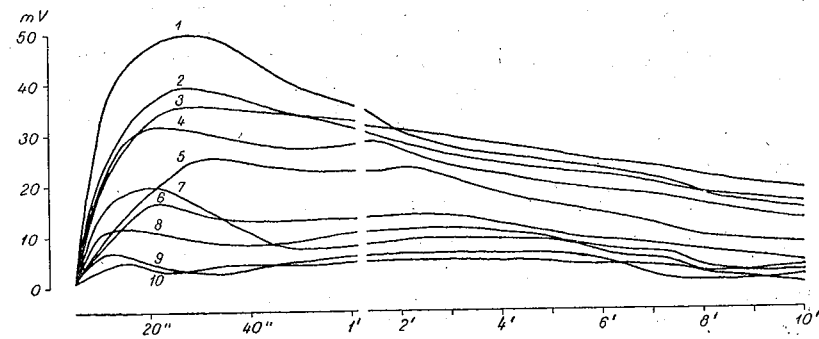


Fig. 6. — Modificarea biopotențialilor țesuturilor frunzei de dovleac în cazul excitațiilor repetate. De la 1 pînă la 10, modificările diferenței de potențial în cazul excitațiilor care alternează la intervale de 10 minute. Experiență organizată după schema din figura 2, b.

ridicată, diferența de potențial continuă să crească timp de 20—40 de secunde. În aceste cazuri, reacția negativă a țesuturilor se determină deosebit de clar. După cum se vede din figura 5, dacă în cazul șocului electric extern de 12 V diferența de potențial a frunzei de dovleac revenea repede la mărimea inițială, atunci în cazul șocului cu o tensiune

de 24 V valoarea maximă a diferenței de potențial nu se schimbă timp de aproximativ un minut, iar în cazul șocului de 30 V în timpul arătat se observă creșterea continuă a potențialului negativ.

În cazul stimulării repetate a țesuturilor, provocate de excitațiile alternative de intensitate constantă, caracterul general al reacției de răspuns se menține. Totuși, cu fiecare următoare excitație valoarea maximă a potențialului scade. Dacă la prima stimulare valoarea maximă a diferenței de potențial este egală cu 50 mV, atunci la a 10-a stimulare ea este de cel mult 10 mV. În același timp, se remarcă abaterea apariției maximumului diferenței de potențial. Astfel, la prima reacție de răspuns abaterea a fost observată circa 30 de secunde, iar la a 10-a a fost de circa 15 secunde (fig. 6). În această serie de experiențe fiecare excitație ulterioară s-a făcut după trecerea perioadei de refractare.

Pentru a fi convinși că în cazul condițiilor experienței respective nu este vorba de oboseala țesutului, s-a aplicat o serie de șocuri de curent continuu cu frecvența de 20 de secunde. În cazul acesta s-a observat o însumare obișnuită a reacției bioelectrice.

După cum se vede din figura 6, în cazul excitațiilor repetate se relevă scăderea „timpului de compensare” a forței electromotorii apărute. Celulele vegetative excitate, la fel ca și celulele animale, sînt capabile să accelereze procesele ce duc la reîntoarcerea lor în starea inițială.

Rezultatele acestei experiențe sînt prezentate în graficul din figura 7, de unde reiese că la prima excitație circa 50% din forța electromotorie

aplicată se compensează pentru 10 minute, iar la a 6-a reacție de răspuns, această cantitate de forță electromotorie se compensează aproape de două ori mai repede. Reacția electrofiziologică a plantei se caracterizează, după cum s-a mai remarcat, prin capacitatea de însumare. Însumarea potențialului electric se manifestă în special în cazul stimulării tetanice scurte, separate prin fracțiuni de secundă, și în cazul șocurilor de curent cu excitație de intensitate mijlocie, șocuri care urmează unul după altul într-un ritm rar. În figura 8 este dat un exemplu care ilustrează procesul de însumare a reacției electrice în țesuturile vegetale. Prima excitație a pro-

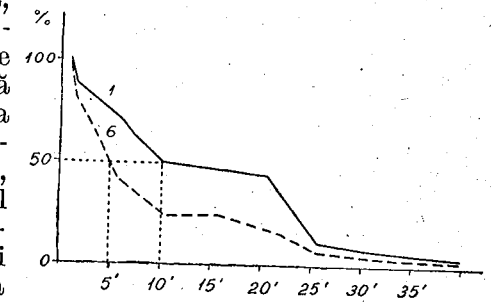


Fig. 7. — Variația vitezei de compensare a forței electromotorii a plantei după 6 excitații repetate. Experiență organizată după schema din figura 2, b.

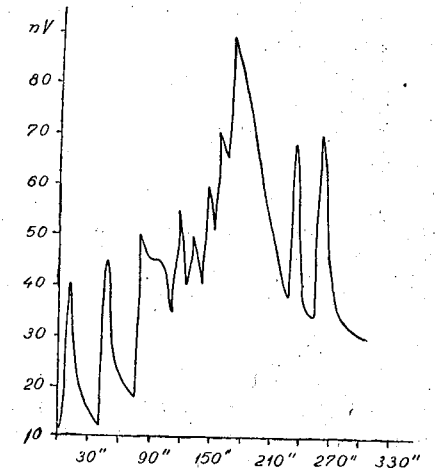


Fig. 8. — Însumarea reacției bioelectrice.

vocat la celulele cîrceilor de castravete sau la tulpina de floarea-soarelui creșterea potențialului cu 30 m V. Șocul nou, ca și toate celelalte șocuri aplicate la fiecare 5 secunde, a mărit potențialul cu încă 5 m V. În cazul excitațiilor următoare de aceeași intensitate, caracterul electronegativ a crescut față de cel inițial cu cel puțin 70 mV. În intervalele dintre excitații, potențialul bioelectric scade. Totuși, însumarea reacției electrice are anumite limite peste care acest proces nu se dezvoltă. Cu toate că șocurile externe continuă, reacția de schimb se stinge treptat (fig. 8).

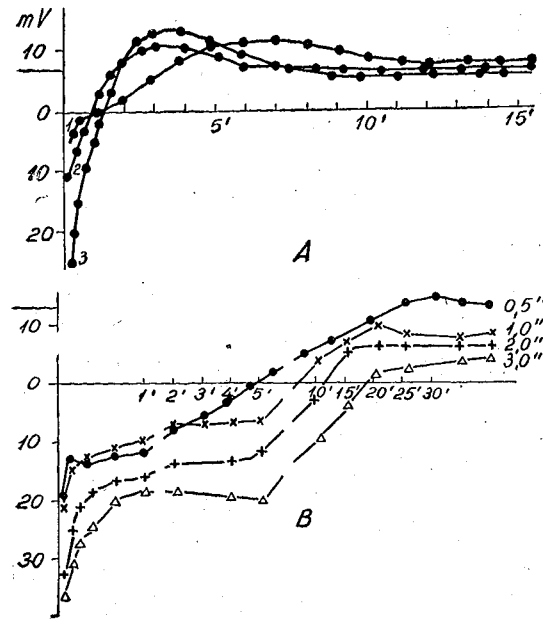


Fig. 9. — Influența duratei excitantului extern asupra reacției de răspuns a celulelor vegetale. A, Descărcarea condensatorilor; 1, 0,05  $\mu$ F; 2, 0,5  $\mu$ F; 3, 1,0  $\mu$ F. B, Șocurile curentului continuu cu durată de 0,5-1,0-2,0 și 3,0 secunde. Experiență organizată după schema din figura 2, b.

oare, se relevă o creștere mică a potențialului negativ al celulelor și reîntorcerea lui mai lentă la valoarea inițială (fig. 9). Fenomenul acesta nu s-a manifestat însă întotdeauna clar. Noi n-am avut posibilitatea de a determina cronaxia cu ajutorul măsurărilor directe. Totuși, curba tensiune-durată constituită pe baza altor date a permis să se calculeze cronaxia, a cărei mărime variază între 150 și 300 milisecunde. După calculul lui D. G. K v a s o v (23) cronaxia este egală cu 200-250 milisecunde.

Dependența reacției de răspuns față de durată acțiunii excitantului s-a manifestat și într-o altă serie de experiențe în care n-au mai fost folosite șocurile izolate, ci o serie de șocuri urmate, unul după altul, de curent continuu. Numărul șocurilor a crescut după fiecare determinare. Diferența maximă de potențial a fost observată în urma excitației prin două și trei șocuri care au urmat unul după altul. În urma creșterii frecvenței excitantului extern, diferența de potențial a reacției de răspuns a scăzut. Astfel, în cazul excitației cîrceilor de castravete printr-un șoc izolat,

Excitarea țesuturilor vegetale depinde nu numai de intensitatea stimulatorului extern. După cum au arătat experiențele noastre, o influență mare asupra procesului de excitație are durată acțiunii stimulatorului extern. În cazul descărcării condensatorilor cu capacitate [diferită, se observă o dependență gradată a modificării diferenței de potențial față de durată descărcării (fig. 9). Dar, în cazul descărcărilor mai îndelungate (0,5 secunde și mai mult), această dependență este mai puțin evidentă. Mărind durată acțiunii exterio-

are, se relevă o creștere mică a potențialului negativ al celulelor și reîntorcerea lui mai lentă la valoarea inițială (fig. 9). Fenomenul acesta nu s-a manifestat însă întotdeauna clar. Noi n-am avut posibilitatea de a determina cronaxia cu ajutorul măsurărilor directe. Totuși, curba tensiune-durată constituită pe baza altor date a permis să se calculeze cronaxia, a cărei mărime variază între 150 și 300 milisecunde. După calculul lui D. G. K v a s o v (23) cronaxia este egală cu 200-250 milisecunde.

Dependența reacției de răspuns față de durată acțiunii excitantului s-a manifestat și într-o altă serie de experiențe în care n-au mai fost folosite șocurile izolate, ci o serie de șocuri urmate, unul după altul, de curent continuu. Numărul șocurilor a crescut după fiecare determinare. Diferența maximă de potențial a fost observată în urma excitației prin două și trei șocuri care au urmat unul după altul. În urma creșterii frecvenței excitantului extern, diferența de potențial a reacției de răspuns a scăzut. Astfel, în cazul excitației cîrceilor de castravete printr-un șoc izolat,

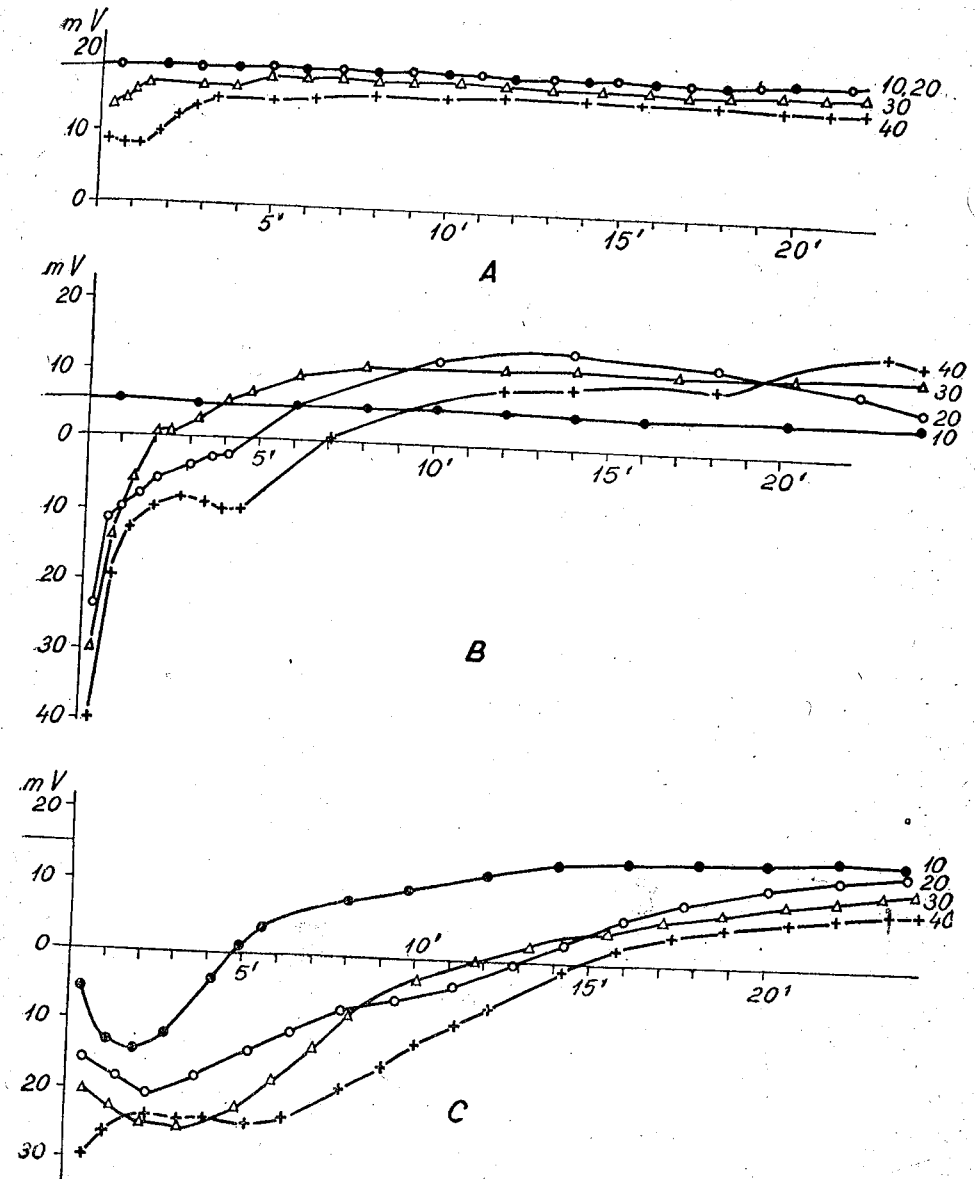


Fig. 10. — Dependența diferenței de potențial în cazul poziției diferite a electrozilor de măsurare față de electrozii de excitație pe prima pereche de frunze de floarea-soarelui. A, B și C, Determinările după schema din figura 11, A, B și C.

diferența de potențial variază de la 10 pînă la 25 mV, prin două șocuri de la 15 pînă la 60 mV, prin trei șocuri de la 25 pînă la 90 mV, prin patru șocuri de la 15 pînă la 70 mV, prin cinci șocuri de la 5 pînă la 50 mV și prin șase șocuri de la 5 la 25 mV.

Experiențele descrise arată că reacția de răspuns a țesuturilor ve-

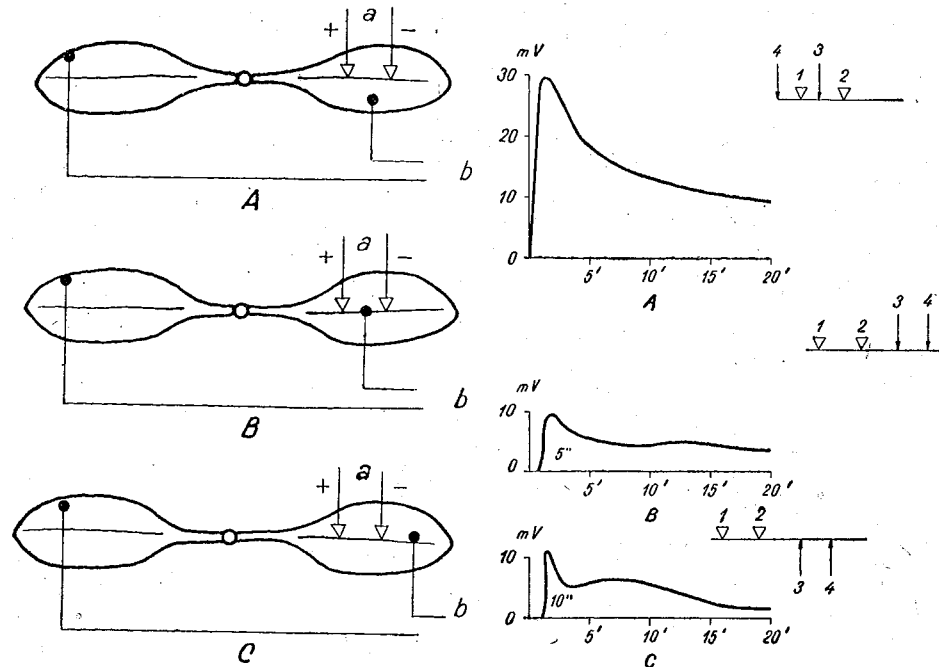


Fig. 11. — Schema așezării electrozilor de excitație și de măsurare pe frunzele de floarea-soarelui; *a*, electrozi de excitație; *b*, electrozi de măsurare.

Fig. 12. — Determinarea diferenței de potențial pe cîrcei de castravete; 1 și 2, electrozi de excitație; 3 și 4, electrozi de măsurare. În cazul distanței de 10 mm între electrozi, perioada latentă durează 5 secunde (B); în cazul distanței de 20 mm durează 10 secunde (C).

getale se află într-o anumită dependență de intensitatea și durata excitantului extern. În figura 10 sînt prezentate rezultatele măsurării diferenței de potențial a unor porțiuni de frunze de floarea-soarelui care se găsesc la diferite distanțe de electrozii care provoacă excitația (fig. 11). Aceste date arată că cu cît electrozii de măsurare se găsesc mai aproape de locul de excitație directă, cu atît este mai mare valoarea maximă a diferenței negative de potențial. Cele mai mari valori ale diferenței de potențial au fost observate în timpul determinării lor pe nervura mijlocie a frunzei.

Excitația apărută în anumite condiții se poate propaga. Această excitație a putut fi observată deosebit de clar la cîrcei de castravete și dovleac. Dispunînd electrozii de măsurare la distanță de 10 sau 20 mm de

electrozii de excitație, s-a putut stabili perioada latentă în timpul căreia biocurentul parcurge această distanță. În unele cazuri, mai frecvent în condiții nefavorabile pentru creșterea plantelor, perioada aceasta a fost foarte lungă (fig. 12).

În cazul abaterii biopotențialului de la celulele superficiale ale cîr-

Fig. 13. — Dependența diferenței de potențial de integritatea celulelor frunzelor de floarea-soarelui. A, B și C, Variațiile diferenței de potențial în circuitul A, B, C, în cazul excitației prin șocuri de curent continuu. A<sub>1</sub>, B<sub>1</sub> și C<sub>1</sub>, Variațiile diferenței de potențial după ce sub electrodul de măsurare, situat între electrozii de excitație (D), s-a procedat la omorîrea celulelor prin temperaturi ridicate. Porțiunea hașurată din figură reprezintă celulele omorîte.

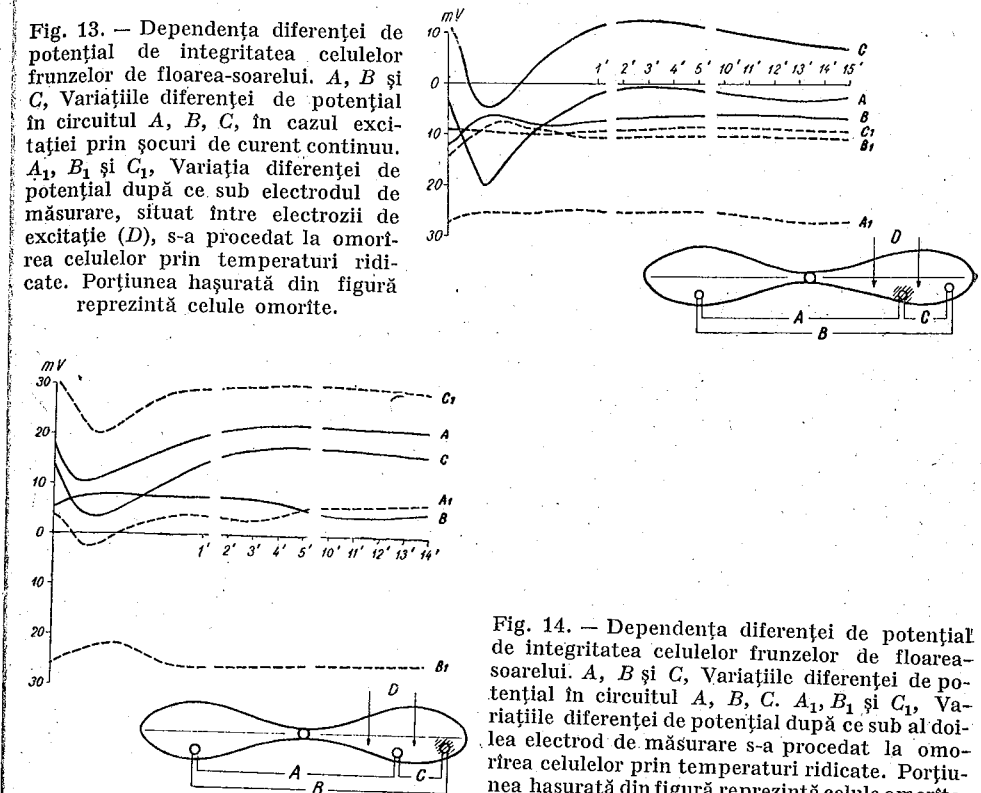


Fig. 14. — Dependența diferenței de potențial de integritatea celulelor frunzelor de floarea-soarelui. A, B și C, Variațiile diferenței de potențial în circuitul A, B, C. A<sub>1</sub>, B<sub>1</sub> și C<sub>1</sub>, Variațiile diferenței de potențial după ce sub al doilea electrod de măsurare s-a procedat la omorîrea celulelor prin temperaturi ridicate. Porțiunea hașurată din figură reprezintă celulele omorîte.

ceilor, viteza de propagare a undei de excitație a fost egală în medie cu 1,8—2,0 cm/sec.

Variația potențialilor bioelectrici, care apar ca răspuns la acțiunea externă, se observă numai la acele țesuturi ale căror celule se află în stare fiziologică activă și în prezența integrității structurii protoplasmice, ceea ce se observă deosebit de clar în experiențele cu cîrcei de dovleac sau castravete. Dacă între electrozii de excitație și cei de măsurare se va așeza pe cîrcei un fir îmbibat cu cianură de potasiu sau cu alte soluții concentrate de săruri, atunci după excitație nu se observă nici o schimbare a potențialilor bioelectrici.

În figurile 13 și 14 sînt prezentate date privind schimbarea biopotențialilor la frunzele de floarea-soarelui, cînd sub unul din electrozi celulele sînt omorîte prin temperatură ridicată. După cum se vede din datele prezentate în figura 13, în circuitul A și C, în care electrodul de

măsurare se aduce la celulele omorite, nu există variații ale diferenței de potențial ca răspuns la excitație. Dacă însă celulele se omoară sub al doilea electrod de măsurare, care se află mai departe decât primul de electrozii de excitare, atunci reacția de răspuns a celulelor rămâne constantă (fig. 14).

#### INTERPRETAREA REZULTATELOR OBTINUTE

Materialul experimental obținut arată că excitațiile electrice pot provoca stimularea țesuturilor vegetale numai atunci când ele sînt mai mari ca valoarea pragului de excitație. Excitațiile rare, izolate, nu modifică biopotențialul țesuturilor vegetale. Dar în cazul excitațiilor sub limită, duble sau triple, care urmează una după alta, țesuturile acționează printr-o modificare pronunțată a biopotențialilor, adică o dată cu aceasta se observă însumarea excitațiilor sub limită.

După reacția de răspuns țesuturile excitate își restabilesc peste un anumit timp starea lor și reacționează din nou la excitație. În cazul excitațiilor rare, repetate, de o intensitate obișnuită, se observă reducerea „timpului de compensație” a forței electromotorii apărute.

Relevînd fenomenul acesta, D.G. Kvasov (23) a subliniat marea lui importanță, în lumina teoriei lui Vvedenski și Uhtomski, în legătură cu creșterea labilității funcționale a celulelor ca rezultat al excitațiilor. Acest fenomen arată creșterea capacității de compensare a țesuturilor cu fiecare excitație ulterioară, adică accelerarea în celule a proceselor îndreptate spre reîntoarcerea lor în starea inițială de repaus relativ. După părerea noastră, aceasta este una din manifestările autoreglării celulelor și țesuturilor în cazul reacțiilor lor de răspuns la excitațiile externe.

Valoarea diferenței de potențial este în funcție de puterea de excitație. În cazul creșterii puterii de excitație, diferența de potențial crește proporțional cu forța electromotorie externă.

În țesuturile de dovleac, castraveți, floarea-soarelui, mimoză și ale altor plante, se observă o relație gradată între puterea de excitație și valoarea reacției de răspuns în cazul schimbării stimulatorului extern de la limită pînă la acea valoare maximă a forței electromotorie care nu provoacă încă vătămarea structurilor celulare. După cum a arătat J.C. Bose (4), la plante ca *Biophytum*, mișcarea frunzelor se supune principiului „totul sau nimic”. Nici în experiențele noastre cu *Biophytum* n-a fost observată o relație între puterea de excitație și mișcarea frunzelor. Frunzele nu au reacționat de loc cînd excitațiile se aflau sub limită sau au răspuns la această excitație prin contractarea maximă de care erau capabile dacă excitația era mai mare decât limita. Excitațiile izolate ale limitei inferioare și excitațiile maxime exercită absolut aceleași acțiuni asupra vitezei și amplitudinii mișcării frunzelor. Valoarea diferenței de potențial a frunzei de floarea-soarelui și a altor plante depinde de durata excitațiilor. Dar și în cazul acesta se observă creșterea activității bioelectrice a țesutului în timpul prelungirii excitației exterioare numai

pînă la o anumită limită. În cazul duratei mai mari a excitației nu se observă vreo regularitate în variația diferenței de potențial.

S-a observat dependența variației diferenței de potențial de frecvența excitației externe. Creșterea diferenței de potențial în funcție de frecvență se observă numai la limite strict determinate. După optimul excitației, obținut în cazul frecvențelor optime ale excitației, se observă o regiune de dependență pesimală în cazul excitațiilor mai frecvente.

Dependența reacției electrice de răspuns a celulelor față de frecvența stimulatorului extern se observă deosebit de clar la mimoză în cazul însumării excitațiilor sub limită. În aceste cercetări s-a stabilit lipsa dependenței liniare a activității electrice a țesuturilor vegetale de frecvența excitațiilor. În țesuturile mimozei se observă o capacitate destul de mare pentru excitare care are o anumită frecvență a excitației. Se vede că această frecvență excită celulele frunzelor de mimoză o dată cu consumul minim de energie a excitantului (11).

Importanța factorului timp în excitarea celulelor vegetale a fost demonstrată încă în experiențele efectuate de către J. Burdon — Sanderson (7), care a stabilit că mișcarea frunzelor de *Dionaea muscipula* se observă numai la trecerea curentului electric de o tensiune minimă, cu durata de cel puțin 0,01 secunde. A. L. Howink (17) a observat în cazul răcirii izolate cu gheață a tulpinilor de *Vitis gongylodes* că în cîrcei apare o excitație care se propagă. În cazul excitației dese a tulpinii stimularea n-a fost observată.

În cazul abaterii exterioare a biopotențialilor, în special la cîrceii de dovleac și castraveți, precum și la coleoptilul porumbului a fost stabilită prezența excitației transmisibile. În cazul transmiterii excitării prin celulele parenchimatică, diferența de potențial s-a răspîndit cu o viteză de aproximativ 2 cm/sec. În lucrările lui A.L. Howink (17) a fost observată o excitație care se propagă pe tulpinile de *Vitis discolor* și *V. gongylodes*. Viteza de propagare a fost de circa (0,9 cm/sec.). După datele lui K. Umrath (50), la plantele obișnuite, în cazul excitării vătămătoare, excitația s-a propagat cu o viteză de 0,1—1,5 cm/sec. În experiențele lui Lou Cen-Ho (26), în cazul excitațiilor asemănătoare viteza de răspîndire a excitației în celulele frunzelor de *Tropaeolum majus* a fost mai mare de 0,5 cm/sec. În toate experiențele diferența de potențial s-a măsurat la celulele superficiale ale plantei.

În experiențele noastre au fost folosiți ca excitanți șocurile de curent electric. Aceasta s-a făcut pentru următoarele cauze. În primul rînd, acțiunea curentului de intensitate, frecvență și durată corespunzătoare nu provoacă modificări ireversibile în structurile celulare și de aceea excitația electrică se poate repeta de cîteva ori. În al doilea rînd, excitația electrică poate fi gradată exact după forma curbei curentului.

Dar se poate pune întrebarea dacă dinamica potențialilor bioelectrici, descrisă mai sus, nu este cumva o simplă reflectare a electricității care se propagă, a electricității pe care noi o introducem ca excitant extern. Aceasta se poate presupune cu atît mai mult pentru că celula vegetală este un conducător de electricitate. Există totuși suficiente motive pentru a considera că biocurenții provocați de acțiunea curentului electric

asupra țesutului nu sînt determinați de propagarea electricității prin celule. Dacă țesuturile vor fi vătămăte mecanic, sau vor fi supuse acțiunii unor toxine (clorură mercurică, cianură de potasiu), sau acțiunii unor soluții concentrate de săruri de cupru, fier ș.a., precum și acțiunii unor temperaturi ridicate, atunci nu se observă biocurenții la excitarea acestor țesuturi cu șocuri de curent electric sau alți factori. În același timp, excitația care se propagă se poate răspîndi și prin celulele nevătămăte. În zona celulelor omorîte excitația se stinge. Operațiile arătate nu împiedică, ci dimpotrivă favorizează apropierea directă a curentului prin celule. Prin urmare, reacția de răspuns a celulelor este indiscutabil legată de apariția în țesuturi a anumitor procese care nu pot fi privite de pe pozițiile teoriei obișnuite a curenților electrici. În fiziologia generală totalitatea acestor procese se numește efectuarea excitației.

#### CONCLUZII

1. Țesuturile plantelor superioare au capacitatea de a trece în stare de excitație sub influența excitanților externi.
2. În cazul excitațiilor optime după intensitate, frecvență și durată, în celulele plantelor se dezvoltă o excitație care se propagă.
3. În cazul scăderii mari a activității vitale a celulelor sau în cazul distrugerii structurilor celulare, procesul de excitație nu mai apare.

#### ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОТВЕТНЫХ РЕАКЦИЙ РАСТЕНИЙ НА ВНЕШНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ

#### РЕЗЮМЕ

В исследованиях, проводившихся в электрофизиологической лаборатории Кафедры физиологии растений Московской сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева, изучались аспекты электрофизиологической характеристики процессов раздражения различных тканей растений огурца, тыквы, подсолнечника, фасоли, гороха, мимозы и биофитума.

В качестве стимуляторов применялось раздражение индукционными ударами, разрядами конденсаторов и постоянным током в виде монофазных ударов различной частоты и продолжительности. Электрические раздражения могут вызывать стимулирование тканей только в том случае, если их интенсивность выше порога раздражения.

При раздражении растительных тканей ударами постоянного тока в течение первых секунд наблюдается резкая негативация раздражаемого участка. После периода увеличения потенциала наблюдается его крутое падение, которое приводит его к исходному положению.

Величина электрофизиологической реакции растения находится в зависимости от интенсивности и продолжительности действия внешнего стимулятора.

В случае повторного стимулирования тканей, вызываемого прерывистыми раздражениями постоянной интенсивности, сохраняется общий характер ответной реакции, однако с каждым последующим раздражением максимальная величина потенциала снижается.

Электрофизиологическая реакция растения характеризуется способностью к суммации, хотя эта суммация и имеет свои границы, за которыми этот процесс не развивается.

Наблюдается электрическая полярность органов, меняющаяся в онтогенезе, даже в течение 24 часов.

Оптимальные по интенсивности, частоте и продолжительности стимулирования обуславливают в клетках растений распространяющиеся раздражения.

В случае значительного снижения жизнедеятельности клеток или же в случае разрушения клеточных структур, процесс раздражения больше не появляется.

#### ОБЪЯСНЕНИЕ РИСУНКОВ

Рис. 1. — Изменение биоэлектрических потенциалов тканей листа тыквы при раздражении ударом постоянного тока напряжением в 30V силой в 50  $\mu$ A и продолжительностью в 1 секунду. Опыт ставился по схеме из рисунка 2a.

Рис. 2. — Различные варианты расположения раздражающих и измеряющих электродов на поверхностных тканях листьев тыквы и подсолнечника. 1 — раздражающие электроды; 2 — измеряющие электроды;

Рис. 3. — Изменение биоэлектрических потенциалов на удары постоянного тока. 1 — удар постоянного тока напряжением в 1V; 2 — в 3V; 3 — в 4V; 4 — в 5V; 5 — в 6V; 6 — в 7V; 7 — в 12V; 8 — два удара по 6V. Продолжительность всех ударов равняется 0,25 секунды. Опыт проводился по схеме из рисунка 2b.

Рис. 4. — Влияние увеличения интенсивности внешнего раздражителя на ответную реакцию тканей стебля тыквы. Цифры на графике, от 21 до 43 указывают величину напряжения раздражителя в (вольтах).

Рис. 5. — Изменение ответной реакции тканей листа тыквы на воздействие внешнего фактора различной интенсивности. Опыт ставился по схеме из рисунка 2b. Цифры от 12 до 30 показывают величину напряжения внешнего раздражителя (в вольтах).

Рис. 6. — Изменение биопотенциалов тканей листа тыквы при повторных раздражениях. От 1 до 10 показаны изменения разности потенциалов при раздражениях, чередующихся с интервалами времени в 10 минут. Опыт ставился по схеме из рисунка 2b.

Рис. 7. — Изменение скорости компенсации электродвижущей силы растения после 6 повторных раздражений. Опыт ставился по схеме из рисунка 2b.

Рис. 8. — Суммирование биоэлектрической реакции.

Рис. 9. — Влияние продолжительности воздействия внешнего раздражителя на ответную реакцию растительных клеток. A — разряды конденсаторов; 1 — 0,05  $\mu$ F; 2 — 0,5  $\mu$ F; 3 — 1,0  $\mu$ F; B — удары постоянного тока продолжительностью в 0,5; 1,0; 2,0 и 3,0 секунды. Опыт ставился по схеме из рисунка 2b.

Рис. 10. — Зависимость разности потенциалов при различном положении измеряющих электродов по отношению к раздражающим на первой паре листьев подсолнечника. A, B, C — измерения по схеме из рисунка 11, A, B, C.

Рис. 11. — Схема расположения измеряющих и раздражающих электродов на листьях подсолнечника; *a* — раздражающие электроды; *b* — измеряющие электроды.

Рис. 12. — Измерение разности потенциалов на усиках огурца; 1, 2, — раздражающие электроды; 3, 4, — измеряющие электроды. При расстоянии между электродами в 10 мм продолжительность латентного периода равна 5 секундам (*B*). При расстоянии в 20 мм его продолжительность равняется 10 секундам (*C*).

Рис. 13. — Зависимость разности потенциалов от целостности клеток листьев подсолнечника. *A, B, C* — изменения разности потенциалов в цепях *A, B, C* — при раздражении ударами постоянного тока. *A<sub>1</sub>, B<sub>1</sub>, C<sub>1</sub>* — изменения разности потенциала после того как под измеряющим электродом, расположенным между раздражающими электродами (*D*), клетки убивались путем воздействия высокой температурой. Участок убитых клеток заштрихован.

Рис. 14. — Зависимость разности потенциалов от целостности клеток листьев подсолнечника. *A, B, C* — изменения разности потенциалов в цепях *A, B, C*. *A<sub>1</sub>, B<sub>1</sub>, C<sub>1</sub>* — изменения разности потенциалов после того как под вторым измеряющим электродом клетки убивались путем воздействия высокой температурой. Участок убитых клеток заштрихован.

## CARACTÉRISTIQUES ÉLECTROPHYSIOLOGIQUES DES RÉACTIONS DE RÉPONSE DES PLANTES À L'ACTION DES FACTEURS EXTERNES

### RÉSUMÉ

Des recherches ont été effectuées dans le laboratoire d'électrophysiologie de la Chaire de Physiologie des Plantes de l'Académie agricole «Timirézev» à Moscou, dans le but d'étudier quelques aspects des caractéristiques électrophysiologiques des processus d'excitation des différents tissus des plantes de cornichon, potiron, hélianthe, haricot, pois, mimosa et des bryophytes.

Les stimulants appliqués ont été des chocs d'induction, la décharge de condensateurs et le courant continu, sous forme de chocs monophasés de fréquence et durée différentes. Les excitations électriques peuvent provoquer la stimulation des tissus seulement si leur valeur dépasse celle du seuil biologique.

Pendant l'excitation des tissus végétaux par des chocs de courant continu, on observe, au cours des premières secondes, une très nette réaction négative de la portion excitée. Après une période d'intensification, le potentiel subit une diminution, pour revenir progressivement à sa position initiale.

La valeur de la réaction électrophysiologique de la plante dépend de l'intensité et de la durée de l'excitant externe.

Lors de la stimulation répétée des tissus, provoquée par des excitations alternatives, d'intensité constante, le caractère général de la réaction de réponse se maintient, quoique la valeur maximum du potentiel diminue avec chaque excitation.

La réaction électrophysiologique de la plante se caractérise par la capacité de sommation, bien que cette sommation ait des bornes au delà desquelles le processus ne se développe plus.

On observe une polarité électrique des organes, qui subit des modifications au cours de l'ontogénèse ou même en 24 heures.

Les stimulations optimales, comme intensité, fréquence et durée, déterminent dans les cellules de la plante des excitations qui se propagent.

Lors d'une forte diminution de l'activité vitale des cellules ou de la destruction des structures cellulaires, le processus d'excitation n'a plus lieu.

### EXPLICATION DES FIGURES

Fig. 1. — Modification des potentiels bioélectriques des tissus de la feuille de potiron, après excitation par un choc de courant continu — 30 V, 50  $\mu$ A et 1s. Expérience effectuée suivant le schéma de la figure 2, *a*.

Fig. 2. — Différentes variantes de l'emplacement des électrodes d'excitation et de détermination sur les tissus superficiels des feuilles de potiron et d'hélianthe. 1, Electrodes d'excitation; 2, électrodes de détermination.

Fig. 3. — Modification des potentiels bioélectriques par suite du choc par courant continu. 1, Choc par courant continu d'une tension de 1 V; 2, 3 V; 3, 4 V; 4, 5 V; 5, 6 V; 6, 7 V; 7, 12 V; 8, deux chocs de 6V. Pour tous les chocs la durée est de 0,25 s. Expérience suivant le schéma de la figure 2, *b*.

Fig. 4. — Influence d'un excitant externe d'intensité croissante sur la réaction de réponse des tissus de la tige de potiron. Les chiffres du graphique — de 21 à 43 — indiquent la tension de l'excitant externe (en volts).

Fig. 5. — Modification de la réaction de réponse des tissus de la feuille de potiron à des stimulations d'intensités différentes. Expérience suivant le schéma de la figure 2, *d*. Les chiffres — de 12 à 30 — indiquent la tension de l'excitant externe (en volts).

Fig. 6. — Modification des potentiels biologiques des tissus de la feuille de potiron lors des excitations répétées. Les chiffres — de 1 à 10 — indiquent les modifications de la différence de potentiel lorsque les excitations alternent à des intervalles de 10 minutes. Expérience effectuée suivant le schéma de la figure 2, *b*.

Fig. 7. — Variations de la vitesse de compensation de la force électromotrice de la plante après 6 excitations répétées. Expérience suivant le schéma de la figure 2, *b*.

Fig. 8. — Sommation de la réaction bioélectrique.

Fig. 9. — Influence de la durée de la stimulation externe sur la réaction de réponse des cellules végétales. *A*, Décharge des condensateurs; 1 = 0,05  $\mu$ F; 2 = 0,5  $\mu$ F; 3 = 1,0  $\mu$ F. *B*, Chocs de courant continu d'une durée de 0,5—1,0—2,0 et 3,0 s. Expérience suivant le schéma de la figure 2, *b*.

Fig. 10. — Dépendance de la différence de potentiel, de la position différente des électrodes de détermination par rapport aux électrodes d'excitation, sur la première paire de feuilles de l'hélianthe. *A, B* et *C*, déterminations suivant le schéma de la figure 11, *A B* et *C*.

Fig. 11. — Schéma de l'emplacement des électrodes d'excitation et des électrodes de détermination sur les feuilles d'hélianthe; *a*, électrodes d'excitation; *b*, électrodes de détermination.

Fig. 12. — Détermination de la différence de potentiel sur les vrilles de cornichons; 1, 2, électrodes d'excitation; 3, 4, électrodes de détermination. Lorsque l'écart entre les électrodes est de 10 mm, la durée de la période latente est de 5 s (*B*); lorsque cet écart est de 20 mm, la durée est de 10 s.

Fig. 13. — Dépendance de la différence de potentiel, de l'intégrité cellulaire des feuilles d'hélianthe. *A, B, C*, Variations de la différence de potentiel dans le circuit *A, B, C*, lors de l'excitation par chocs de courant continu. *A<sub>1</sub>, B<sub>1</sub>, C<sub>1</sub>*, Variations de la différence de potentiel quand les cellules situées sous l'électrode de détermination, placée entre les électrodes d'excitation (*D*), ont été tuées par des températures élevées.



Fig. 14. — Dépendance de la différence de potentiel, de l'intégrité cellulaire des feuilles d'hélianthe. A, B, C, Variations de la différence de potentiel dans le circuit A, B, C, A<sub>1</sub>, B<sub>1</sub>, C<sub>1</sub>, Variations de la différence de potentiel après la destruction, par les températures élevées, des cellules situées au-dessous de la deuxième électrode de détermination. La portion hachurée représente les cellules tuées.

## BIBLIOGRAFIE

1. АЛЕШИН С. Н. и ЯСТРЕБОВ М. Т., Изменения заряда корня пшеницы в присутствии алюминия и фосфат-ионов. ДАН СССР, 1950, 70, 3.
2. БОНЧ-БРУЕВИЧ А. И., Применение электронных ламп в экспериментальной физике, Гостехтеорлит., Москва, 1955.
3. BOSE J. C., Comparative electrophysiology, Londra, 1907.
4. — Researches on the irritability of plants, Londra, 1913.
5. — Nervous mechanisms of plants, Londra, 1913.
6. BRAUNER A., Zur Theorie des geoelektrischen Effekts, Protoplasma, 1933, 20.
7. BURDON-SANDERSON J., Note on the electrical phenomena which accompany irritation of the leaf of *Dionaea muscipula*, Proc. Roy. Soc., 1873, 21.
8. — Über elektrische Vorgänge im Blatte der *Dionaea muscipula*, Zbl. med. Wiss., 1873, 53.
9. CURTIS H. J. a. COLE K. S., Transverse electric impedance of *Nitella*, J. Gen. Physiol., 1937, 21.
10. КЕРТИС Г., Биоэлектрические измерения. Биофизические методы исследования. Изд. иностр. лит., Москва, 1956.
11. GERHARD K. u. ENRIG H., Die Summation unterschwelliger Reize, Biol. Zentr., 1957, 76, 4.
12. ГУНАР И. И., Проблема раздражимости растений и дальнейшее развитие физиологии растений, Известия ТСХА, 1953, 2.
13. ГУНАР И. И. и СИНЮХИН А. М., Электрофизиологическая характеристика раздражимости растений, Известия ТСХА, 1959, 4.
14. — Влияние токов действия на круговое движение протоплазмы клеток нителлы, Известия ТСХА, 1960, 3.
15. ХОЛОДНЫЙ Н. Г., Дарвин и учение о движениях растений, Сочинения Дарвина. Изд. АН СССР, Москва, 1941, 8.
16. — Избранные труды, Изд. АН УССР, Киев, 1956, 1 — 2.
17. HOWINK A. L., The conduction of excitation in *Mimosa pudica*, Rec. Trav. Bot. Neerl., 1935, 32.
18. ХВЕДЕЛИДЗЕ М. А., О современном состоянии электрофизиологии растительного организма и техники измерения постоянных потенциалов, Труды Тбилисского Бот. Инст., 1954, 16.
19. — К вопросу о биоэлектрических потенциалах растений, Успехи Сов. Биол., 1958, 46, 1.
20. КАМИНИР Л. Б., Усилители постоянного тока, Биофизика, 1957, 1, 8.
21. KENYON N. a. ABE Sh., Bioelectric phenomena in the myxomycete plasmodium and the relation to protoplasmic flow, J. Colloid Science, 1950, 5.
22. КОШТОЯНИ Х. С., Основы сравнительной физиологии, Сравнительная физиология нервной системы, Изд. АН СССР, Москва, 1957, 2.
23. КВАСОВ Д. Г., Материалы к физиологии раздражения растительных клеток. Ученые записки ЛГУ, 1949, 99.
24. ЛЕВАКОВСКИЙ Н., О движении раздраженных органов растения, Харьков, 1867.
25. LOU SEN-HO, Studies on turgor movements and action currents of *Mimosa pudica*, Mém. de l'Académie des Sciences de Paris, 1939.
26. ЛОУ ЧЕН-ХО, О передаче раздражения электрическим током у растений. Журнал общей биол., 1958, 19, 5.
27. LUND E. J., Relation between continuous bio-electric currents and cell respiration, J. Exp. Zool., 1928, 51.
28. — Bio-electric fields and growth, Texas, 1947.
29. LUND E. J. a. KENYON N., Relation between continuous bio-electric currents and cell respiration, J. Exp. Zool., 1927, 48.

30. НАСОНОВ Д. Н., Местная реакция протоплазмы и распространяющаяся возбуждение, Изд. АН СССР, Москва, 1959.
31. OKAMOTO H., On the distribution of electric potential of the seedling of *Vigna* and its change by light stimulation, Bot. Mag. (Tokio), 1955, 68, 799.
32. — On the excitation phenomena in embryonic plants of *Vigna sesquipetalis* caused by electric stimuli and presence of polarities concerning the excitability, Bot. Magaz. (Tokio), 1955, 68, 803.
33. OSTERHOUT W. J. V., Effects of KCl and NaCl on *Nitella*, J. Gen. Physiol., 1930, 13.
34. — Nature of the action current in *Nitella*, J. Gen. Physiol., 1934, 18.
35. — Electrical phenomena in large plant cells, Physiol. Rev., 1936, 16.
36. OSTERHOUT W. J. V. a. HILL S., Some ways to control bio-electrical behaviour, Cold Spring Harbour Symposia, 4, 1936.
37. OVERTON E., Beiträge zur allgemeinen Muskel- und Nervenphysiologie, Pflügers Archiv, 1902-1904, I, 92; II, 92; III, 105.
38. РУВИНШТЕЙН Д. Л., Общая физиология, Медгиз, Москва, 1947.
39. SCHRANK A. R., Experimental control of phototropic bending in the *Avena* coleoptile by application of direct current, J. Cell and Comp. Physiol., 1948, 32.
40. — Influence of longitudinally applied direct current on the electrical polarity and curvature of the *Avena* coleoptile, J. Cell and Comp. Physiol., 1949, 33.
41. — Electrical polarity and auxins. Plant growth substances, Virginia, 1951.
42. СИНЮХИН А. М., Характер изменения биоэлектрических потенциалов в процессе регенерации растений, Биофизика, 1957, 2, 1.
43. SINIUHIN A. M., Rolul modificărilor potențialului de oxido-reducere în procesul de regenerare a plantelor, Anal. rom.-sov., seria biologică, 1959, 1.
44. СИНЮХИН А. М. и НАЗАРОВА Л. Г., О передаче ритмических изменений скорости движения протоплазмы под влиянием набегающей волны возбуждения, ДАН СССР, 1959, 129, 1.
45. СИНЮХИН А. М., ЗУБАРЕВ В. А., О ритмических изменениях скорости движения протоплазмы клеток нителлы при возбуждении ионами калия, ДАН СССР, 1960, 129, 2.
46. STUHLMAN O. a. DARDEN E., The action potentials obtained from *Venuss*, Flytrop. Science, 1950, 3, 2888.
47. TAUC L., L'effet photo-électrique et le phototropisme des organes végétaux, C.R. Soc. Biol., 1950, 144, 10.
48. — Phénomènes bioélectriques observés dans le plasmode du myxomycète (*Physarum polycephalum*), Physiol., 1954, 46, 2.
49. UMRATH K., Zur Theorie der elektrischen Erregung, Biol. Gen., 1925, 1.
50. — Über das elektrische Potential und über den Erregungsvorgang bei dem Myxomyceten, *Physarum polycephalum*, Protoplasma, 1953, 42, 3.
51. УЩЕНСКАЯ В. Д., Биоэлектрические потенциалы фотосинтеза, ДАН СССР, 1951, 78, 2.
52. ВЯЗЕМСКИЙ Т. И., Электрические явления растений, Москва, 1901.
53. WALLER A. D., Four observations concerning the electrical effects of light upon green leaves, Proc. Roy. Soc., 1900, 67.
54. — Action électromotrice de la substance végétale consécutive à l'excitation lumineuse, C.R. Soc. Biol., 1900, 52.
55. — Action électromotrice des feuilles vertes sous l'influence des lumières rouge, bleue et verte, C.R. Soc. Biol., 1900, 52.
56. WENT F. W., Growth hormones in the higher plants, Ann. Rev. Biochem., 1939, 8.

# INFLUENȚA ACIZILOR 2,4-DICLORFENOXIACETIC ȘI MONIODACETIC ASUPRA RESPIRAȚIEI SEMINTELOR ÎN CURS DE GERMINAȚIE

DE

EMILIA CUPCEA și LUCIA STOICOVICI

Comunicare prezentată de N. SĂLĂGEANU, membru corespondent al Academiei R.P.R.,  
în ședința din 14 martie 1961

Acizii 2,4-diclorfenoxiacetic și monoiodacetic sînt două substanțe sintetice, a căror acțiune fiziologică asupra plantelor este de mult cunoscută și ea preocupă pe cercetători și în ultima vreme (2), (10).

Astăzi se știe că 2,4-D acționează analog auxinelor și heteroauxinelor provocînd o stimulare a proceselor de creștere, înrădăcinare, coacere și germinare, cînd este în concentrații mici, și o inhibare a acestora în concentrații mari (2), (4), (5), (6), (8), (13), (12). Acidul monoiodacetic nu acționează decît ca inhibitor (9), (10).

Plecînd de la aceste constatări, ne-am propus să cercetăm modificările provocate de cei doi acizi asupra respirației (apreciată prin consumul de oxigen), cînd sînt administrați în doze care acționează ca substanțe stimulative sau inhibitoare (9), (10).

## METODA DE LUCRU

Ca test de experimentare am utilizat cariopse de *Zea mays*, soiul portocaliu de Tg.Frumos (I.C.A.R.-Cluj).

Semințele au fost puse la germinat, după metoda de laborator (1), în germinatoare Ivanov. În acestea s-au repartizat, cîte 50 de semințe, pe hirtie de filtru umectată cu apă distilată, la probele martor, și cu una din soluțiile de substanțe experimentate, la probele tratate. În majoritatea cazurilor germinatoarele s-au păstrat în termostat la temperatura de 26° (în cîteva experiențe la 30°) sau la temperatura camerei (18-22°).

Am experimentat cu următoarele serii de concentrații:

2,4-D :	1,	5,	10,	100,	200 mg/l
CH <sub>2</sub> ICO <sub>2</sub> H :	10,	50,	200,	400 mg/l	

Măsurarea intensității respirației am efectuat-o prin metoda manometrică Warburg, care permite evaluarea oxigenului absorbit, într-un volum constant și la o temperatură constantă, prin schimbarea presiunii gazului într-un manometru (11).

Temperatura la care am efectuat determinările a fost cuprinsă între 20 și 30°, corespunzând totdeauna temperaturii la care au germinat semințele.

În cupa manometrului — cu o capacitate de 20 ml — am introdus 2-4 semințe, germinate de 2-6 zile, așezându-le pe o rondelă de hirtie de filtru, umectată cu 3 picături din soluția în care au germinat. În tubul central al cupei am pus 0,2 ml NaOH conc., pentru absorbția bioxidului de carbon. Am atașat cupele la manometre și le-am așezat pe panouri, scurând robinețele în comunicație cu atmosfera timp de 15 minute, pentru echilibrarea presiunii și temperaturii din manometru și exterior, apoi le-am închis. După alte 15 minute am efectuat prima citire.

Datorită consumului oxigenului prin respirația materialului vegetal, lichidul se ridică în ramura stângă a manometrului, legată cu cupa. Citirea se execută rapid, manevrând șurubul pentru a readuce nivelul lichidului din ramura stângă la poziția inițială (150 mm). Nivelul real, pe care-l notăm, se citește pe ramura dreaptă. Am efectuat citirile din 15 în 15 minute, timp de o oră.

Consumul de oxigen l-am exprimat în mm<sup>3</sup>/oră, ținând seama și de variațiile date de termobarometru, și l-am raportat atât pe loturile de 2-4 semințe (media a 4 loturi dintr-o experiență), cât și pe gram de substanță uscată și oră (mm<sup>3</sup>/g/oră). Pentru evaluarea consumului de oxigen, raportat la greutatea de substanță uscată, am pus semințele — la sfârșitul experienței — în termostat, la temperatura de 105°, timp de 24 de ore, iar cântăririle le-am efectuat cu o balanță analitică.

## REZULTATELE

### Modificări produse asupra germinației

#### 1. Acidul 2,4-D

După două zile au germinat toate semințele puse în termostat (la 26°), atât cele tratate cu soluții de acid, cât și cele din apă. Deci acidul 2,4-D nu împiedică declanșarea procesului de germinare.

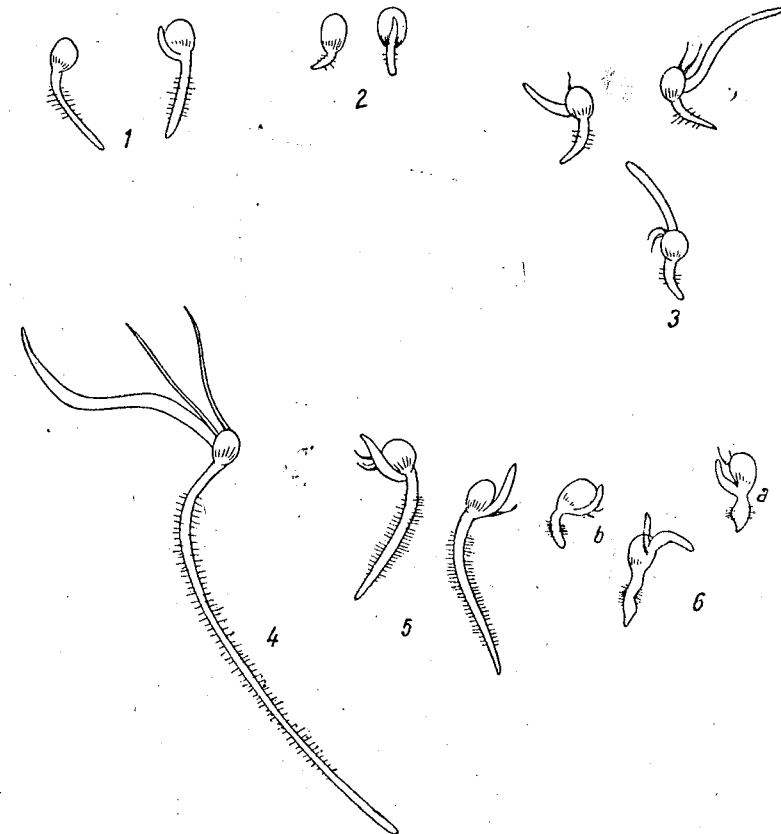
Există însă deosebiri în creșterea organelor între loturile tratate și cele netratate. La probele martor, rădăcinile ating o lungime maximă de 17-20 mm și au perișori sugători abundenți, iar coleoptilele sînt de 6-7 mm (pl. I, fig. 1). La lotul care a germinat în soluție 100 mg/l 2,4-D lungimea maximă a rădăcinilor este abia de 3-5 mm, perișorii absorbantși sînt mai puțini, iar coleoptilele mai scurte (pl. I, fig. 2).

După patru zile, lungimea maximă a rădăcinii principale în soluție 2,4-D ajunge la 11 mm, iar a coleoptilului la 25 mm (pl. I, fig. 3), pe cîtă vreme plantulele martor au rădăcina de 80 mm, iar tulpinița de 40 mm lungime (pl. I, fig. 4).

În concentrațiile cuprinse între 10 și 200 mg/l, acidul 2,4-D exercită o acțiune de inhibare puternică asupra creșterii în lungime a rădăcinii și mai puțin pronunțată asupra alungirii coleoptilului.

În concentrațiile scăzute, de 5-10 mg/l (la probele de 2 și 3 zile) acidul 2,4-D inhibă încă alungirea rădăcinuței: lungimea acesteia la plantele tratate este de 7-11 mm, iar la plantele martor de 35 mm. În schimb, în aceste concentrații se produce o stimulare a creșterii diame-

trului rădăcinii. Diametrul maxim al rădăcinilor tratate este de 4 mm, pe cînd al martorilor este sub 3 mm. În planșa I este redat aspectul plan-



PLANȘA I. — Modificări produse de acidul 2,4-D la *Zea mays* în curs de germinație: fig. 1, martorul, după 2 zile; fig. 2, în soluție 100 mg/l, după 2 zile; fig. 3, în soluția 100 mg/l, după 4 zile; fig. 4, martorul, după 4 zile; fig. 5, martorul, după 3 zile; fig. 6, a, în soluție 5 mg/l, după 2 și 3 zile; b, în soluție 10 mg/l, după 2 zile.

trului rădăcinii și al tulpiniței (fig. 6, a) și 10 mg/l (fig. 6, b), precum și al martorului (fig. 5).

Scăzînd concentrația acidului 2,4-D la 1 mg/l se observă (la plantele germinate de 4-5 zile) că, deși nu are loc o alungire mai mare a rădăcinii și coleoptilului (ele fiind mai scurte decît la martor), organele acestea sînt mai viguroase, perișorii absorbantși ai rădăcinilor sînt mai deși și mai turgescenți, iar numărul tulpinițelor crescute este mai mare la plantele tratate față de martor (2/3 față de 1/3).

## 2. Acidul monoiodacetic

Acidul monoiodacetic nu împiedică germinarea semințelor de porumb nici în concentrații mari, de 400 mg/l.

Sub acțiunea lui însă, plantulele devin mai firave. După două zile de la germinare, rădăcinile plantelor martor ating lungimea de 67 mm, ale plantelor tratate cu soluție de acid 200 mg/l sînt numai de 33 mm, iar cele din soluție 400 mg/l abia de 27 mm. În planșa II este redat aspectul semințelor martor, care au germinat în apă (fig. 7), al celor din soluție, de acid monoiodacetic 200 mg/l (fig. 8) și 400 mg/l (fig. 9), timp de 2 zile, în termostat, la temperatură constantă de 26°. Rădăcinile plantelor tratate sînt mai scurte și au vârful brunificat, iar coleoptilul, în cele mai multe cazuri, nu întrece lungimea seminței.

În zilele următoare creșterea este mai slabă, iar deosebirile semnificate dintre loturile tratate și martor se mențin. Vîrfurile rădăcinilor secundare de ordinul I, care apar în a 6-a zi de germinare, se brunifică. În planșa II, este redat aspectul plantelor germinate de 6 zile în soluție de acid monoiodacetic 400 mg/l (fig. 10), 200 mg/l (fig. 11) și a martorului din apă (fig. 12). Rădăcina are o lungime de 90 mm la martor și de numai 47 (în soluție 200 mg/l), 31 mm (în soluție 400 mg/l) la plantulele crescute sub acțiunea acidului. Coleoptilul martorului atinge 120 mm, iar la lotul tratat cu acid (200 mg/l) abia 35 mm.

În soluția de 50 mg/l acid monoiodacetic deosebirile față de martor sînt mult mai atenuate, fenomenul brunificării apare mai puțin evident; rădăcinile tratate rămîn însă mai scurte și sînt mai curbate decît ale plantelor crescute în apă.

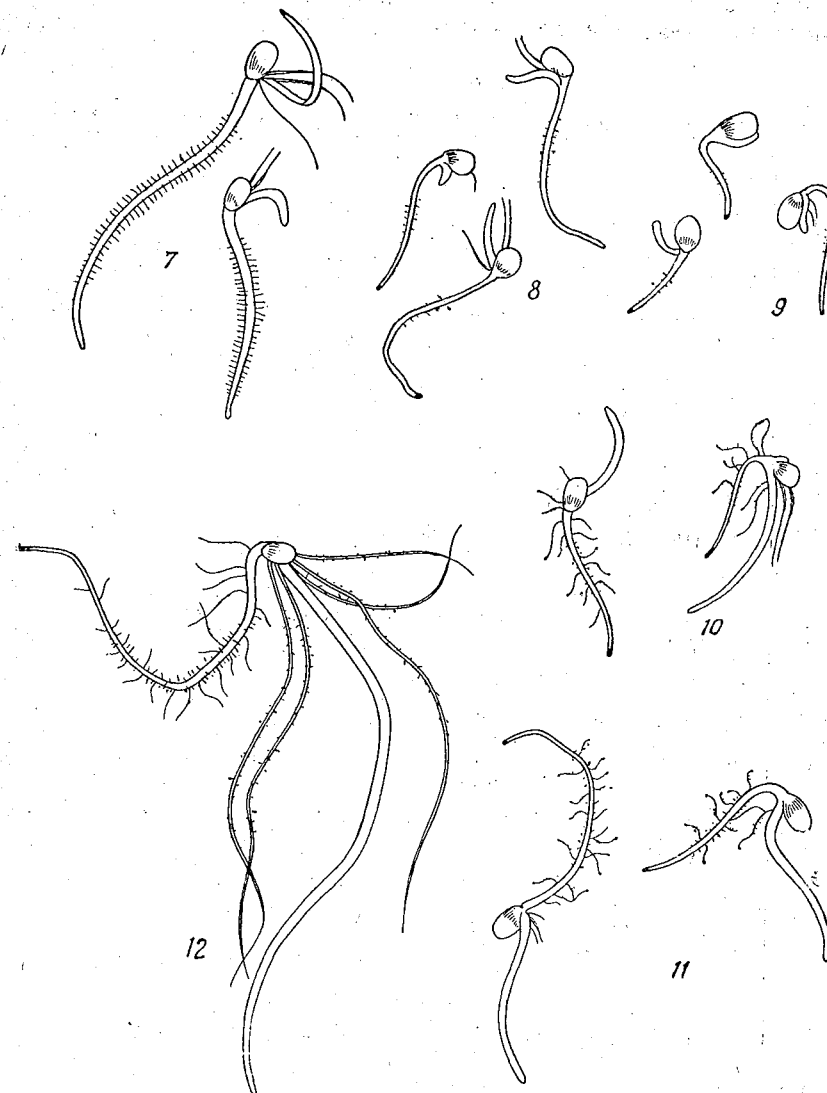
### Modificări produse asupra respirației

Am efectuat 22 de experiențe pentru măsurarea consumului de oxigen la semințele germinate în soluție de acid 2,4-D și acid monoiodacetic, precum și la cele germinate în condiții identice, însă în apă. În fiecare experiență s-a lucrat cu 8—28 de semințe, experimentîndu-se în total cu un număr de 362 de semințe. Cinci din aceste experiențe au servit pentru tatonare; rezultatele altor 17 experiențe sînt consemnate în tabelele nr. 1 și 2, iar reprezentarea lor grafică în figurile 13 și 14.

### 1. Acidul 2,4-D

Din analiza datelor cuprinse în tabelul nr. 1 și figura 13 se constată următoarele:

După două zile de germinare a semințelor în soluțiile de concentrații cuprinse între 5 și 200 mg/l, respirația este foarte puțin modificată față de a martorilor. Micile variații în plus sau în minus se pot considera cuprinse între limitele variațiilor de la normal, sau prezintă scăderi de cel mult 10%.



PLANȘA II. — Modificări produse de acidul monoiodacetic la *Zea mays* în curs de germinare: fig. 7, martorul, după 2 zile; fig. 8, în soluție 200 mg/l, după 2 zile; fig. 9, în soluție 400 mg/l, după 2 zile; fig. 10, în soluție 400 mg/l, după 6 zile; fig. 11, în soluție 200 mg/l, după 6 zile; fig. 12, martorul, după 6 zile.

Prin urmare acidul 2,4-D—care, după cum s-a văzut, exercită o puternică acțiune inhibantă asupra creșterii în concentrații mari — nu modifică în aceeași măsură și respirația, îndeosebi la începutul germinației.

Tabelul nr. 1

Intensitatea respirației semințelor de porumb sub influența acidului 2,4-diclorfenoxiacetic

Nr. experienței	Zile de germinație	Nr. total de semințe	T°C		Concentrația acidului 2,4-D mg/l	Concentrația O <sub>2</sub> mm <sup>3</sup> /oră				Variația %
			de germinație	de determinare		în sol 2,4-D		în H <sub>2</sub> O		
						substanță vie	substanță uscată	substanță vie	substanță uscată	
1	2	28	30	30	200	287	691	284	701	—
2	6	16	17	17	200	90	250	110	307	-18.
3	2	28	30	30	100	324	—	300	—	+6
4	2	21	26	26	100	266	552	294	618	-10.
5	2	24	26	26	10	208	580	202	586	—
6	2	24	26	26	5	201	567	210	586	-4
7	3	24	26	26	5	276	792	314	903	-12.
8	4	21	16-26	26	1	324	1105	224	786	+45.
9	5	16	16-23	24	1	228	1 224	201	1 098	+13

Tabelul nr. 2

Intensitatea respirației semințelor de porumb sub influența acidului monoiodacetic

Nr. experienței	Zile de germinație	Nr. total de semințe	T°C		Concentrația acidului monoiodacetic mg/l	Concentrația O <sub>2</sub> mm <sup>3</sup> /oră				Variația %
			de germinație	de determinare		în acid monoiodacetic		în H <sub>2</sub> O		
						substanță vie	substanță uscată	substanță vie	substanță uscată	
10	2	24	26	26	400	168	662	242	949	-30
11	3	24	26	26	400	227	870	313	1 315	-27
12	4	28	14-22	20	400	92	267	119	332	-34
13	2	24	26	26	200	162	595	239	935	-22
14	3	8	17-22	21	200	160	495	242	717	-34
15	3	8	17-22	21	200	265	—	306	—	-14
16	4	28	14-20	20	200	91	—	115	—	-21
17	3	16	26	30	10	272	1 669	285	1 700	-8

nației. După două zile, variația respirației atinge abia -10% (experiența nr. 4). După 3, respectiv 6 zile de la începutul germinației, produce însă o scădere mai pronunțată a respirației: variații de 12 și 18% (experiențele nr. 7 și 2).

Concentrația de 1 mg/l, o dată cu favorizarea creșterii în diametru, precum și a dezvoltării perisporilor absorbantși și a coleoptilelor, produce și un consum sporit de oxigen, de +45% (experiența nr. 8, cu semințe germinate de 4 zile). Mai târziu, consumul oxigenului scade (în experiența nr. 9, la semințele germinate de 5 zile, variația este de numai 13%),

iar valoarea intensității respirației la plantulele tratate și netratate este apropiată. Deci, la începutul germinației, la o concentrație de 1 mg/l acid 2,4-D, se remarcă un paralelism între efectul de favorizare a creșterii (în sensul arătat mai sus) și de intensificare a respirației.

## 2. Acidul monoiodacetic

Rezultatele privind acțiunea acidului monoiodacetic sînt cuprinse în tabelul nr. 2 și reprezentate grafic în figura 14.

În opoziție cu influența acidului 2,4-D, acidul monoiodacetic se manifestă ca un inhibitor al respirației, cu variații cuprinse între 8 și 34% (experiențele nr. 11-17). La concentrațiile de 400 și 200 mg/l respirația plantelor scade chiar de la începutul germinației cu aproximativ 1/3 din valoarea ei normală. Respirația scade simultan cu inhibiția creșterii. La concentrații mici, de 10 mg/l (experiența nr. 17), scăderea respirației este mai neînsemnată, iar deosebirile de creștere între plantulele martor și cele tratate sînt foarte reduse.

## DISCUȚIA REZULTATELOR

Acidul monoiodacetic este cunoscut de multă vreme ca un inhibitor specific al fosforilării glucidelor în hexozomonofosfați, primul proces din lungul șir de reacții în respirația anaerobă și aerobă (7).

E. L u n d s g a a r d (9), (10) a studiat efectul acestui acid asupra respirației anaerobe a drojdiilor, constatînd că, în concentrație de 200 mg/l, el inhibă complet fermentația alcoolică a drojdiei de bere.

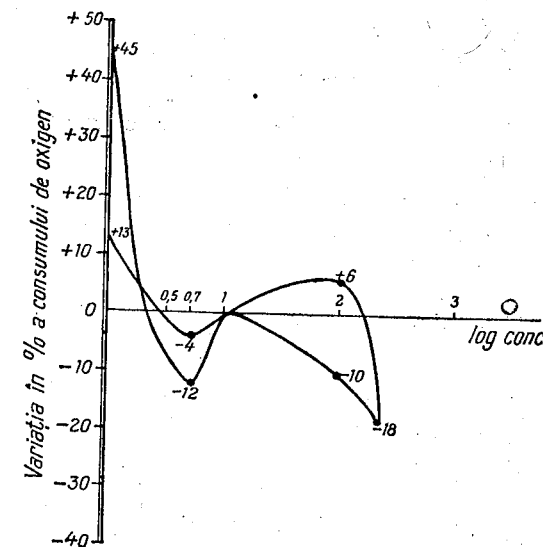


Fig. 13. — Curba variației intensității respirației în funcție de concentrația soluției de acid 2,4-D, într-o diagramă semilogaritmă.

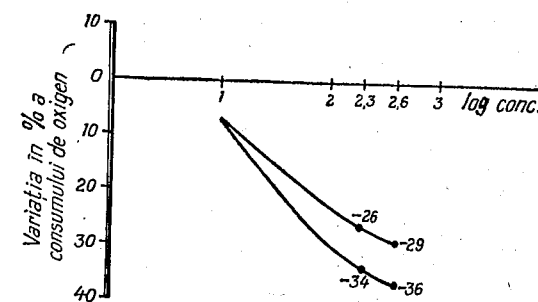


Fig. 14. — Curba variației intensității respirației în funcție de concentrația soluției de acid monoiodacetic, într-o diagramă semilogaritmă.

Cercetările noastre demonstrează că acidul monoiodacetic — care blochează fosforilarea glucidelor — inhibă și respirația aerobă a plantelor superioare. Această acțiune influențează întregul metabolism al plantulei. Astfel, la semințele tratate, utilizarea substanțelor de rezervă în diferitele sinteze pare să nu se facă în aceeași măsură ca la cele martore, lipsind energia compușilor fosforilați. O indicație în acest sens o furnizează analiza substanței uscate, după 2 și 3 zile de germinație (tabelul nr. 3).

Tabelul nr. 3

Substanța uscată (g)

Nr. experienței	Semințe tratate cu acid monoiodacetic	Semințe martor
13	0,2713	0,2557
14	0,2611	0,2379

Cifrele arată că sub influența acidului monoiodacetic se micșorează consumul rezervelor.

Cu acidul 2,4-diclorfenoxiacetic în concentrații mari a avut loc cunoscuta acțiune de oprire a creșterii. Măsurând însă consumul de oxigen, am stabilit că — în aceste concentrații — el nu provoacă modificări pregnante asupra respirației. Din acest punct de vedere efectul acidului 2,4-D se aseamănă cu al feniluretanului, pe care Warburg (1912) l-a folosit pentru a împiedica segmentarea ouălor de ursin, fără ca să fie oprită prin aceasta respirația (7).

Cercetătorul sovietic M. I. Berezovski (3) admite că mecanismul prin care acționează acidul 2,4-D constă în oprirea transformării fosforului anorganic în organic (faza de fosforilare), adică în inhibarea sintezei compușilor organici cu fosforul. L. A. Skvortova (14) atribuie acțiunea vătămătoare a acestui acid unor modificări structurale ale protoplasmei, care au drept urmare o scădere a vâscozității și a presiunii osmotice.

În experiențele noastre cu acid 2,4-D în concentrații mici, de 1 mg/l, am constatat existența unui paralelism între stimularea respirației și favorizarea creșterii (nu a creșterii în lungime, ci a diametrului și a perişorilor absorbantă). Se poate presupune că, în concentrații mici, el ar favoriza imbibitiia ţesuturilor, iar prin mărirea suprafeţei respiratorii ar îmbunătăţi aprovizionarea lor cu oxigen.

## CONCLUZII

1. Sub efectul acidului monoiodacetic, în concentrații de 200—400 mg/l, nivelul respirației semințelor de porumb în germinație scade cu 1/3 față de martor, probabil, datorită faptului că oxigenul este utilizat în proporție mai mică, din cauza blocării specifice a sistemului enzimatic de fosforilare de către acest acid.

Creșterea plantulelor este mult întârziată față de martor, iar vîrfurile rădăcinii principale și ale celor secundare se brunifică.

2. Acidul 2,4-diclorfenoxiacetic în concentrații de 10—200 mg/l, deși inhibă creșterea, nu afectează consumul de oxigen, care la începutul germinației este egal cu al martorului, prin urmare nu produce modificări prea mari asupra respirației. În zilele următoare însă consumul oxigenului martorului crește progresiv, pe cînd la materialul tratat rămîne la nivelul scăzut de la început, accentuîndu-se astfel diferența între intensitatea respirației celor două loturi.

În concentrații mici, de 1 mg/l, paralel cu favorizarea creșterii în diametru a rădăcinii și tulpiniței, acidul 2,4-D stimulează respirația.

Catedra de fiziologia plantelor  
Universitatea „Babeș-Bolyai”, Cluj.

## ВЛИЯНИЕ 2,4 -ДИХЛОРФЕНОУКСУСНОЙ И МОНОИОДУКСУСНОЙ КИСЛОТ НА ДЫХАНИЕ СЕМЯН ВО ВРЕМЯ ИХ ПРОРАСТАНИЯ

## РЕЗЮМЕ

Авторы изучают действие 2,4-дихлорфеноуксусной и моноиодуксусной кислот на дыхание зерновок кукурузы (*Zea mays*) сорта Портокаллиу де Тыргу Фрумос на 2—6 день их проращивания, при температуре в 26°.

2,4-дихлорфеноуксусная кислота известна своим стимулирующим действием на процессы роста при применении в слабых концентрациях и своим подавляющим действием — при применении в сильных концентрациях; моноиодуксусная кислота известна своим подавляющим действием на рост и на фосфорелирование сахаров.

При оценке интенсивности дыхания путем измерения потребления кислорода с помощью аппарата Варбурга и путем определения снижения содержания сухого вещества, авторы приходят к следующим выводам:

После того как Лудсгаард (1930) показал, что моноиодуксусная кислота обладает ингибирующим действием на спиртовое брожение пивных дрожжей, настоящие исследования доказывают, что эта кислота, блокирующая фосфорелирование сахаров, подавляет также и аэробное дыхание высших растений. В концентрации 200—400 мг/л она задерживает рост и снижает интенсивность дыхания на 1/3 по сравнению с контролем.

2,4-дихлорфеноуксусная кислота в больших концентрациях — 10—200 мг/л, хотя и имеет сильный ингибирующий эффект на рост, не влияет, однако, на потребление кислорода в первые 2 дня проращивания (эффект, подобный действию фенолуретана, использованного Вар-

бургом для предупреждения сегментации яиц морского ежа без прекращения дыхания). Начиная с 3-го дня проращивания, она вызывает также и слабое снижение дыхания. При слабых концентрациях в 1 мг/л 2,4 дихлорфеноуксусная кислота, наряду с благоприятным эффектом на рост корня в толщину, стимулирует также и дыхание.

#### ОБЪЯСНЕНИЕ РИСУНКОВ

Таблица I. — Изменения, вызванные 2,4-дихлорфеноуксусной кислотой у ростков кукурузы (*Zea mays*): рис. 1 — двухдневный контроль; рис. 2 — в растворе 100 мг/л, через 2 дня; рис. 3 — в растворе 100 мг/л, через 4 дня; рис. 4 — 4-дневный контроль; рис. 5 — 3-дневный контроль; рис. 6 — а — в растворе 5 мг/л, через 2 и 3 дня; б — в растворе 10 мг/л, через 2 дня.

Таблица II. — Изменения, вызванные моноiodоуксусной кислотой у ростков кукурузы (*Zea mays*): рис. 7 — двухдневный контроль; рис. 8 — в растворе 200 мг/л через 2 дня; рис. 9 — в растворе 400 мг/л, через 2 дня; рис. 10 — в растворе 400 мг/л, через 6 дней; рис. 11 — в растворе 200 мг/л, через 6 дней; рис. 12 — 6-дневный контроль.

Рис. 13. — Кривая колебания интенсивности дыхания в зависимости от степени концентрации раствора 2,4-дихлорфеноуксусной кислоты, на полулогарифмической диаграмме.

Рис. 14. — Кривая колебания интенсивности дыхания в зависимости от степени концентрации раствора моноiodоуксусной кислоты, на полулогарифмической диаграмме.

### INFLUENCE DES ACIDES 2,4-DICHLORPHÉNOXYACÉTIQUE ET MONOIODACÉTIQUE SUR LA RESPIRATION DES SEMENCES, AU COURS DE LA GERMINATION

#### RÉSUMÉ

Les auteurs étudient l'effet des acides 2,4-D et monoiodacétique sur la respiration des caryopses de *Zea mays* (variété Portocaliu de Tg.-Frumos) germées depuis 2 à 6 jours, à 26°.

L'acide 2,4-D stimule les processus de croissance à de faibles concentrations et les inhibe à forte concentration, tandis que l'acide monoiodacétique est un inhibiteur de la croissance et de la phosphorylation des glucides.

En évaluant l'intensité de la respiration par la consommation d'oxygène, mesurée à l'appareil Warburg, et en déterminant la diminution de la matière sèche, les auteurs ont obtenu les données exposées ci-après :

En 1930, Lundsgaard avait montré que l'acide monoiodacétique inhibait la fermentation alcoolique de la levure de bière; les recherches des auteurs prouvent que cet acide, qui bloque la phosphorylation des glucides, inhibe également la respiration aérobie des plantes supérieures.

A des concentrations de 200—400 mg/l, il retarde la croissance et abaisse le niveau de la respiration, de 1/3 par rapport aux témoins.

L'acide 2,4-D, à forte concentration (10—200 mg/l) exerce une puissante action d'inhibition de la croissance, mais n'affecte pas la consommation d'oxygène, au cours des 2 premiers jours de germination (effet similaire à celui des phényluréthanes utilisés par Warburg pour empêcher la segmentation des œufs d'oursin, sans en arrêter la respiration). A partir du 3<sup>e</sup> jour de germination, il cause toutefois une légère baisse de la respiration. A de faibles concentrations (1 mg/l), l'acide 2,4-D favorise la croissance du diamètre des racines et stimule en même temps la respiration.

#### EXPLICATION DES FIGURES

Planche I. — Modifications produites par l'acide 2,4-D chez *Zea mays* au cours de la germination des semences : fig. 1, témoin, au bout de 2 jours ; fig. 2, solution de 100 mg/l, au bout de 2 jours ; fig. 3, solution de 100 mg/l, au bout de 4 jours ; fig. 4, témoin, au bout de 4 jours ; fig. 5, témoin au bout de 3 jours ; fig. 6, a, solution de 5 mg/l, au bout de 2 et 3 jours ; b, solution de 10 mg/l, au bout de 2 jours.

Planche II. — Modifications produites par l'acide monoiodacétique chez *Zea mays* au cours de la germination : fig. 7, témoin, au bout de 2 jours ; fig. 8, solution de 200 mg/l, au bout de 2 jours ; fig. 9, solution de 400 mg/l, au bout de 2 jours ; fig. 10, solution de 400 mg/l, au bout de 6 jours ; fig. 11, solution de 200 mg/l, au bout de 6 jours ; fig. 12, témoin, au bout de 6 jours.

Fig. 13. — Courbe des variations de l'intensité de la respiration, en raison de la concentration de la solution d'acide 2,4-D. — diagramme semi-logarithmique.

Fig. 14. — Courbe des variations de l'intensité de la respiration, en raison de la concentration de la solution d'acide monoiodacétique — diagramme semi-logarithmique.

#### BIBLIOGRAFIE

1. ANGHEL Gh., *Determinarea facultății germinative a semințelor în laborator*, Ed. agro-silvică de stat, București, 1953.
2. BĂRBAT I., CERNEA S. și BĂLIBAN E., *Acțiunea heteroauxinei și a preparatului 2-4 D în stare pură și în amestec cu vitamina B asupra producției la sfecla de zahăr și asupra înrădăcinării butașilor de viță de vie*, Comunicările Acad. R.P.R., 1956, VI, 1.
3. БЕРЕЗОВСКИЙ М. И. и КУРОЧКИНА В. Ф., *Влияние 2,4-дихлорфеноуксусной кислоты на превращение соединений в растении*, ДАН СССР, 1957, СХІІІ, 2, 458—461.
4. CHIRILEI H., *Modificări provocate de acizii naftoxiacetic și 2-4 diclorfenoxiacetic la fructele de pătlăgele roșii (*Solanum lycopersicum*)*, Bul. științ. Acad. R.P.R., Secțiunea de științe biologice, agronomice, geologice și geografice, 1952, IV, 3.
5. — *Influența acizilor 2-4 diclorfenoxiacetic și naftoxiacetic asupra înrădăcinării unor butași lignificați* Bul. științ. Acad. R.P.R., Secțiunea de științe biologice, agronomice, geologice și geografice, 1952, IV, 2.
6. — *Acțiunea stimulantă a acidului 2-4 D asupra înrădăcinării butașilor verzi de lămii*, Comunicările Acad. R.P.R., 1953, III, 1—2.
7. GENEVOIS L., *Métabolisme et fonctions des cellules*, Masson, Paris, 1931.
8. MUJIDABA F. și ALEXANDRESCU I., *Efectul substanțelor stimulative de creștere și a unor microelemente aplicate la plantarea viței de vie*, Comunicările Acad. R.P.R. 1957, VII, 12.
9. LUNDSGAARD E., *The influence of monoiodacetic acid on the enzymic hydrolysis of carbohydrates*, Chemical Abstracts, 1930, XXIV.

10. LUNDSGAARD E., *The influence of monoiodoacetic acid on the hydrolitic and oxidative metabolism*, Chemical Abstracts, 1930, XXIV, 8-10.
11. PAECH K. u. TRACEY M.V., *Moderne Methoden der Pflanzen-analyse*, Springer, Berlin, 1956, I.
12. SĂLĂGEANU N. și CHIRILEI H., *Acțiunea acidului 2-4 diclorfenoxiacetic asupra dezvoltării fructelor de pătlăgele roșii*, Comunicările Acad. R.P.R., 1953, III, 7-8.
13. SĂVULESCU A. și STAN ST., *Efectul unor substanțe stimulative de creștere asupra productivității și calității fructelor de tomate*, Comunicările Acad. R.P.R., 1956, VII, 8.
14. СКВОРЦОВА Л. А., *Влияние 2,4-Д на коллоидно-химические свойства растительной клетки*, ДАН СССР, 1957, CXIV, 1, 203-205.

## STUDIUL GENETIC AL HIBRIZILOR GRIU-SECARA

DE

CLARA GRINVALD, I. GUTENMAHER și ELENA MAVROMATI

Comunicare prezentată de AL. PRIADCENCU, membru corespondent al Academiei R.P.R., în ședința din 27 martie 1961.

Încrucșările între genurile *Triticum* și *Secale* sînt cunoscute în literatura de specialitate încă din secolul al XIX-lea (18), cercetările intensificîndu-se în decursul anilor datorită interesului teoretic și practic pe care îl prezintă (1), (4), (5), (12).

Încrucșările între specii și genuri au permis să se emită ipoteze asupra originii și gradului de înrudire dintre diferitele specii și genuri. În același timp, ele duc la apariția de forme noi, ceea ce are o deosebită importanță, îmbogățind materialul inițial necesar în procesul de creare de noi soiuri.

În țările cu tradiție în ameliorarea grîului (U.R.S.S., S.U.A., Canada, Australia) se socotește ca o necesitate absolută extinderea variabilității speciilor cultivate, prin încrucșări sistematice îndepărtate.

Obținerea de hibrizi între grîu și secară a preocupat și continuă să preocupe un cerc larg de cercetători, deoarece secara are o serie de însușiri valoroase, de mare importanță pentru practica agricolă, ca: rezistența la iernare, boli și dăunători, precocitate, cerințe mai mici față de fertilitatea solului.

Pînă în prezent rezultatele practice nu au corespuns așteptărilor. Totuși în U.R.S.S. s-a obținut linia 434/154 mai rezistentă la ger decît soiul de grîu *Lutescens* 329 și soiul 46/131 raionat în mai multe regiuni și republici datorită însușirilor lui valoroase (6), (17).

În R.P.R. Al. Priadcencu (14) a efectuat încrucșări sistematice îndepărtate și a obținut o linie grîu-secară (linia 62) care se găsește încă în procesul de ameliorare.

Experiențele executate de noi au urmărit crearea unei variabilități, studiul teoretic al transmiterii caracterelor la încrucșarea între genurile *Triticum* și *Secale*, ca și găsirea celei mai eficiente metode de polenizare în vederea obținerii materialului hibrid.



## METODA DE LUCRU

În anii 1957—1959 s-au executat încrucișări între diferite specii de grâu cu linia de secară G1. În toate cazurile grâul s-a folosit ca plantă mamă, deoarece secara, în anii cu temperaturi și precipitații normale, are o durată de înflorire de circa 10—12 zile, puțin astfel asigură o cantitate de polen mai mare.

Plantele castrate au fost polenizate atât după metoda clasică, adică forțat, cât și după metoda polenizării limitat-libere.

Semințele hibride  $F_1$  și plantele părinți au fost semănate în ghivece nutritive și apoi transplantate în câmp, în straturi de 1 m lățime, distanța între rânduri fiind de 30 cm. În jurul straturilor cu materialul hibrid s-a semănat grâu, pentru a facilita polenizarea hibridului  $F_1$  autosteril. Polenizarea plantelor  $F_1$  s-a făcut forțat, limitat-liber și pe cale naturală. Semințele  $F_2$  și  $F_3$  au fost semănate direct în câmp.

La maturitate plantele hibride și cele parentale au fost recoltate prin smulgere, pentru a se putea executa măsurătorile biometrice. Determinările citologice s-au făcut în laborator, folosind metoda aceto-carmin, recomandată de Ferenc-Ordogh (citată după (15)).

## REZULTATELE OBTINUTE

În experiențele executate s-au obținut prinderi numai în cazul încrucișării cu secară a speciilor de grâu hexaploide *Tr. vulgare* și *Tr. spelta* și a speciei tetraploide de grâu *Tr. turgidum*. Procentul de prindere a fost egal cu zero în cazul folosirii speciilor *Tr. dicoccum*, *Tr. durum*, *Tr. polonicum* și *Tr. compactum*.

În anul 1957 procentul de prindere a fost mai mare în cazul când la încrucișare au participat speciile hexaploide (2,5—3%) decât atunci când a luat parte *Tr. turgidum* (1,4%). S-ar părea că se confirmă părerea (15) după care aptitudinea speciilor de grâu de a se încrucișa cu secara depinde de gradul de poliploidie a speciei de grâu. Rezultatele obținute în 1959 infirmă această părere, procentul de prindere fiind de 2 ori mai mare în cazul încrucișării secarei cu *Tr. turgidum* (23,6%) decât în cazul încrucișării cu *Tr. vulgare* (12%).

Datele noastre confirmă punctul de vedere a numeroși cercetători (7), (12), (13), (15), (17) după care procentul de prindere poate să varieze de la an la an și chiar în cadrul aceluiași an de la regiune la regiune, influențat fiind de temperatura și umiditatea atmosferică.

Datele experimentale obținute în anul 1958, când s-a studiat procentul de prindere la încrucișarea diferitelor soiuri aparținând speciei *Tr. vulgare* cu *Secale cereale*, au scos în evidență rolul individualității soiului de grâu folosit. Acest lucru este remarcat și de Meister și Blackhous (citați după (13), (15), (17)). Din 2 010 flori castrate s-au obținut 98 de boabe, adică un procent mediu de 4,8. Amplitudinea de variație a fost însă mare, de la 0,5% la soiul Early Blackhull, până la 12,4% la soiul de grâu Chinezesc 1. Aptitudinea soiurilor de grâu chinezești de a da procent ridicat la încrucișarea cu secara o semnalează și N. I. Vavilov (17), A. Levin (8), W. P. Thompson (16). Rezultate bune a dat și soiul rusesc Bezenciuk 51 (11,30%). Soiurile Bulgaria 301, Cooperatorka, Cenad 117 și Bărăgan 77 au dat un procent de prindere relativ scăzut (2,8—5,9%).

În anul 1959, folosind la încrucișare cu secara G1 diferite linii extrase din soiul A15, procentul mediu de prindere a fost de 15—17. La unele linii prinderea a fost mică (4—6%), la altele a egalat sau chiar a întrecut procentul realizat din încrucișarea secarei cu soiul inițial A15. Cel mai ridicat procent de prindere (25,6%) s-a realizat la linia 3652/1954. Datele obținute pun în evidență deosebirile genetice între diferitele forme de grâu, care se concretizează printre altele și prin aptitudinile lor diferite de a se încrucișa cu secara.

Pentru a stabili cea mai eficientă metodă de polenizare, în anul 1959 s-au folosit paralel atât polenizarea forțată cât și cea limitat-liberă. Din 9 320 flori de *Tr. vulgare* polenizate limitat-liberă cu polen de secară s-au obținut 1 123 boabe (12%), iar la încrucișările speciei *Tr. turgidum* cu secara un procent de prindere de 23,6.

Polenizarea forțată a 4 160 flori de *Tr. vulgare* a dat o prindere de 11 și, respectiv, 20% pentru *Tr. turgidum*. Prin urmare, valoarea procentuală a fost doar cu puțin mai ridicată în cadrul polenizării limitat-liberă. Ținem să adăugăm însă că prin folosirea acestei metode cel mai mic procent de prindere înregistrat a fost de 4,4, în timp ce prin polenizarea forțată au fost cazuri când nu s-a găsit nici un bob în spic. Dacă la acestea se adaugă și faptul că polenizarea limitat-liberă nu cere brațe de muncă atât de specializate și că productivitatea muncii crește în sensul că se pot poleniza într-un timp scurt un număr infinit mai mare de flori, devine clar că metoda limitat-liberă de polenizare se impune ca fiind mai eficientă.

Boabele hibride rezultate au fost zbircite, dar cu aspect de grâu. Facultatea germinativă a fost de 50—60% în cazul încrucișărilor cu *Tr. vulgare* și egală cu 0 în cazul încrucișărilor cu *Tr. turgidum*.

## Descrierea primei generații

Hibridii au avut un aspect intermediar. În urma măsurătorilor biometrice executate s-a constatat că secara a dominat prin următoarele caractere: prezența perilor sub spic, lungimea și direcția aristelor, lățimea spiculețului și a glumei.

Grâul a dominat prin poziția transversală a spiculețului terminal, înălțimea spiculețelor, forma și lungimea glumei.

Numărul de spiculețe în spic și numărul de flori în spiculeț au avut un caracter intermediar între cei doi părinți. Densitatea spicului a fost mai mare la hibridii  $F_1$  decât la formele parentale. În general a dominat aspectul grâului. Plantele  $F_1$  au fost viguroase, heterozisul manifestându-se mai ales în ceea ce privește înălțimea plantei și lungimea spicului. La hibridii primei generații glumele și palecele au fost puternic deschise în timpul înfloritului, formând un unghi de 30—49°. Plantele din  $F_1$  au o rezistență la iernare asemănătoare cu a soiurilor de grâu; nu sînt rezistente la rugina brună și din cauza înfloririi deschise sînt atacate ușor de *Claviceps purpurea*. În toate celulele somatice (fig. 1, a) s-au găsit 28 de cromozomi, din care 21 provin de la *Tr. vulgare* și 7 de la *Secale cereale* (16).

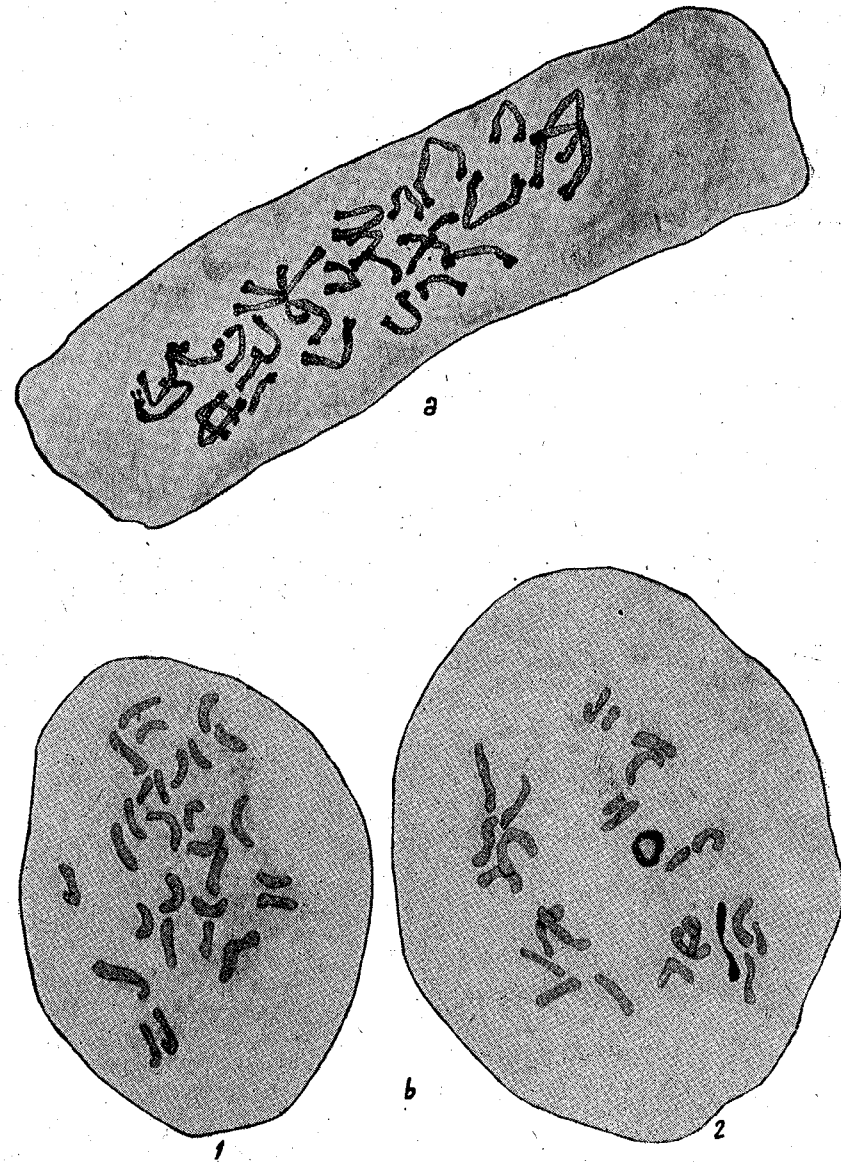


Fig. 1. — Aspecte citologice din prima generație: a, metafază somatică ( $2n=28$ ); b, metafaze heterotipice (1;  $28I$ ; 2,  $24I + 2II$ );

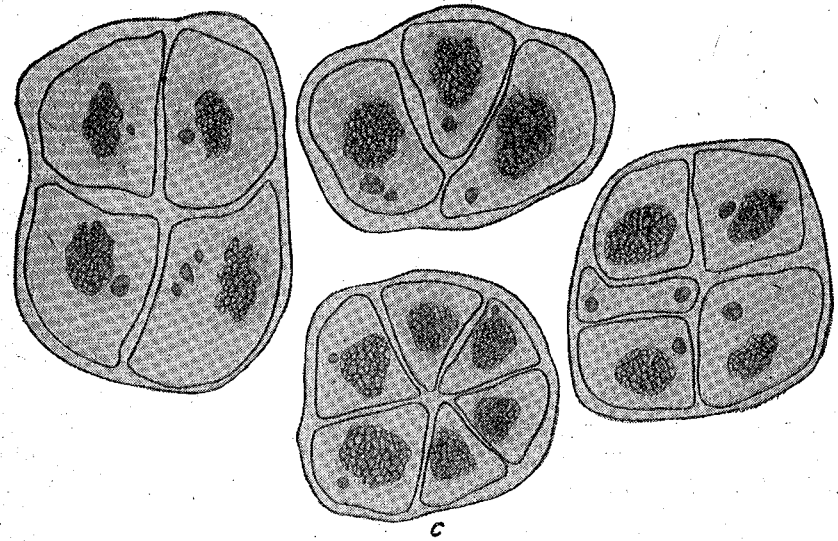


Fig. 1 — Continuare c, tetrade cu micronuclei și microcite.

porție de 64,3%. Procentual, în  $F_2$  au fost complet sterile 27,3 spice. Din totalul spicelor, au avut 1—3 boabe în spic 22,7%; 8—10 boabe — 4,5%; 20—30 de boabe — 9% și 30—50 de boabe — 36,3%.

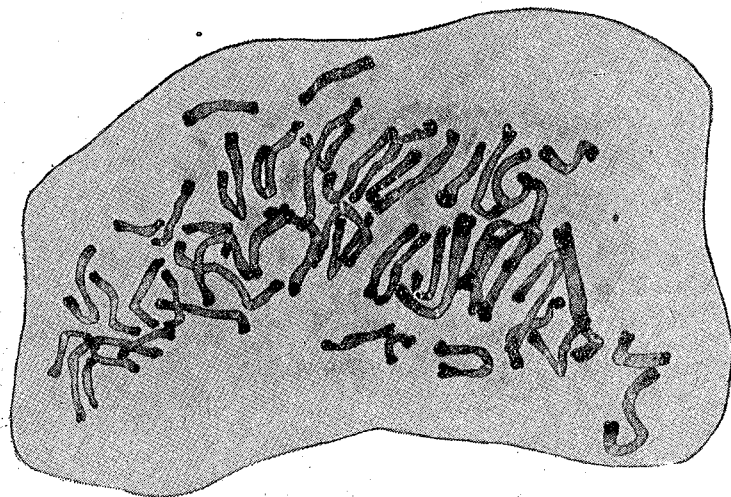


Fig. 2. — Metafază somatică la generația a doua ( $2n = 49$ ).

Mărimea și forma boabelor au fost diferite, unele fiind lungi dar puțin zbircite, altele având o formă apropiată de a boabelor de grâu dar foarte zbircite.

Plantele  $F_2$ , obținute din repolenizarea cu grâul, au avut în celulele somatice un număr de 47—49 de cromozomi (fig. 2). Literatura indică în  $F_2$  o variație mai mare, și anume 38—49 de cromozomi (7), (13), (16), (17). Faptul că în experiențele noastre s-au obținut plăci metafazice numai cu 47—49 de cromozomi se datorește sacrificării unui număr mai mic de boabe, deoarece plantele  $F_1$  leagă greu, obținându-se puține semințe.

Numărul de 47—49 de cromozomi arată că alături de cei 42 de cromozomi de la *Tr. vulgare* s-au mai găsit 5—7 cromozomi de secară. Majoritatea cromozomilor au fost voluminoși, heterobrahiali și lungi. Unul dintre cromozomii heterobrahiali a avut sateliți, caracter moștenit și în  $F_2$  de la secară. S-au mai găsit 2—5 cromozomi cefalobrahiali și 0—2 cromozomi izobrahiali.

#### Descrierea generației a treia

Procesul de dezbinare a continuat și în  $F_3$ . Astfel, lungimea paiului a variat între 63 și 128 cm, lungimea spicului între 8,5 și 15,5 cm.

În  $F_3$  au apărut plante cu spice albe și roșii, mutice și aristate, cu fragilitatea rahisului diferită, cu aspect de *Tr. vulgare*, precum și forme speltoid.

Din cei 28 de cromozomi 2—4 au fost cefalobrahiali, 0—2 izobrahiali, restul fiind heterobrahiali, filamentoși. Unul din cromozomii heterobrahiali a fost satelitifer prezentând la unul dintre capete 2 sateliți, caracter moștenit de la secară.

Studiul meiotic indică în metafaza heterotipică (fig. 1, b), 28 de cromozomi, care s-au prezentat de obicei ca 22—28<sup>I</sup> (univalenti) și 0—3<sup>II</sup> (bivalenti). Analiza statistică a numărului de univalenti și de bivalenti din metafaza heterotipică arată că: 19% din celule au avut 28<sup>II</sup> și 0<sup>I</sup>; 26% au avut 26<sup>I</sup> și 1<sup>II</sup>; 44% câte 24<sup>I</sup> și 2<sup>II</sup> și 11% cu 22<sup>I</sup> și 3<sup>II</sup>.

Cromozomii bivalenti sînt legați de regulă la un singur capăt. În unele celule s-au găsit însă și cromozomi cu două legături (chiasme) terminale.

În anafaza și telofaza primei diviziuni reducționale se observă neregularități, numeroși cromozomi restanțieri, iar în diade prezența granulelor de cromatină (fig. 1, c).

Aceste anomalii se observă și în a doua diviziune reducțională, unde aproape în toate celulele se constată apariția unuia sau mai multor micronuclei sau a microcitelor (3—8 microcite). Uneori micronucleii se elimină, alteori persistă sub formă de granule cromatice în celulele de polen tinere. Numărul mare de univalenti, orientarea neregulată a cromozomilor în fusul nuclear, existența micronucleilor și a microcitelor duc la formarea granulelor de polen neviabile, sterile, la indehiscenta anterelor, ceea ce explică în mare măsură autosterilitatea hibridului grâu × secară în  $F_1$ .

Numai în urma polenizării libere cu grâul procentul de prindere a fost de 2,06, din care s-a obținut a doua generație hibridă.

#### Descrierea generației a doua

Aspectul morfologic al lui  $F_2$  a fost foarte diferit, deoarece în această generație a avut loc scindarea caracterelor și apariția formelor noi. O parte dintre hibridi au avut aspectul plantelor din  $F_1$ , alții au semănat cu grâul, iar alții au avut aspect intermediar între  $F_1$  și grâu. Nu s-au obținut forme asemănătoare cu secara.

S-a constatat o mare variabilitate în ceea ce privește lungimea paiului, lungimea și densitatea spicului, prezența sau absența aristelor etc. Astfel, lungimea paiului a înregistrat valori de 63—140 cm, lungimea spicului de 7,5—20 cm, densitatea spicului a fost uneori ca la *Tr. vulgare* (20 spiculețe pe 10 cm), altă dată au apărut spice laxe de tip speltoid. În  $F_2$  au apărut caractere cu totul noi. Astfel 25% din plante au avut rahisul fragil; 5% din ele au avut spicele de tip squarehead; 50% au fost mutice, cu toate că formele parentale inițiale au fost aristate; 10% au avut gluma păroasă.

Perozitatea ultimului internod, caracter moștenit de la secară, a apărut la 5% din totalul indivizilor.

Fertilitatea spicelor hibride a fost mai ridicată în  $F_2$  decât în  $F_1$ , fiind în medie de 30,6%. Ea a variat însă mult de la plantă la plantă. Astfel, unele spice au fost total sterile, în timp ce altele au legat în pro-

Numărul de cromozomi în celulele somatice a variat foarte mult în  $F_3$ . S-au găsit 36—49 de cromozomi (fig. 3), ceea ce confirmă datele din literatura de specialitate (3), (15), cu deosebirea că aceasta dă o amplitudine de variație de 38—49 și nu de 36—49 de cromozomi, cum s-a găsit în plăcile mitotice studiate de noi.

Datele obținute arată că 25% din plăci au avut 36—38 de cromozomi, 50% din plăci 40—45 de cromozomi și 25% un număr de 47—49 de cromozomi. Majoritatea plăcilor au avut un număr de cromozomi apropiați de cel al grâului ( $2n=42$  cr.).

În  $F_2$ , ca și în  $F_3$ , numărul de cromozomi în celulele somatice este deci foarte variabil. Această amplitudine de variație exprimă heterogenitatea materialului, ceea ce se evidențiază și morfologic, hibridii fiind foarte diferiți în ceea ce privește aspectul lor.

Fertilitatea a fost diferită de la o plantă la alta, variind între 0 și 70,9%. Astfel, din totalul spicelor, 11,7% au fost complet sterile; 23,6% au avut 1—5 boabe în spic; 17,8% câte 6—10 boabe; 23,5% câte 10—20 de boabe; 14,5% câte 20—30 de boabe și 8,8% câte 30—50 de boabe.

Așadar, în raport cu  $F_2$ , în  $F_3$  a scăzut atât numărul plantelor cu 50 de boabe în spic, cât și al celor complet sterile. În schimb, a crescut procentul plantelor cu 5—30 de boabe în spic. În general, se poate spune că s-a mărit numărul plantelor asemănătoare grâului.

Faptul că din totalul spicelor au fost complet sterile 27,3% în  $F_2$  și 11,7% în  $F_3$ , iar 72,7, respectiv, 88,3% fertile în mod diferit se explică prin retroîncrucișările hibridilor cu grâul. Aceasta a permis să se împerecheze între ei cromozomii omologi, spre deosebire de  $F_1$ , când cromozomii celor două genuri participante la încrucișare sînt foarte diferiți și inapți de a forma bivalenți.

Acest lucru a reieșit din studiul meiozei la hibridii grâu × secară  $F_3$  (fig. 3, d). Se constată că diviziunea reducțională este mult mai regulată decît la primele două generații hibride, deși se mai mențin unele neregularități.

Caracteristică este însă creșterea numărului cromozomilor bivalenți ( $19-21^{II}$ ) și micșorarea numărului de cromozomi univalenți ( $1-5^I$ ). Ca o consecință a normalizării diviziunii reducționale a crescut fertilitatea plantelor.

#### CONCLUZII

1. Încrucișările între genurile *Triticum* și *Secale* au reușit în cazul cînd s-au folosit speciile de grâu *Tr. vulgare* și *Tr. turgidum*.
2. Procentul de prindere este variabil depinzînd de condițiile climatice ale anului, de individualitatea soiului de grâu, ca și de metoda de polenizare folosită.

Soiurile Chinezese 1, Bezenciuk 51 și linia 3658 au o mai mare capacitate de încrucișare cu secara decît soiurile Cooperatorca, Bărăgan 77, Cenad 117 și Early Blachkull.

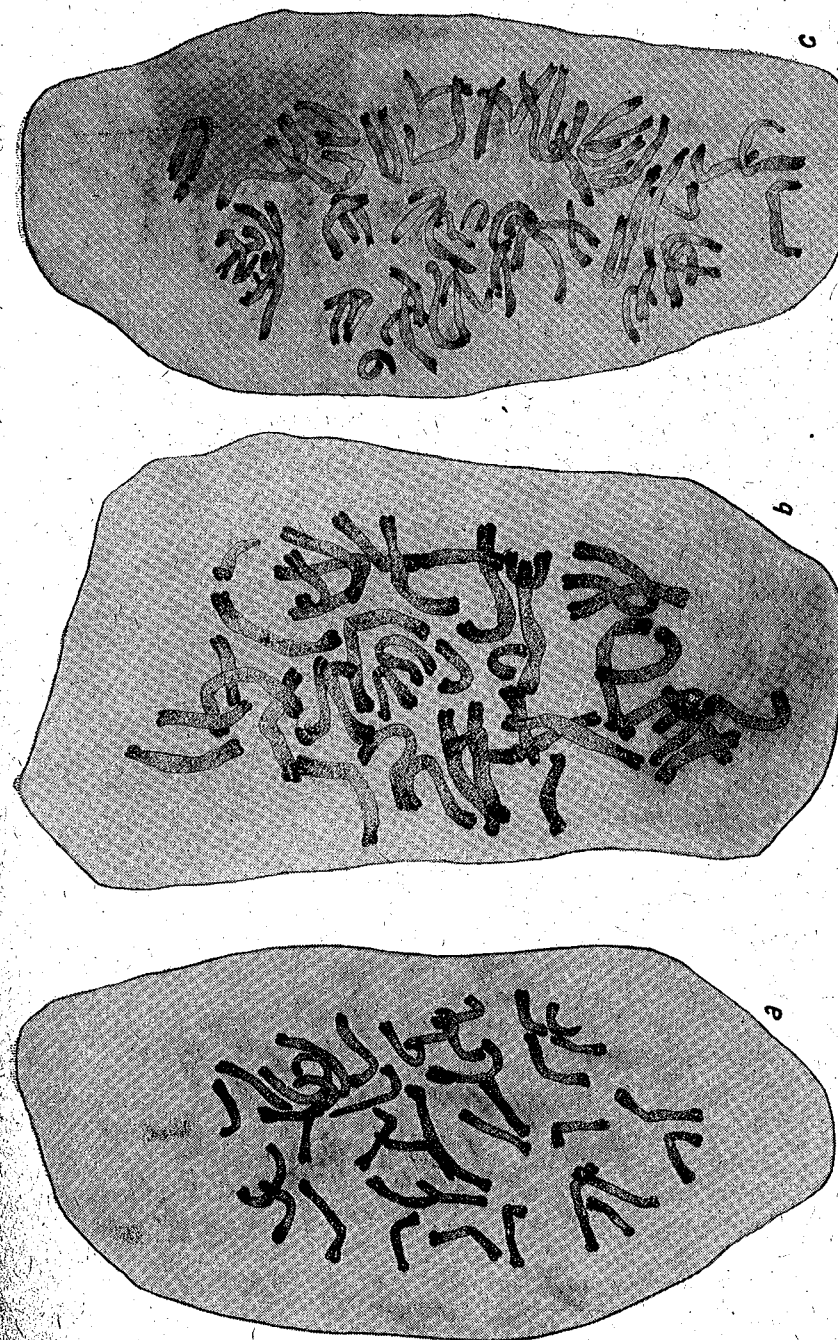


Fig. 3. — Aspecte citologice la generația a treia: a, metafază somatică ( $2n=36$ ); b, metafază somatică ( $2n=42$ ); c, metafază somatică ( $2n=49$ ).

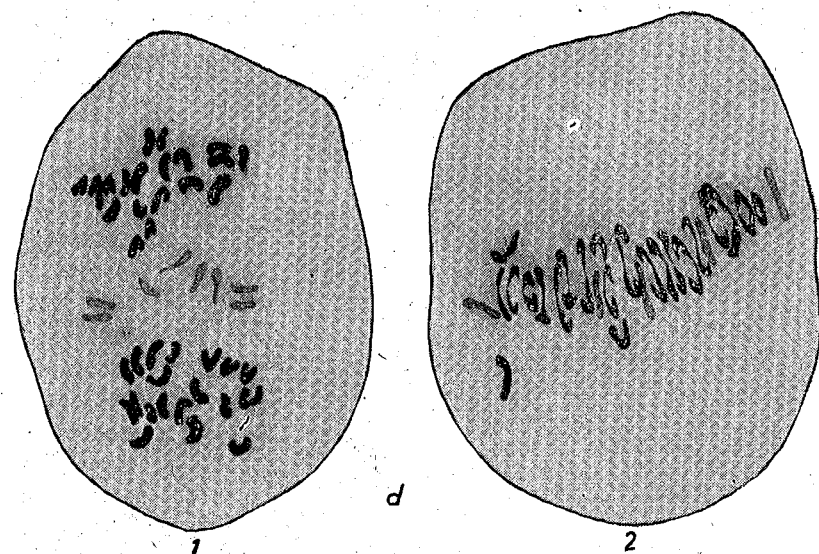


Fig. 3. — Continuare *d*, metafaze heterotipice ( $1, 19\text{II} + 4\text{I}$ ;  $2, 20\text{II} + 5\text{I}$ ).

3. Prima generație hibridă a fost puternic dezvoltată și uniformă, prezentându-se ca un mozaic de caractere de la cei doi genitori. Aspectul grîului a dominat. Celulele mame polinice au prezentat 22—28 de cromozomi univalenți și 0—3 bivalenți, ceea ce explică autosterilitatea hibridilor în  $F_1$ .

4. Prin polenizare liberă a hibridului grîu-secară  $F_1$  se poate restabili în parte fertilitatea lui.

5. Hibrizii  $F_2$  și  $F_3$  s-au caracterizat printr-o variabilitate pronunțată atât din punct de vedere morfologic cât și al numărului de cromozomi. Au apărut forme asemănătoare grîului, datorită retroincrușării cu grîul în  $F_1$  și  $F_2$ , precum și neformațiuni: spice cu rahisul fragil, spelhoizi, spice de tip squarehead. În  $F_3$  numărul de bivalenți în celulele mame polinice crește ( $19—21\text{II}$ ) și în consecință se înregistrează și creșterea fertilității hibridilor.

#### ГЕНЕТИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ГИБРИДОВ ПШЕНИЦЫ С РОЖЬЮ

##### РЕЗЮМЕ

Исследования проводились в 1957—1959 годах. Скрещивались различные виды пшеницы с рожью.

Скрещивание между родами *Triticum* и *Secale* дало результаты только при использовании гексаплоидных видов пшеницы *Tr. vulgare* и *Tr. spelta* и тетраплоидного вида *Tr. turgidum* и не дало результатов при использовании других видов.

Полученные данные показали, что сорта Китайский 1, Безенчук 51 и линия 3658, отобранная из сорта А 15, легче скрещиваются с рожью, чем сорта Кооператорка, Бэрэган 77, Ченад 117 и Эрли Блэкхэлл.

При использовании принудительного и ограниченно-свободного опыления, полученный процент завязывания был практически одинаковым; все же ограниченно-свободный метод опыления, повышающий производительность труда, является более рекомендованным.

В работе подробно описывается морфология, цитологические особенности и фертильность гибридов  $F_1$ ,  $F_2$  и  $F_3$ .

В более поздних поколениях процесс редукционного деления нормализуется и восстанавливается фертильность гибридов. Так в  $F_3$  было установлено  $19—21\text{II}$  и  $5—4\text{I}$ , а количество в различной степени фертильных колосьев достигает 88,3%.

##### ОБЪЯСНЕНИЕ РИСУНКОВ

Рис. 1. — Цитологические аспекты в первом поколении: *a* — соматическая метафаза ( $2n=28$ ); *b* — гетеротипические метафазы ( $1—28\text{I}$ ;  $2—24\text{I} + 2\text{II}$ ); *c* — тетрады с микродрамами и микроцитами.

Рис. 2. — Соматическая метафаза во втором поколении ( $2n=49$ ).

Рис. 3. — Цитологические аспекты в третьем поколении: *a* — соматическая метафаза ( $2n=36$ ); *b* — соматическая метафаза ( $2n=42$ ); *c* — соматическая метафаза ( $2n=49$ ); *d* — гетеротипические метафазы ( $1—19\text{II} + 4\text{I}$ ;  $2—20\text{II} + 5\text{I}$ ).

## ÉTUDE GÉNÉTIQUE DES HYBRIDES BLÉ-SEIGLE

## RÉSUMÉ

Les travaux ont été effectués entre 1957 et 1959. On a pratiqué des croisements entre différentes espèces de blé et le seigle.

Les croisements entre les genres *Triticum* et *Secale* ont donné de bons résultats à l'aide des espèces hexaploïdes de blé *Triticum vulgare* et *Tr. spelta* et de l'espèce tétraploïde *Tr. turgidum*; ils n'ont pas donné de résultats quand d'autres espèces ont été utilisées.

Les variétés Chinezesc 1, Bezenciuc 51 et la lignée 3 658, issue de la variété A 15, possèdent une meilleure capacité de croisement avec le seigle que les variétés Cooperatorca, Bărăgan 77, Cenad 117 et Early Blackhull.

L'application parallèle des méthodes de pollinisation forcée et de pollinisation libre limitée a donné des proportions de graines hybrides pratiquement égales. La dernière méthode est toutefois la plus recommandable, car son application détermine des rendements accrus.

Les auteurs donnent une description détaillée de la morphologie, du comportement cytologique et de la fertilité des hybrides  $F_1$ ,  $F_2$  et  $F_3$ .

Au cours des générations suivantes, le processus de division réductionnelle se normalise et la fertilité des hybrides se rétablit. Ainsi, on a trouvé, en  $F_3$ , 19—21<sup>II</sup> et 5—1<sup>I</sup> et le nombre d'épis fertiles, à différents degrés, a atteint 88,3%.

## EXPLICATION DES FIGURES

Fig. 1. — Aspects cytologiques de la première génération, a, Métaphase somatique ( $2n = 28$ ); b, métaphases hétérotypiques (1, 28<sup>I</sup>; 2, 24<sup>I</sup> + 2<sup>II</sup>); c, tétrades à micronoyaux et mycrocytes.

Fig. 2. — Métaphase somatique à la deuxième génération ( $2n = 49$ ).

Fig. 3. — Aspects cytologiques de la troisième génération. a, Métaphase somatique ( $2n = 36$ ); b, métaphase somatique ( $2n = 42$ ); c, métaphase somatique ( $2n = 49$ ); d, métaphases hétérotypiques (1, 19<sup>II</sup> + 4<sup>I</sup>; 2, 20<sup>II</sup> + 5<sup>I</sup>).

## BIBLIOGRAFIE

1. BLEDSOE R.P., A rye-wheat hybrid. The Journal of Heredity, 1932, 23.
2. CHAPMAN V. a. RILEY RALPH., Disomic addition of rye chromosome II to wheat, Nature, 1955, 4468 175.
3. FLORELL V., A cytologic study of wheat × rye hybrids and backcrosses, J. of agric. Research, 1931, 42.
4. — A genetic study of wheat × rye hybrids and backcrosses, J. of agric. Research, 1931, 42.
5. JESENKO F., Ueber Getreide-Speziesbastarde (Weizen-Roggen), Zeitschrift für inductive Abstammungs- und Vererbungslehre, 1913, 10.

6. ЖУКОВСКИЙ П. М., Пшеница в СССР, Гос. изд. сельск. литературы, Москва-Ленинград, 1957.
7. LATHOUWERS V., Manuel de l'amélioration des plantes cultivées. II (l'amélioration du froment), Paris, 1942.
8. LEIN A., Die Wirksamkeit von Kreuzbarkeitsgenen des Weizens in Kreuzungen von Roggen ♀ mit Weizen ♂, Der Züchter, 1942, 1.
9. ЛЮСАК С. А., Оригинальная форма пшенично-ржаного гибрида. Природа, 1955, 4.
10. NAKAJIMA G., Das cytogenetische Studium des  $F_1$  Hybriden, zwischen *T. persicum* und *S. cereale*, Chromosomo, 1956, 30—31.
11. — A cytological study on the  $F_2$  plant *T. sphaerococcum* × *cereale*, Japan J. Genetics, 30, 5, 1955.
12. OEHLER E., Untersuchungen über Ansatzverhältnisse. Morphologie und Fertilität bei Weizen-Roggen-Bastarden, Zeitschrift für Züchtung, A. Pflanzenzüchtung, 1931, 16.
13. — Art- und Gattungskreuzung, Handbuch der Pflanzenzüchtung, Berlin — Hamburg, 1958, I.
14. PRIADCENCU AL., Contribuțiuni la studiul hibrizilor indepartați. Hibrizul grtu × secară, Anal. I.C.A.R., 1952, XX.
15. RAJHATHY T., A búza és nemesítése. Interspecific and intergeneric crossing, Akademiai Kiado, Budapest, 1955.
16. THOMPSON W.P., Chromosome behaviour in a cross between wheat and rye, Genetics 11, Wisconsin Manasho, 1926.
17. БАВИЛОВ Н. И., Теоретические основы селекции растений, Гос. изд. совх. и колх. литературы. Москва-Ленинград, 1935, II.
18. WILSON A.S., On wheat and rye hybrids, Transactions of the Royal Society of Edinburgh, Proceedings of Botany, 1876.

## CERCETĂRI PRIVIND EVOLUȚIA ARBORILOR DEFOLIAȚI DE *LYMANTRIA MONACHA* L.

DE

I. POPESCU-ZELETIN,  
MEMBRU CORESPONDENT AL ACADEMIEI R.P.R.,  
V.G. MOCANU și S. PUIU

Comunicare prezentată în ședința din 17 noiembrie 1960

În anii 1956 și 1957 o parte din pădurile ocoalelor silvice Borsec și Broșteni au fost defoliate de omida insectei *Lymantria monacha* L. În toamna anului 1957 s-au găsit, în zona atacată, arborete total sau parțial defoliate alături de altele nedefoliate.

Printre aspectele luate în studiu de fostul Centru de cercetări biologice al Academiei R.P.R., cu ocazia sprijinului științific acordat acțiunii de combatere din 1958, a fost și acela privind cunoașterea evoluției arborilor defoliați de această omidă, cu scopul de a se stabili dacă și în ce condiții arborii atacați își mai refac aparatul foliaceu. În această lucrare se prezintă rezultatele cercetărilor privind acest aspect, efectuate în perioada de vegetație din 1958.

Din literatura de specialitate se cunoaște că defolierile complete, cauzate de omida de *Lymantria monacha* L., duc la uscarea arborilor (2), (3), (4) și că, în general, molizii parțial defoliați se refac greu (1). Aceste constatări apar ca observații secundare în studiile asupra biologiei și combaterii dăunătorului. Nu se cunosc cercetări sistematice asupra evoluției molizilor parțial sau total defoliați, din care să rezulte condițiile și ritmul de refacere a aparatului foliaceu sau de uscarea.

Cercetările noastre s-au localizat într-o suprafață de cercetare de 1,2 ha din parcela 4, pădurea Arcoza (UP Făgetel), Ocolul silvic Borsec, populată numai cu molid, în vîrstă de 70 de ani, și avînd următoarele caracteristici: densitatea 0,7, diametrul mediu 35 cm, înălțimea medie 32 m.

Arboretul se găsea în centrul zonei atacate (lîngă șoseaua națională Toplița—Borsec), între 850 și 880 m altitudine, pe un teren înclinat

(10–25°) cu expoziție generală estică; solul brun de pădure podsolit, cu textură nisipo-lutoasă, cu mult schelet în unele locuri; precipitații medii anuale 712 mm, temperatura medie anuală 6,4° (în luna cea mai caldă — iulie 17,5°; în luna cea mai rece — ianuarie —5,9°) și vânturi dominante din sectorul de vest.

Primul atac a fost combătut aviochimic în primăvara anului 1957, înregistrându-se o mortalitate a omizilor în proporție de 72%. Combaterrea aviochimică din primăvara anului 1958, cu mijloace perfecționate, a avut ca efect stăvilirea completă a atacului (mortalitate 99,9%).

Suprafața experimentală s-a delimitat în porțiunea cea mai reprezentativă din punctul de vedere al variației intensității defolierilor. Arborii au fost numerotați (cu vopsea de ulei), inventariați și clasificați după două criterii: *poziția în arboret și intensitatea defolierii*.

După poziția arborilor în arboret s-au distins 4 clase de arbori:

- predominanți (I);
- dominanți (II);
- codominanți (III);
- dominați (IV).

În raport cu intensitatea defolierii s-au stabilit 5 categorii:

- arbori nedefoliați (0);
- arbori cu jumătatea superioară a coroanei defoliată (1);
- „ „ „ inferioară „ „ (2);
- arbori cu întreaga coroană parțial defoliată (3);
- „ „ „ coroană aparent complet defoliată (4).

În cadrul fiecăreia dintre categoriile 1, 2 și 3 s-au găsit arbori cu defolieri mai mult sau mai puțin accentuate, fără să fi fost posibilă distincția unor subcategorii.

Fiecare arbore numerotat a fost clasificat după cele două criterii, atât la începutul (29.IV.1958), cât și la sfârșitul cercetărilor de teren (16.XI.1958). Clasificările s-au făcut pe baza observațiilor efectuate concomitent (cu ochiul liber și cu binoclu) de 2–3 cercetători, așezați la distanțe și pe direcții diferite, în scopul de a se evita pe cât posibil aprecierile subiective<sup>1)</sup>. Pentru a se putea cunoaște mai precis evoluția fiecărui arbore din suprafața experimentală s-au determinat lunar (26.V; 26.VI; 26.VII; 26.VIII; 24.IX și 16.XI) creșterile radiale ale tulpinilor (la 1,30 m de la sol, pe partea din amunte), în raport cu situația de la începutul cercetărilor (29.IV) luată ca reper. Determinările s-au făcut cu auxometrul comparator, după metoda elaborată de noi în acest scop (6).

În tabelele nr. 1 și 2 și în graficele din figurile 1–6 se prezintă, în valori medii, datele cifrice obținute din determinările făcute la cei 472 de arbori din suprafața de cercetare. Aceste date ne-au permis analiza evoluției arborilor defoliați în perioada de vegetație din 1958, pe clase poziționale și, în cadrul acestora, pe categorii de defoliere, după cum urmează:

*Arborii predominanți* (I, tabelul nr. 1) sînt cei mai bine dezvoltăți. Au înălțimile și coroanele cele mai mari și, ca atare, dispun de cea mai

<sup>1)</sup> La primele cercetări de teren a luat parte și V. Enescu.

Tabelul nr. 1

Situația arborilor din suprafața experimentală la începutul (P) și sfârșitul (T) perioadei de vegetație din 1958

Clasa de arbori	Specifi-care	Numărul de arbori pe categorii de defoliere					Total	
		0	1	2	3	4	n	%
I	P	29	1	11	13	19	73	16
		+ 10	—	— 10	—	—		
	+ 8	—	—	— 8	—	—		
		—	+ 1	—	— 1	— 1		
		—	—	+ 1	—	— 1		
	T	47	2	2	5	17	73	
II	P	46	14	25	36	70	191	40
		+ 7	— 7	—	—	—		
	+ 15	—	— 15	—	—	—		
	—	—	— 3	—	+ 3	—		
	+ 21	—	—	— 21	—	—		
		—	—	— 4	+ 4	—		
		—	+ 3	—	— 3	—		
		—	—	+ 13	—	— 13		
	T	89	10	20	11	61	191	
III	P	10	6	14	40	48	118	25
		+ 9	—	— 9	—	—		
	+ 37	—	—	— 37	—	—		
		—	—	+ 9	—	— 9		
	T	56	6	14	3	39	118	
IV	P	14	1	—	42	33	90	19
		+ 11	—	—	— 11	—		
	—	—	—	— 14	+ 14	—		
	—	+ 2	—	—	— 2	—		
	—	—	—	+ 1	—	— 1		
		—	—	—	+ 6	— 6		
	T	25	3	1	23	38	90	
Tot. P	n	99	22	50	131	170	472	100
	%	21	5	10	28	36	100	—
Tot. T	n	217	21	37	42	155	472	—
	%	45	5	8	9	33	100	—





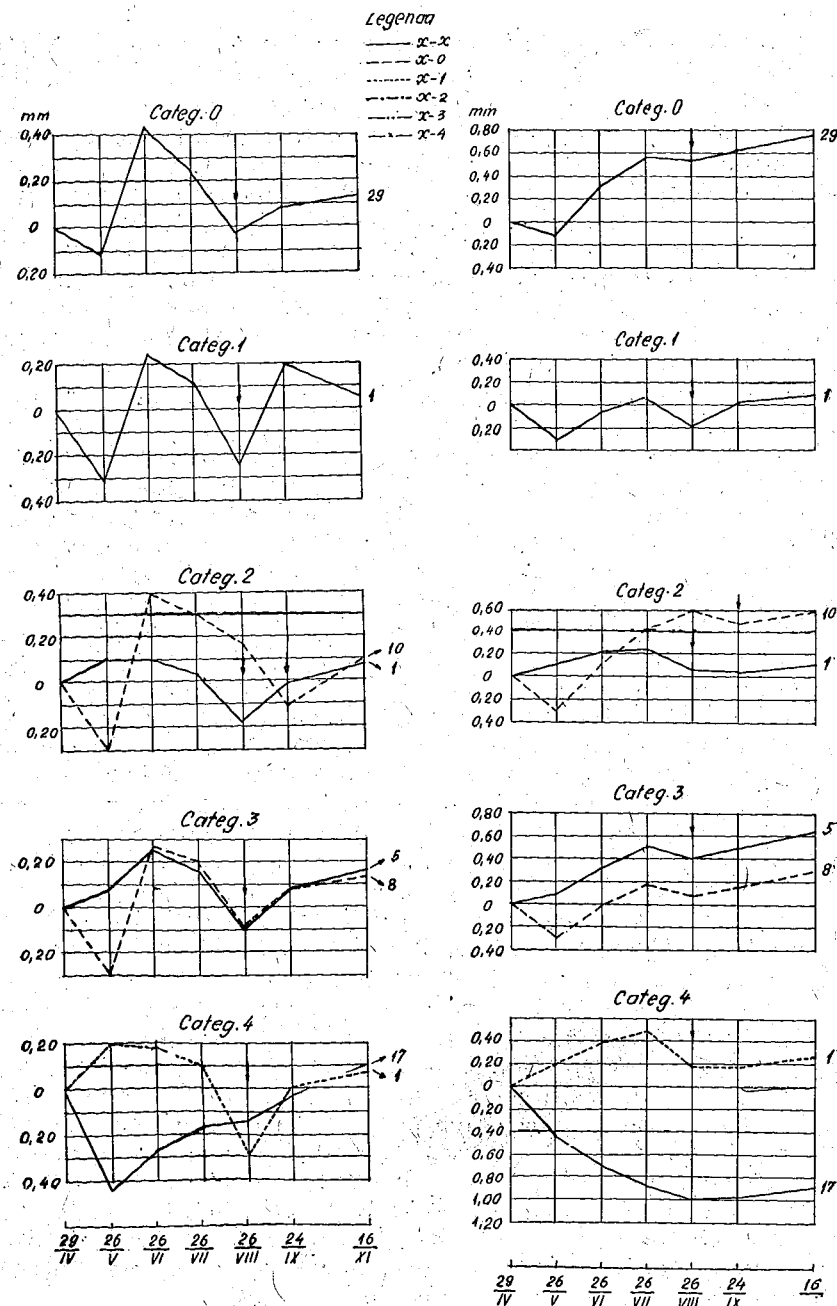


Fig. 1. — Stînga: Creșterile radiale medii lunare, la arborii predominanți. Dreapta: Variația creșterilor medii (cumulate) la arborii predominanți. x, Categoria inițială de defoliere; ↓, sfîrșitul perioadei mari de creștere și începutul celei mici.

Arborii dominanți (II) reprezintă clasa cea mai numeroasă din arboret (191 = 40%); au vîrfurile în lumină și coroanele destul de bine dezvoltate. Împreună cu arborii predominanți încheie „plafonul superior al coronamentului” și dispun de o vitalitate apropiată de cea a arborilor din clasa precedentă. Ei au fost atacați într-o proporție mai mare (145 = 76%).

Arborii nedefoliați (categoria 0) din această clasă (46 = 24%) au înregistrat în perioada de vegetație din 1958 o creștere medie anuală în grosime cu puțin mai mică decît cea a arborilor predominanți (0,71 mm = 92%, tabelul nr. 2). Și la aceștia s-a observat contragerea tulpinilor în luna mai, după care curba creșterilor medii lunare are aceeași alură ca și curba arborilor din clasa I (fig. 2).

La arborii parțial defoliați din categoriile 1, 2 și 3 (75 = 39%) s-au observat 3 situații distincte. O parte (43 = 57%) și-au refăcut aparatul foliaceu, trecînd în categoria 0; alții (25 = 33%) au rămas în categoriile în care au fost inițial înregistrați; o altă parte (7 = 10%) au pierdut restul de cetină avută, trecînd în categoria arborilor aparent complet defoliați (tabelul nr. 1 și fig. 2). Arborii care și-au refăcut aparatul foliaceu prin dezvoltarea lujerilor anuali în părțile defoliate ale coroanei (50% din categoria 1; 60% din categoria 2 și 58% din categoria 3) au înregistrat creșteri medii anuale în grosime reprezentînd, respectiv, 68, 34 și 41%, față de creșterile arborilor nedefoliați, considerați martori (tabelul nr. 2). Cei staționari, la care lujerii anuali au apărut mai mult în părțile nedefoliate ale coroanelor, au avut creșteri destul de mici, respectiv, 6, 23 și 35% față de arborii martori (tabelul nr. 2), indicînd o vitalitate cu mult mai mică în comparație cu arborii trecuți în categoria 0. În sfîrșit la cei ce și-au pierdut restul de cetină curbele creșterilor (fig. 2) lasă să se întrevadă o slabă tendință de revenire (la cei din categoria 2 în luna iunie, iar la cei din categoria 3 în luna iulie), urmată apoi de contragerea continuă a tulpinilor, ca efect al uscării lor.

La ultima categorie din această clasă, cu arbori aparent complet defoliați (70 = 37%), s-au observat două situații. Unii (16 = 23%) și-au refăcut parțial coroanele trecînd în categoriile 1 și 2 și înregistrînd creșteri medii anuale, în primul caz + 0,19 mm, în al doilea caz - 19 mm (creșterea aparent „negativă” s-ar putea atribui mai ales stării de vegetație precare). Restul arborilor din această categorie (54 = 77%) au intrat în procesul de uscare, marcat evident de contragerea susținută a tulpinilor (fig. 2).

Arborii codominanți (III) formează ca număr (118 = 25%) clasa imediat inferioară celei precedente. Avînd vîrfurile sub nivelul celor dominanți, coroanele lor sînt în cea mai mare parte umbrite, mici, rare și de cele mai multe ori înghesuite și excentrice; ca atare au o vitalitate mai mică decît arborii din clasele anterioare. Datorită poziției lor în arboret arborii codominanți reprezintă prima treaptă în procesul de eliminare naturală și au fost defoliați în proporția cea mai mare (108 = 92%, tabelul nr. 1).

Din analiza creșterilor medii lunare în grosime (fig. 3) se observă că arborii nedefoliați (10 = 8%) au început să crească cu cel puțin o

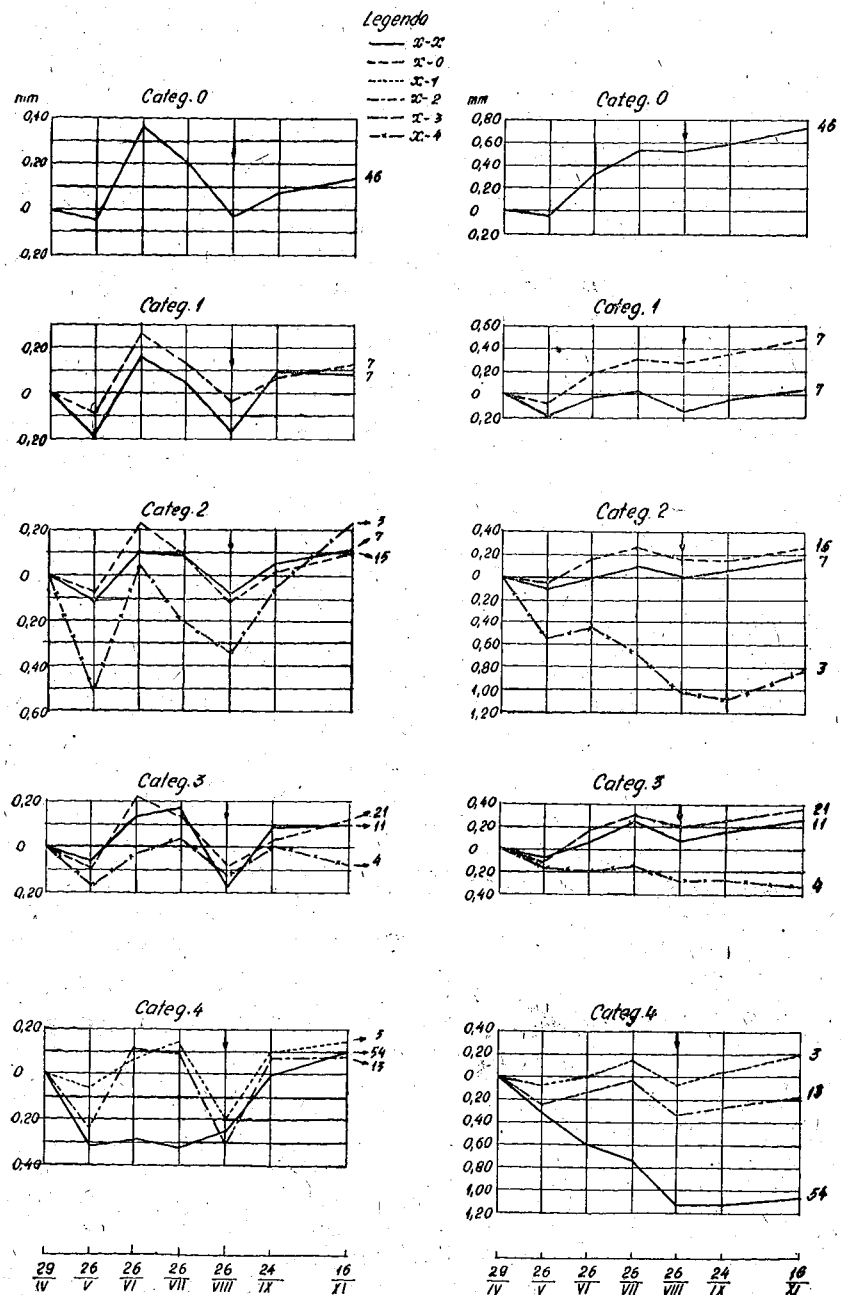


Fig. 2. — Stnga : Creșterile radiale medii lunare la arborii dominanți.  
Dreapta : Variația creșterilor medii (cumulate) la arborii dominanți. x, Categoria inițială de defoliere; ↓, sfârșitul perioadei mari de creștere și începutul celei mici.

lună mai devreme decât cei similari predominanți și dominanți și au încheiat perioada mare de creștere cu o lună mai târziu. Este remarcabil faptul că acești arbori au înregistrat o creștere medie anuală în grosime (1,42 mm) aproape de două ori mai mare decât creșterile similare ale arborilor predominanți și dominanți nedefoliați (tabelul nr. 2).

La arborii parțial defoliați (60 = 51%) din această clasă (categoriile 1, 2 și 3) se poate vorbi de o refacere în masă. Într-adevăr, 9 din arborii categoriei 2 (64%) și 37 din cei ai categoriei 3 (92%) au trecut în categoria 0, care astfel s-a mărit de aproape șase ori (de la 10 la 56, tabelul nr. 1). Primii au înregistrat creșteri anuale în grosime reprezentând 30% (0,43 mm), ceilalți numai 19% (0,27 mm) din creșterea medie a arborilor martori (tabelul nr. 2). Arborii staționari din categoria 3 (fig. 2) au înregistrat creșteri mai mici decât cei promovați în categoria superioară (tabelul nr. 2), datorită defolierilor într-o proporție mai mare. În schimb la cei din categoria 2 (fig. 3) contragerea înregistrată indică o stare premergătoare uscării. Nu s-a găsit nici un caz de pierdere a restului de cetină, adică de trecere în categoria 4.

Dintre arborii codominanți, aparent complet defoliați (48 = 41%), o parte (9 = 19%) și-au refăcut parțial jumătatea superioară a coroanei, trecând în categoria 2 (fig. 3). Arborii staționari (39 = 81%) din această ultimă categorie au înregistrat contrageri specifice fenomenului de uscăre.

Arborii dominați (III, 90 = 19%) au înălțimile cele mai mici și coroane firave. Sînt total acoperiți de cei din clasele superioare, coroanele lor formînd „plafonul inferior” al arboretului. Datorită vitalității lor reduse, ei formează ultima treaptă în procesul de eliminare naturală. Prezența lor în număr relativ mare se datorește, pe de o parte, densității reduse a arboretului (0,7), iar pe de altă parte, faptului că nu au fost extrași prin operații culturale sistematice. La arborii din această clasă defolierea s-a produs într-o proporție foarte mare (76 = 85%), totuși ceva mai mică decât la cei din clasa precedentă (tabelul nr. 1).

Arborii dominați nedefoliați (14 = 16%) — ca și cei similari codominanți — se pare că au început să crească în grosime cu cel puțin o lună mai devreme și au avut creșteri medii anuale mai mari decât cei din clasele I și II (fig. 4).

Arborii parțial defoliați din această clasă (43 = 48%) s-au comportat diferit în urma atacului suferit. Unii (11 = 26%) din arborii categoriei 3 și-au refăcut aparatul foliaceu trecînd în categoria 0; alții (18 = 42%) au rămas în categoriile în care au fost găsiți inițial (1 și 3). Primii au înregistrat o creștere medie anuală ceva mai mică decât cei staționari (tabelul nr. 2). În sfîrșit, o parte din arborii categoriei 3 (14 = 33%) a pierdut restul de cetină avută inițial, trecînd în rîndul celor aparent complet defoliați. La aceștia s-a observat o slabă tendință de revenire în lunile mai și iunie (fig. 4).

Dintre arborii aparent complet defoliați (33 = 36%), unii (9 = 22%) și-au refăcut parțial aparatul foliaceu, înregistrînd creșteri medii anuale

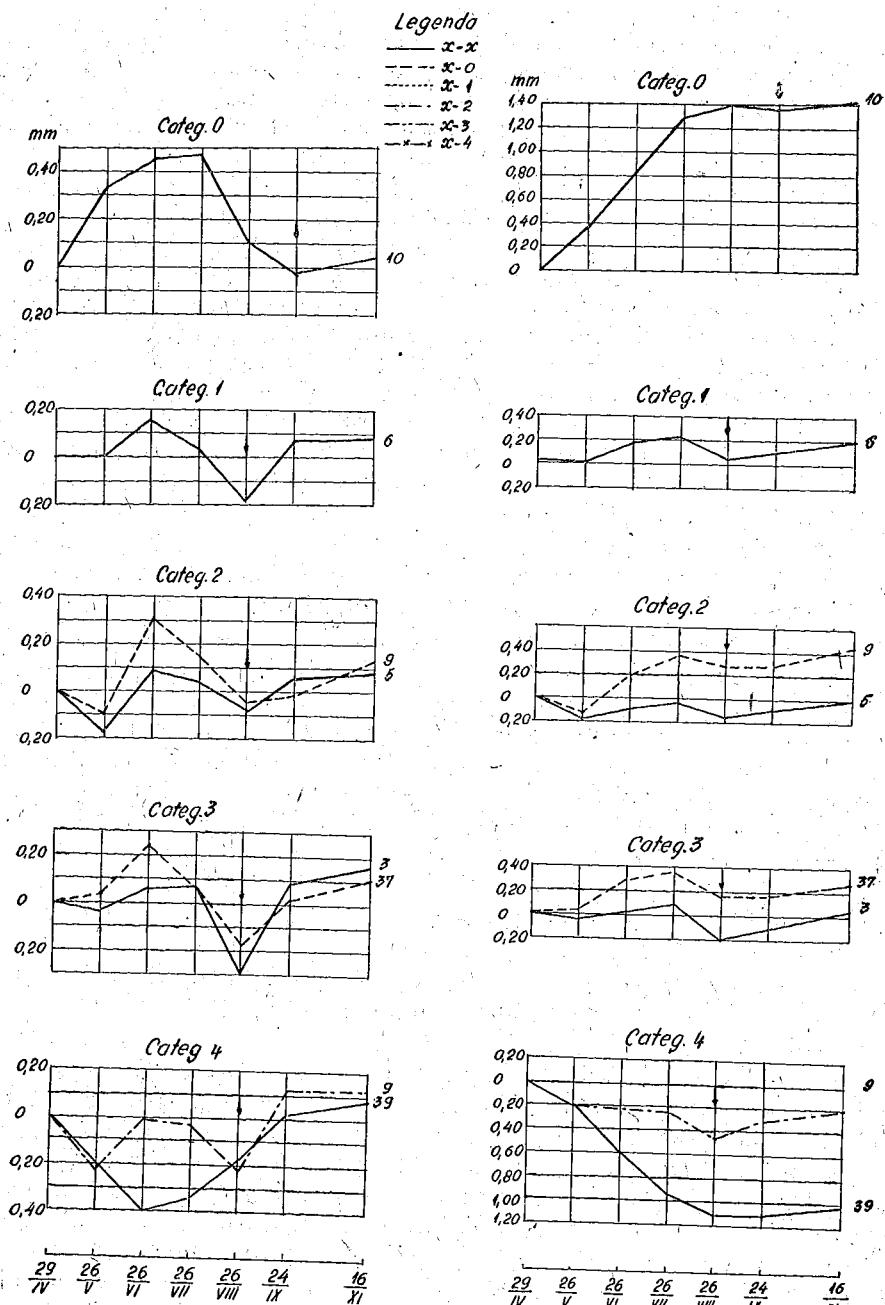


Fig. 3. — *Stînga*: Creșterile radiale medii lunare la arborii codominanți. *Dreapta*: Variația creșterilor medii (cumulate) la arborii codominanți. x, Categoria inițială de defoliere; ↓, sfârșitul perioadei mari de creștere și începutul celei mici.

foarte mici (tabelul nr. 2). Restul arborilor din această categorie (24 = 73%) au intrat în procesul de uscarea, marcat prin contragerea continuă a tulpinilor în perioada de vegetație.

★

Porțiunea de arboret luată în studiu se poate considera reprezentativă pentru cercetarea evoluției arborilor defoliați, deoarece a cuprins arbori din toate clasele și, în cadrul acestora, din marea majoritate a categoriilor de defoliere. Numai într-un singur caz din 20 posibile (4 clase × 5 categorii) nu s-a găsit nici un arbore (IV—2) și numai în alte două câte un singur exemplar (I—1; IV—1); în toate celelalte, au existat câte cel puțin 6 arbori (tabelul nr. 1), număr suficient pentru a avea indicații în privința sensului evoluției arborilor defoliați și cel puțin o orientare asupra energiei și ritmului de creștere ale arborilor cercetați.

Curbele din figurile 1—4, reprezentând creșterile radiale medii lunare și variația lor (cumulate) în decursul perioadei de vegetație, scot în evidență, la unele categorii cu arbori nedefoliați și defoliați, o contragere a tulpinilor spre sfârșitul lunii mai și începutul lunii iunie. Ea este numai aparentă, deoarece anterior și în timpul primei determinări de creșteri (29.IV) au căzut ploii abundente, care au provocat umflarea temporară a ritidomului. Faptul că această contragere nu apare și la celelalte categorii se explică prin intrarea lor în vegetație mai devreme și realizarea de creșteri radiale mai mari decât contragerile înregistrate.

În condițiile arboretului cercetat și a perioadei de vegetație din 1958, la trei categorii de arbori s-a înregistrat prelungirea cu o lună a perioadei mari de creștere, și anume la: arborii predominanți cu jumătatea inferioară a coroanei defoliați și care și-au refăcut aparatul foliaceu (fig. 1); arborii codominanți nedefoliați (fig. 3) și la cei dominați, aparent complet defoliați și care refăcându-și parțial aparatul foliaceu au trecut în categoria 1 (fig. 4). În toate aceste cazuri creșterile medii lunare sînt evident mai mari. Determinările de creșteri lunare nu îngăduie explicarea acestui fenomen. De asemenea, nu se poate preciza data la care s-a încheiat perioada mică de creștere, pentru că ultima determinare s-a făcut la un interval mai mare de o lună (24.IX—16.XI) și, din această cauză, curbele din figurile 1—4 apar cu tendință ascendentă în acest ultim interval.

În arboretele normale — consistente — vitalitatea arborilor este în raport cu poziția ocupată în arboret, deoarece creșterile lor anuale sînt cu atît mai mari, cu cît au înălțimi și coroane mai mari. Arborii umbriți parțial sau total, cu înălțimi și coroane mai mici, reprezintă contingentul celor intrați mai mult sau mai puțin (dominați și codominanți) în procesul de eliminare naturală. În arboretul cercetat însă, arborii anterior intrați în procesul amintit — codominanții și dominații, nedefoliați — au înregistrat creșteri foarte mari, mai mari decît ale arborilor predominanți, și dominați. Faptul se datorește — fără îndoială — modificării favorabile a condițiilor de mediu, intervenită prin defolierea parțială sau totală a unor arbori din jurul lor, ceea ce le-a asigurat un însemnat surplus de lumină și căldură. Trecerea bruscă, de la o stare de vegetație precară la

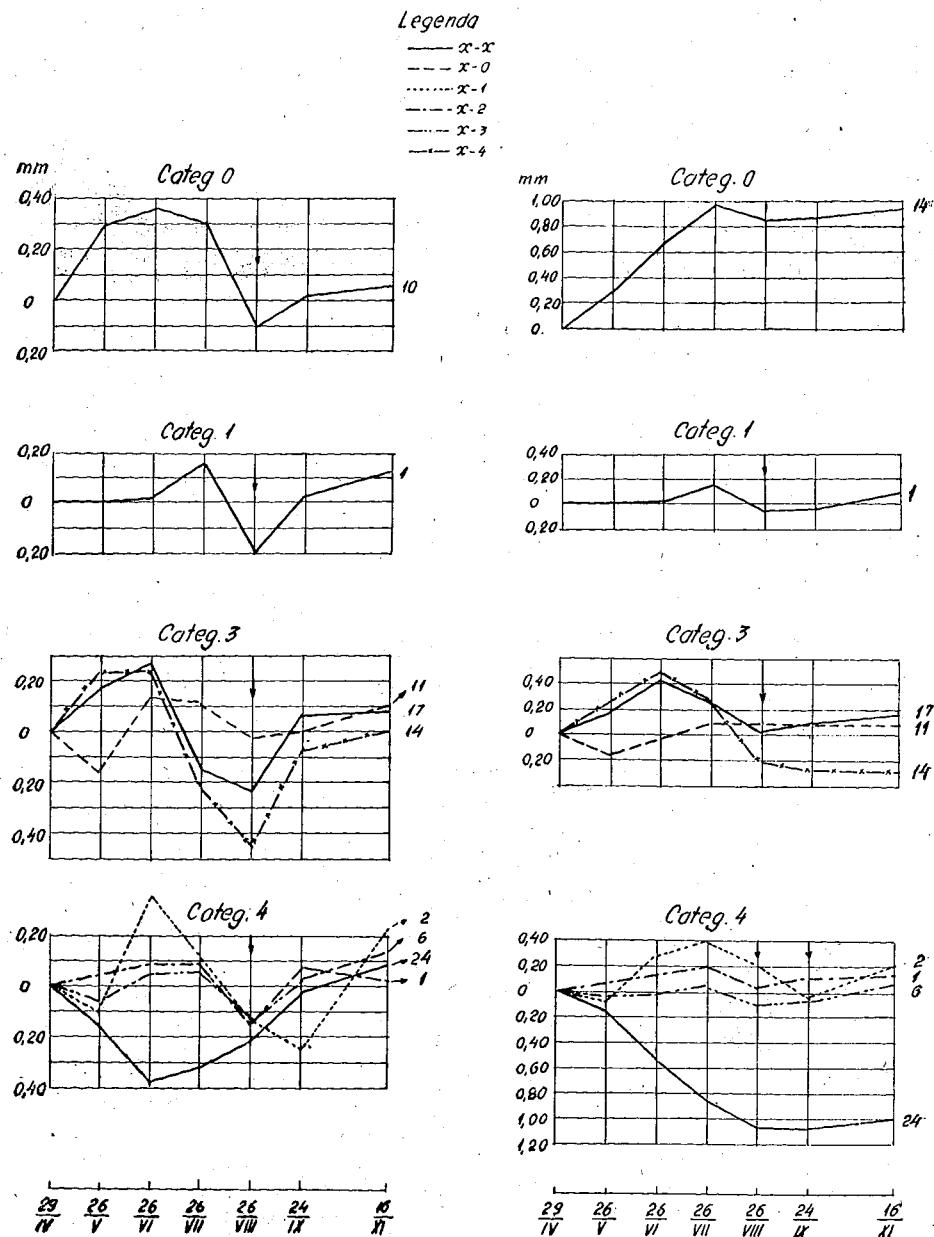


Fig. 4. — Stnga: Creșterile radiale medii lunare la arborii dominanți.  
Dreapta: Variația creșterilor medii (cumulate) la arborii dominanți. x, Categoria inițială de defoliere; ↓, sfârșitul perioadei mari de creștere și începutul celei mici.

alta foarte activă, pune în evidență vitalitatea potențială a speciei. Dar, arborii din aceste două categorii și din altele defoliate, evidențiate anterior, au înregistrat în primul interval (29.IV — 26.V) creșteri în grosime mai mari decât contragerea prilejuită de umflarea ritidomului. Fenomenul s-ar putea atribui aceleiași modificări favorabile a condițiilor de mediu, care, după cât se pare, a provocat și intrarea lor în vegetație cu cel puțin o lună mai devreme.

Din prezentarea situației defolierilor pe clase de arbori și din analiza graficelor cotale, din figurile 5 și 6 se constată că intensitatea atacului omizilor de *Lymantria monacha* L. a fost în raport invers cu poziția arborilor în arboret. Faptul că defolierile au cuprins un număr de arbori cu atât mai mare, cu cât vitalitatea lor (considerată în raport cu poziția în arboret) a fost mai mică, pare să indice preferința omizii pentru arborii mai puțin viguroși, respectiv cu înălțimi și coroane mai mici. Dacă se ține seamă însă și de faptul că dintre arborii parțial defoliați proporția cea mai mare revine în primul rând celor defoliați parțial pe întreaga coroană (categoria 3), apare îndreptățită concluzia — în cazul arboretului cercetat — că omizile au preferat să defolieze parțial întreaga coroană, mai ales la arborii cu vitalitate redusă, această situație asigurându-le — se pare — condiții de adăpost mai bune. Faptul că s-au produs și defolieri ale întregii coroane sau numai la vîrf ori la bază și au fost atacați și arborii cu vitalitate mai mare, dar în proporție mult mai mică, trebuie pus pe seama numărului de omizi cu mult mai mare pe aceste exemplare.

Arborii defoliați au reacționat, pe de o parte, în funcție de poziția ocupată în arboret, iar pe de altă parte, în raport cu localizarea în coroană și intensitatea atacului. La acești arbori s-au înregistrat refaceri, stagnări și uscări. La arborii parțial defoliați (categoriile 1, 2 și 3) s-a observat refacerea totală a aparatului foliaceu la 58% din numărul lor și a constat în apariția și dezvoltarea lujerilor anuali în părțile defoliate ale coroanelor de la arborii mai puțin defoliați și cu vitalitate mai mare, astfel că la ultimul control (16.XI) numărul arborilor înregistrați în categoria 0, era dublu la clasele I, II și IV și de aproape șase ori mai mare la clasa III, în comparație cu situația din primăvară. S-au refăcut în proporția cea mai mare arborii cu coroana parțial defoliată (categoria 3) și cu jumătatea inferioară a coroanei defoliată (categoria 2), adică acele categorii la care volumul aparatului foliaceu rămas era mai mare. Creșterile lor anuale în grosime (tabelul nr. 2) au variat între 17 și 75%, față de cele ale arborilor martori din aceleași clase, și se pot considera definitiv salvați. Dar, dintre arborii parțial defoliați, o parte (32%) au rămas în categoriile de defoliere inițial stabilite, înregistrând creșteri mai mari decât cei ce s-au refăcut, iar altă parte (20%) au pierdut restul de cetină avută, intrînd în procesul de uscare, marcat prin contragerile radiale înregistrate (tabelul nr. 2). La cei mai mulți dintre arborii rămași în categoriile în care au fost inițial înregistrați, ne putem aștepta la o refacere completă abia în anul următor. În sfârșit, la unii arbori aparent complet defoliați (categoria 4) s-a observat o slabă tendință de refacere, și anume la cei care, cu toată aparența de complet defoliați, mai aveau resturi din aparatul foliaceu. Aceștia, la ultimul control (16.XI), au fost înregistrați în

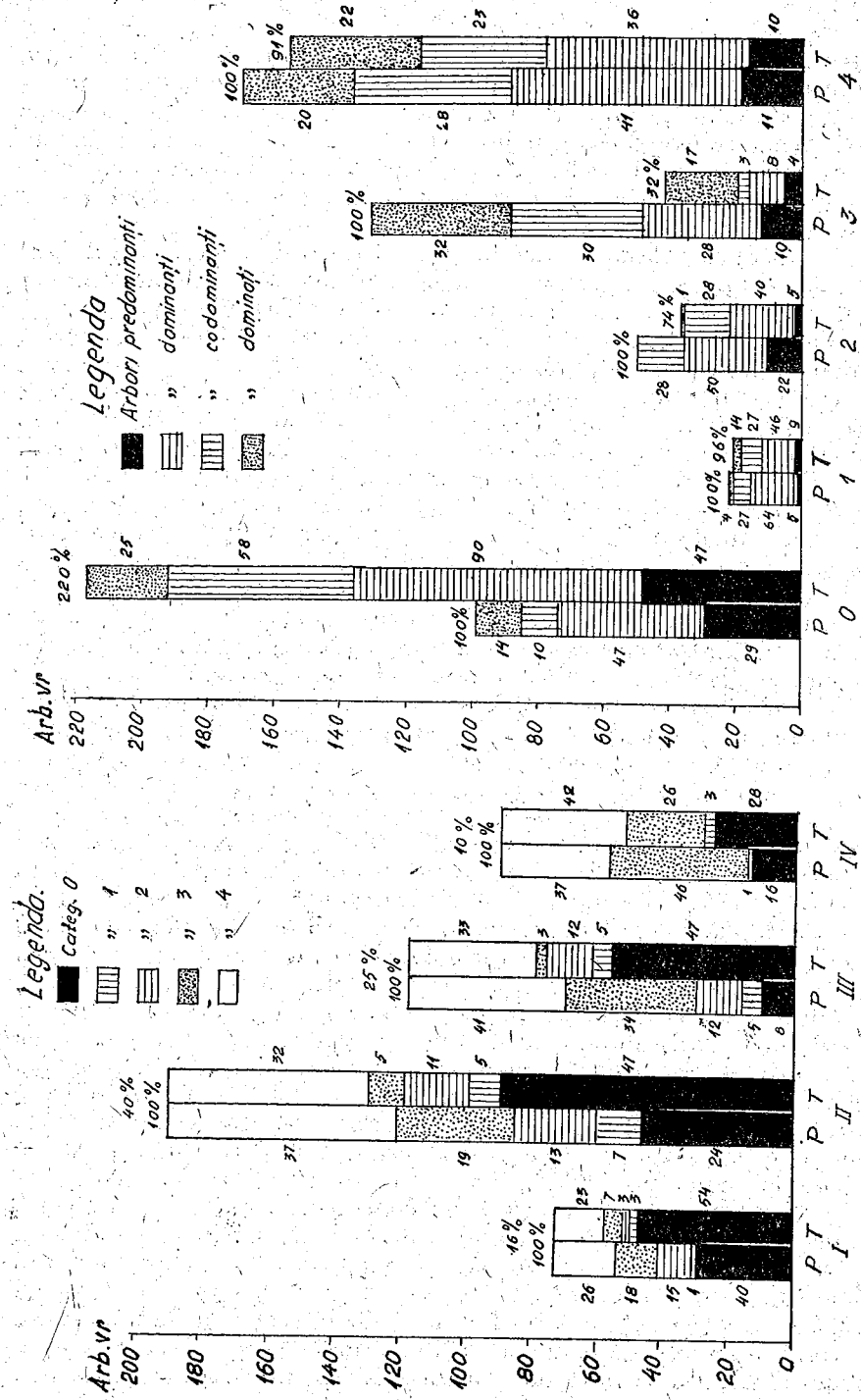


Fig. 5. — Evoluția arborilor defoliați pe clase de arbori (I, II, III, IV) în perioada de vegetație din 1958. P, Situația din primăvară (29.IV.1958); T, situația din toamnă (16.XI.1958).

Fig. 6. — Evoluția arborilor defoliați pe categorii de defoliere (0, 1, ..., 4) în perioada de vegetație din 1958. P, Situația din primăvară (29.IV.1958); T, situația din toamnă (16.XI.1958).

categoriile 1, 2 sau 3, după cum lujerii-anuali au apărut la bază, la vîrf sau răspinși în întreaga coroană. Cei trecuți în categoria 1, la clasele I, II și III, și în categoria 2, la clasa IV, au înregistrat creșteri care par să



Fig. 7. — Determinarea creșterilor la arborii din suprafața de cercetare.

indice posibilitatea unei refaceri în anii următori (tabelul nr.2); ceilalți, parțial refăcuți, dar cu contrageri aparente (tabelul nr. 2), împreună cu restul arborilor din categoria 4, la care s-au înregistrat contrageri sustinute în decursul perioadei vegetative, trebuie considerați definitiv pierduți.

Determinările auxometrice făcute (fig. 7) permit și o apreciere a pierderilor de creștere, înregistrate de arborii defoliați în comparație cu arborii martori. Dacă se iau în considerare numai categoriile 1, 2 și 3 și, la acestea, numai pozițiile cu cel puțin 5 arbori (tabelul nr. 2); pentru a avea valori medii cât mai reprezentative, se observă că în general pierderile de creșteri în grosime și aproape, în aceeași măsură, și în volum

variază în raport invers, atât cu volumul aparatului foliaceu rămas, cât și — mai ales — cu poziția arborilor în arboret. În acest din urmă caz ele reprezintă circa 50% la arborii predominanți, circa 70% la dominanți, circa 75% la codomanți și circa 85% la cei dominați.

Aceste procente nu pot fi indicatoare pentru o apreciere corectă a pierderilor de creștere. Aceasta pentru că s-au calculat în raport cu creșterile arborilor nedefoliați, cu mult mai mari decât la arborii similari din arboretele nedefoliate, datorită modificării favorabile a condițiilor de mediu, intervenite prin defolierea parțială sau totală a arborilor din jurul lor. Procente de pierdere indicatoare s-ar fi putut stabili, dacă în același arboret ar fi existat o porțiune nedefoliată, în care să se fi putut instala o suprafață de cercetare martor. Dar, o asemenea porțiune nu s-a găsit.

La arborii la care s-au înregistrat contrageri (tabelul nr. 2) pierderea este de 100%. Contragera nu se poate considera o pierdere, întrucât apare și la arborii verzi după ce au fost tăiați.

Un fenomen interesant s-a observat la arborii inițial aparent complet defoliați și care s-au uscat. La aceștia s-au înregistrat contrageri susținute în decursul perioadei de vegetație, cu valori destul de apropiate la toate clasele de arbori (— 0,88; — 1,07; — 1,01; — 1,00 mm, tabelul nr. 2), cu toate că diametrele de bază medii ale claselor variază în limite foarte mari (la predominanți: 49,8 cm; la dominați 20,0 cm). Se pare că, în cazul arboretului cercetat, contragera s-a produs independent de grosimea arborilor. Fenomenul s-ar putea atribui pierderii inegale a apei din zona exterioară a tulpinii, zonă cu atât mai adâncă, cu cât ritidomul este mai subțire.

Considerente de ordin economic și fitosanitar impun măsuri silviculturale în arboretele atacate de *Lymantria monacha* L. Prin faptul că marea majoritate a arborilor aparent complet defoliați și o mică parte dintre cei parțial defoliați se usucă, aceștia trebuie extrași prin tăieri de igienă, repetate an de an, până la refacerea completă a celorlalte categorii de arbori defoliați (fig. 8). În arboretele echine aceste tăieri sînt recomandabile, dacă prin aplicarea lor densitatea nu scade sub 0,7 la cele amenințate și sub 0,6 la cele neamenințate de doborîturi de vînt. Aceleași tăieri se recomandă și la arboretele pluriene, destinate a fi tratate în cadru grădinarit, dacă fondul lor de producție nu se reduce sub 60% la cele amenințate și sub 40% la cele neamenințate de doborîturi de vînt, cu condiția ca în arboret să rămînă arbori în marea majoritate a categoriilor de diametre. În cazul cînd prin astfel de tăieri se depășesc limitele de mai sus, tăierea rasă este de neînlăturat. Trebuie avut în vedere faptul că arboretele defoliate oferă condiții optime pentru înmulțirea în masă a ipidelor, astfel că această calamitate complimentară trebuie prevenită prin măsuri de combatere cunoscute. Aplicarea corectă și la timp a ambelor măsuri salvează arboretele defoliate și dă posibilitatea valorificării unui material lemnos de valoare, care altfel se depreciază.

Din analiza evoluției molizilor defoliați de *Lymantria monacha* L. rezultă următoarele concluzii:

1. Surplusul de lumină și căldură primit de molizii codomanți și dominați, datorită defolierii parțiale sau totale a unor arbori vecini, a

avut ca efect creșteri în grosime mai mari decât la exemplarele predominante și dominante din același arboret. Acest fapt pune în evidență vitalitatea potențială a speciei.

2. În perioada de vegetație următoare atacului, 60% dintre arborii



Fig. 8. — Arbori cu diferite categorii de defoliere.

parțial defoliați (categoriile 1, 2 și 3) din clasele I, II și III și-au refăcut aparatul foliaceu, putîndu-se considera definitiv salvați; circa 30% au rămas în categoriile de defoliere inițiale, creșterile lor în grosime lăsînd să se întrevadă posibilitatea refacerii lor totale în anii următori; circa 10% au pierdut cetina inițial avută, aceștia putîndu-se considera pierduți.

3. Marea majoritate a molizilor inițial aparent complet defoliați s-au uscat în perioada de vegetație din 1958. Anemicele tendințe de refacere observate la unele exemplare, nu îndreptătesc speranța restabilirii lor ulterioare.

4. Pierderile de creșteri, datorită defolierilor, au variat între 50 și 85% față de arborii nedefoliați. Aceste procente sînt relative, deoarece s-au determinat în raport cu creșterile arborilor nedefoliați, influențați la rîndul lor favorabil de modificările survenite în condițiile de mediu.

5. Contragerile, înregistrate la arborii inițial sau ulterior deveniți aparent complet defoliați, par a fi independente de dimensiunile arborilor.

6. În condiții similare arboretului cercetat, considerente de ordin economic și fitosanitar impun extragerea arborilor inițial sau ulterior deveniți aparent complet defoliați. Dacă prin aplicarea acestor tăieri în arbo-

реțele echiene, densitatea se reduce sub 0,7, la cele amenințate, și sub 0,6 la cele neamenințate de doborâturi de vînt, iar la cele pluriene fondul de producție scade sub 60%, la cele din primul caz și sub 40%, la acele din cazul al doilea, tăierea rasă apare inevitabilă.

### ИЗУЧЕНИЕ ЭВОЛЮЦИИ ДЕРЕВЬЕВ, ПОДВЕРГШИХСЯ ДЕФОЛЬЯЦИИ МОНАШЕНКОЙ (*LYMANTRIA MONACHA* L.)

#### РЕЗЮМЕ

В 1956 и 1957 гг. некоторые еловые древостой в РНР подверглись дефоляции гусеницами монашенки (*Lymantria monacha* L.). В 1958 году изучалась эволюция лишенных хвои деревьев в течение следующего за авиохимической обработкой вегетационного периода.

Исследования проводились на опытном участке с 472 деревьями 70-летнего возраста, как не подвергшихся дефоляции, так и подвергшихся ей в различной степени. Древостой расположен на высоте между 850 и 880 м над уровнем моря на склоне с бурой лесной оподзоленной почвой. Оценка деревьев производилась в начале (29 апреля), и в конце исследований (16 ноября) по их положению в древостое (I — выделяющиеся над общим пологом наиболее развитые деревья, II — хорошо развитые, III — входящие в главный полог, но более слабо развитые, IV — деревья подчиненного полога) и по интенсивности дефоляции (0 — не подвергшиеся дефоляции; 1 — верхняя половина кроны с лишенной хвоей; 2 — нижняя половина кроны лишенная хвоей; 3 — с частично подвергшейся дефоляции кроной и 4 — с кроной, внешне совершенно лишенной хвоей). Ежемесячно определялся прирост в толщину с помощью ауксанометра компаратора (6).

Полученные результаты (таблицы № 1 и 2 и рис. 1—6) привели к следующим выводам:

— контрагирование стволов, отмеченное в мае месяце у деревьев, подвергшихся различным степеням дефоляции, — 0,1; 2 и 3 (рис. 1—4) вызвано, по видимому, скорее меньшим ростом в толщину, чем разбуханием коры, вызванным обильными весенними дождями;

— излишек света и тепла, полученный не лишившимися хвоей более слабо развитыми деревьями главного полога и деревьями подчиненного полога, вследствие частичной или же полной дефоляции соседних деревьев, имея следствием значительно больший их рост в толщину, чем наиболее развитых (I) и хорошо развитых (II) деревьев главного полога (таблица № 2, рис. 1—4);

— среди частично лишившихся хвои деревьев (1, 2 и 3 категории) 60% восстановили свой листовый аппарат (в особенности деревья, принадлежащие к I, II и III классам) и могут считаться спасенными;

30% остались в первоначально установленных категориях дефоляции, причем значительная их часть смогла совершенно поправиться, начиная со следующего года; остальные засохли (таблица № 1, рис. 5 и 6). Потери прироста колебались в обратной пропорции по отношению к объему оставшейся хвои и к положению деревьев в древостое (от 50% — у наиболее развитых, до 80% у деревьев подчиненного полога) (таблица № 2);

— у небольшой части внешне совершенно лишенных хвои деревьев наблюдалась слабая тенденция к поправке, не дающая, однако, надежды на полное восстановление; остальные деревья засохли (рис. 1—4).

#### ОБЪЯСНЕНИЕ РИСУНКОВ

Рис. 1. — *Слева*: Средние месячные приросты в толщину у наиболее развитых деревьев (I). *Справа*: Колебание средних (суммированных) приростов у наиболее развитых деревьев.  $x$  — начальная категория дефоляции;  $\downarrow$  — окончание главного периода роста и начало малого периода.

Рис. 2. — *Слева*: Средние месячные приросты в толщину у хорошо развитых деревьев (II). *Справа*: колебание средних (суммированных) приростов у хорошо развитых деревьев.  $x$  — начальная категория дефоляции;  $\downarrow$  — окончание главного периода роста и начало малого периода.

Рис. 3. — *Слева*: Средние месячные приросты в толщину у более слабо развитых деревьев главного полога (III). *Справа*: Колебание средних (суммированных) приростов у более слабо развитых деревьев.  $x$  — начальная категория дефоляции;  $\downarrow$  — окончание главного периода роста и начало малого периода.

Рис. 4. — *Слева*: Средние месячные приросты в толщину у деревьев подчиненного яруса. *Справа*: Колебание средних (суммированных) приростов у деревьев подчиненного яруса.  $x$  — начальная категория дефоляции;  $\downarrow$  — окончание большого периода роста и начало малого периода.

Рис. 5. — Эволюция подвергшихся дефоляции деревьев по классам деревьев (I, II, ..., V) в течение вегетационного периода 1958 года. *P* — состояние весной (29.IV, 1958 г.). *T* — состояние осенью (16.XI, 1958 г.).

Рис. 6. — Эволюция подвергшихся дефоляции деревьев по категориям дефоляции (0, 1, ..., 4) в течение вегетационного периода 1958 года. *P* — состояние весной (29.IV, 1958 г.). *T* — состояние осенью (16.XI, 1958 г.).

Рис. 7. — Определение прироста у деревьев на исследованной площади.

Рис. 8. — Различные категории дефоляции деревьев.

### RECHERCHES SUR L'ÉVOLUTION DES ARBRES DÉFEUILLÉS PAR *LYMANTRIA MONACHA* L.

#### RÉSUMÉ

En 1956 et 1957, certaines forêts d'épicéa de la République Populaire Roumaine furent défeuillées par les chenilles de l'insecte *Lymantria monacha* L. En 1958, les auteurs ont suivi l'évolution des arbres défeuillés, au cours de la période de végétation qui a suivi la campagne de traitement aéro-chimique.



Les recherches ont porté sur une surface expérimentale comprenant 472 arbres, âgés de 70 ans, non défeuillés ou défeuillés à différents degrés. Le peuplement était situé sur un terrain en pente, entre 850 et 880 m d'altitude, en sol brun de forêt, podzolisé. Les arbres ont été classifiés au début des recherches (29 avril) et à la fin (16 novembre), d'après leur position dans le peuplement (I=prédominants; II=dominants; III=codominants; IV=dominés) ainsi que d'après l'intensité de la défeuillaison (0 = non défeuillés; 1 = moitié supérieure de la ramure défeuillée; 2 = moitié inférieure de la ramure défeuillée; 3 = à la ramure partiellement défeuillée; 4 = à la ramure apparemment tout à fait défeuillée). Les auteurs ont déterminé mensuellement les accroissements radiaux à l'aide de l'«auxomètre comparateur» (6).

Les résultats obtenus, présentés dans les tableaux 1 et 2 et dans les graphiques 1 à 6, ont conduit aux conclusions suivantes:

— Les contractions des troncs, enregistrées au mois de mai au sein des catégories de défeuillaison 0, 1, 2, 3 (fig. 1 — 4), semblent dues à un accroissement radial réduit plutôt qu'au gonflement du rhytidome gorgé d'eau provenant des pluies abondantes du printemps.

— Le surplus de lumière et de chaleur que les arbres codominants ou dominés ont reçu, du fait de la défeuillaison partielle ou totale des arbres voisins, y a déterminé un accroissement radial supérieur à celui des arbres prédominants et dominants (tableau 1; fig. 1 — 4).

— Parmi les arbres partiellement défeuillés (catégories 1, 2 et 3) 60% ont refait leur appareil foliaire (notamment ceux des I<sup>e</sup>, II<sup>e</sup> et III<sup>e</sup> classes), et purent être considérés sauvés; une proportion de 30% sont demeurés dans les catégories de défeuillaison établies au début de l'étude, la plupart d'entre eux pouvant se refaire entièrement dès l'année suivante; le reste, de 10%, se sont desséchés (tableau 1; fig. 5—6). Les pertes par défaut d'accroissement ont varié en raison inverse de l'appareil foliaire conservé et de la position: entre 50% chez les arbres prédominants, et 88% chez les arbres dominés (tableau 2).

— Chez une minorité d'arbres, apparemment tout à fait défeuillés, on a remarqué une faible tendance à refaire leur feuillage, mais qui n'autorise nullement à espérer une restauration totale; les autres se sont desséchés (fig. 1 — 4).

#### EXPLICATION DES FIGURES

Fig. 1. — *A gauche*: accroissement radial des arbres prédominants (moyennes mensuelles). *A droite*: variation des accroissements moyens (cumulés) des arbres prédominants.  $x$  = Catégorie initiale de défeuillaison;  $\downarrow$  = fin de la grande période d'accroissement (Sachs) et début de la petite.

Fig. 2. — *A gauche*: accroissement radial des arbres dominants (moyennes mensuelles). *A droite*: variation des accroissements moyens (cumulés) des arbres dominants.  $x$  = Catégorie initiale de défeuillaison;  $\downarrow$  = fin de la grande période d'accroissement et début de la petite.

Fig. 3. — *A gauche*: accroissement radial des arbres codominants (moyennes mensuelles). *A droite*: variation des accroissements moyens (cumulés) des arbres codominants.  $x$  = Catégorie initiale de défeuillaison;  $\downarrow$  = fin de la grande période d'accroissement et début de la petite.

Fig. 4. — *A gauche*: accroissement radial des arbres dominés (moyennes mensuelles). *A droite*: variation des accroissements moyens (cumulés) des arbres dominés.  $x$  = Catégorie initiale de défeuillaison;  $\downarrow$  = fin de la grande période d'accroissement et début de la petite.

Fig. 5. — Evolution des arbres défeuillés par classes d'arbre (I, II, ... V), au cours de la période de végétation de 1958. *P*, la situation au printemps (29 avril 1958); *T*, la situation en automne (16 novembre 1958).

Fig. 6. — Evolution des arbres défeuillés par catégories de défeuillaison (0, 1, ... 4) au cours de la période de végétation de 1958. *P*, la situation au printemps (29 avril 1958); *T*, la situation en automne (16 novembre 1958).

Fig. 7. — Détermination des accroissements des arbres de l'aire étudiée.

Fig. 8. — Arbres présentant différentes catégories de défeuillaison.

#### BIBLIOGRAFIE

1. BECK-HESS, *Forstschutz*, in *Handbuch der Forstwissenschaft*, Berlin, 1926.
2. GEORGESCU C. C., NIȚU GH. și TUTUNARU V., *Cercetări asupra circulației apei la molizii defoliați de Lymantria monacha L.*, in *Omagiu lui G. Ionescu-Șișești*, Ed. Acad. R.P.R., București, 1960.
3. ELIESCU GR., *Protecția pădurilor*, București, 1940.
4. ENE M., *Biologia și combaterea insectei Ocnaria monacha L. Din realizările institutului de cercetări forestiere*, Ed. agro-silvică, București, 1959.
5. — *Insectele vătămătoare pădurilor, bolile și dăunătorii pădurilor*, Ed. agro-silvică, București, 1957.
6. POPESCU-ZELETIN I., MOCANU V., PUIU S. și ENESCU V., *Contribuții la stabilirea unei metode pentru determinarea creșterii în grosime la arbori în perioada de vegetație*, Comunicările Acad. R.P.R., 1960, X, 12.

## CONTRIBUȚII LA SISTEMATICA REGIMURILOR DE APĂ DIN SOLURILE R. P. R.

DE

C. D. CHIRIȚĂ

MEMBRU CORESPONDENT AL ACADEMIEI R.P.R.

*Comunicare prezentată în ședința din 15 decembrie 1960*

În pedologia contemporană, cunoștințele asupra regimurilor de apă din soluri au marcat un progres important prin lucrările fundamentale ale pedologului sovietic A. A. Rode (11) ș.a., care a dezvoltat în mod original ideile precursorului în această materie, G. N. Visoțkii (13), definind mai complet aceste regimuri, amplificând sistematica lor și precizând mai detaliat terminologia în această materie.

Importanța uriașă a apei în formarea și însușirile solului, precum și în viața plantelor justifică continuarea intensă și extinderea largă a preocupărilor științifice în legătură cu apa, în problemele pedologice de ordin fizic, fizico-chimic, genetic, ecologic, agro- și silvoproductiv, ameliorativ etc. Aceste preocupări se reflectă în literatura contemporană de specialitate din toate țările și se manifestă în mod deosebit pe plan internațional în activitatea Conferințelor și Congreselor Societății Internaționale pentru Știința Solului.

În U.R.S.S. în special, preocupările în legătură cu regimul apei în sol sînt de mare actualitate. Tipurile și subtipurile de regimuri de apă din soluri prezentate de A. A. Rode la Congresul Societății Internaționale pentru Știința Solului de la Paris (1956) au fost discutate în ultimii ani în revistele de specialitate. Unii autori (A. Blagovidov, I. Plusnin) au propus chiar importante modificări în sistematica elaborată de A. A. Rode.

În țara noastră, cercetările în legătură cu regimul apei în sol s-au dezvoltat mai intens abia în ultimii ani, îndeosebi în probleme de ordin agro- și silvoproductiv și ameliorativ.

În agricultură, cercetări, în cadrul unor teze de aspirantură și al altor lucrări de cercetare (H. Simota<sup>1)</sup>, N. Oanea<sup>2)</sup> aduc contribuții la cunoașterea regimului de umiditate din soluri de stepă, asupra umidității de ofilire, a condițiilor de umezire a solului prin aplicarea anumitor procedee de irigare etc. Alte cercetări asupra regimului de apă din sol au executat M. Botzan și O. Mercuriev (1), E. Miclea (6), Gr. Obrejanu, E. Moțoc și O. Teodoru (9).

Extinderea irigațiilor, a cercetărilor și lucrărilor în legătură cu ameliorarea sărăturilor, desecarea terenurilor mlăștinoase, îndiguirea terenurilor inundabile, punerea în valoare a terenurilor erodate și a celor nisipoase au dat un impuls puternic preocupărilor științifice și tehnico-științifice în legătură cu regimul apei în sol.

În pedologia forestieră, pornite timid de la studiul regimului de umiditate în unele soluri de pădure (4), cercetările s-au extins în problema înmlăștinării solurilor de stejărete și a uscării intense a stejarului (5), apoi în problema uscării pinului (3). Cercetări sînt în curs în solurile unor regiuni cu fenomene de uscare intensă a stejarului și în domeniul tipologiei forestiere staționale.

Recent, în clasificarea solurilor țării noastre după regimurile de apă și condițiile de drenaj, s-au adus importante precizări asupra acestor două criterii de clasificare și asupra relațiilor dintre caracterul mișcării apei pe verticală în profilul de sol și condițiile de umiditate ale climatului, exprimate prin indicii de ariditate De Martonne (2).

Trebuie relevat faptul că în țara noastră cercetările asupra regimurilor de apă din soluri se află într-un stadiu puțin înaintat și insuficient organizat de dezvoltare și că este necesară extinderea largă, bine organizată, după o metodică unică și după un plan astfel conceput, încît într-un timp cît mai scurt să se poată dispune de materialul de date și observații necesare pentru caracterizarea calitativă și cantitativă a regimurilor de apă în solurile reprezentative ale țării noastre.

Necesitatea extinderii actuale și în viitorul apropiat a cercetărilor în legătură cu regimurile de apă din solurile țării noastre impune, pe lângă condițiile semnalate mai sus, și precizarea mai detaliată a sistematiei, a terminologiei și elementelor-criterii de caracterizare cantitativă a acestor regimuri.

În lucrarea de față, sprijiniți pe lucrările lui A. A. Rode, ne propunem să aducem o serie de contribuții în legătură cu sistematiea, terminologia și caracterizarea regimurilor de apă din solurile țării noastre, pe care le considerăm necesare pentru unificarea și eficiența mai rodnică a cercetărilor pedologice în acest deosebit de important domeniu și pentru

<sup>1)</sup> H. Simota, *Dinamica umidității în cernoziomul castaniu lucrat ca ogor negru, din stepa Bărăganului*, Inst. agr. „N. Bălcescu”, București, 1955 (manuscris). *Relațiile dintre sol și plante la conținuturi joase de umiditate în condițiile cernoziomului castaniu din Bărăgan*, Inst. agr. „N. Bălcescu”, București, 1957 (manuscris). *Dinamica umidității cernoziomului castaniu din Bărăgan, cultivat cu grâu de toamnă, după diferite premergătoare*, Inst. agr. „N. Bălcescu”, București, 1958 (manuscris).

<sup>2)</sup> N. Oanea, *Regimul apei în sol în legătură cu problema irigațiilor*, Inst. agr. „N. Bălcescu”, București 1957 (manuscris).

răspîndirea mai largă a preocupărilor de caracterizare și de folosire rațională a particularităților regimului de apă din sol, în producție.

A. A. Rode (11) definește ca regim de apă în sol — termen pe care îl traduce în limba franceză prin „régime hydrologique du sol”; „ansamblul fenomenelor de aport al apei în sol, de mișcare și reținere a apei în sol, de consum și pierdere a acesteia din sol”<sup>1)</sup>.

Relevăm în mod special că A. A. Rode include în regimul de apă al solului:

— *sursa de aprovizionare cu apă* (apă din precipitații, din pinza freatică, din scurgeri laterale, de irigație); *sensul predominant al circulației apei pe verticală și adîncimea pătrunderii* apei de infiltrație în profilul sol-substrat mineral;

— *gradul de umiditate* al solului pe întregul profil și al substratului, exprimat prin repartitia pe adîncime a intervalelor de umiditate cuprinse între limite exprimate prin cunoscutele constante hidrofizice ale solului.

Din punct de vedere sistematic, A. A. Rode definește *tipuri și subtipuri* de regimuri de apă — tipurile în funcție de *sursa de aprovizionare* cu apă, *sensul și adîncimea* circulației apei pe verticală în profilul sol-substrat, iar subtipurile în funcție de gradul de umezire a profilului, exprimat prin caracterul stepic, forestier, de fineață, semimlăștin, mlăștin etc. al regimului de apă.

Ideea de a cuprinde în noțiunea de regim de apă al solului atât indicații asupra sursei de aprovizionare, a sensului predominant și a adîncimii circulației apei pe verticală în sol și în substratul mineral, cît și precizări asupra gradelor de umezire realizate în sol-substrat, a permis autorului să elaboreze o clasificare judicioasă a regimurilor de apă din soluri, fundamentată pe ambele aceste categorii de caracteristici. Pentru aceasta însă a fost suficientă caracterizarea generală a regimurilor de umiditate din categoriile de soluri tipice sub acest raport, care evidențiază în linii generale diversitatea geografică a acestor regimuri, dar și regularitatea realizării lor în funcție de:

- condițiile climatice — în special raportul dintre suma precipitațiilor anuale și mărimea evaporației anuale;
- poziția solului în relief;
- proprietățile hidrofizice ale solului și substratului;
- prezența sau absența alimentării subterane cu apă;
- vegetația (11).

Pentru cunoașterea de aproape a relațiilor dintre sol și plante în diferitele tipuri de situații pedogeografice, pentru nevoile ecologiei plantelor așadar, pentru agricultură, silvicultură, ameliorații etc. aceste cunoștințe generale fundamentale asupra regimurilor de umiditate din soluri sînt indispensabile, dar numai orientative. Rezolvarea corectă a marii diversități de probleme legate de relațiile solului și ale plantelor cu apa reclamă studiul diferențiat al regimurilor de umiditate din diversele tipuri, subtipuri, genuri și grupe texturale de soluri din diferitele unități

<sup>1)</sup> p. 117.

pedogeografice ale țării noastre, acoperite cu asociații vegetale naturale și luate în cultură.

Pentru a demonstra necesitatea acestui studiu astfel diferențiat, este suficient să arătăm că în țara noastră, în cadrul regimului de apă percolativ — caracteristic solurilor cu apă freatică adâncă din zona forestieră — regimul de umiditate manifestă o diversitate extremă. Astfel, acest regim este caracteristic atât solurilor cu înmlăștinare periodică de suprafață și uscăciune moderată până la excesivă în perioada secetoasă — caldă de vară — început de toamnă, cum sînt solurile pseudogleice podzolite și solurile grele pseudogleizate de terasă, de luncă și de terase înalte, cît și solurilor aproape uniform umezite pe întregul profil, cu grade de umiditate variind puțin în jurul stării de sol reavăn sau reavăn-jilav, cum este solul brun-roșcat al pădurii de șleau, din stațiuni de cîmpie cu un plus local de umiditate atmosferică, situate pe versanții umbriți ai unor văi umede sau în apropiere de lacuri.

Variabilitatea mare a regimurilor de umiditate din soluri în funcție de condițiile locale de topoclimat (7), (8), (12), adîncime a apei freactice, mezo-micro- și nanorelief, de condițiile de textură-structură-porozitate ale profilului de sol, de caracterele substratului mineral, de vegetație etc. și posibilitatea stabilirii unei tipologii a acestor condiții, impun și fac posibilă elaborarea unei sistematice a acestor regimuri, la gradul de detaliere reclamat de problemele de ordin ecologic, agronomic și silvicultural; această sistematică trebuie să fie bazată pe cunoașterea cantitativă a condițiilor de umezire în tot cursul anului din solurile reprezentative ale diferitelor categorii de situații pedogeografice.

Deoarece regimul de umiditate al solului este genetic legat de regimul de aprovizionare cu apă și de circulație a apei în sol-substrat mineral, sistematica regimurilor de umiditate trebuie să corespundă cu aceea a regimurilor de aprovizionare și de circulație a apei, să apară ca alt aspect al unei clasificări unice, aceea a regimului de apă din sol.

Definirea regimului de apă al solului ca rezultată a condițiilor de aprovizionare a solului cu apă, de circulație a apei și de gradele de umezire ale profilului sol-substrat, pe de o parte, și faptul că la același regim de aprovizionare cu apă și de circulație a apei pot corespunde condiții foarte diferite de umiditate (de realizarea a intervalelor dintre diferitele constante hidrofizice), pe de altă parte, indică necesitatea de a considera regimul de apă al solului ca un complex de caracteristici hidrologice, format din două regimuri diferite sub raportul conținutului, dar strîns legate genetic:

a) *Regimul de aprovizionare cu apă și de circulație a apei* în profilul sol-substrat, pînă la apa freatică sau mai sus. Acest regim, determinat de climatul zonal — în special de precipitațiile atmosferice — de condițiile de drenaj și de prezența sau absența apei freactice și a aportului suplimentar din scurgeri de suprafață, inundații, irigații, fiind alcătuit din elemente de ordin hidrologic, poate fi denumit cu termenul *regim hidrologic al solului* sau *regim pedohidrologic*.

b) *Regimul de umiditate al solului*, adică valoarea și variația în cursul anului, în perioada fără îngheț sau, pentru scopuri ecologice, nu-

mai în perioada de vegetație, a gradului de umezire (de saturație cu apă) la diferite nivele ale profilului sol-substrat mineral. Acest regim, condiționat fundamental de regimul de aprovizionare cu apă și de circulație a apei, dar diferențiat în funcție de particularitățile locale ale topoclimatului, de condițiile de relief, de capacitatea solului de reținere a apei, de consumul apei prin vegetație etc. caracterizează, alături de regimul pedohidrologic corespunzător, un alt aspect fundamental al regimului apei în sol, astfel întregindu-se cunoașterea noastră asupra acestui regim.

Realizarea unei sistematice complete și judicioase a regimurilor de apă din soluri reclamă considerarea acestora ca fiind formate din cele două categorii distincte, dar unitar legate, de regimuri precizate mai sus și aplicarea consecventă, pentru fiecare categorie, a criteriilor de clasificare menționate; aceasta, indiferent dacă astfel numărul total de unități taxonomice crește sau dacă se includ în clasificatie și unele situații mai puțin frecvente — cum sînt de exemplu regimurile de inundație și irigație în zona forestieră, care sînt totuși o realitate și în anumite împrejurări pot căpăta o extensiune importantă. Neluarea în considerare a unei anumite situații hidrologice pentru motivul că ar fi puțin frecventă în spațiu sau în timp, ca și atașarea ei ca un caracter secundar sau accidental la altă situație sînt neprincipiale și creează neconsecvențe în clasificatie.

Astfel regimurile de apă ce se realizează în soluri expuse periodic inundațiilor și în cele ameliorate prin irigații sînt atît de diferențiate de acelea ale acelorași soluri neaprovizionate cu apă de inundație sau irigație, încît, principial, aceste regimuri reclamă o considerare și locuri în clasificatie, la același nivel ca regimul percolativ, subpercolativ, periodic percolativ etc. Este suficient să ne gîndim la soluri care stau anual 2—4 luni sub apă de inundație, spre a aprecia ca indispensabilă distincția arătată mai sus.

Necesitatea amplificării numărului de tipuri de regimuri de apă pentru a diferenția și cuprinde toate situațiile considerate ca tipice, a condus pe I. P l i u s n i n (10) la crearea unei sistematice mai detaliate la nivelul tipului de regim decît cea elaborată inițial de A. A. R o d e, acest autor distingînd în total 11 tipuri de regimuri de apă, cu 22 de subtipuri.

*Sistematica regimurilor pedohidrologice. Criterii de clasificare.* Aplicarea principiilor de clasificare enumerate mai sus conduce la crearea unei sistematice a acestor regimuri, constituită din: *clase, tipuri și subtipuri*, ca unități taxonomice de regimuri pedohidrologice.

*Clasa de regimuri pedohidrologice* este determinată de prezența sau absența apei freatică și a apei de inundație sau de irigație, ca sursă de aprovizionare cu apă a solului.

*Tipul de regim pedohidrologic* este determinat de sensul predominant și de adîncimea circulației apei pe verticală în profilul sol-substrat mineral.

*Subtipul de regim pedohidrologic* este, în cadrul tipului, determinat de intensitatea drenajului, a percolării apei prin profilul solului.

Considerarea intensității drenajului drept caracter determinant de subtip de regim pedohidrologic își găsește justificarea completă în faptul

Tabelul nr. 2  
Regimuri de inundație și irigație

Clase de regimuri		Tipuri de regimuri		Indici de ariditate
hidrologice	de umiditate	hidrologice	de umiditate	
Regimuri nefreatice de inundație și irigație	regimuri nefreatice umede, periodic sau repetat excesiv umede prin inundație, irigație sau ambele	alternativ subpercolativ — percolativ de inundație — irigație	stepic, periodic sau repetat. excesiv umed prin inundație-irigație	<24
		periodic sau repetat percolativ de inundație-irigație	silvostepic, periodic sau repetat. excesiv umed prin inundație-irigație	24 — 28
Regimuri periodic-freatice, de inundație și irigație	regimuri periodic-freatic umede, periodic sau repetat. excesiv umede prin inundație, irigație sau ambele	percolativ de inundație-irigație	forestier periodic sau repetat excesiv umed prin inundație-irigație	>28
		stagnant — foarte slab percolativ, de inundație	mălășinos și periodic prelungit mălășinos nefreatic, cu plus de apă de inundație	<28
		alternativ subpercolativ exsudativ-percolativ de inundație-irigație, periodic-freatic	stepic periodic-freatic umed, periodic sau repetat excesiv umed prin inundație-irigație	<24
		periodic sau repetat percolativ și de inundație-irigație, periodic-freatic	silvostepic, periodic-freatic umed, periodic sau repetat excesiv umed prin inundație-irigație	24 — 28
		percolativ de inundație, periodic-freatic	forestier, periodic-freatic umed, periodic sau repetat excesiv umed prin inundație-irigație	>28

Regimuri permanent-freatice de inundație și irigație	regimuri permanent-freatic umede, cu plus periodic sau repetat de apă prin inundație, irigație sau ambele	stagnant — foarte slab percolativ de inundație periodic-freatic	mălășinos și periodic prelungit mălășinos nefreatic, cu plus de apă de inundație	<28
		alternativ exsudativ — percolativ de inundație-irigație	de fineață-freatic umedă, periodic sau repetat excesiv umed prin inundație-irigație	>28
Regimuri permanent-freatice de inundație și irigație	regimuri permanent-freatic umede, cu plus periodic sau repetat de apă prin inundație, irigație sau ambele	percolativ-freatic de inundație-irigație	silvostepic-freatic umed, periodic sau repetat excesiv umed prin inundație-irigație	<24
		exsudativ, periodic stagnant — percolativ, de inundație	forestier-freatic umed, periodic sau repetat excesiv umed prin inundație-irigație	24 — 28
		slab percolativ, periodic stagnant, de inundație	semimlășinos-freatic, periodic-mălășinos prin inundație	>28
		stagnant-freatic, de inundație	semimlășinos-freatic, prelungit mălășinos prin inundație	<24
			mălășinos cu plus de apă de inundație	>24
			toate zonele	

*Notă. Subtipuri și variații.* Pe fondul condițiilor hidrologice ale regimurilor nefreatice, periodic-freatice și freatice se formează numeroase subtipuri și variații de regimuri de umiditate, în funcție de frecvența și durata inundațiilor și de normele și metoda de irigare.

că regimul de circulație a apei în profilul solului sau în sol-substrat mineral este, în aceleași condiții climatice, determinat tocmai de acest caracter hidrologic al solului și substratului.

Pentru simplificare, cele 6 categorii de drenaj cunoscute în literatură (2) au fost reduse la următoarele 4:

— *excesiv intens*, caracteristic solurilor nisipoase și scheletice;

— *normal*, caracteristic solurilor cu conținut însemnat de argilă și lipsite de orizonturi greu permeabile;

— *întârziat*, cuprinzând categoriile de drenaj moderat, și insuficient, corespunzând solurilor cu exces intern periodic sau repetat de apă de suprafață, fără înmlăștinare sau cu cel mult slabă înmlăștinare periodică superficială;

— *excesiv întârziat*, cuprinzând categoriile de drenaj slab și foarte slab și caracterizând soluri cu înmlăștinare periodică sau repetată, accentuată până la puternică, prin ape de suprafață.

Clasificarea regimurilor pedohidrologice în clase, tipuri și subtipuri este dată în tabelele nr. 1 și 2. Se observă că sistematica claselor de regimuri pedohidrologice apare amplificată cu clasa periodică freatică și cu clasele de regimuri nefreatice, periodică freatică și freatică de inundație și irigație.

În materie de terminologia regimurilor pedohidrologice, pentru a ușura înțelegerea și reținerea denumirilor, s-au adoptat termenii:

*regim percolativ*, folosit și înaintea noastră (2), în loc de „regim transsudativ” (11);

*regim periodic subpercolativ*, pentru ceea ce s-a numit „regim ne-transsudativ” (11) sau „regim nepercolativ” (11), (2), pentru faptul că în solurile de stepă, caracterizate prin acest regim, se realizează o percolare însemnată a apei, dar aceasta este numai periodică (primăvara) și este mai mică decât percolarea tipică, nepătrunzând și în substratul mineral;

*regim periodic percolativ*, în loc de „regim alterno-transsudativ” sau „regim alterno-transpercolativ”, fiindcă astfel se exprimă mai simplu și totuși corect, faptul că în solurile de silvostepă și de zonă forestieră moderat umedă, este caracteristică o percolare tipică prin întregul profil al solului și pătrunzând în substrat, dar aceasta are loc numai într-o singură perioadă, cea mai umedă a anului, alternând cu o percolare de tip stepic, în anii mai puțin umezi;

*regim periodic subpercolativ-exsudativ*, caracteristic solurilor stepice în care periodic au loc: percolarea de tip stepic și exsudarea din franjul freatic periodic;

*regim slab percolativ freatic*, caracteristic solurilor semimlăștinoase (cu franjul capilar permanent sau periodic până la suprafața solului), în care percolarea este încetinită de prezența apei capilare;

*regim slab percolativ-stagnant freatic*, în soluri periodic freatic mlăștinoase, cu percolare slabă până la inexistentă;

*regim stagnant freatic*, caracteristic solurilor freatic mlăștinoase, în care prezența pinzei freatică împiedică total percolarea apei de precipitații sau inundație.

În materie de terminologie, în lipsa momentană a unor denumiri concise și expresive, am fost nevoiți să recurgem și la diagnoze scurte. Aceasta nu poate constitui o scădere a valorii clasificății, căci, ceea ce interesează fundamental este conținutul fiecărei categorii, care poate fi exprimat corect și fără a avea denumirea concisă, supusă uneori schimbării.

*Sistematica regimurilor de umiditate din soluri*. Corespondența necesară dintre unitățile sistematice ale regimurilor hidrologice și acelea ale regimurilor de umiditate din solurile R.P.R. conduce la structurarea sistematicii regimurilor de umiditate după aceleași unități taxonomice.

*Clasa de regimuri de umiditate* este constituită în funcție de prezența permanentă sau periodică sau de absența în profilul solului a umidității de natură freatică, de inundație sau de irigație.

*Tipul de regim de umiditate* este constituit în cadrul clasei: în cazul regimurilor nefreatice umede, în funcție de existența sau inexistența unui orizont mort în profilul solului sau la baza acestuia, de existența sau inexistența numai în anii uscați a unui asemenea orizont în substratul mineral; iar în cazul regimurilor freatic umede și periodic freatic umede, de predominarea, prezența slabă sau lipsa „exsudației” — a pierderilor de apă prin curenți capilar-peliculari ridicați din apa freatică până la suprafața solului sau la nivel oarecare în profilul acestuia și a depunerilor de săruri și alți constituenți ridicați în soluție din apa freatică.

*Subtipul de regim de umiditate* este determinat în cadrul tipului de regim — ca urmare a condițiilor de drenaj intern — de existența sau inexistența prelungită sau permanentă a unei umidități excesive în partea superioară sau superioară și mijlocie a profilului de sol, datorită apei de suprafață (din precipitații, scurgeri de suprafață, inundații, irigații), a cărei infiltrație poate fi excesivă, normală sau diversă întârziată, în funcție de permeabilitatea solului.

*Varietatea de regim de umiditate*, determinată în funcție de elementele cantitative ale umidității în profilul solului, este *unitatea concretă de regim al umidității*, care se realizează în cadrul diverselor clase, tipuri și subtipuri de regimuri de umiditate. Este determinată de întregul complex de factori ce condiționează regimul de apă al solului și care fac ca în același tip și subtip de regim de umiditate să se realizeze nivele foarte diferite ale umidității medii a profilului în cursul unui an sau al unei perioade de vegetație, repartiții foarte diferite ale umidității de profil și curbe de variație sezonieră ale umidității de asemenea foarte diferite.

Este evident că în funcție de modul de asociere a acțiunii tuturor factorilor determinanți ai regimului de apă din sol, precum și de variațiile de la an la an ale precipitațiilor și temperaturilor, rezultă condiții foarte variate de umiditate în soluri. Este indiscutabil că nu are sens să ne străduim a prinde întreagă această diversitate. Dar este posibil și necesar ca pe baza unor elemente de caracterizare cantitativă și de generalizare să se definească *varietăți caracteristice* ale regimurilor de umiditate între limitele cele mai frecvente ale gradului de umiditate lunar, sezonier și anual, varietăți astfel stabilite, înzest să exprime situații tipice și să satisfacă exigențele pedologiei genetice și ameliorative, ale ecologiei plantelor, ale agriculturii și ale silviculturii.

## K ВОПРОСУ СИСТЕМАТИКИ ВОДНЫХ РЕЖИМОВ ПОЧВ РНР

### РЕЗЮМЕ

Считается, что водный режим почвы состоит из двух генетически связанных между собой режимов: *гидрологического режима почвы*, обусловленного источником снабжения почвы влагой, преобладающим направлением перемещения влаги по вертикали, условиями внутреннего дренажа и глубиной проникновения воды по профилю почва — минеральный субстрат, и *режима влажности почвы*, выражающего колебание по профилю и во времени степени насыщения почвы влагой.

Предлагается параллельная и единая систематика этих режимов в почвах РНР, основанная на следующих таксономических единицах:

*классов* — в зависимости от источника снабжения водой;

*типов* — в зависимости от преобладающего направления перемещения влаги и от глубины ее проникновения по профилю почва — минеральный субстрат;

*подтипов* — в зависимости от интенсивности внутреннего дренажа.

Для режима влажности необходимо еще и различие по разновидностям, которым в географическом пространстве соответствуют наиболее мелкие единицы с одинаковым режимом влажности.

## CONTRIBUTION À LA SYSTÉMATIQUE DES RÉGIMES D'EAU DES SOLS DE LA RÉPUBLIQUE POPULAIRE ROUMAINE

### RÉSUMÉ

Le régime d'eau du sol est considéré formé de deux régimes génétiquement liés: le régime hydrologique du sol — déterminé par la source d'approvisionnement du sol en eau, par le sens prédominant du mouvement de l'eau sur la verticale, par les conditions de drainage interne et par la profondeur à laquelle l'eau pénètre dans le profil sol-sубстрат minéral — et le régime d'humidité du sol — qui exprime les variations, dans le profil et au cours du temps, du degré de saturation en eau, du sol.

L'auteur propose une classification parallèle et unitaire de ces régimes, dans les sols de la République Populaire Roumaine, constituée des unités taxonomiques suivantes:

*Classes* — établies en fonction de la source d'approvisionnement en eau.

*Types* — établis en fonction du sens prédominant du mouvement de l'eau et de la profondeur à laquelle elle pénètre dans le profil sol-sубстрат minéral.

*Sous-types* — établis en fonction de l'intensité du drainage interne.

Pour le régime d'humidité, il faut encore distinguer des *variétés* auxquelles correspondent, dans l'espace géographique, les plus petites unités soumises à un même régime d'humidité sur toute leur étendue.

### BIBLIOGRAFIE

1. BOTZAN M. și MERCULEV O., *Raionarea normei de irigație pe teritoriul R.P.R.*, Anal. I.C.A.R., 1956, XXIII.
2. CERNESCU N., *Kriterien der Bodenklassifikation in Rumänien*, Praga, 1960.
3. CEUCĂ G., DROCAN R., GEORGESCU C., NITU GH. și TOMESCU A., *Studii privind condițiile de vegetație ale arboretelor de pin cu fenomene de uscare*, Anal. I.C.E.S., 1957, XVIII.
4. CHIRIȚĂ C., *Cercetări asupra umidității solurilor forestiere în regiunea de câmpie*, Anal. I.C.E.F., seria I, 1938, IV.
5. CHIRIȚĂ C., CEUCĂ G. și NONUȚA I., *Condiții de sol, în Studii asupra regenerării și refacerii arboretelor de stejar cu fenomene de uscare*, Stud. și cercet. I.C.E.S., 1954, XV.
6. MICLEA E., *Dinamica umidității solului în anii 1952 și 1953 la Stațiunea experimentală agricolă Mărculești*, Anal. I.C.A.R., 1956, XXIII.
7. MIHĂILESCU V., *O schiță topoclimatică a R. P. Române*, Bul. științ. Acad. R.P.R., Secția geologie-geografie, 1957, II, 3—4.
8. MIHĂILESCU V. et STOENESCU ST., *La carte climatique et topoclimatique de la R. P. Roumaine*, în *Recueil d'études géographiques*, Ed. Acad. R.P.R., București, 1960.
9. OBREJANU GR., MOȚOC E. și TRODORU O., *Contribuții la studiul regimului hidric al solurilor de la Moara Domnească și Balotești (reg. București)*, Comunicările Acad. R.P.R., 1960, X, 11.
10. ПЛЮСНИН И., *Мелиоративные почвоведение*, Москва, 1960.
11. RODE A. A., *Les divers types du régime hydrologique des sols*, VI<sup>e</sup> Congrès International de la Science du Sol, Rapports, Paris, 1956, B.
12. STOENESCU ST., *Topoclimateologia*, Meteorologia și hidrologia, 1957, II, 2.
13. ВЫСОЦКИЙ Г. Н., *О глубокопочвенном (полнопочвенном) почвоведении*, Почвоведение, 1934, 6.



## DESPRE STADIUL ACTUAL AL CERCETĂRILOR REFERITOARE LA FLORA CARPAȚILOR DIN R.P.R.

DE

ACADEMICIAN E. I. NYÁRÁDY

Comunicare finută la 7 iulie 1960, la Conferința asupra florei și faunei Carpaților ce a avut loc la Lvov (U.R.S.S.)

În cele ce urmează voi face o scurtă prezentare asupra stadiului actual al cercetărilor privind flora Carpaților românești. În continuare voi aminti câteva fenomene floristice, respectiv fitogeografice foarte interesante, referitoare la întreg lanțul Carpaților, iar apoi voi da unele sugestii asupra metodelor de cercetare în viitor a florei din Carpați.

Flora Carpaților românești este destul de binecunoscută, dar, desigur, cercetările noastre floristice nici pe departe nu pot fi considerate ca încheiate. Dispunem de mai multe lucrări de sinteză, așa, de exemplu: *Enumeratio stirpium Transsilvaniae*, în 4 volume (1816), de Baumgarten; Schur, *Enumeratio plantarum Transilvaniae* (1866); Fuss, *Flora Transsilvaniae excursoria* (1866); Brandza, *Prodromus florum Romaniae* (1879—1883); Grecescu, *Conspectus florum Romaniae și Suplimentul* (1898, 1909); Pax, *Grundzüge der Pflanzenverbreitung in den Karpaten*, vol. I—II (1898, 1908); Hayek, *Die Pflanzendecke Österreich-Ungarn* (1916), — precum și lucrări de determinare (Prodan, Jávorka etc. și numeroase alte contribuții botanice).

Cel mai important ierbar din țară este la Cluj, cu un trecut de peste 100 de ani. Importante mai sînt ierbarul Muzeului de la Sibiu, cele ale Universităților din Iași și București, precum și ierbarul Institutului de cercetări silvice din București.

O bună parte din ierbarul Universității din București a fost distrus însă în timpul ultimului război mondial.

Astăzi, obiectivul nostru principal este de a termina monumentală operă *Flora R.P.R.*, planificată să apară în 12 volume, în care vor fi prelucrate toate speciile de fanerogame și criptogame vasculare.

Pînă în prezent au apărut VII volume, iar cel de-al VIII-lea se găsește în curs de tipărire. S-a început redactarea volumului IX.

Trebuie să relev, cu această ocazie, că unele familii sînt descrise mai amplu, ca, de exemplu, *Ranunculaceae*, *Caryophyllaceae*, *Cruciferae*, *Rosaceae*, *Labiatae*, *Scrophulariaceae*. Genul *Rubus*, foarte polimorf, a fost prelucrat după ce s-a adunat în prealabil un foarte bogat material din întreaga țară; astfel flora țării noastre ocupă un loc de frunte în privința speciilor de *Rubus*, cu 36 de specii noi pentru știință și numeroase specii hibridogene.

În afară de aceste lucrări, studiul și cercetarea florei se mai fac și în mod individual, cu sprijinul Academiei R.P.R. Voi da mai jos o serie de lucrări care constituie rezultatul acestor cercetări:

- Al. Beldie (București), *Flora Bucegilor* (în manuscris).
  - Al. Borza (Cluj), *Vegetația munților Semenic din Banat*, 1946.
  - Al. Borza (Cluj), *Vegetația munților Sebeș*, 1948.
  - Alex. Buia și colab. (Craiova), *Flora Munților Rîiosu și Capra Budei*, 1948.
  - St. Csüros (Cluj), *Contribuții la vegetația alpină din Munții Făgăraș și Bucegi*, 1956.
  - E. I. Nyárady (Cluj), *Flora și vegetația Munților Cozia*, 1956.
  - E. I. Nyárady (Cluj), *Flora și vegetația Munților Retezat*, 1958.
  - E. I. Nyárady (Cluj), *Secția Hololeion des Gattung Hieracium*, 1960.
  - E. I. Nyárady (Cluj), *Enumerarea plantelor din Cheile Turzii*, 1939.
  - E. I. Nyárady (Cluj), *Über die Vegetation einiger Nordhäger der Retezat-Gebirge*, 1941.
  - Anton Nyárady (Cluj), *Vegetația Munților Brezei din Făgăraș*, 1941.
  - Anton Nyárady (Cluj), *Flora și vegetația Munților Rodnei* (manuscris).
  - Emil Pop (Cluj), *Mlaștinile de turbă din R.P.R.*, 1960, lucrare de sinteză a contribuțiilor sale polenalițice de pînă acum.
  - E. Ghișă (Cluj), *Studii fitocenologice în Munții Făgăraș*, 1940.
  - M. Gușuleac (București), *Die Feldsenv egetation der Bikaz- Klaza*, 1932.
  - I. Morariu (București), *Vegetația Munților Tibleș*, 1943.
  - I. Șerbănescu (București), *Flora și vegetația masivului Penteleu*, 1939.
- În afară de acestea, în noua literatură botanică românească au mai apărut numeroase publicații referitoare la Carpați.

★

După cum știu, conferința de la Lvov a avut obiectivul final de a întocmi o operă monumentală despre flora și fauna Carpaților. Mă gîndesc în primul rînd la floră, care va avea numeroase capitole privind relațiile floristice, fitogeografice sau geobotanice.

Cred că ar fi indicat și un capitol care să trateze istoria cercetărilor din Carpați, punîndu-se accentul pe lucrările înaintașilor noștri, care au întreprins primele cercetări asupra florei acestor munți, ca, de exemplu: Wahlenberg, Baumgarten, Genersich, Kitaibel, Heuffel, Rochel, Herbich, Porcius, Hazslinszky, Kerner, Knapp, Fekete-Blattny, Pax și alții.

Tot atît de interesant va fi și capitolul care va reda compoziția floristică, precum și acela care va trata diferitele endemisme din Carpați.

Cît de interesant este faptul că *Poa granitica*, endemică în Tatra Înaltă, în Munții Rodnei deja se transformă în *Poa disparilis*, iar în Carpații Meridionali se prezintă ca *Poa contracta*. Mai există și alte cazuri similare în Carpații Occidentali și Orientali. Cazul speciei *Saussurea porcii* este o adevărată enigmă, aceasta fiind o raritate a Carpaților ucrainieni și a Munților Rodnei. Tot atît de rare sînt și *Hieracium pojoritense*, *Astragalus römeri*, *A. pseudopurpureus*, care apar sporadic în Carpații Orientali. Din acest punct de vedere foarte mult s-ar putea vorbi despre Carpații Meridionali cu numeroase endemisme și pseudoendemisme ce au legătură cu Balcanii. În mod special se va trata *Poa media* și *P. nyaradyana*, care formează zone în acești munți.

În Munții Făgărașului apar diferite endemisme, cum sînt speciile de *Draba*, apoi *Aquilegia transsilvanica*, *Silene lichenfeldiana* etc. În Retezat sînt de admirat speciile de *Hieracium*. Pătrunderea elementelor mediteraneene în Munții Banatului dă un caracter deosebit de interesant acestora.

★

În cele ce urmează voi încerca să dau cîteva sugestii asupra metodelor și modului de prelucrare a florei și vegetației carpatice.

1. Prelucrarea floristică a întregului lanț al Carpaților să fie făcută în așa fel, încît fiecare națiune interesată în cunoașterea florei noastre să se poată folosi de ea cu ușurință.

2. Se impune întocmirea unei hărți unitare a Carpaților, precizîndu-se întreaga rețea de ape. Pe această hartă se vor delimita bine grupele de munți, indicîndu-se numele lor.

3. Înaintea de prezentarea florei carpatice să se facă enumerația critică a florei, folosindu-se gruparea din harta amintită.

4. În acest mod s-ar putea executa catalogul provizoriu al enumerației critice în patru exemplare, pentru a ușura schimbul între țările participante. Astfel cercetătorii acestor țări ar lua în studiu anumite familii sau genuri referitoare la întreg lanțul Carpaților, iar datele trecute pe fișe ar putea să constituie un schimb între țările respective. După un timp oarecare cercetătorii din fiecare țară ar ajunge în posesia enumerației făcute pe baza literaturii privitoare la toți Carpații și totodată și-ar putea face fiecare observațiile sale. Această enunțare desigur ar trebui completată cu cercetări de teren.

5. Să se găsească modalitatea ca, pentru completarea studiilor, cercetătorii Carpaților din diferite țări să aibă la dispoziție ierbarele celorlalte țări.

6. Să se convină principial asupra ilustrației.

7. În cadrul academiilor respective, în fiecare țară să se înființeze cîte o „Comisie pentru cercetarea florei Carpaților”. Se va înființa de asemenea o comisie centrală, care să dirijeze lucrările.

8. Întrucît prelucrarea științifică și practică a florei și vegetației Carpaților este o campanie largă, ar fi bine ca, în afară de floristii formați, să fie repartizate și cadre tinere, care pe lîngă că și-ar putea perfecționa cunoștințele, ar contribui în acest fel la desăvîrșirea marelui opere privind flora Carpaților.

## LUCRĂRI APĂRUTE ÎN EDITURA ACADEMIEI R.P.R.

### Biologie vegetală

- \* \* Flora Republicii Populare Române, vol. VII, 663 p., 37,50 lei.
- AL. BORZA, Flora și vegetația Văii Sebeșului, „Biblioteca de biologie vegetală II”, 328 p. + 2 pl., 25,50 lei.
- EMIL POP, Mlaștinile de turbă din Republica Populară Română, „Biblioteca de biologie vegetală”, 516 p., 28,60 lei.
- \* \* \* Darwinismul și problema evoluției în biologie, 231 p., 9,60 lei.
- \* \* \* Starea fitosanitară în Republica Populară Română în anul 1957—1958, „Metode, rapoarte, memorii”, 107 p. + 1 pl., 5 lei.
- \* \* \* Ocrotirea Naturii, Buletinul Comisiei pentru ocrotirea monumentelor naturii, 5, 206 p. + 4 pl., 13,60 lei.
- \* \* \* Probleme actuale de biologie și științe agricole. Lucrare dedicată Acad. Prof. G. IONESCU — ȘIȘEȘTI cu prilejul împlinirii a 75 de ani, 782 p. + 9 pl., 53 lei.

### Științe agricole

- \* \* Metode agrotehnice pentru sporirea producției agricole în Moldova, „Metode, rapoarte, memorii”, 561 p., 24,90 lei.
- \* \* Metode agrotehnice pentru sporirea producției agricole în Oltenia, „Metode, rapoarte, memorii”, 271 p., 10,10 lei.
- \* \* Metode agrotehnice pentru sporirea producției agricole în sud-estul Transilvaniei, „Metode, rapoarte, memorii”, 245 p., 10 lei.
- \* \* Metode agrotehnice pentru sporirea producției agricole în Bărăgan, „Metode, rapoarte, memorii”, 305 p., 13,60 lei.
- \* \* Zonarea ecologică a plantelor agricole în R.P.R., 287 p. + 10 pl., 18,50 lei.
- \* \* Ampelografia Republicii Populare Române, vol. II, 748 p. + 38 pl., 93 lei; vol. III, 692 p. + 37 pl., 49,50 lei.
- \* \* Analele Institutului de cercetări agronomice, vol. XXVII, seria A. Agroclimatologie, Pedologie, Agrochimie și Ameliorații, 191 p. + 8 pl., 8,40 lei.
- \* \* Analele Institutului de cercetări agronomice, vol. XXVII, seria B, Agrotehnică. Pășuni și Fiețe. Economie și Organizarea agriculturii socialiste, 311 p. + 5 pl., 11,40 lei.
- \* \* Analele Institutului de cercetări agronomice, vol. XXVII seria C. Fiziologie, Genetică, Ameliorare, Protecția plantelor și Tehnologie agricolă, 387 p. + 5 pl., 15,30 lei.
- \* \* Protecția plantelor în sprijinul zonării producției agricole în R.P.R., 417 p., 18,50 lei.