Lei 10,70

EDITURA
DIDACTICĂ
ȘI PEDAGOGICĂ
BUCUREȘTI
1988

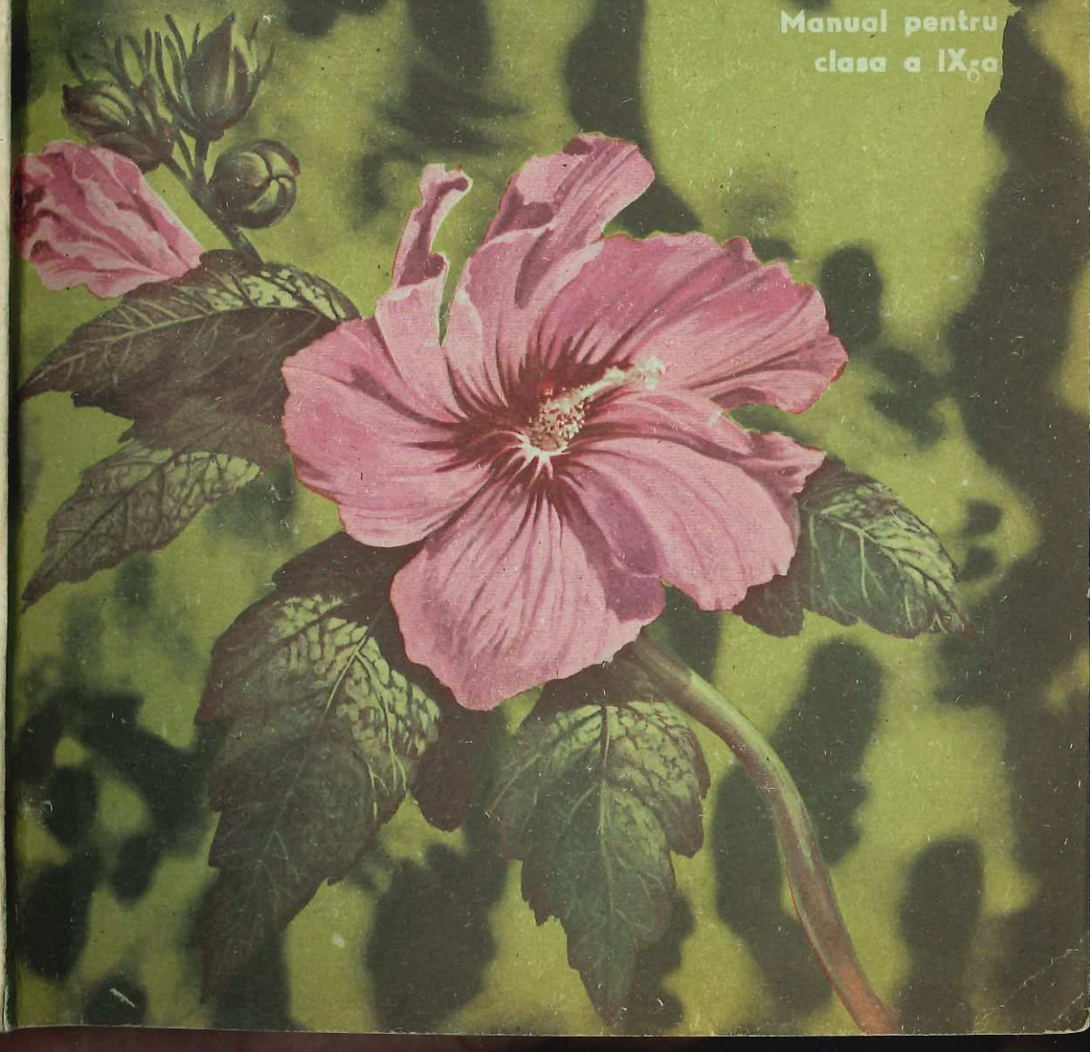
BIOLOGIE

IX

MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI ÎNVĂȚĂMÎNTULUI

BIOLOGIE

Manual pentru
clasa a IX-a



MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI ÎNVĂȚĂMÎNTULUI

Conf. dr. MARIN ANDREI
Conf. dr. ION POPESCU
Prof. gr. I FLORICA MĂRĂSCU
Prof. gr. I MARIA ȘOIGAN

BIOLOGIE

BIOLOGIE VEGETALĂ

Manual pentru clasa a IX-a

Coordonator: Conf. univ. dr. MARIN ANDREI

EDITURA DIDACTICĂ ȘI PEDAGOGICĂ — BUCUREȘTI

ÎNTREBĂRI

1 — În ce condiții se formează substanțele organice simple?
2 — Cum s-au format substanțele organice complexe?
3 — Cînd a apărut prima formă de materie vie?
4 — Care sînt dovezile experimentale ale originii vieții?
5 — Explicați posibilitatea existenței vieții și pe alte planete.

2

ÎNSUȘIRILE FUNDAMENTALE ALE MATERIEI VII

„Edificiul complex al vieții se sprijină în fapt pe un singur element din cele șase fundamentale, pe carbon. Chimia vieții este, în bună parte, chimia carbonului".

V. Soran

Compoziția chimică a materiei vii. Materia vie s-a dovedit a fi alcătuită, fără excepție, din 6 elemente fundamentale: carbon, hidrogen, azot, oxigen, fosfor și sulf și încă din cîteva elemente secundare: sodiu, potasiu, magneziu, calciu, clor, fier, mangan, cobalt, cupru și zinc.

Cele aproximativ 105 elemente chimice cunoscute astăzi formează circa 640 000 de substanțe. Dintre acestea, majoritatea (93,7%) sînt combinații ale carbonului, așa-numitele *substanțe organice*, și numai 6,3% constituie combinațiile celorlalte elemente, așa-zisele *substanțe anorganice* (minerale).

Elementele chimice nu sînt amestecate în mod haotic în celule, ci sînt organizate în substanțe minerale și organice, diferite ca structură și funcție biologică. Astfel, în organismele vegetale și animale au fost puse în evidență substanțe organice complexe ca: lipide (grăsimi), glucide (amidon, glicogen, celuloză), proteine ș.a. Dintre acestea, cele mai importante sînt proteinele.

Proteinele (10%) sînt substanțe complexe alcătuite din aminoacizi și grupări neproteice. Unele dintre ele sînt alcătuite numai din aminoacizi (holoproteine); altele sînt alcătuite din aminoacizi și o grupare neproteică (heteroproteine).

Din punct de vedere biologic, cele mai importante dintre heteroproteine sînt *nucleoproteinele* (alcătuite din proteine simple și acizi nucleici). Dintre componentele nucleoproteinelor, cele mai studiate au fost acizii nucleici, deoarece sînt implicați în transmiterea caracterelor ereditare.

Acizii nucleici sînt de două feluri: *deoxiribonucleici* (DNA) și *ribonucleici* (RNA).

DNA (0,4%) este alcătuit din două lanțuri de polinucleotide paralele, legate între ele prin baze azotate, unite prin punți de hidrogen. În celule, DNA este localizat în cea mai mare parte în nucleu; se mai află în citoplasmă, cloroplaste și mitocondrii.

RNA (0,7%) este localizat atît în nucleu, plastide și mitocondrii, cît și în alte organite celulare.

Tot dintre proteine (heteroproteine) fac parte și *enzimele*. Ele determină *sensul*, *viteza* și *succesiunea* tuturor proceselor metabolice din organism.

Dintre substanțele implicate în procesele care au loc în materia vie, cea mai importantă este *apa*. Datorită însușirilor sale, apa din organism nu reprezintă un mediu inert, un suport pasiv, ci un participant activ în procesele metabolice complexe. Una dintre cele mai importante funcții ale apei din organism este cea de *solvent*.

Din compoziția chimică a materiei vii mai fac parte lipidele (2%) și alte substanțe organice (0,4%), precum și substanțe anorganice (1,57%).

Însușirile fizice ale materiei vii. Materia vie (protoplasma) este un „amestec" complex alcătuit din macromolecule organice și apă. Moleculele organice din materia vie sînt în stare coloidală, iar *protoplasma este o soluție coloidală*.

În funcție de diferiți factori (temperatură, *p*H ș.a.), soluția coloidală se prezintă sub formă fluidă *(sol)* sau semisolidă, cu aspect de gelatină *(gel)*.

În materia vie se produc continuu treceri de la starea de sol la cea de gel și invers, în diferite puncte ale protoplasmei celulare. Materia vie se prezintă, de obicei, în stare de *gel heterogen*, în care macromoleculele proteice fibrilare formează *substanța fundamentală (hialoplasmă)*. Ele sînt mai mult sau mai puțin legate, alcătuind o rețea, în ochiurile căreia sînt cuprinse apa, proteinele, glucidele, lipidele etc. Această soluție coloidală, eterogenă, formează de fapt un *sistem coloidal* polifazic în care au loc fenomene de coacervare și procese biologice.

Structura și însușirile materiei vii. Materia vie, care se formează prin asimilarea diferitelor substanțe ale materiei nevii, are o structură specifică numită *biostructură**, care imprimă materiei vii însușiri caracteristice, proprii. Dintre acestea menționăm: *autoconservarea* și *autoreproducerea*.

Autoconservarea este esența cea mai profundă a materiei vii, care comandă toate funcțiile și procesele vitale. Ea se realizează prin autoreînnoirea continuă a structurii vii la anumite intervale de timp, prin sinteza unor substanțe specifice. Cu toate că periodic conținutul structurii se schimbă, structura se conservă, deoarece noul conținut se integrează în așa fel încît noua structură este aproape identică cu cea veche. Autoconservarea se realizează atît la nivelul fiecărui individ, cît și la nivelul speciei.

Autoreproducerea presupune posibilitatea ca o celulă să se dividă în două celule identice cu celula mamă. Materia vie nu s-ar putea conserva dacă indivizii nu ar da naștere altor indivizi identici cu ei. Autoreproducerea are la bază însușirile acizilor nucleici și în special a DNA.

Mijlocul indispensabil al realizării autoconservării îl constituie *metabolismul*, prin *asimilație* (integrarea substanțelor chimice în structura materiei vii) și *dezasimilație* (ieșirea lor din structura materiei vii).

---

* Ipoteza biostructurală asupra materiei vii a fost elaborată în anul 1968 de către biochimistul român, acad. Eugen Macovschi.

Acizii nucleici au posibilitatea autoreproducerii și autoreînnoirii, iar proteinele, prin însușirile lor, în special prin metabolism, realizează aceste posibilități.

Ca trăsături caracteristice ale indivizilor rezultate din metabolism enumerăm: *ereditatea* și *variabilitatea*, *excitabilitatea*, *mișcarea* etc.

● Principala caracteristică a DNA este structura sa dublu-elicoidală, regulată, fiind alcătuită din două lanțuri de molecule răsucite unul în jurul celuilalt.

ÎNTREBĂRI

1 — Care sînt substanțele identificate în materia vie?
2 — Explicați însușirile materiei vii.

3

STUDIUL CELULEI VEGETALE

„Demonstrarea unității organizatorice structurale și funcționale a lumi vii reprezintă cea mai convingătoare dovadă a originii comune a tuturor formelor vieții".

N. Botnariuc

Celula este unitatea fundamentală structurală și funcțională a materiei vii, capabilă de autoconservare și de a-și duce viața independent sau în complexe celulare interdependente. Rezultă că nu există materie vie în afara celulei, adică materie vie acelulară.

Celula reprezintă un sistem biologic deschis, aflat într-un permanent schimb de materie și energie cu mediul înconjurător.

STRUCTURA ȘI ULTRASTRUCTURA CELULEI

Celula este alcătuită din mai mulți constituenți celulari, care se găsesc într-o strînsă interdependență.

Se cunosc două categorii de constituenți celulari: *protoplasmatici* (constituenți vii) și *neprotoplasmatici* (constituenți nevii).

Din prima categorie fac parte: *membrana*, *citoplasma (hialoplasma)*, *nucleul*, *plastidele*, *aparatul Golgi*, *mitocondriile*, *reticulul endoplasmatic (RE)*, *ribozomii*, *flagelii* sau *cilii* ș.a.

Din cea de a doua categorie fac parte: *peretele celular*, *vacuomul* (totalitatea vacuolelor), *incluziunile ergastice* (produse ale procesului de metabolism) ș.a. (fig. 4).

Analiza constituenților celulari arată o mare asemănare a planului lor de organizare atît la plante, cît și la animale.

1. Membrana celulară sau *plasmalema* este o membrană plasmatică, un constituent universal al celulelor plantelor și animalelor. Ea delimitează

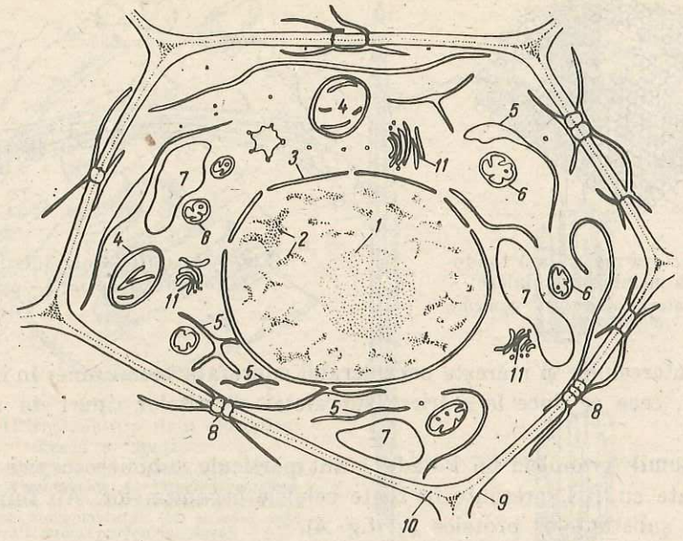


Fig. 4. Ultrastructura unei celule tinere:
1 — nucleol; *2* — cromatină; *3* — nucleu cu membrană nucleară; *4* — plastide; *5* — RE; *6* — mitocondrii; *7* — vacuole; *8* — plasmodesme; *9* — perete celular; *10* — lamelă mijlocie; *11* — dictiozomi.

citoplasma, menține integritatea și individualitatea celulei, conferindu-i o formă caracteristică. La microscopul electronic, membrana celulară are o structură lipido-proteică, alcătuită dintr-o pătură dublă de natură lipidică, mai mult sau mai puțin fluidă, în care se găsesc cufundate, din loc în loc, macroparticule proteice, de formă globulară, care, în general, nu vin în contact unele cu altele (fig. 5).

2. Citoplasma este constituentul fundamental al celulei vii, în care își au sediul toți ceilalți constituenți celulari: ai *asimilației* (cloroplastele), ai *dezasimilației* (mitocondriile), ai *osmozei* (vacuomul), ai *secreției* și *sintezei membranelor* (aparatul Golgi) etc.

3. Nucleul este unul dintre cei mai importanți constituenți celulari. El apare mai dens decît citoplasma care-l înconjură. Este format din membrană nucleară, nucleoplasmă (suc nuclear) și unul sau mai mulți nucleoli; cea mai importantă componentă din nucleoplasmă este *cromatina*, alcătuită din DNA, RNA și proteine.

Microscopul electronic a pus în evidență o membrană nucleară dublă alcătuită din două membrane dintre care cea externă este poroasă (v. fig. 4).

Numai la bacterii și la algele albastre-verzi (procariote) membrana nucleară și nucleolii lipsesc. Echivalentul nucleului la aceste organisme se numește nucleoid.

Reticulul endoplasmatic (RE) este un sistem de canalicule, cu structură asemănătoare membranei celulare, care prezintă pe traiectul lor numeroase dilatații mai mari sau mai mici, numite vacuole. RE asigură transportul

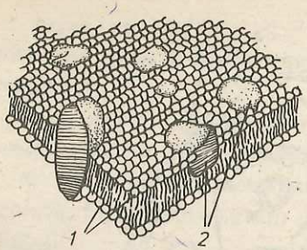


Fig. 5. Structura moleculară lipido-proteică a membranei celulare:
1 — două straturi lipidice; *2* — proteine globulare.

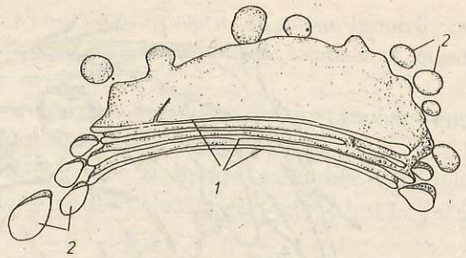


Fig. 6. Aparatul Golgi (dictiozomi):
1 — discuri suprapuse; *2* — vezicule.

intra- și intercelular și mărește considerabil suprafața membranei în interiorul celulei, ceea ce duce la mărirea suprafeței diferitelor tipuri de reacție (v. fig. 4).

Ribozomii (granulele lui Palade*) sînt particule submicroscopice, libere sau asociate cu RE, prezente în toate celulele organismelor. Au funcții în biosinteza substanțelor proteice (v. fig. 4).

Aparatul Golgi (dictiozomii) cuprinde totalitatea formațiunilor lamelare cu aspect de discuri (cisterne, saculi), suprapuse unele peste altele, ale căror extremități se termină prin cîteva vezicule. Fiecare disc reprezintă un sistem lamelar format din două membrane lipido-proteice sudate la capete (fig. 6). Forma și dimensiunile dictiozomilor sînt foarte variabile la diferite tipuri de celule. Dictiozomii au rol în producerea secreților, din care cauză sînt deosebit de abundenți în celulele secretoare. De asemenea, participă la sinteza membranelor lipoproteice și a polizaharidelor.

Mitocondriile (condriozomul) sînt constituenți celulari universali de formă sferică sau bastonaș, în care se desfășoară etapele finale ale dezasimilației în urma cărora se eliberează energia necesară proceselor metabolice. Pe drept cuvînt, mitocondriile sînt considerate „centralele" sau „uzinele energetice" ale celulei.

În figura 7 se observă cum membrana elementară internă invaginează în cavitatea mitocondrială, dînd naștere la tubuli sau criste.

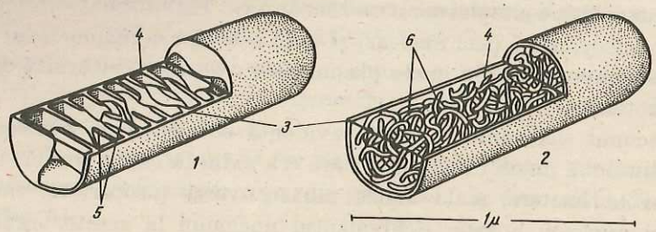


Fig. 7. Ultrastructura mitocondriei:
1 — mitocondrie de tip crista; *2* — mitocondrie de tip tubulos; *3* — membrane mitocondriale; *4* — substanță fundamentală; *5* — criste mitocondriale; *6* — tubuli mitocondriali.

* Savant de origine română, laureat al premiului *Nobel* pe anul 1974 pentru medicină și fiziologie.

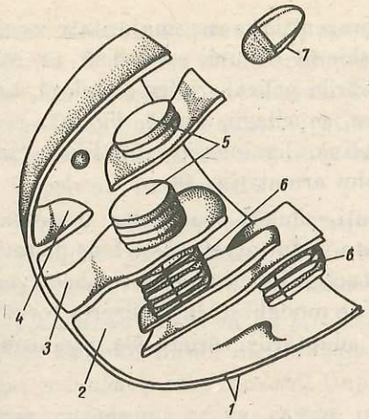


Fig. 8. Ultrastructura unui cloroplast văzută în spațiu:
1 — două membrane lipido-proteice; *2* — stromă; *3* — lamelă stromatică; *4* — lamelă stromatică în dezvoltare; *5—6* — discuri granare (grana); *7* — forma cloroplastului (în schemă este redată numai partea punctată).

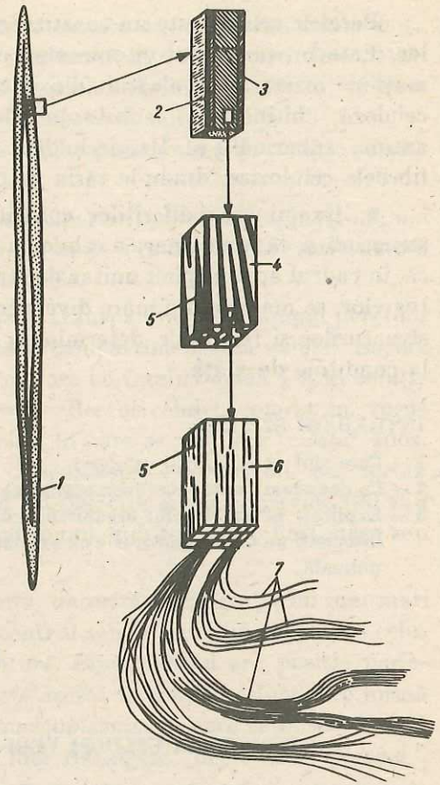


Fig. 9. Structura și ultrastructura peretelui celular al unei fibre textile:
1 — fibră; *2* — perete primar; *3* — perete secundar; *4* — fragment din peretele secundar alcătuit din numeroase macrofibrile celulozice (în alb); *5* — spații interfibrilare; *6* — microfibrilă; *7* — macromoleculă de celuloză.

Cilii și flagelii sînt formațiuni cu rol locomotor; microscopul electronic a demonstrat unitatea de structură a celor două formațiuni.

Dintre constituenții specifici celulelor vegetale prezentăm: *plastidele* și *peretele celular*.

Plastidele sînt prezente în toate organele vegetative. Se deosebesc:

a) *plastide colorate*, cu rol fotosintetizator: *cloroplaste*, *feoplaste*, *rodoplaste* și *cromoplaste*, cu rol minor și indirect în fotosinteză;

b) *plastide incolore*, din care fac parte *leucoplastele* (amiloplaste).

Cloroplastele (de culoare verde) au, în general, forma lenticulară sau ovală. La microscopul electronic cloroplastul apare delimitat de un înveliș alcătuit din două membrane lipido-proteice (v. fig. 5).

Acestea înconjură *stroma* sau *substanța fundamentală* a cloroplastului, în care se găsesc: *sistemul de lamele stromatice*, *grana* (elemente lenticulare sau disciforme dispuse sub forma unor fișicuri de bani) în care se află localizată clorofila, precum și DNA, RNA, *picături lipidice*, *amidon* etc. (fig. 8). În cloroplastele adulte au mai fost identificate: proteine, diferite enzime și metale ca: Fe, Cu, Mg, Zn ș.a.

Peretele celular este un constituent prezent la marea majoritate a celulelor. Este un produs al citoplasmei, considerat de unii specialiști ca o formațiune inertă. Este alcătuit din microfibrile polizaharidice (celuloză, hemiceluloză, chitină etc.), substanțe pectice, mucilagii, gume, lignină, ceară, cutină, suberină ș.a. Hemiceluloza, pectina, lignina etc. solidifică microfibrilele celulozice, dîndu-le tăria betonului armat (fig. 9).

● Examinarea diferiților constituenți celulari arată clar unitatea de structură și de funcționare a celulei la toate viețuitoarele. Este bine de reținut că, în cadrul acestui plan unitar de structură și funcționare a celulelor viețuitoarelor, se manifestă o mare diversitate de modalități în realizarea formelor, structurilor și funcțiilor, determinate de adaptările variate ale organismelor la condițiile de viață.

ÎNTREBĂRI ȘI TEME

1 — Care sînt constituenții celulari?
2 — Ce deosebiri există între membrana celulară și peretele celular?
3 — Explicați pe scurt rolul organitelor celulare.
Întocmiți un tabel comparativ cu asemănările și deosebirile între celula vegetală și cea animală.

4

STRUCTURA CELULEI VEGETALE LA MICROSCOPUL OPTIC

Materiale și ustensile necesare: bulbi cu rădăcini tinere de ceapă, pătlăgele roșii, frunze de ciuma-apelor, tuberculi de cartof, pensă, foarfece, sticlă de ceas, ace metalice (simple sau lanceolate), lame, microscop, clorură de zinc iodată, iod în iodură de K, verde de iod, fucsină acidă, acid clorhidric, roșu-carmin, glicerină ș.a.

Structura celulei la ceapă. *Pregătirea preparatului.* Se desprinde cu pensa un fragment din epiderma superioară (de pe partea concavă) a frunzelor cărnoase ale bulbului*. Fragmentul epidermic se pune în apă într-o sticlă de ceas. Se taie cu foarfecele sub apă o porțiune din acest fragment (circa 5×8 mm) și se pune într-o picătură de apă pe lamă, în așa fel încît să fie bine etalat. Epiderma se așază cu axa longitudinală paralelă cu latura mică a lamei. Se aplică apoi lamela, lăsînd-o să cadă ușor peste materialul vegetal.

Examinarea la microscop. Preparatul se analizează mai întîi cu obiectivul mic (7 sau 10). În cîmpul microscopului se observă un țesut format dintr-un singur strat de celule. Celulele sînt alungite și sînt strîns legate unele

* La ceapa roșie se poate folosi epiderma inferioară (de pe fața convexă), deoarece este deja colorată în roșu de către un pigment numit antocian.

de altele. Din loc în loc se văd *stomatele*, alcătuite din cîte două celule mici, reniforme. În fiecare celulă epidermică se observă cîte un nucleu sferic, strălucitor, înconjurat de citoplasmă. După această examinare generală, se trece la o analiză mai amănunțită, utilizînd obiectivul 40.

Cercetată atent, fiecare din celulele epidermei seamănă cu o cutie turtită sau o prismă hexagonală.

Peretele celular apare ca un înveliș transparent, prevăzut cu porțiuni mai subțiri numite *punctuațiuni*, care corespund de la o celulă la alta; între pereții a două celule vecine se află lamela mijlocie.

Citoplasma apare ca un strat subțire, transparent, de-a lungul pereților celulari sau sub formă de cordoane, care compartimentează celula. Ea are aspect *granular* și este *incoloră*. După colorare cu fucsină acidă 1% în soluție apoasă, citoplasma se va colora în roșu. Restul celulei, colorat în roșu-violaceu, îl reprezintă sistemul vacuolar, în care se află *suc celular* apos. În citoplasmă se mai pot observa leucoplaste — corpusculi de formă sferică, strălucitori și incolori. Utilizînd un obiectiv și mai puternic (90 sau 100 cu imersie), veți putea observa condriomul, sub formă de bastonașe sau granule slab conturate.

Nucleul se observă cu multă ușurință, datorită refringenței lui mai mari decît a citoplasmei. El se poate găsi în centrul sau la unul din capete, în celulele tinere, sau parietal, la celulele mature. Cînd nucleul are poziție parietală, forma sa este oval-turtită. Dacă este așezat în centrul celulei, are formă sferică. În interiorul nucleului se află nucleoplasma, în care se observă unul sau cîțiva nucleoli (corpusculi sferici, mai refringenți decît *nucleoplasma*).

Vacuolele. Examinînd epiderma bulbului de ceapă roșie, veți observa în celule cîteva vacuole pline cu suc celular, de culoare roșie-purpurie.

Cloroplastele și mișcările citoplasmatice în celulele frunzei de ciuma-apelor. *Pregătirea preparatului.* Se detașează o frunză din vîrful vegetativ al tulpinii și se pune pe lamă (cu vîrful limbului spre observator) într-o picătură de apă; se acoperă cu lamela.

Examinarea la microscop. Se analizează, mai întîi, cu obiectivul 7 (10). Se vor observa celule de formă alungită (tip *prozenchimatic*) în partea nervurii mediane a frunzei și mai late (tip *parenchimatic*) între nervură și marginea limbului (dungile negre, paralele cu axa longitudinală a limbului nu sînt altceva decît spații intercelulare pline cu aer).

Veți observa, în special, celulele situate în zona mediană a frunzei, deoarece, în această parte, mișcarea citoplasmei este mai intensă. Celulele, avînd pereții subțiri, permit observarea a numeroase cloroplaste de formă ovală, lenticulară sau sferică, după cum sînt privite lateral sau din față. Se mai pot observa granule de amidon, mici și strălucitoare. Ne convingem că este vorba de amidon, adăugînd preparatului o picătură de iod în iodură de K, reactiv specific evidențierii amidonului (dacă examinarea se face dimineața devreme, amidonul nu apare). Nucleul de formă sferică este încon-

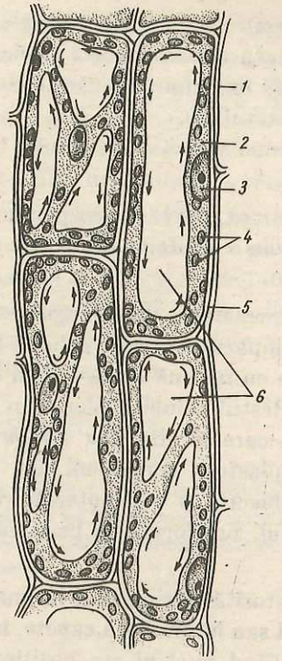
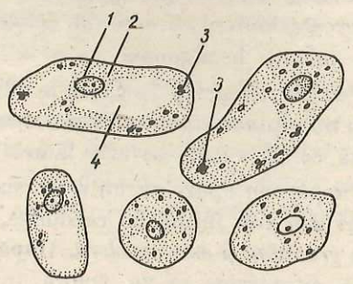


Fig. 10. Mişcarea de rotaţie a plasmei şi a cloroplastelor din celulele prozenchimatice ale frunzei de *Elodea canadensis:*
1 — perete celular; *2* — citoplasmă; *3* — nucleu; *4* — cloroplaste; *5* — lamelă mijlocie; *6* — vacuole; săgeţile indică sensul mişcării.

Fig. 11. Celule din fructul de pătlăgea roşie:
1 — nucleu; *2* — citoplasmă; *3* — cromoplaste; *4* — vacuolă.



jurat de citoplasmă şi de numeroase cloroplaste; mai vizibil apare în celulele marginale ale limbului foliar. De obicei, cloroplastele sînt antrenate de citoplasmă într-o *mişcare de rotaţie*, de-a lungul pereţilor celulari (dacă celula are o singură vacuolă mare) sau de *circulaţie*, în direcţii diferite (în cazul cînd în celulă se află mai multe vacuole) (fig. 10).

● **Analiza cromoplastelor din celulele fructului de pătlăgele roşii.** *Pregătirea preparatului.* Se îndepărtează pieliţa fructului cu ajutorul unui bisturiu şi se ia din miez un fragment de ţesut, care se pune pe o lamă de sticlă într-o picătură de apă. Se aşază lamela şi se presează uşor deasupra ei pînă cînd materialul se etalează perfect.

Examinarea la microscop. Se observă cu obiectivul 10, apoi cu 40. Celulele au de obicei forma ovală sau sferică. În fiecare se va observa un nucleu sferic strălucitor, în jurul căruia se găsesc numeroase cromoplaste. Acestea sînt rotunde sau ovoide şi au culoarea roşie-portocalie (fig. 11).

● **Analiza amidonului din ţesutul de depozitare de la cartof.** *Pregătirea preparatului.* Se taie în două un tubercul de cartof, apoi cu ajutorul unui bisturiu, se rade uşor suprafaţa secţionată. Materialul obţinut se pune pe lamă într-o picătură de apă şi se acoperă cu lamela.

Examinarea la microscop. Privind cu obiectivul mic, se vor observa numeroase granule de amidon de formă ovală şi mărime variată, incolore

stratificate. Stratificarea rezultă din depunerea intermitentă de amidon în interiorul unui leucoplast, în jurul unui punct iniţial de depunere numit *hil.* Cînd leucoplastul este complet ocupat de straturi de amidon, atunci el devine un amiloplast sau un granul de amidon (fig. 12). Comparînd între ele granulele de amidon, vom observa că majoritatea sînt mari, de formă ovală şi au un singur hil. Sînt şi granule cu două-trei hiluri. Preparatul astfel obţinut se colorează cu iod în iodură de K. Pentru aceasta se ţine o fîşie de hîrtie de filtru pe una din laturile lamelei, în timp ce pe latura opusă se pune o picătură de reactiv. Hîrtia absoarbe apa, care este înlocuită cu picătura de reactiv ce pătrunde prin partea opusă: granulele de amidon se colorează în albastru. În acelaşi mod se pot analiza: granulele de amidon din endospermul seminal de la fasole, grîu, porumb, orez, ovăz etc.

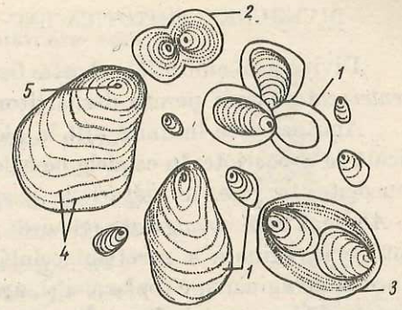


Fig. 12. Granule de amidon din tuberculul de cartof:
1 — granule simple; *2* — granul compus; *3* — granul semicompus; *4* — straturi de amidon; *5* — hil.

5

DIVIZIUNEA CELULARĂ

„Sporirea numărului de celule se realizează cu ajutorul diviziunii celulare".

Diviziunea celulară este un proces complex care determină creşterea plantelor, înmulţirea lor, regenerarea ţesuturilor traumatizate etc. Dintr-o celulă mamă se formează două celule fiice care la rîndul lor vor da naştere la altele ş.a.m.d., ducînd la înmulţirea celulelor, respectiv la creşterea corpului plantei. Formarea celor două celule fiice este precedată de restructurări importante ale conţinutului celulei mame. Cel mai important fenomen din diviziunea celulară îl constituie *diviziunea nucleului.*

Diziviunea celulei poate fi declanşată de creşterea în volum şi dimensiuni a celulei, ca urmare a proceselor de asimilaţie. Atunci cînd se ajunge la dublarea volumului masei celulare, pentru restabilirea limitelor specifice celulei respective, se declanşează diviziunea nucleului.

Diviziunea celulelor începe, de obicei, cu diviziunea nucleului, se continuă cu cea a celorlalţi constituenţi şi se încheie cu diviziunea plasmei şi formarea peretelui despărţitor.

Diviziunea celulară se realizează *amitotic* şi *cariokinetic.*

DIVIZIUNEA AMITOTICĂ SAU AMITOZA (DIVIZIUNEA DIRECTĂ)

Diviziunea amitotică constă fie în *strangularea* celulei, fie în formarea *centripetă* a unui perete despărțitor (fig. 13).

Amitoza este întîlnită atît la plante, cît și la animale. Ea a fost identificată la procariote, în celulele pe cale de degenerare, în țesuturile canceroase, leucocite, în gale, în culturi de țesuturi pe medii intoxicate etc.

Amitoza prin strangulare (gîtuire). Urmărind figura 13,1 se observă mai întîi o invaginare a peretelui celular în partea mediană a celulei. Aceasta duce la invaginarea citoplasmei și, apoi, a nucleului (sau nucleoidului) celular, care ia forma unei haltere. În cele din urmă, celula intrată în diviziune se separă în două celule fiice, mai mult sau mai puțin egale.

Amitoza prin formarea unui perete despărțitor. În acest caz, celula se scindează în partea ei mediană datorită unui perete care se formează centripet, fie pe axa longitudinală, fie pe cea transversală a acesteia (fig. 13,2).

DIVIZIUNEA CARIOKINETICĂ

După locul unde se desfășoară, cariokineza este de două feluri:

a. **mitotică** (tipică, somatică sau ecvațională) are loc în celulele corpului (celule somatice) și se finalizează cu formarea acestuia;

b. **meiotică** (alotipică, reducțională sau de maturație), la plante are loc *la formarea celulelor reproducătoare asexuate* (a sporilor) și mai rar a celor sexuate, iar la animale la formarea celulelor reproducătoare sexuate.

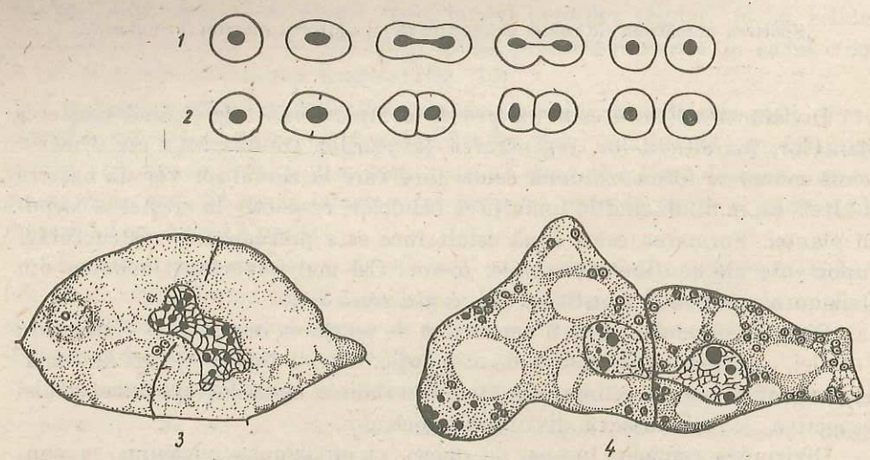


Fig. 13. Amitoza:
1 — prin strangulare; *2* — prin formarea unui perete transversal; *3* și *4* — amitoza în celulele endospermului de la grîu; se observă peretele despărțitor și cele două nuclee fiice formate.

Înainte de a trece la studierea cariokinezei este necesar să știm ce sînt *cromozomii* și ce este *fusul nuclear.*

Cromozomii sînt structuri cromatinice permanente, evidente, mai ales în timpul diviziunii nucleului. Ei sînt în număr constant, atît în nucleul celulelor organismelor vegetale, cît și animale; sînt capabili de autoreproducere și de a-și menține însușirile morfologice și fiziologice într-o serie de diviziuni nucleare succesive.

Din punct de vedere al numărului de cromozomi, celulele somatice au un număr dublu de cromozomi: ele sînt *diploide* (prescurtat, 2n).

Celulele reproducătoare asexuate (sporii) și sexuate (gameții) au un număr de cromozomi redus la jumătate comparativ cu cele somatice, din care cauză se numesc *haploide* (prescurtat, n).

● La plante, numărul de cromozomi începe, de obicei, de la 4 și poate să ajungă pînă la 1200.

Structura cromozomilor și transmiterea caracterelor ereditare. Un cromozom în „repaus" este alcătuit dintr-o singură moleculă de DNA și format din două brațe egale sau inegale legate între ele, într-un punct, numit *centromer.* În timpul diviziunii nucleului, cromozomii sînt alcătuiți din cîte două *cromatide*, respectiv două molecule de DNA (fig. 14).

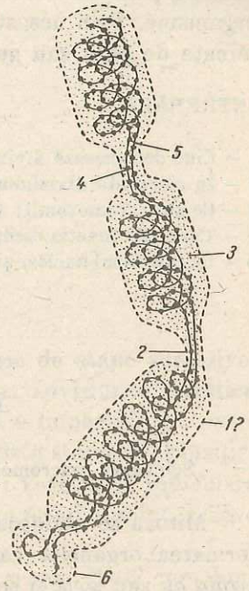


Fig. 14. Ultrastructura unui cromozom:
1 — existența membranei cromozomului este nesigură; *2* — centromer; *3* — substanță fundamentală; *4* — cromomeră; *5* — cromonemă; *6* — satelit.

Substanța de bază din care este alcătuit cromozomul se numește *matrice.* În ea sînt înglobate, de obicei, două *cromoneme* spiralizate, care corespund celor două cromatide. De-a lungul cromonemelor se află *cromomerele.* Cromonemele sînt alcătuite din DNA și proteine; ele conțin niște secvențe nucleotidice numite *gene* în care se află stocată informația genetică, sub forma unui mesaj chimic.

Fusul nuclear (fusul de diviziune) apare în timpul diviziunii nucleului. El este alcătuit din numeroase filamente acromatice (deoarece nu se colorează cu coloranții cromatinei). Filamentele fusului nuclear sînt alcătuite chimic din RNA asociat cu diferite proteine contractile, mici cantități de lipide, cîțiva aminoacizi ș.a.

Prin contracția lor, filamentele fusului nuclear orientează cromozomii spre cei doi poli ai celulei, în timpul diviziunii nucleului.

Funcția esențială a cromozomului este de a scinda DNA în cele două lanțuri complementare, polinucleotidice, de a depozita și de a transmite informația genetică conținută în gene de la o generație celulară la alta. Experiențele de „inginerie genetică" au demonstrat că este posibilă „decuparea"

unei porțiuni din DNA-ul unor organisme și implantarea ei în DNA-ul altor organisme. Prin aceasta organismul receptor dobîndește însușiri noi, determinate de gena sau genele transplantate.

ÎNTREBĂRI

1 — Cine declanșează diviziunea celulei?
2 — În ce constă diviziunea amitotică și cariokinetică?
3 — Ce sînt cromozomii? Care este structura acestora?
4 — Care este funcția esențială a cromozomilor?
5 — Ce este fusul nuclear și care este rolul lui?

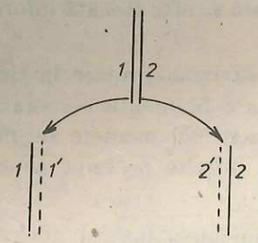
6

DIVIZIUNEA MITOTICĂ (MITOZA)

„Scindarea macromoleculei de DNA precede diviziunea celulară".

Mitoza se desfășoară în celulele somatice ale plantelor și are ca urmare formarea organelor caracteristice acestora. Procesul citologic începe de la *celula ou* sau *zigot* și se încheie cu formarea corpului vegetativ și a organelor reproducătoare.

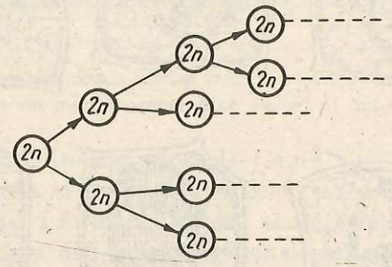
În mitoză fiecare cromozom este alcătuit din cîte două cromatide, respectiv două molecule de DNA (1 și 2); fiecare cromatidă își sintetizează cromatida soră (1' și 2') și generează cromozomii mitotici; aceștia sînt orientați spre cei doi poli ai celulei de către filamentele fusului nuclear. Cromozomii celulelor fiice sînt numai pe jumătate noi, deoarece sînt alcătuiți fiecare dintr-o cromatidă veche și una nouă. În final, la cei doi poli ai celulei se organizează două nuclee fiice, respectiv două celule fiice. Cele două celule fiice vor avea nuclee cu un număr de cromozomi egal cu cel al celulei mame din care au derivat.



Așa de exemplu, în vîrful rădăcinii de ceapă vom găsi, atît la celula mamă, care intră în diviziune, cît și la celulele fiice, cîte 16 cromozomi, la fasole 22, la porumb 20, la sfecla de zahăr 18 cromozomi ș.a.m.d.

Observînd schema ce urmează rezultă că dintr-o celulă se formează două celule; acestea la rîndul lor, intrînd în diviziune, vor forma 4 ș.a.m.d.

Mitoza se desfășoară astfel:



În diviziunea mitotică, nucleul trece printr-o serie de etape succesive, în care au loc transformări morfologice și biochimice. Diviziunea mitotică se desfășoară continuu și numai din motive didactice o împărțim în: *interfază*, *profază*, *metafază*, *anafază* și *telofază*, între care există stadii de tranziție.

Observații la microscop. *Materiale necesare:* vîrfuri vegetative radiculare de ceapă, lame, lamele, HCl N/l, *fixator Carnoy*, alcool etilic absolut, *reactiv Schiff*, carmin, acid acetic.

Mod de lucru: se detașează vîrfurile rădăcinilor tinere (1—2 mm lungime) obținute din punerea la „germinare" a unui bulb de ceapă. Se introduc în fixatorul Carnoy și se lasă 24—48 ore. După aceea materialul vegetal se introduce într-o eprubetă cu puțină soluție carmin-acetică sau orceină și cîteva picături de HCl N/l; se încălzește eprubeta pînă la fierbere. Pe o lamă de sticlă curată se pun: o picătură din soluția carmin-acetică și unul sau cîteva vîrfuri radiculare. Peste aceasta se așază lamela și cu ajutorul unui bețișor se etalează. Preparatul astfel realizat se analizează la microscop, mai întîi cu obiectivul 20 apoi cu 40 sau 90. Urmărind și figura 15 veți putea repera etapele diviziunii nucleului.

În *interfază*, cromatina nucleară are aspect granulos-reticulat deoarece cromozomii sînt aproape complet despiralizați. Acum are loc constituirea cromozomilor din două cromatide dintre care numai una este nouă. Acest proces este evidențiat de dublarea cantității de DNA (adică a cromatinei): dintr-o moleculă de DNA se formează două molecule, dintre care numai una este nouă.

Profaza se caracterizează prin: individualizarea cromozomilor în urma spiralizării acestora, dezorganizarea membranei nucleare și formarea fusului nuclear, dezorganizarea nucleolului (nucleolilor). Spre sfîrșitul profazei, cromozomii migrează spre partea centrală a celulei, fiind tot timpul sub controlul polilor fusului nuclear (calotelor polare citoplasmatice).

Metafaza. În această fază cromozomii duplicați încă în interfază și spiralizați la maximum se dispun în planul ecuatorial al celulei, în așa-numita *placă metafazică.* De cele mai multe ori, doar centromerii sînt strîns ordonați în placa metafazică, brațele cromozomilor rămînînd libere.

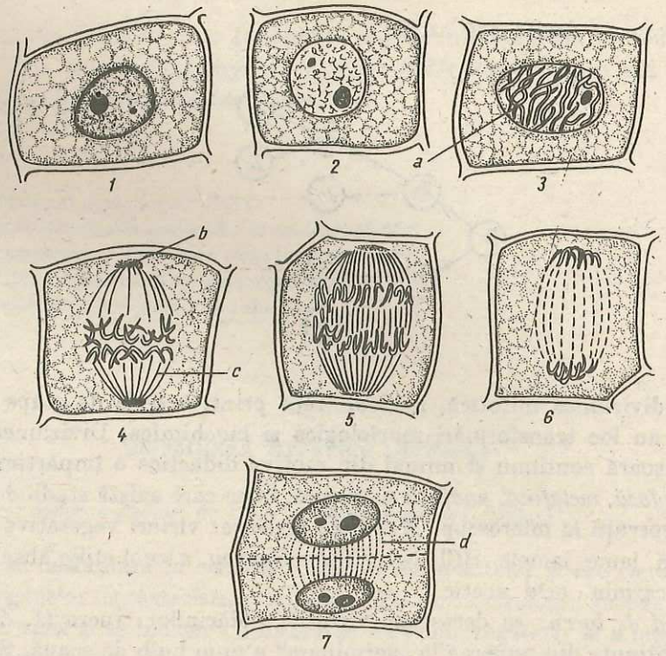


Fig. 15. Diviziunea mitotică în vîrful vegetativ al rădăcinii de ceapă:
1 — interfaza; *2, 3* — profaza; *4* — metafaza; *5* — anafaza; *6* — telofaza; *7* — citokineza (plasmotomia); *a*-cromozom; *b*-calotă polară; *c*-fus de diviziune; *d*-fragmoplast.

Anafaza. Cromozomii atașați fiecare la cîte un filament al fusului sînt trași în mod simultan spre cei doi poli (calote) ai fusului, păstrînd o orientare radială. În această fază ei se găsesc cam la jumătatea drumului dintre ecuator și cei doi poli.

Telofaza. Cromozomii ajunși la cei doi poli își pierd individualitatea în urma despiralizării și decondensării cromonemelor. Acestea se anastomozează și în cele din urmă se reconstituie nucleul granulos-reticulat din interfază. La sfîrșitul telofazei apar membrana nucleară și nucleolul (nucleolii) și dispare fusul nuclear de diviziune.

Paralel cu reconstituirea nucleelor fiice, are loc și formarea peretelui despărțitor, care va separa celula mamă în două celule fiice.

● Mitoza se finalizează cu formarea a două celule fiice cu același set de cromozomi și aceeași cantitate de DNA pe care le-a avut celula mamă.

ÎNTREBĂRI

1 — Ce reprezintă mitoza? Explicați etapele diviziunii mitotice.
2 — De ce dintr-o celulă diploidă se formează două sau mai multe celule fiice tot diploide?

7

DIVIZIUNEA MEIOTICĂ (MEIOZA)

„Meioza este caracteristică organismelor care se reproduc pe cale sexuată și, în linii mari, se desfășoară după un model asemănător cu cel al mitozei.

Spre deosebire de mitoză, meioza la plante duce la formarea celulelor reproducătoare asexuate și foarte rar, a celor sexuate; începe cu o celulă diploidă și se termină cu formarea a două sau 4 celule haploide. Din acest motiv se mai numește și diviziune reducțională sau de reducere cromatică.

În cursul meiozei, nucleul se divide de două ori, în timp ce cromozomii se scindează numai o singură dată.

Meioza se desfășoară în două etape: *reducțională* (prima diviziune de maturație) și *ecvațională* (a doua diviziune de maturație).

Celula mamă care intră în diviziune meiotică are o garnitură dublă de cromozomi (2n) rezultată din contopirea a două garnituri simple, aparținînd celor doi gameți de sexe diferite, care s-au unit în procesul fecundației. Aceasta înseamnă că în nucleul celulei mamă, jumătate din cromozomi sînt paterni și jumătate materni.

Etapa reducțională (I) se desfășoară în cîteva faze, ca și mitoza, dar prezintă unele particularități. Astfel *profaza* (I) meiotică este mult mai complexă și mai lungă decît cea mitotică. Ea se finalizează cu dizolvarea membranei nucleare și formarea fusului nuclear. Cel mai important fenomen din profază este schimbul de informație genetică dintre cromozomii paterni și materni (între bivalenți).

În *metafază* (I), cromozomii se dispun în perechi (un cromozom patern și unul matern) în placa metafizică, fiecare pereche de cromozomi (sau *bivalent)* va fi formată din 4 cromatide.

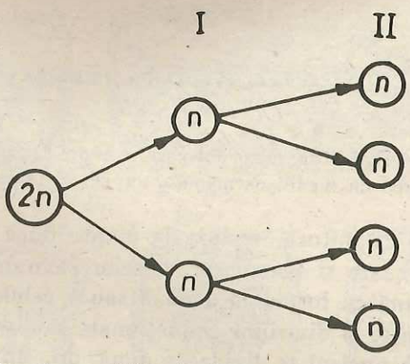
În *anafază* (I) are loc separarea cromozomilor 4 — cromatidici în cromozomi 2 — cromatidici. Prin urmare spre cei doi poli vor fi atrași cromozomi întregi, alcătuiți din cîte două cromatide.

La sfîrșitul *telofazei* (I), care coincide cu sfîrșitul etapei reducționale, numărul de cromozomi din celula mamă se reduce la jumătate, în cele două celule fiice rezultate.

Etapa ecvațională (II) se desfășoară ca o mitoză obișnuită.

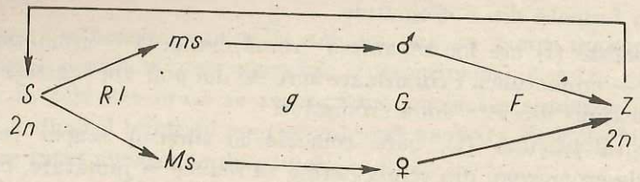
Imediat după formarea celor două celule fiice, rezultate din prima etapă meiotică, acestea intră în diviziune, trecînd printr-o *interfază* (II), scurtă (fără să aibă loc dublarea cantității de DNA), *profază* (II), *metafază* (II), *anafază* (II) și *telofază* (II).

La sfîrșitul acestei etape rezultă patru celule haploide asexuate (microspori sau macrospori). La plantele cu flori, în aceste celule se formează gameții masculini și feminini, în urma unor mitoze obișnuite. Meioza poate fi reprezentată astfel:



Din această schemă rezultă că dintr-o celulă mamă reproducătoare, diploidă, care intră în diviziune, se formează 4 celule fiice (spori: granule de polen sau saci embrionari tineri); după prima etapă (I) meiotică rezultă două celule fiice haploide, iar după a doua (II) 4 celule reproducătoare asexuate, de asemenea haploide.

Importanța meiozei. Meioza caracterizează organismele care se reproduc pe cale sexuată. Meioza și fecundația sînt două procese compensatorii. Reducerea numărului de cromozomi prin meioză are o deosebită însemnătate în viața unei specii: lipsa meiozei ar duce la apariția unor indivizi cu un număr din ce în ce mai mare de cromozomi. Acest fapt ar pune sub semnul întrebării existența speciei. Meioza restabilește în fiecare generație a unei specii, numărul caracteristic de cromozomi în așa fel încît generația asexuată *(sporofitul)* este întotdeauna diploidă, iar generația sexuată *(gametofitul)* este întotdeauna haploidă. Prin urmare meioza condiționează alternanța de generații; aceasta se realizează după următoarea schemă:



în care *S* reprezintă sporofitul, *R*, meioză, *ms*, microspor, *Ms*, macrospor, *g*, gametogeneză în urma căreia se formează gameții masculini și feminini, *G*, gametofit, *F*, fecundația între cei doi gameți, *Z*, zigot (sporofit tînăr).

În timpul meiozei au loc recombinări genetice avînd ca urmare mărirea potențialului adaptativ al speciei.

Observații la microscop. Pentru a observa diviziunea meiotică a nucleului, efectuați preparate microscopice, după aceeași tehnică ca și în cazul mitozei, utilizînd antere tinere de la secară, grîu sau alte plante.

ÎNTREBĂRI ȘI TEME

1 — Care este esența meiozei?
2 — Unde are loc meioza?
3 — Care este importanța meiozei?
4 — De ce dintr-o celulă diploidă se formează 4 celule haploide?
5 — Stabiliți deosebirile dintre mitoză și meioză.

8

HISTOGENEZA

„Toate țesuturile corpului plantei își au originea în zigot".

Diferențierea celulară, denumită și *histogeneză*, este un proces biologic complex, care se finalizează cu formarea țesuturilor.

Un țesut este o grupare de celule unite între ele, interdependente, care au aproximativ aceeași formă și structură și care îndeplinesc același rol fiziologic.

În dezvoltarea individuală a unei plante se succed două etape: *de la ou (zigot) pînă la țesuturile embrionare (meristematice)* și *de la formarea țesuturilor embrionare (meristematice) pînă la formarea țesuturilor definitive (adulte).*

Celula ou sau zigotul, prin numeroase diviziuni mitotice succesive, dă naștere *embrionului.* Acesta este format din țesuturi embrionare alcătuite din celule mai mult sau mai puțin asemănătoare, nediferențiate, nespecializate și cu posibilități de dezvoltare egale. Din aceste țesuturi embrionare, grupurile de celule nediferențiate suferă un proces de diferențiere, specializîndu-se pentru îndeplinirea unor funcțiuni determinate, transformîndu-se în *țesuturi definitive.* Așa de pildă, unele grupuri de celule își modifică conținutul și pereții celulari și se transformă în *țesut conducător;* altele se transformă în *țesut asimilator;* alte celule acumulează diferite substanțe de rezervă și se transformă în *țesut de depozitare;* alte grupuri de celule, prin diferențiere, devin *țesuturi mecanice;* în sfîrșit, unele celule rămîn cu caracter embrionar toată viața plantei, alcătuind *țesuturile meristematice* (fig. 16). Deci, rezultatul diferențierii celulare și al histogenezei este formarea diferitelor țesuturi definitive (adulte).

Histogeneza se află la baza formării corpului plantei, respectiv a organelor sale.

Tipuri de țesuturi vegetale. La baza clasificării țesuturilor stau mai multe criterii: *forma celulelor, gradul de diferențiere, rolul fiziologic* pe care îl îndeplinesc în corpul plantelor etc.

După forma celulelor care intră în alcătuirea unui țesut se cunosc două tipuri de țesuturi: *parenchimatice* și *prozenchimatice.*

Țesuturile parenchimatice sînt alcătuite din celule izodiametrice (au cele trei diametre egale sau aproape egale).

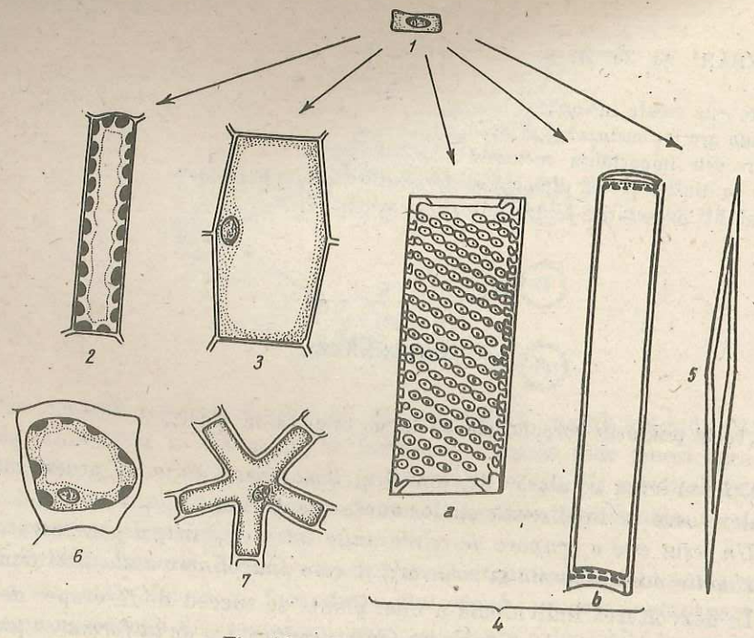


Fig. 16. Diferențierea celulară:
1 — celulă embrionară (meristematică) din care se diferențiază celule ale țesuturilor adulte; *2* — țesut asimilator; *3* — țesut parenchimatic; *4* — țesut conducător: *a*-vase lemnoase; *b*-vase liberiene; *5* — țesut mecanic (fibre mecanice); *6* — celulă stomatică; *7* — țesut aerifer (celulă stelată).

Țesuturile prozenchimatice sînt alcătuite din celule heterodiametrice (au diametrul longitudinal de cel puțin patru ori mai mare decît celelalte două).

După gradul de diferențiere al celulelor care intră în structura unui țesut și după funcțiunea fiziologică pe care o îndeplinesc, se deosebesc: țesuturi *embrionare* și țesuturi *definitive*.

Țesuturi embrionare (meristeme). Embrionul este alcătuit numai din țesuturi embrionare, în timp ce planta adultă este formată atît din țesuturi definitive (predominante), cît și din țesuturi embrionare sau meristeme. După poziția lor în corpul plantei, meristemele sînt:

1. a p i c a l e, dispuse întotdeauna în vîrful rădăcinii, tulpinii și ramificațiilor acestora; ele determină creșterea în lungime a organelor respective;

2. i n t e r c a l a r e, caracteristice plantelor cu tulpini articulate în noduri (de exemplu, la graminee);

3. l a t e r a l e (meristeme secundare) sînt dispuse lateral și paralel față de axa organului. Ele determină creșterea secundară în grosime a plantelor perene, mai ales, a arborilor și arbuștilor. Se formează din țesuturi definitive, din celule care își recapătă la un moment dat proprietățile mitotice.

Țesuturi definitive. Din categoria țesuturilor definitive fac parte țesuturile: *apărătoare*, *fundamentale*, *conducătoare*, *mecanice* (de susținere), *secretoare* ș.a.

Ț e s u t u r i l e a p ă r ă t o a r e se întîlnesc la exteriorul organelor, avînd ca funcțiune principală apărarea acestora de diferiți factori distructivi. După originea lor sînt:

1. primare, cînd provin direct din meristeme apicale, cum sînt: *epiderma* împreună cu formațiunile sale (stomatele și perii), *exoderma* și *endoderma;*

2. secundare, cînd provin din meristemele laterale sau secundare, cum este, de pildă, *suberul*, care ia naștere din meristemul secundar numit *felogen.*

Ț e s u t u r i l e (p a r e n c h i m u r i l e) f u n d a m e n t a l e sînt alcătuite din celule vii parenchimatice, cu pereții, de regulă, subțiri, prevăzute cu spații intercelulare.

Țesuturile fundamentale constituie cel mai răspîndit tip de țesut din organele plantelor cu structură primară. Din acest grup fac parte: *parenchimul asimilator*, întîlnit în organele supraterane, dar mai ales în frunză (este cel mai important țesut, deoarece la nivelul lui are loc fotosinteza), *parenchimul de depozitare*, în celulele căruia se acumulează diferite substanțe de rezervă (este întîlnit în rizomi, tuberculi, bulbi etc.), *parenchimul aerifer* caracteristic plantelor acvatice. Între celulele are îl alcătuiesc se găsesc spații mari (lacune, canale) pline cu aer.

Ț e s u t u r i l e c o n d u c ă t o a r e sînt a l c ă t u i t e din celule foarte specializate, numite vase; ele asigură circulația apei cu sărurile minerale (țesutul conducător lemnos) și a sevei elaborate (țesutul conducător liberian). Vasele, în asociație cu parenchimul care le înconjură și cu țesutul mecanic alcătuiesc *fascicule conducătoare*. Se deosebesc *fascicule conducătoare lemnoase*, alcătuite din: *trahee*, *traheide*, *parenchim lemnos* și *fibre lemnoase* și *fascicule conducătoare liberiene*, formate din: *tuburi ciuruite*, cu sau fără *celule anexe*, *parenchim liberian* și *fibre liberiene.*

Ț e s u t u r i l e m e c a n i c e sau de *susținere* conferă plantelor o anumită soliditate. Sînt alcătuite din celule cu pereții îngroșați inegal *(colenchim)* sau îngroșați uniform *(sclerenchim)*.

Ț e s u t u r i l e s e c r e t o a r e produc diferite substanțe folosite în metabolismul plantei (produse de secreție) sau care sînt scoase definitiv din circuitul metabolic (produse de excreție). Substanțele secretate sînt foarte numeroase: *uleiuri volatile*, *rășini*, *balsamuri*, *gume*, *mucilagii*, *alcaloizi*, *latex*, *nectar* etc.

● **Lucrare practică.** Efectuați preparate microscopice, folosind rădăcini tinere de ceapă și diferite organe vegetative (frunze de mușcată, tubercul de cartof, tulpini de ciuma-apelor etc.). Identificați tipurile de țesuturi învățate.

ÎNTREBĂRI

1 — Ce se înțelege prin histogeneză?
2 — Ce importanță are diferențierea celulară?
3 — Care sînt asemănările și deosebirile dintre țesuturile embrionare și cele definitive?
4 — Care sînt țesuturile definitive?

9

ORGANOGENEZA

„Organele vegetative prin funcţiunile pe care le îndeplinesc asigură viaţa planetei ca individ".

I. Ciobanu

Corpul plantelor superioare denumit *corm* este alcătuit din trei organe vegetative: *rădăcina*, *tulpina* şi *frunza*. Plantele cu corm se numesc *cormofite*.

Prin organ vegetativ se înţelege acea parte a corpului plantei alcătuită din mai multe tipuri de ţesuturi.

Paralel cu maturarea seminţei are loc şi diferenţierea embrionului din zigotul propriu-zis. Embrionul posedă în miniatură organele vegetative. Formarea lor este rezultatul unui proces de diferenţiere a celulelor, proces care poartă numele de *organogeneză*.

La plantele superioare fosta rădăcinuţă a embrionului devine rădăcina principală; din mugurașul axei hipocotile creşte axa epicotilă care va deveni tulpina principală ce va produce primele frunze. Organele aeriene (ramuri, frunze, flori) iau naştere din tulpina principală şi anume din primordiile ramurilor, a frunzelor şi florilor, respectiv din mugurii *foliari* sau *florali*.

Procesul transformării primordiilor în organe adulte este dirijat de anumite legi ale organogenezei:

1. baza organogenezei o constituie modificările celulelor din vîrful vegetativ (con vegetativ), care presupun trecerea acestora prin anumite *stadii* (vernalizarea, fotoperiodismul etc.);
2. organogeneza se desfăşoară în strînsă concordanţă cu condiţiile mediului, astfel încît se realizează o unitate între funcţie, structură şi forma organului;
3. schimbarea condiţiilor de mediu în timpul organogenezei duce la adaptarea structurală şi funcţională a organului, în concordanţă cu noile condiţii de mediu;
4. între organele plantelor există o strînsă corelaţie structurală: dezvoltarea unor organe condiţionează dezvoltarea celorlalte.

RĂDĂCINA

Rădăcina îndeplineşte două funcţii specifice: *fixarea* plantelor şi *absorbţia* apei cu substanţe minerale din sol. În afară de acestea, rădăcina poate servi ca organ de *depozitare* a materiilor nutritive de rezervă, ca organ de *înmulţire* vegetativă etc.

Structura primară şi secundară a rădăcinii

După stadiul de dezvoltare ontogenetică şi după durata ciclului de viaţă a plantei, rădăcina şi tulpina pot avea o structură *primară* sau o structură *secundară*.

Structură primară au plantele anuale şi, în general, toate plantele în primele lor etape ontogenetice. Ferigile actuale, marea majoritate a monocotiledonatelor, precum şi numeroase dicotiledonate ierboase au toată viaţa o structură primară. Structura primară este alcătuită din *ţesuturi definitive primare*, rezultate din ţesuturile meristematice situate în vîrfurile vegetative ale rădăcinii şi tulpinii.

Structură secundară au plantele bienale sau perene, în general toate plantele lemnoase (gimnosperme şi dicotiledonate). Structura secundară este alcătuită din *ţesuturi secundare*, provenite din activitatea *cambiului vascular* şi *felogenului* (meristeme laterale); ţesuturile produse de aceste meristeme se suprapun peste cele primare, avînd ca urmare creşterea în grosime an de an a organelor vegetative respective.

a. Structura primară a rădăcinii la dicotiledonate. *Materiale necesare:* rădăcini de piciorul-cocoşului sau grîuşor, proaspete sau conservate în alcool etilic de 70°, măduvă de soc, roşu de Congo şi crizoidină sau verde de iod, lamele, brici (lame de ras) sau microtom de mînă.

Pregătirea preparatului. Se efectuează secţiuni transversale prin rădăcină la nivelul regiunii pilifere, după care se analizează la microscop, mai întîi cu obiectivul 10, apoi cu un obiectiv mai puternic.

Analiza materialului. La microscop veţi observa următoarea succesiune de ţesuturi primare (fig. 17):

— *epiderma* sau *rizoderma* alcătuită dintr-un singur strat de celule strîns unite între ele, cu pereţii subţiri celulozici, necutinizaţi. Unele dintre celulele epidermice sînt transformate în perişori absorbanţi;

— *scoarţa* sau *parenchimul cortical* alcătuită din mai multe straturi de celule parenchimatice (10—16 straturi). Primele straturi ale scoarţei, alcătuite din celule cu pereţii uşor suberificaţi, formează *exoderma*. Unele celule ale exodermei au pereţii nesuberificaţi: ele se numesc *celule de pasaj* sau de

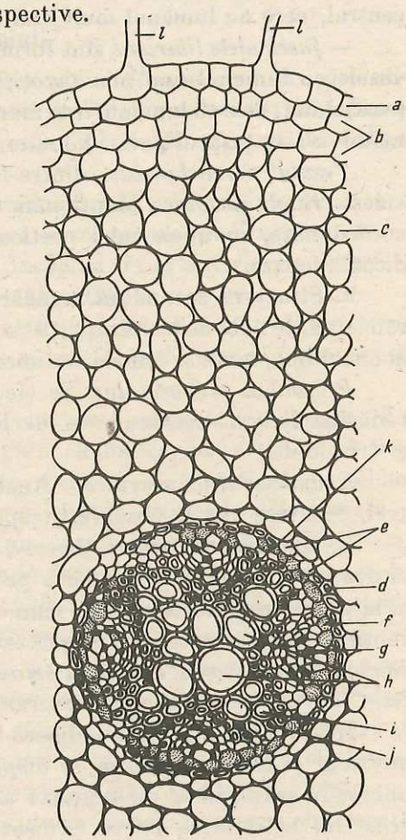


Fig. 17. Secţiune transversală printr-o rădăcină cu structură primară la dicotiledonate:
a — rizodermă; *b* — exodermă; *c* — scoarţă; *d* — endodermă; *e* — celulă de pasaj; *f* — periciclu; *g* — fascicul liberian; *h* — metaxilem; *i* — fascicul lemnos; *j* — protoxilem; *k* — raze medulare; *l* — peri absorbanţi.

trecere, deoarece apa absorbită de perișorii absorbanți în drum spre fasciculele lemnoase trece prin aceste celule ale exodermei. Ultimul strat al scoarței se numește *endodermă*. El este alcătuit din celule cu pereții suberificați și îngroșați. Celulele endodermei situate în dreptul fasciculelor lemnoase sînt neîngroșate: ele se numesc, de asemenea, *celule de pasaj;*

— *cilindrul central* sau *stelul* începe cu *periciclul*, care este primul țesut al său. Acesta este alcătuit din celule cu pereții celulozici, dispuși alternativ cu celulele endodermei. Periciclul delimitează parenchimul fundamental, în care sînt dispuse fasciculele lemnoase și liberiene;

— *fasciculele lemnoase* alternează cu cele liberiene. Ele sînt formate din cîte 6—7 vase lemnoase; vasele lemnoase dispuse în apropierea periciclului au lumenul mai mic *(protoxilem)* decît cele dispuse înspre centrul cilindrului central, care au lumenul mult mai mare *(metaxilem);*

— *fasciculele liberiene* sînt formate din vase ciuruite de calibre deosebite: vasele cu lumenul mai mic *(protofloem)* se găsesc în imediata vecinătate a periciclului; cele cu lumenul mai mare *(metafloem)* sînt orientate spre măduvă; măduva este țesutul parenchimatic situat în centrul rădăcinii.

Țesutul parenchimatic, dintre fasciculele liberiene și cele lemnoase, alcătuiește *razele medulare*. Menționăm că structura primară a rădăcinii de monocotiledonate, cu unele mici particularități, se aseamănă cu cea descrisă la dicotiledonate.

b. Structura secundară a rădăcinii la dicotiledonate. *Materiale necesare:* rădăcină de bob, de leandru, viță de vie ș.a., brici, apă de Javel, roșu de Congo și crizoidină, lame și lamele de sticlă.

Pregătirea preparatului. Se efectuează preparate, secționînd transversal rădăcina de bob. Secțiunile se javelizează, apoi se colorează cu roșu de Congo și crizoidină.

Examinarea la microscop. Analiza materialului începe cu cilindrul central, deoarece aici se observă începutul formării structurii secundare.

În cilindrul central se observă un *meristem secundar* sinuos, format din cîteva straturi de celule, dispus pe partea inferioară a fasciculelor liberiene și la partea exterioară a celor lemnoase. El se formează din celule deja diferențiate, care își recapătă proprietatea de diviziune. Acest țesut se numește *cambiu vascular* sau *cambiu libero-lemnos*. Din activitatea lui, se formează *țesut liberian secundar* spre exterior și *țesut lemnos secundar* spre interior.

În stadiul final, cambiul libero-lemnos capătă formă circulară, iar *liberul secundar și lemnul secundar se dispun concentric*. Tot în cilindrul central și anume în periciclu se diferențiază al doilea meristem secundar numit *felogen*. Din activitatea lui se formează spre exterior *suber*, iar spre interior feloderm.

ÎNTREBĂRI

1 — Care sînt particularitățile plantelor cu structură primară și secundară?
2 — Care sînt țesuturile caracteristice structurii primare a rădăcinii?
3 — Care sînt țesuturile care generează structura secundară a rădăcinii?

10

TULPINA

Tulpina este adaptată să îndeplinească două funcții specifice: de *susținere* a ramurilor, frunzelor, florilor și fructelor și de *conducere* neîntreruptă a sevei brute de la rădăcină spre frunze și a sevei elaborate de la frunze în tot corpul plantei.

Tulpina poate îndeplini, la unele plante, și funcții nespecifice. Așa de pildă, unele tulpini participă la *asimilarea carbonului*, altele au rol de organe în care se *depozitează* diferite substanțe de rezervă sau de organe ale *înmulțirii vegetative* etc.

Structura primară și secundară a tulpinii

a. **Structura primară.** *Materiale necesare:* tulpini (fragmente) de piciorul-cocoșului, proaspete sau conservate în alcool de 70°, lame, lamele, brici (lame de ras) sau microtom de mînă, sticle de ceas, apă de Javel, roșu de Congo și crizoidină.

Mod de lucru. Se efectuează secțiuni transversale prin tulpină, după care se javelizează, se colorează și se analizează la microscop, mai întîi cu obiectivul 10, apoi cu un obiectiv mai mare. Începînd de la exterior la interior, veți observa următoarele țesuturi primare (fig. 18):

— *epiderma* este alcătuită dintr-un singur strat de celule cu pereții externi bombați și cutinizați, lipsite de cloroplaste și substanțe de rezervă, prevăzută la exterior cu o cuticulă:

— *scoarța* sau parenchimul cortical urmează imediat epidermei. Ea este alcătuită din 4—6 straturi de celule parenchimatice, cu pereții celulozici, subțiri, cu numeroase spații intercelulare. Primele 3—4 straturi de celule conțin cloroplaste, ceea ce înseamnă că participă la procesul de fotosinteză;

— *cilindrul central* este alcătuit din mai multe fascicule libero-lemnoase, dispuse în cerc într-un țesut parenchimatic fundamental. Linia care unește punctele cele mai externe ale fasciculelor reprezintă limita cilindrului central, deoarece un periciclu caracteristic nu se observă. Fiecare fascicul este alcătuit dintr-un cordon liberian spre exterior și un cordon lemnos, orientat spre centrul tulpinii. Între cele două cordoane se află *cambiul intrafascicular*. Cordonul liberian este alcătuit din *vase ciuruite*, însoțite de *celule anexe* și *parenchim liberian*. Cordonul lemnos este format din vase lemnoase cu lumenul mare (metaxilem), situate în apropierea cambiului, și din vase cu lumenul mic (protoxilem) situate spre vîrful fasciculului. Vasele lemnoase sînt legate între ele prin celule ale parenchimului lemnos. Întreg fasciculul libero-lemnos este înconjurat de o *teacă fasciculară sclerenchimatică*, întreruptă în dreptul cambiului libero-lemnos de celule parenchimatice. Zona centrală a cilindrului central este reprezentată de o lacună medulară, rezultată din resorbirea celulelor măduvei. Parenchimul intrafascicular alcătuiește *razele medulare primare*.

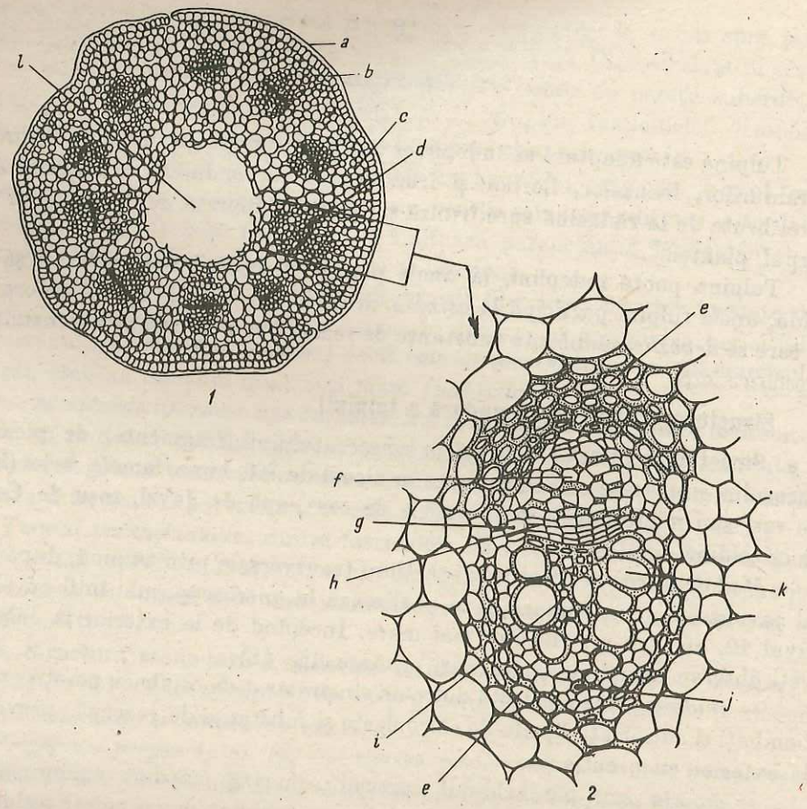


Fig. 18. Structura primară a tulpinii la dicotiledonate:
1 — secțiune transversală prin tulpină; 2 — fascicul libero-lemnos mărit; *a* — cuticulă; *b* — epidermă; *c* — scoarță; *d* — fascicul libero-lemnos; *e* — sclerenchim; *f* — fascicul liberian; *g* — celule de pasaj; *h* — cambiu libero-lemnos; *i* — fascicul lemnos; *j* — protoxilem; *k* — metaxilem; *l* — lacună medulară.

b. **Structura secundară a tulpinii.** *Pregătirea preparatului:* ramuri de tei de 2—3 ani, cu diametrul de 0,5—1 cm, albastru de toluidină, brici, microtom de mînă, lamă, lamele.

Examinarea la microscop. Analizînd la microscop o secțiune transversală printr-o ramură de tei, se pot distinge țesuturile arătate în figura 19:

— *epiderma* este alcătuită dintr-un singur strat de celule. Din loc în loc epiderma este exfoliată;

— *scoarța* este alcătuită din mai multe țesuturi, atît secundare, cît și primare. Țesutul situat imediat sub epidermă poartă denumirea de *suber*. Acesta este un țesut secundar de apărare, impermeabil pentru apă și gaze, alcătuit din cîteva straturi de celule suprapuse, fără spații intercelulare. Urmează felogenul, meristem secundar alcătuit din 2—3 straturi de celule alungite și înguste. Felogenul generează spre exterior *suber*, cu caracterele descrise și spre interior *feloderm* (scoarța secundară). Felodermul este un

țesut de tip parenchimatos (colenchim tabular), alcătuit, de obicei din tot atîtea straturi de celule ca și suberul. Celulele felodermului conțin cloroplaste. *Suberul*, *felogenul* și *felodermul* alcătuiesc *periderma*. Din scoarța primară se mai pot vedea cîteva straturi de celule, unele din ele puternic turtite. Adesea, celulele scoarței primare se confundă cu cele ale scoarței secundare;

— *endoderma*, ultimul strat al scoarței, este reprezentată în ramurile foarte tinere de un țesut numit *teacă amiliferă;* mai tîrziu, endoderma se distinge foarte greu;

— *cilindrul central* începe cu *periciclul*, țesut greu de identificat pe secțiuni. El este alcătuit din celule sclerenchimatice (lignificate) în dreptul fasciculelor liberiene secundare și din celule cu pereți celulozici în rest;

liberul primar se află imediat sub periciclu, reprezentat prin celule strivite, brunificate, dispuse deasupra liberului secundar;

liberul secundar are formă de trapez, orientat cu baza mică spre periciclu, iar baza mare spre cambiul libero-lemnos. El este constituit din straturi succesive de celule sclerenchimatice, cu pereții lignificați (de culoare deschisă), care alternează cu vasele ciuruite, celulele anexe și parenchimul liberian (de culoare mai închisă). Între două fascicule liberiene secundare se intercalează un țesut parenchimatic numit „parenchim de dilatare", de forma unor triunghiuri orientate cu vîrful spre cambiul libero-lemnos.

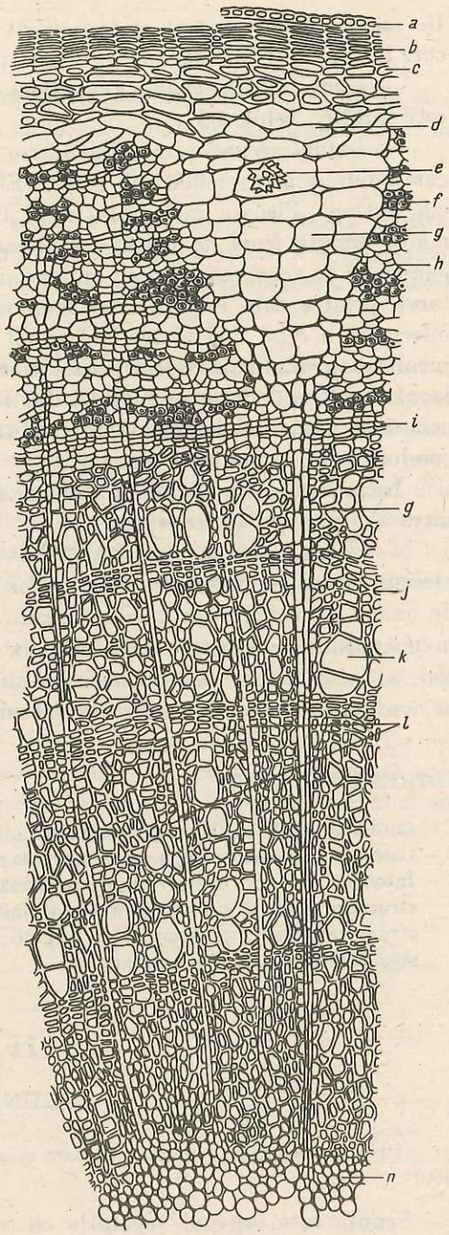


Fig. 19. Structura unei ramuri de tei de 4 ani:
a — epiderma exfoliată; *b* — suber; *c* — felogen; *d* — parenchim cortical; *s* — cristale de oxalat de calciu; *f* — fibre sclerenchimatice liberiene; *g* — raze medulare primare; — *h* floem secundar; *i* — cambiu libero-lemnos; *j* — lemn de toamnă; *k* — lemn de primăvară; *l* — raze medulare secundare; *m* — măduvă; *n* — lemn primar.

De fapt, acestea nu sînt altceva decît razele medulare principale (primare) care în zona liberului secundar se dispun în mai mult de două șiruri de celule;

— *cambiul libero-lemnos* (vascular) este alcătuit din celule turtite cu pereții subțiri, celulozici;

— *lemnul secundar*, rezultat într-o perioadă de vegetație din activitatea cambiului, se află imediat sub acesta. El este dispus sub formă de *inele anuale* concentrice. Fiecare inel anual este alcătuit din vase lemnoase cu lumen mare, numite *lemn de primăvară* (lemn moale), înconjurate de parenchim lemnos și de vase lemnoase cu lumen mic, numite lemn de *vară-toamnă* (lemn tare), printre care se află fibre lemnoase și parenchim lemnos. La partea inferioară a celui mai intern inel anual se află lemnul primar, de jur împrejurul măduvei. În interiorul fasciculelor libero-lemnoase se află *razele medulare secundare*, de lungimi și vîrste diferite, care leagă între ele, în sens radial, cele două cordoane, lemnos și liberian, împărțind totodată cele două țesuturi conducătoare în fascicule mai mici.

Între fasciculele libero-lemnoase se află *razele medulare primare* care leagă între ele măduva și scoarța;

— *măduva* este țesutul central al tulpinii, respectiv al cilindrului central, alcătuit din celule de diferite dimensiuni. Unele celule conțin tanin sau cristale de oxalat de calciu. Țesuturile colorate apar astfel: felodermul se colorează în purpuriu, cu carmin alaunat sau în violet, cu toluidină; pereții celulozici se colorează în roșu, cu carmin alaunat, iar pereții lignificați, în verde, cu verde de iod și în albastru-verzui, cu toluidină.

ÎNTREBĂRI ȘI TEME

1 — Care sînt meristemele ce generează structura secundară a tulpinii?
2 — Care este succesiunea de țesuturi observate în secțiunea transversală prin ramura de tei?
3 — Întocmiți un tabel comparativ cu asemănările și deosebirile dintre:
structura primară și secundară a rădăcinii;
structura primară și secundară a tulpinii;
structura rădăcinii și a tulpinii.

11

FRUNZA

„Principalul organ vegetativ în care se sintetizează substanțele organice necesare vieții".

Frunza este organul vegetativ *cu creștere limitată* și *simetrie bilaterală*, care se formează din mugurii foliari sau micști; împreună cu ramura pe care se află alcătuiește o unitate numită *lăstar*. Ea este adaptată pentru îndeplinirea a trei funcții principale: *asimilația carbonului*, *respirația* și *transpirația*.

În afară de acestea, frunza mai poate îndeplini și funcții nespecifice ca: organ de *înmulțire vegetativă*, organ de *depozitare* a materiilor de rezervă etc.

Structura internă a frunzei

Materiale necesare: frunză matură de ridiche, viță de vie, levănțică etc., apă de Javel, roșu de Congo și crizoidină, lame, lamele, brici, microtom de mînă.

Examinarea la microscop. Într-o secțiune transversală efectuată printr-o frunză de ridiche în dreptul unei nervuri principale sau secundare se deosebesc: *epiderma superioară*, prevăzută, cu o cuticulă, *mezofilul* și *epiderma inferioară* (fig. 20).

Imediat sub epiderma superioară se află *țesutul asimilator* propriu-zis, denumit *țesutul palisadic*. El este alcătuit din celule prozenchimatice dispuse perpendicular pe epidermă, foarte bogate în cloroplaste. Urmează apoi țesutul lacunos, alcătuit din celule cu spații (lacune) mai mari sau mai mici. În celulele acestui țesut cloroplastele sînt în număr mai mic decît în celulele palisadice. Cele două țesuturi, palisadic și lacunos, alcătuiesc *mezofilul frunzei*. Sub țesutul lacunos se află epiderma inferioară, care prezintă din loc în loc peri și stomate. În mezofil se observă *fasciculele conducătoare libero-lemnoase* cărora le corespund nervurile.

Nervura principală în secțiune transversală este reprezentată printr-o proeminență evidentă, înspre epiderma inferioară. Ea este alcătuită dintr-un număr mare de fascicule libero-lemnoase, dispuse cu cordoanele liberiene spre epiderma inferioară, iar cu cele lemnoase spre cea superioară. La cei doi poli ai nervurilor, sub epiderma superioară și, respectiv, deasupra epidermei inferioare, se găsește cîte un cordon de țesut colenchimatic alcătuit din 3—5 straturi de celule.

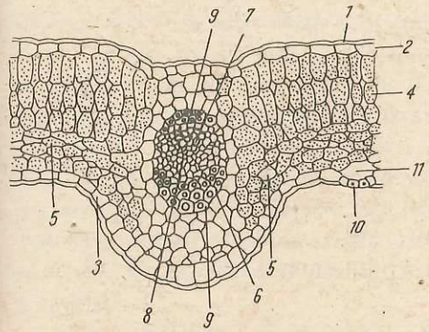


Fig. 20. Structura frunzei de ridiche:
1 — cuticula; *2* — epiderma superioară; *3* — epiderma inferioară; *4* — țesut palisadic; *5* — țesut lacunar; *6* — fascicul libero-lemnos; *7* — lemn; *8* — liber; *9* — sclerenchim; *10* — stomate; *11* — cameră substomatică.

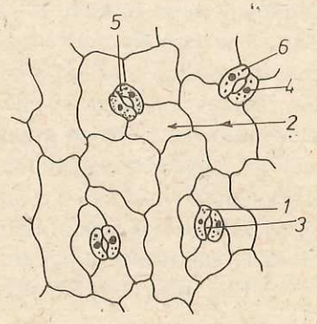


Fig. 21. Aspectul stomatei la dicotiledonate:
1 — celule stomatice; *2* — celule epidermice; *3* — ostiolă; *4* — nucleu; *5* — citoplasmă; *6* — cloroplaste.

Nervurile secundare de dimensiuni mai mici sînt formate dintr-un număr mai mic de fascicule conducătoare.

Structura stomatelor. Stomatele sînt formațiuni epidermice cu rol în respirație, transpirație și fotosinteză dispuse de obicei pe fața inferioară a frunzei și pe tulpinile plantelor ierboase. O stomată este alcătuită din două *celule stomatice*, de obicei reniforme, dispuse cu concavitățile față în față, lăsînd la mijloc un orificiu numit *ostiolă*. Celulele epidermice din jurul celulelor stomatice se numesc *celule anexe*. Celulele stomatice conțin, pe lîngă citoplasmă, nucleu și numeroase cloroplaste (fig. 21).

● Numărul de stomate variază de la 30—300 pe mm².

ÎNTREBĂRI ȘI TEME

1 — Care sînt funcțiile frunzei și ale stomatelor?
2 — Care sînt țesuturile frunzei?
3 — Alcătuiți o colecție de frunze și stabiliți forma, tipul de nervațiune și numărul de stomate pe cîmp microscopic sau pe mm².

NUTRIȚIA PLANTELOR AUTOTROFE

12

SUBSTANȚE ȘI ELEMENTE CHIMICE NECESARE NUTRIȚIEI PLANTFLOR

Plantele verzi își iau hrana necesară din mediul înconjurător (aer, sol, apă) sub formă de săruri minerale dizolvate în apă, iar dioxidul de carbon, din aer. Pentru a stabili elementele minerale necesare plantelor se face analiza chimică a corpului lor sau a organelor acestora, astfel: se ia masă vegetală (frunze) și se usucă la 85—105°C, pentru îndepărtarea apei; se cîntărește substanța uscată, după care se arde. Carbonul se elimină sub formă de CO_2, hidrogenul și oxigenul sub formă de vapori de apă, iar azotul sub formă de N_2. Reziduul nevolatil reprezintă cenușa. Pentru a obține indicii sigure asupra elementelor minerale necesare plantelor se folosește tehnica culturii de plante pe soluții de săruri minerale cunoscute:

Dizolvați într-un litru de apă distilată: 1 g $Ca(NO_3)_2$, 0,25 g KH_2PO_4, 0,25 g $MgSO_4$, $7H_2O$, 0,25 g KNO_3 și adăugați 1—3 picături dintr-o soluție de $FeSO_4$ 5%. Soluția astfel preparată se pune în vase de sticlă care se astupă fiecare cu un dop de plută străbătut de unul sau mai multe orificii, prin care se introduc în soluție rădăcinile plantelor. Vasele de sticlă se vopsesc pe dinafară cu un lac negru sau se acoperă cu hîrtie neagră pentru a feri rădăcinile de influența nefavorabilă a luminii și pentru a împiedica creșterea algelor. Peste lacul sau hîrtia neagră se aplică un strat de lac alb sau hîrtie albă pentru evitarea absorbției radiațiilor calorice, care ar putea încălzi soluția din vase. Soluțiile nutritive trebuie aerisite zilnic 4—5 minute (cu ajutorul unei pere de cauciuc). După cîteva săptămîni planta care crește normal poate înflori și fructifica.

Prin astfel de experiențe se poate arăta că elementele necesare vieții plantelor sînt: C, H, N, K, Ca, Mg, Fe, S și P. Totuși, pentru a obține o creștere bună a plantelor este necesar să se introducă în soluție încă o serie de elemente suplimentare în cantități foarte mici (microelemente): Mn, Zn, Cu, Al, I, B ș.a.

Cînd din nutriția plantelor lipsește sau este în insuficiență un element necesar, apar unele boli fiziologice specifice. Un alt efect al lipsei unor elemente minerale este încetinirea sau oprirea creșterii tulpinilor, rădăcinilor, frunzelor și fructelor.

Cunoașterea rolului diferitelor elemente minerale ne dă posibilitatea să intervenim în metabolismul plantei, prin aplicarea de îngrășăminte, într-o cantitate în raport cu cerințele fiecăreia.

Regimul de apă al plantelor. Cantitatea de apă din corpul plantelor variază de la 5—98% din greutatea lor, în funcție de specie, vîrstă și de starea fiziologică a acestora. Astfel, algele conțin circa 98% apă, fructele cărnoase, 95%; frunzele 80—90%, rădăcinile tuberizate, 80%, tulpinile arborilor circa 50%. Cantități mici de apă se găsesc în cariopsele cerealelor (12—14%), în mușchi și licheni (5—7%).

Absorbția apei de către plante. Plantele inferioare absorb apa pe toată suprafața corpului lor, spre deosebire de plantele superioare care au organe speciale pentru absorbție. La plantele superioare, rădăcina fixează planta în sol și totodată servește la absorbția apei.

Acest fapt se dovedește ușor, cu ajutorul a două plantule de porumb (fig. 22). Rădăcina primei plantule se introduce într-un vas cu apă peste care se toarnă un strat de ulei. Se fixează plantula, în așa fel ca numai vîrful rădăcinii și zona netedă să se găsească în apă, iar zona perișorilor absorbanți și zona aspră să rămînă în ulei. Cea de-a doua plantulă se introduce într-un alt vas, cu vîrful rădăcinii, zona netedă și zona perișorilor absorbanți în apă, iar restul rădăcinii în ulei.

Într-unul din cele două vase plantula se veștejește și se usucă. De ce?

Perii absorbanți pătrund printre particulele solului și aderă cu membranele lor la acestea (fig. 23). Ei absorb apa cu sărurile minerale din spațiile rămase libere între particulele solului.

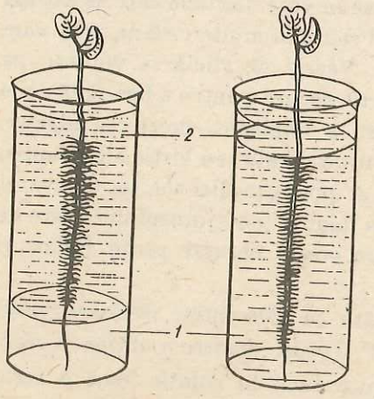


Fig. 22. Absorbția apei de către plante: *1* — apă; *2* — ulei.

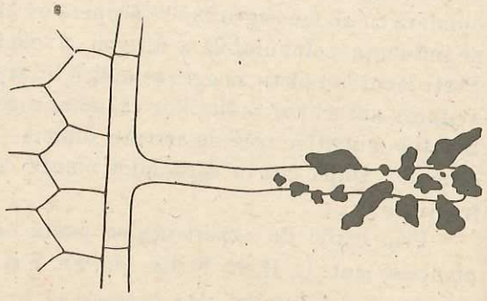


Fig. 23. Păr absorbant (mărit) cu particule de sol fixate pe el.

Mecanismul absorbției apei de către plante. Plantele superioare absorb apa în mod *pasiv* și *activ*.

Absorbția pasivă. Datorită transpirației de la nivelul frunzelor celulele acestora se găsesc mereu într-o stare de nesaturație, ceea ce determină mărirea forței de sugere sau de sucțiune. Aceasta se transmite în lungul vaselor de lemn din frunze, tulpină și din rădăcină, pînă la perii absorbanți unde forța de sugere determină absorbția continuă a apei. În acest proces un rol activ îl au frunzele; din acest motiv, absorbția apei de către rădăcină a fost denumită absorbție pasivă.

Absorbția activă. La plantele bine aprovizionate cu apă și în condiții fiziologice normale se dezvoltă, în rădăcina lor, o presiune pozitivă, care face ca apa să fie absorbită de rădăcină și condusă prin tulpină pînă la frunză.

Cea mai mare cantitate de apă absorbită de o plantă se datorește absorbției pasive. O dovadă în această privință o constituie faptul că, dacă secționați tulpina unei plante, rădăcina ei absoarbe cantități mult mai mici de apă.

Conducerea apei în corpul plantei. La plantele pluricelulare, apa este condusă fie din celulă în celulă, fie prin vase specializate de lemn (fig. 24).

Rolul vaselor de lemn în conducerea apei. Se înlătură țesuturile superficiale de pe o ramură printr-o decorticare inelară pînă la lemn, adică se înlătură suberul și țesutul liberian (fig. 25). Ce se întîmplă cu frunzele ramurii situate deasupra decorticării inelare? Ce dovedește acest experiment?

Se efectuează alternativ crestături pe ramuri de soc (10—15 cm lungime) pe o distanță de 5—6 cm; se lasă deasupra acestora cîte 2 muguri. Într-o variantă se întrerup: scoarța, liberul și măduva, în alta lemnul și măduva,

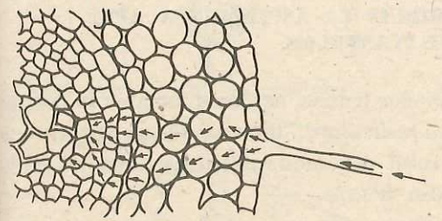


Fig. 24. Drumul urmat de apă (indicat prin săgeți) prin celulele parenchimatice ale rădăcinii pînă la fasciculele lemnoase.

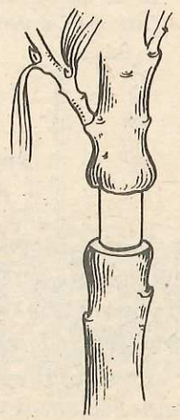


Fig. 25. Decorticarea inelară pînă la lemn.

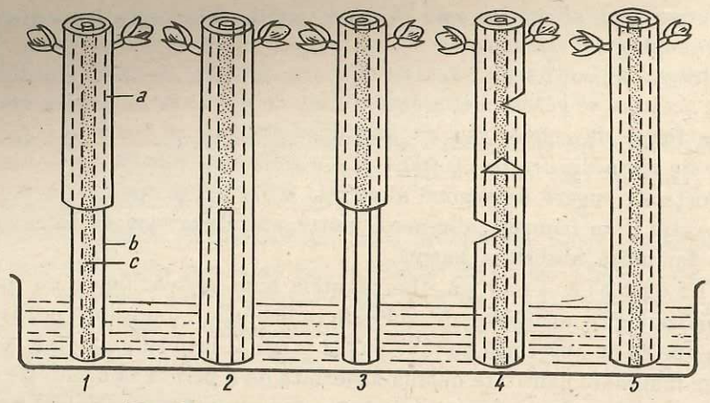


Fig. 26. Rolul vaselor de lemn în conducerea apei:
1—5 — variante; *a* — scoarță; *b* — lemn; *c* — măduvă.

în a treia scoarța, liberul și lemnul, în a patra toate țesuturile, iar în varianta a cincea țesuturile se lasă intacte (fig. 26). Introduceți ramurile astfel operate cu extremitatea inferioară în apă. În care variantă se vor desface mugurii ramurilor?

Introduceți petale albe cu suprafața de secțiune într-o soluție apoasă de colorant (albastru de metilen).

De ce nervurile petalelor se colorează în albastru? Ce dovedește acest experiment?

ÎNTREBĂRI

1 — Cum se poate dovedi că plantele au nevoie de substanțe minerale?
2 — În ce constă mecanismul absorbției apei?
3 — Care este sensul conducerii apei prin plantă?

13

FORȚELE CARE CONTRIBUIE LA ASCENSIUNEA APEI ÎN CORPUL PLANTELOR

Primăvara, înainte de apariția primelor frunze, ascensiunea apei în corpul plantelor este determinată de *presiunea radiculară*, datorită căreia apa ajunge la muguri. După apariția frunzelor, rolul predominant în ascensiunea apei revine *forței de sucțiune* a celulelor din frunze.

Presiunea radiculară o puteți pune în evidență prin următoarea experiență: secționați tulpina unei plante de viță de vie sau de mușcată crescută în ghiveci. Deasupra tulpinii secționate se fixează etanș, printr-un manșon de cauciuc, un tub de sticlă îndoit (fig. 27). Veți constata, în cazul în care solul este bine aprovizionat cu apă, emiterea unei soluții apoase.

Presiunea radiculară variază în funcție de condițiile mediului înconjurător. Primăvara, în general, ea are valori pozitive; rădăcinile absorb cantități mari de apă, iar transpirația este redusă. Vara, de obicei, presiunea radiculară este negativă.

Forța de sucțiune a frunzelor se poate demonstra prin următoarea experiență: la capătul unui tub de sticlă se introduce o ramură cu frunze prin intermediul unui dop. Tubul se umple cu apă fiartă și răcită, iar capătul rămas liber se introduce într-un vas cu mercur.

Ce ce întîmplă cu mercurul? Ce demonstrează aceasta?

Forța de sucțiune a frunzelor este menținută la valori ridicate de către transpirație, care, la rîndul ei, este influențată de umiditatea atmosferică. Cu cît transpirația este mai intensă, cu atît forța de sucțiune este mai mare.

Intensitatea absorbției apei este influențată de mai mulți factori ai mediului înconjurător, dintre care cei mai însemnați sînt: cantitatea de apă, temperatura, oxigenul, *p*H-ul și substanțele toxice din sol.

Influența cantității de apă din sol. Urmărind absorbția apei în funcție de cantitatea totală de apă din sol, se constată că ea începe la cantități mici și se intensifică proporțional cu creșterea cantității de apă din sol, pînă la 75—80%. În solurile cu o cantitate de apă de 75—80% absorbția este optimă, în timp ce în solurile saturate, cu apă 100%, absorbția este încetinită. Astfel de situații se întîlnesc în timpul ploilor mari și de durată, care duc la saturarea solurilor, prin umplerea cu apă a spațiilor capilare ale acestora.

Influența temperaturii solului. Absorbția apei începe în jur de 0°C și crește pe măsură ce temperatura urcă la 30—35°C, după care scade. Scăderea temperaturii sub 0°C determină micșorarea sau oprirea absorbției.

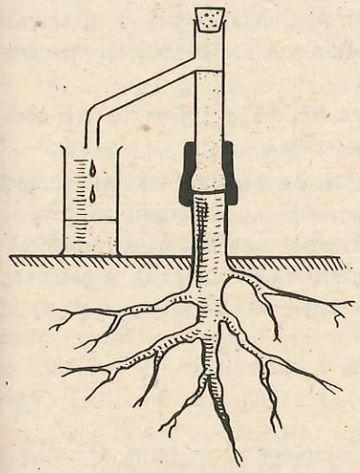


Fig. 27. Evidențierea presiunii radiculare la vița de vie.

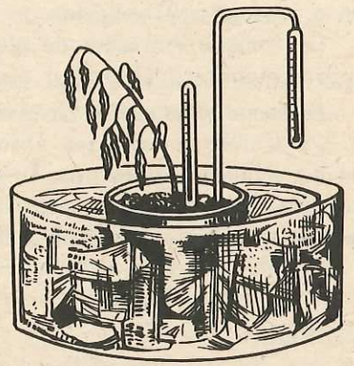


Fig. 28. Influența temperaturii scăzute a solului asupra absorbției apei.

Acțiunea temperaturii scăzute asupra absorbției se poate determina printr-o experiență foarte simplă (fig. 28): introduceți o plantă crescută în ghiveci într-un vas mai mare, în care aveți bucăți de gheață în stare de topire. Ce se întîmplă cu planta?

Explicația este următoarea: planta, avînd părțile aeriene la temperatura normală, transpiră intens, în schimb rădăcina, aflîndu-se într-un sol cu temperatură scăzută, încetinește absorbția apei, pînă la oprirea fenomenului.

Temperatura acționează asupra absorbției atît prin intermediul modificării intensității creșterii rădăcinii, cît și prin modificarea permeabilității protoplasmei, care, la temperaturi scăzute, scade paralel cu creșterea viscozității protoplasmei.

Influența oxigenului din sol. Dacă la o plantă cultivată într-un ghiveci, se înlocuiește aerul dintre particulele solului prin introducerea unui curent de hidrogen, de azot sau de dioxid de carbon, planta începe să se veștejească relativ repede, din cauză că, în lipsa oxigenului, absorbția apei scade foarte mult. Oxigenul este necesar mai ales pentru creșterea rădăcinilor. În lipsa lui creșterea este oprită, iar formarea de noi peri sugători încetează.

În natură, cantitățile de aer și de oxigen din sol scad, în cazul inundațiilor, cînd apa ocupă toate spațiile dintre particulele solului. Plantele se ofilesc, deoarece cantitatea apei absorbite scade din lipsă de oxigen. De aceea, apa în exces trebuie înlăturată (drenată) cît mai repede posibil de pe terenurile de cultură.

În condițiile unor soluri mlăștinoase, sau cum este cazul unor plante acvatice, rădăcinile și celelalte organe ale lor s-au adaptat, prin formarea unui țesut aerifer prin care oxigenul este condus de la nivelul frunzelor pînă la vîrful rădăcinii.

Influența pH-ului solului. Urmărind absorbția apei din soluri cu *p*H-uri diferite se constată că plantele s-au adaptat în mod diferit; *p*H-ul intervine în absorbție prin modificarea creșterii rădăcinilor și a permeabilității pentru apă a protoplasmei celulelor.

La zonarea culturilor de plante se are în vedere și influența *p*H-ului asupra intensității absorbției apei de către acestea.

Influența substanțelor toxice din sol. În cantitate mică substanțele toxice din sol măresc intensitatea absorbției, prin mărirea permeabilității protoplasmei celulelor pentru apă. În cantități mari, substanțele toxice împiedică absorbția, prin inhibarea respirației și a creșterii rădăcinilor. În acest caz, plantele se ofilesc sau mor, cu toate că solul conține cantități optime de apă.

ÎNTREBĂRI

1 — Arătați, comparativ, particularitățile presiunii radiculare și ale forței de sucțiune.
2 — Care sînt factorii externi care influențează absorbția apei?
3 — Ce măsuri agrotehnice sînt indicate în legătură cu influența fiecărui factor extern asupra absorbției apei de către plante?

14

OFILIREA PLANTELOR

Cînd apare un dezechilibru în aprovizionarea cu apă a unei plante se manifestă fenomenul de ofilire.

Se deosebesc două feluri de ofilire: *ofilirea temporară* și *ofilirea de durată.* Pentru a observa ofilirea temporară a plantelor folosiți ramuri cu frunze, detașate de pe plantă, pe care le țineți în aer. După un timp scufundați ramurile ofilite în apă.

Ce se întîmplă cu aceste ramuri?

Ofilirea temporară se observă, mai ales în zilele de vară, cînd cantitatea de apă pierdută prin transpirație întrece pe cea absorbită cu ajutorul rădăcinii. În acest caz, celulele din țesuturile frunzelor își pierd turgescența, iar frunzele se lasă în jos. Către seară, transpirația se reduce, apa absorbită înlocuiește pe cea pierdută în cursul zilei, celulele redevin turgescente și ofilirea dispare. Acest tip de ofilire se observă foarte bine la sfecla de zahăr, floarea-soarelui, castraveți, pepeni și alte plante de cultură.

Ofilirea temporară, deși nu produce daune mari, micșorează totuși recolta, deoarece în timpul ofilirii încetează atît fotosinteza, cît și creșterea plantelor.

Ofilirea de durată se produce în cazul cînd solul nu mai conține apă accesibilă pentru plantă. Astfel, presiunea osmotică și forța de sucțiune cresc datorită faptului că apa pierdută în cursul zilei nu poate fi înlocuită; procesul fotosintezei decurge slab: cloroplastele se dezorganizează treptat; stomatele se închid, influențînd procesul de respirație și activitatea fermenților; este împiedicată formarea organelor florale.

Și în cazul ofilirii de durată se observă efecte dăunătoare asupra vieții plantelor, a productivității lor, ducînd chiar la moartea acestora.

Seceta și combaterea ei. Una din cele mai frecvente influențe nefavorabile asupra vieții plantelor este *seceta.* Datorită unei accentuate lipse de umiditate, ea provoacă o ofilire de durată.

Se poate distinge o *secetă atmosferică* și o *secetă a solului.*

Seceta atmosferică se caracterizează printr-o temperatură ridicată și o umiditate relativ scăzută a aerului (10—20%). Ea acționează asupra plantei printr-o creștere exagerată a transpirației, ceea ce duce la dereglarea echilibrului între intensitatea absorbției apei și a eliminării ei prin transpirație. În acest caz planta se ofilește.

Dacă seceta atmosferică durează mai mult timp, ea determină uscarea solului, transformîndu-se în secetă a solului. Aceasta se observă în special în mijlocul sau la sfîrșitul verii, cînd rezervele de umiditate s-au epuizat, iar precipitațiile sînt insuficiente pentru restabilirea rezervelor de apă.

Seceta solului este mult mai periculoasă pentru plante, deoarece ea determină deshidratarea puternică a țesuturilor și încetarea creșterii plantei.

Atît seceta atmosferică cît și cea a solului pot acționa asupra vieții plantelor fie separat, fie concomitent.

Combaterea secetei se poate face prin irigații, care reprezintă o măsură agrotehnică de cea mai mare importanță. Apa cea mai bună pentru irigații este aceea cu un conținut mic de săruri dizolvate. Așa este apa din precipitații, precum și apa rîurilor, fluviilor și lacurilor, care nu conține substanțe toxice provenite de la diferite surse de poluare.

Cantitatea de apă de irigație necesară unei culturi se stabilește după recolta pe care vrem s-o obținem, ținînd seama că pentru producerea unui gram de substanță organică uscată plantele folosesc între 300 și 1 000 g de apă.

Administrarea apei de irigație se poate face prin revărsare, dacă terenul este înclinat, prin brazde săpate în lungul rîndurilor de plante și prin ploaie artificială, cu ajutorul aspersoarelor.

Apa de irigație se introduce în sol prin udări, în așa fel încît solul să fie umectat pînă la adîncimea de 1 m, adîncime la care ajung majoritatea rădăcinilor plantelor de cultură. Norme prea mari de apă sînt contraindicate, deoarece, prin evaporare, apa antrenează către suprafață cantități mari de săruri, ducînd la sărăturarea solului. De asemenea, nu sînt indicate nici normele prea mici de apă, pentru că ajungînd numai în stratul superficial al solului, se evaporă repede.

În țara noastră irigațiile se aplică și se extind pe suprafețe tot mai mari, asigurînd sporirea producției la hectar, ca și recolte în anii secetoși. La sfîrșitul anului 1990, conform documentelor de partid și de stat, suprafața irigată amenajată a țării va fi de 5,5—6,0 milioane de hectare.

ÎNTREBĂRI

1 — Care sînt deosebirile dintre ofilirea temporară și cea de durată?
2 — De cîte feluri este seceta?
3 — Ce condiții trebuie îndeplinite în administrarea apei de irigație?

15

ASIMILAȚIA CARBONULUI

„Planta verde transformă prin fotosinteză energia solară, apa cu sărurile minerale și dioxidul de carbon în dietă zilnică umană, adecvată nutritiv, netoxică și acceptată social",

Plantele, pentru a-și sintetiza substanțele organice necesare nutriției lor, pe lîngă apă și săruri minerale, au nevoie și de carbon, pe care îl iau din bioxidul de carbon.

Asimilarea carbonului este o însușire caracteristică tuturor plantelor însă sursele de carbon pe care le folosesc pot fi diferite (aer sau sol).

După sursa de carbon pe care o folosesc în nutriția lor, plantele se împart în: *autotrofe* și *heterotrofe*. În grupa plantelor autotrofe intră plantele verzi. Din grupa plantelor heterotrofe fac parte majoritatea bacteriilor și ciupercilor care nu sînt capabile să-și elaboreze substanțele organice necesare nutriției lor, hrănindu-se cu substanțe organice pe care le absorb din mediul înconjurător.

După natura energiei folosite de plantele autotrofe în sinteza substanțelor organice, deosebim plante *fotoautotrofe* (fotosintetizante), care folosesc energia luminii, și plante *chimioautotrofe* (chimiosintetizante), care folosesc energia chimică, produsă prin oxidarea substanțelor minerale.

FOTOSINTEZA

Procesul prin care plantele verzi sintetizează substanțe organice din substanțe anorganice numai în prezența luminii (cu ajutorul energiei luminoase) a primit denumirea de *fotosinteză*.

Fotosinteza este principalul proces de pe planeta noastră în care se produce oxigen, care degajat de plantă în atmosferă, o reîmprospătează și o menține mereu prielnică pentru respirație.

În lipsa fotosintezei dioxidul de carbon produs prin respirația viețuitoarelor, prin arderi etc. s-ar acumula în cantități mari și ar deveni toxic pentru organisme, iar cantitatea de oxigen ar scădea.

Deci, fotosinteza asigură compoziția constantă a aerului din atmosferă.

Prin fotosinteză se realizează și circulația în natură a elementelor C, N, P, S etc.

Fotosinteza are și o importanță practică deoarece ea determină direct producția agricolă, silvică și indirect, pe cea zootehnică.

Tehnici de punere în evidență a fotosintezei. Pentru cercetarea fotosintezei se folosesc ca plante de experiență în special plantele acvatice: *Helodea*, *Myriophyllum*, *Potamogeton*. Din formula fotosintezei în afară de lumină și apă, care se determină relativ greu, fiecare termen poate fi folosit în a aprecia intensitatea fotosintezei.

$$CO_2 + H_2O \xrightarrow[\text{pigmenți asimilatori}]{\text{lumină}} \text{subst. organice} + O_2$$

Intensitatea fotosintezei se determină de obicei: 1. fie după oxigenul produs; 2. fie după CO_2 absorbit; 3. fie după cantitatea de substanțe organice produse. În toate cazurile, rezultatele se raportează la unitatea de suprafață a organelor asimilatoare sau la unitatea lor de greutate proaspătă sau uscată.

1. *Tehnici bazate pe oxigenul produs* (tehnica bulelor de gaz). Se iau ramuri secționate de *Helodea canadensis* sau *Myriophyllum* sp. și se scufundă în apă, în vase transparente, expuse la lumină (fig. 29, 1). După 2—3 minute, prin partea secționată începe să se degaje bule de gaz. Acestea pot fi captate

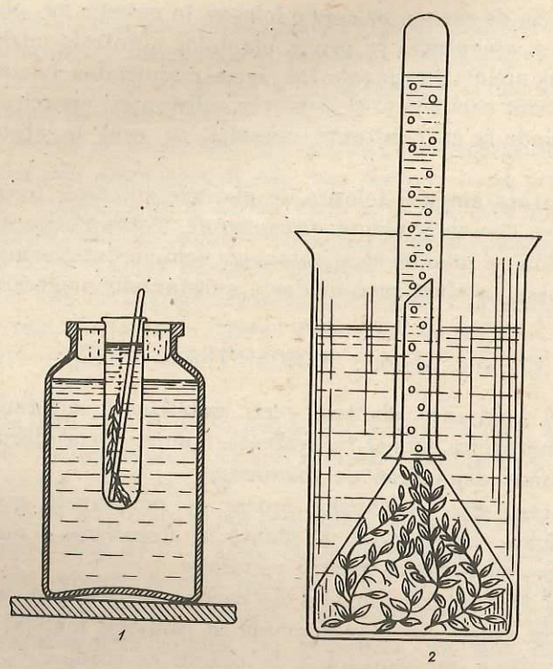


Fig. 29. Tehnici pentru evidențierea fotosintezei:
1 — producerea și *2* — captarea bulelor de oxigen.

într-o eprubetă cu apă. Pentru a demonstra că acest gaz este oxigen, se introduce în eprubetă un băț de chibrit incandescent. Veți observa că bățul de chibrit se reaprinde.

Intensitatea fotosintezei o puteți aprecia fie după numărul bulelor de gaz eliminate pe unitatea de timp, fie captînd bulele degajate într-o eprubetă gradată (fig. 29,2).

2. *Tehnici bazate pe CO_2 absorbit* (tehnica volumului închis de aer). Se bazează pe determinarea cantității de CO_2 absorbit de plante, dintr-un volum de aer cunoscut.

Ramura cu frunze se introduce într-un vas de sticlă și se lasă 15 minute la lumină. Se scoate apoi ramura și se introduce în vas o cantitate cunoscută de hidrat de bariu cu concentrația cunoscută. Aceasta reacționează în decurs de 15 minute cu CO_2 rămas neabsorbit de frunză. Excesul de hidroxid de

$$Ba(OH)_2 + CO_2 = BaCO_3 + H_2O$$

bariu se titrează (se neutralizează) cu HCl, folosind fenolftaleina ca indicator. Paralel se face o determinare, folosind un vas de sticlă de același volum, fără ramură. Prin diferență se află cantitatea de CO_2 absorbit de frunze.

3. *Tehnici bazate pe substanțele organice produse* (evidențierea amidonului prin proba cu iod a lui J. Sachs).

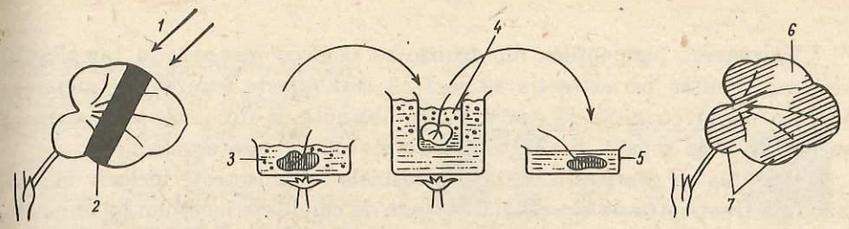


Fig. 30. Evidențierea amidonului prin proba cu iod:
1 — raze de lumină; *2* — hîrtie neagră; *3* — cristalizor cu apă clocotindă; *4* — cristalizor cu alcool clocotind; *5* — cristalizor cu iod în iodură de potasiu; *6* — se observă absența amidonului; *7* — amidonul este prezent.

Pentru aceasta se ia o plantă cu frunze verzi, se acoperă porțiuni ale frunzelor cu hîrtie neagră sau staniol și se expun la lumină cîteva ore. După aceasta se scoate hîrtia, se desprinde frunza de pe plantă, se introduce 1—2 minute într-un vas cu apă clocotindă, apoi se scoate și se introduce într-un alt vas, care conține alcool clocotind. În acest timp are loc extragerea pigmenților clorofilieni, frunza decolorîndu-se. Se scoate apoi din alcool și se clătește cu apă distilată de cîteva ori. Pentru îndepărtarea apei se tamponează frunza cu o hîrtie de filtru, după care se introduce într-un vas care conține iod în iodură de potasiu (se dizolvă 4 grame de iodură de potasiu în 10 ml de apă distilată). În soluția obținută se dizolvă 1 g de iod și după aceea se adaugă 290 ml de apă distilată, unde se ține aproximativ 20 minute (fig. 30).

Iodul are proprietatea de a colora amidonul în albastru sau brun.

Unde va apărea culoarea albastră sau brună?

Aceasta dovedește că în frunza expusă la lumină este prezent amidonul și el indică fotosinteza.

ÎNTREBĂRI

1 — După ce criterii se împart plantele în autotrofe și heterotrofe?
2 — Ce se înțelege prin fotosinteză?
3 — Care sînt tehnicile de punere în evidență a fotosintezei?
4 — Care este importanța fotosintezei în natură?

16

CLOROFILA

...„Clorofila... este adevăratul Prometeu, care fură focul din ceruri".

K.A. Timiriazev

Încă din secolul al XVII-lea din frunze s-a extras cu ajutorul alcoolului o substanță verde, care a fost apoi numită *clorofilă*, alcătuită din patru pigmenți clorofilieni: *clorofila a*, *clorofila b* și pigmenții carotinoizi (sau galbeni): *carotina* și *xantofila*.

Extragerea pigmenților din frunze se face cu acetonă, la temperatura camerei. Pentru ca extracția să se facă mai repede frunzele se mojarează într-un mojar cu nisip de cuarț. Pasta obținută se filtrează, apoi pigmenții se extrag și se separă din acetonă prin metoda cromatografică.

Clorofila se găsește în toate organismele fotoautotrofe inclusiv la unele bacterii. Cantitatea de clorofilă *a* depinde de condițiile mediului înconjurător. Frunzele plantelor de umbră sînt de culoare verde mai închis și conțin o cantitate mai mare de pigmenți clorofilieni, ajungînd pînă la 8% din greutatea uscată.

Clorofila *a* este o substanță organică în compoziția căreia intră magneziul; formula brută este:

$$C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$$

Prin acțiunea acizilor asupra moleculei clorofilei *a*, are loc scoaterea atomului de Mg din moleculă și înlocuirea lui cu 2 atomi de H; se obține o substanță numită *feofitina a*. Aceasta este de culoare brună și cu aceeași consistență ca ceara de albine.

Clorofila *a* dizolvată în alcool se autooxidează, fixîndu-se aproximativ o moleculă de O_2 pentru fiecare moleculă de clorofilă.

Clorofila b se găsește la cele mai multe plante în cloroplaste, împreună cu clorofila *a*. Ea lipsește la algele brune, albastre, roșii și la diatomee. Spre deosebire de clorofila *a*, clorofila *b* are doi atomi de H mai puțin și un atom de O mai mult; formula brută a clorofilei *b* este:

$$C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$$

Prin acțiunea acizilor asupra clorofilei *b* se obține *feofitina b*.

Deși clorofila *b* se aseamănă mult cu clorofila *a*, ea nu poate fi obținută din aceasta prin oxidare, după cum nici clorofila *a* nu se obține din clorofila *b* prin reducere.

În frunzele plantelor, proporția dintre clorofila *a* și clorofila *b* se păstrează constantă.

Formarea pigmenților clorofilieni. Sinteza pigmenților clorofilieni are loc în anumite condiții de lumină, temperatură și depinde de starea citoplasmei, de aprovizionarea cu glucide și de anumite elemente minerale.

Plantele superioare, crescute în lipsă de lumină, au o culoare gălbuie-verzuie (plante etiolate). Pentru înverzirea lor, este necesară lumina. Expunerea lor la lumină, timp de un minut, este suficientă pentru apariția pigmenților clorofilieni.

La plantele etiolate s-a pus în evidență, în afară de pigmenții galbeni (carotina și xantofila), și un pigment numit *protoclorofilă*. Protoclorofila se transformă ușor la lumină, în clorofilă. Ea se găsește în frunze sub două forme, *a* și *b*. Clorofila *a* provine din protoclorofila *a*, iar clorofila *b* din protoclorofila *b*. Protoclorofila se deosebește de clorofilă, prin aceea că în molecula sa sînt doi atomi de hidrogen mai puțin.

În decursul formării pigmenților clorofilieni are loc o scădere a cantității de protoclorofilă.

Pigmenții clorofilieni se reînnoiesc continuu în organele verzi. Sinteza are loc în toate radiațiile vizibile ale spectrului, începînd cu razele cu lungimea de undă de 680 nanometri (nm) și sfîrșind cu cele de 400 nanometri.

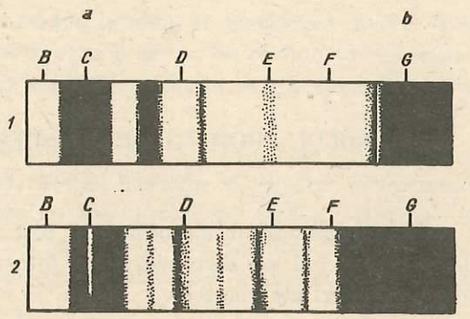


Fig. 31. Spectrul de absorbție al clorofilei *a (1)* și al clorofilei *b (2)*:
B—G — benzi de absorbție; *a* — lumină roșie. *b* — lumină violetă.

Fierul este absolut necesar în sinteza pigmenților verzi. În lipsa lui plantele devin clorotice, lipsite de clorofilă. El are o acțiune catalitică în formarea clorofilei.

Proprietățile pigmenților clorofilieni. Clorofila *a* și *b* sînt substanțe microcristaline, insolubile în apă și solubile în alcool etilic, metilic, eter etilic, acetonă, cloroform. Culoarea clorofilei *a* în soluție alcoolică este verde-albăstruie, cu o fluorescență roșie-rubinie; culoarea clorofilei *b*, în soluție alcoolică, este verde-gălbuie cu o fluorescență roșie-brună.

Fluorescența clorofilei este proprietatea pe care o are soluția adevărată de a avea o culoare verde prin transparență și una roșie prin reflexie. Fluorescența durează numai cît timp razele de lumină acționează asupra soluției.

Spectrul de absorbție al clorofilei diferă la clorofila *a* și *b* după concentrația soluției (fig. 31). În soluții diluate clorofila *a* are o bandă puternică de absorbție în roșu, o bandă foarte îngustă în verde și una intensă în albastru. Clorofila *b* în soluție diluată are aproape aceleași benzi. În soluție concentrată care corespunde concentrației clorofilei din cloroplaste sînt numai două benzi de absorbție și anume una intensă în roșu-portocaliu și galben și alta în albastru indigo și violet.

ÎNTREBĂRI

1 — Cîte feluri de pigmenți clorofilieni se pot separa din frunzele plantelor și cum?
2 — Prin ce se deosebește clorofila *b* de clorofila *a*?
3 — Cum se formează pigmenții clorofilieni în frunze?
4 — Care este spectrul de absorbție al clorofilei?

17

ROLUL PIGMENȚILOR CLOROFILIENI ÎN FOTOSINTEZĂ

Rolul pigmenților clorofilieni a fost pus în evidență încă din secolul al XIX-lea, cînd s-a demonstrat că fotosinteza are loc numai la lumină și în părțile verzi ale plantelor.

Plantele în procesul îndelungat al adaptării lor la diferite condiții ecologice și-au elaborat un sistem de pigmenți capabili să folosească tocmai acele radiații luminoase care se găsesc din belșug în mediul în care trăiesc. Așa de exemplu, algele verzi și plantele superioare verzi, care trăiesc în medii bogate în radiații de la ambele capete ale spectrului vizibil (roșii, albastre și violete), și-au dezvoltat preponderent anumiți pigmenți, în special, din grupul clorofilelor. Algele brune și bacteriile purpurii, precum și algele roșii și albastre, care trăiesc în medii bogate în radiații din mijlocul spectrului (galbene, verzi, albastre), și-au dezvoltat cu preponderență pigmenții carotinoizi, respectiv *ficobiline*.

În fotosinteză pot fi utilizate nu numai radiațiile absorbite de clorofilă, ci și cele absorbite de carotinoizi.

Se presupune că la plantele care prin fotosinteză produc O_2 (alge, plante verzi superioare), numai clorofila *a* este în stare să transmită energia luminoasă necesară reacțiilor care duc la reducerea CO_2 în fotosinteză. Energia luminoasă absorbită de ceilalți pigmenți nu poate fi folosită decît dacă în prealabil a fost transmisă clorofilei *a*.

Astfel, experiențele efectuate arată că energia luminoasă absorbită de clorofila *b* și ficobiline este în întregime transferabilă clorofilei *a*.

Se admite că pigmenții galbeni ar avea un rol în apărarea celulelor împotriva efectelor fotooxidării.

Oricît de variat ar fi acest echipament de pigmenți, compoziția lui generală este unitară, ea constînd din 1—2 clorofile și din mai mulți pigmenți suplimentari.

Sinteza substanțelor organice. În ultima vreme, substanțele organice produse de plante în fotosinteză au fost cercetate, mai ales, cu ajutorul izotopilor radioactivi (^{33}P, ^{3}H și ^{15}N). Cel mai mult a fost folosit izotopul radioactiv al carbonului (^{14}C). Planta de experiență este ținută la lumină, în aer cu dioxid de carbon radioactiv ($^{14}CO_2$). Spre a evita transformările substanțelor organice care au loc în fotosinteză, expunerea la lumină se face în cîteva secunde, după care planta se omoară în alcool etilic la 80°C cînd are loc și inactivarea enzimelor. Apoi se trece la extragerea substanțelor pe cale cromatografică urmărindu-le pe cele care au înglobat ^{14}C din $^{14}CO_2$.

După expuneri de cîteva secunde la lumină, în atmosferă de ^{14}C, s-au pus în evidență substanțele radioactive cu 3 atomi de carbon (de exemplu, acidul fosfogliceric). Nu s-au putut pune în evidență substanțe radioactive cu unul sau doi atomi de carbon.

Formarea substanțelor cu moleculă mai mare se face prin polimerizarea substanțelor cu moleculă mai mică. Astfel, hexozele ($C_6H_{12}O_6$) se formează prin polimerizarea a două molecule cu trei atomi de carbon. Hexoze ca glucoza, fructoza, care fac parte din grupa monozaharidelor, dau naștere prin reacții secundare, tuturor celorlalte substanțe organice, după cum urmează:

monozaharide ⟶ dizaharide ⟶ polizaharide ⟶ acizi organici ⟶ lipide.

Glucoza poate fi polimerizată în amidon care se acumulează în timpul zilei în cloroplaste, după următoarea schemă:

$$n(C_6H_{12}O_6) + H_2O \longrightarrow (C_6H_{10}O_5)n$$

Din aminoacizi, sub influența unor enzime, se formează prin polimerizare molecule de proteine.

Pe lîngă substanțele organice rezultate în procesul de fotosinteză se eliberează și oxigenul. Acesta provine din apă. În fotosinteză moleculele de apă sînt descompuse sub influența luminii (fotoliza apei) în hidrogen și oxigen în modul următor:

$$2H_2O \longrightarrow 2H^+ + 2OH^-$$
$$2OH^- \longrightarrow H_2O_2$$
$$H_2O_2 \longrightarrow H_2O + \tfrac{1}{2}O_2$$

Pentru a dovedi că oxigenul produs în fotosinteză provine din descompunerea apei, s-a făcut următoarea experiență: s-a ținut o plantă la lumină, în aer cu dioxid de carbon obișnuit, cu rădăcina într-un vas cu apă al cărui oxigen are masa atomică 18($^{18}H_2O$). În urma procesului de fotosinteză s-a eliberat numai oxigen cu masa atomică 18($^{18}O_2$). Cînd planta a fost ținută în aer cu dioxid de carbon care conținea oxigen cu masa atomică 18($^{18}CO_2$), iar apa din vas, oxigen cu masa atomică 16($^{16}H_2O$), în procesul de fotosinteză s-a produs numai oxigen cu masa atomică 16($^{16}O_2$). În ambele cazuri oxigenul produs corespunde izotopului din molecula apei.

ÎNTREBĂRI

1 — Care este rolul pigmenților clorofilieni în viața plantelor?
2 — Prin ce tehnici se pun în evidență substanțele organice rezultate din fotosinteză?
3 — Ce proveniență are O_2 eliberat în urma procesului de fotosinteză?

18

INFLUENȚA FACTORILOR DE MEDIU ASUPRA INTENSITĂȚII FOTOSINTEZEI ȘI IMPORTANȚA LOR PRACTICĂ

Dintre factorii externi care exercită o influență mai mare asupra intensității fotosintezei fac parte: intensitatea luminii și compoziția ei spectrală (lungimea de undă), concentrația de CO_2, temperatura, cantitatea de apă, sărurile minerale etc.

Tehnica după care cercetăm acțiunea acestor factori asupra fotosintezei constă în determinarea intensității acestui fenomen în condițiile menținerii constante a tuturor factorilor, afară de unul pe care îl modificăm.

Influența luminii. Lumina este factorul esențial care determină procesul de fotosinteză. Ea este necesară nu numai în formarea clorofilei, ci și ca sursă de energie. Ca factor extern, lumina influențează procesul de fotosinteză prin intensitate și prin compoziție.

În natură, intensitatea luminii se schimbă în limite foarte largi. La mijlocul zilelor de vară, ea ajunge pînă la 100 000 lucși. În timpul nopții ea scade la 0 sau la cîteva zecimi de lucși (în cazul nopților cu lună plină). De asemenea, grosimea stratului de aer și de nori are și ea influență asupra intensității luminii.

Pentru a stabili influența luminii asupra intensității fotosintezei folosiți metoda bulelor.

Introduceți într-o eprubetă cu apă o ramură de *Helodea canadensis*, cu vîrful în jos și secționată oblic la partea bazală. Așezați eprubeta la diferite distanțe de o sursă de lumină cu scopul de a varia intensitatea luminii și numărați bulele de gaz degajate într-o unitate de timp. Care este concluzia la care ajungeți?

Fotosinteza începe la lumină foarte slabă, dar este mascată de respirație și abia la o iluminare de 100—500 lucși ea depășește acest stadiu și devine aparentă. Fotosinteza crește în intensitate pînă la 50 000 lucși și rămîne constantă pînă la 100 000 de lucși, după care scade, în urma vătămării protoplasmei celulelor (fig. 32).

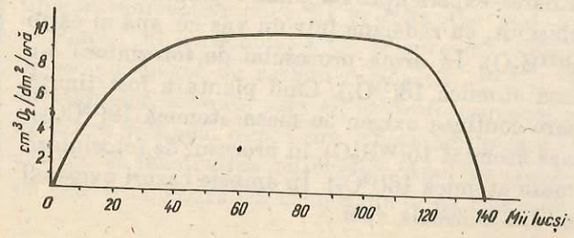


Fig. 32. Influența intensității luminii asupra intensității fotosintezei: pe ordonată — intensitatea fotosintezei; pe abscisă — intensitatea luminii.

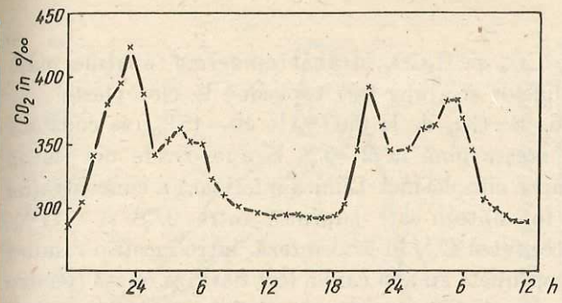


Fig. 33. Concentrația CO_2 în aerul dintr-o cultură de plante: pe ordonată — concentrația CO_2 în procente; pe abscisă — timpul în ore.

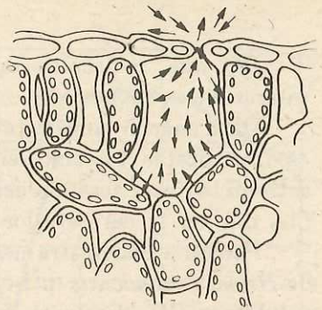


Fig. 34. Prin ostiolă ies din frunza expusă la lumină O_2 și H_2O și pătrunde CO_2.

Pentru a constata acțiunea radiațiilor spectrale asupra intensității fotosintezei ne folosim de lumină monocromatică. Aceasta se poate obține cu ajutorul unei prisme, a soluțiilor colorate, a unor sticle colorate, bucăți de celuloid sau celofan de diferite culori (roșu, verde, albastru).

Și în acest caz folosiți o eprubetă cu apă în care introduceți *Helodea canadensis*. Așezați planta în fața unui bec și numărați bulele degajate pe unitatea de timp. Puneți apoi, succesiv, între sursa de lumină și eprubetă, sticla colorată și numărați bulele degajate. Veți constata că în lumina roșie numărul de bule degajate este mai mare decît în lumina verde. În lumina albastră numărul de bule va crește din nou, fără să ajungă la valoarea obținută în lumina roșie.

În general, la plantele verzi intensitatea fotosintezei decurge ceva mai energic în razele roșii decît în cele verzi. La algele roșii ea decurge cu o intensitate mai mare în razele albastre-verzui decît în cele roșii.

Influența concentrației CO_2. În compoziția aerului dioxidul de carbon participă numai cu 0,03%. CO_2 din aer provine din respirația plantelor și a animalelor, din fenomenele vulcanice, din arderea combustibililor etc. Concentrația lui se menține relativ constantă pentru că este folosit în fotosinteză. În decursul a 24 de ore concentrația CO_2 în aer scade puțin peste zi, din cauza fotosintezei, iar noaptea crește ușor, din cauza respirației organismelor (fig. 33). În decursul anului, concentrația CO_2 în aer crește puțin la începutul primăverii și toamnei, din cauza respirației intense a microorganismelor din sol și a reducerii intensității fotosintezei. Vara are loc o scădere a concentrației CO_2 din aer, din cauza intensității mari a fotosintezei.

Din aerul înconjurător, CO_2 pătrunde în frunze prin epidermă și prin ostiolele stomatelor și ajunge în camerele substomatice. De aici, prin spațiile intercelulare, ajunge la celulele palisadice ale frunzei și apoi la cloroplaste, unde este folosit în fotosinteză (fig. 34).

Plantele submerse iau CO_2 din apă, în care se găsește dizolvat sub formă de acid carbonic:

$$CO_2 + H_2O \longrightarrow H_2CO_3$$

Din apă, moleculele de CO_2 și H_2CO_3 străbat epiderma, spațiile mari intercelulare, membrana celulelor și ajung în citoplasmă la cloroplaste.

Dacă mărim concentrația de CO_2 de la 0,03% la 10—15%, se constată că intensitatea fotosintezei crește pînă la 2—5% și apoi scade din cauza acțiunii toxice a acestuia asupra citoplasmei. Limita inferioară a concentrației CO_2 din aer la care are loc fotosinteza este cuprinsă între 0,08 și 0,11%.

Pentru a demonstra necesitatea CO_2 în fotosinteză, introduceți o ramură de *Helodea canadensis* într-o eprubetă cu apă care a fost fiartă și răcită (pentru a înlătura CO_2 dizolvat) și așezați-o în apropierea unei surse de lumină.

Ce se întîmplă cu bulele de gaz? De ce? Adăugați în eprubetă o cantitate mică de $NaHCO_3$. Ce se va observa după un scurt timp?

Planta începe să degaje un număr de bule deoarece $NaHCO_3$, prin disociere, pune în libertate CO_2, după reacția:

$$2NaHCO_3 \longrightarrow CO_2 + Na_2CO_3 + H_2O$$

Ținînd seama de faptul că aerul conține numai 0,03% CO_2 și că fotosinteza crește în intensitate pînă la concentrația acestuia de 3—5%, s-a urmărit posibilitatea măririi recoltelor prin îmbogățirea aerului cu CO_2. Rezultate pozitive s-au obținut mai ales în sere. Mărirea concentrației în CO_2 se realizează prin arderea gazului metan, prin introducerea de CO_2 rezultat din fermentarea gunoiului de grajd etc. Prin mărirea concentrației de CO_2 în aerul de seră, la tomate și castraveți, se obțin sporuri de recoltă de 25—30% și uneori chiar de 100%. În cîmp, astfel de procedee nu duc la rezultatul dorit, din cauza difuzării rapide a CO_2 în atmosferă.

ÎNTREBĂRI

1 — Ce factori exercită influență asupra intensității fotosintezei?
2 — Ce concluzii se pot desprinde din experiențele efectuate pentru a demonstra influența luminii asupra intensității fotosintezei?
3 — Cum influențează concentrația CO_2 intensitatea fotosintezei?

19

INFLUENȚA TEMPERATURII, APEI ȘI SĂRURILOR MINERALE ASUPRA INTENSITĂȚII FOTOSINTEZEI

Influența temperaturii. Măsurătorile exacte, făcute la frunzele plantelor aeriene cu ace termoelectrice și cu un galvanometru foarte sensibil arată mici deosebiri între temperatura frunzelor și a aerului înconjurător. Relația între fotosinteză și temperatură se cercetează mai ușor la plantele submerse (*Helodea canadensis*, *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton* sp. etc.), pentru că temperatura acestor plante este egală cu cea a apei.

La cele mai multe plante se înregistrează graficul din figura 35. Partea ascendentă a graficului se explică prin faptul că temperatura accelerează

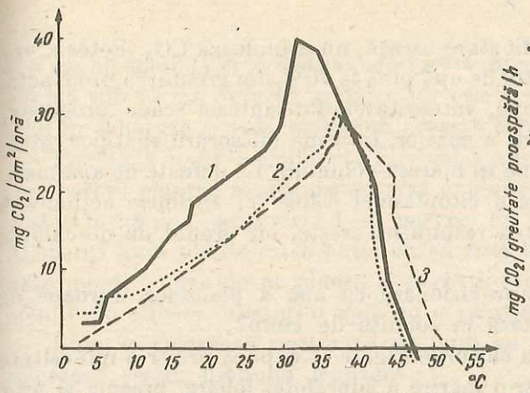


Fig. 35. Influența temperaturii asupra fotosintezei la:
1 — cartof; *2* — tomată; *3* — castravete; pe ordonată intensitatea fotosintezei; pe abscisă — temperatura aerului.

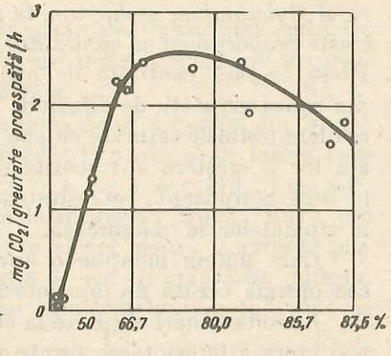


Fig. 36. Influența cantității de apă din țesuturile mușchiului *Hylocomium poliferum* asupra intensității fotosintezei la t° de 19°C și la iluminarea de 8 000 lucși. (pe ordonată = intensitatea fotosintezei; pe abscisă = cantitatea de apă în % față de greutatea proaspătă a mușchiului).

viteza de reacție a tuturor fenomenelor chimice și fotochimice, iar partea descendentă se explică prin acțiunea dăunătoare a temperaturii ridicate asupra citoplasmei celulelor.

Limita inferioară a temperaturii, la care fotosinteza mai are loc, este situată la cele mai multe plante în jurul temperaturii de 0°C.

La plantele cu frunze verzi în timpul iernii, fotosinteza poate avea loc și la temperaturi mai joase (frunzele aciculare de conifere pot asimila pînă la —6°, iar cele de grîu de toamnă pînă la —4°C).

Temperatura optimă a fotosintezei este situată de obicei între 25—30°C. La plantele de proveniență nordică (cartoful), temperatura optimă a fotosintezei este cuprinsă între 25—30°C, iar la cele de proveniență sudică (pătlăgele roșii, castraveți) este situată în jur de 35—40°C.

Influența temperaturii asupra fotosintezei o puteți urmări la plantele submerse, prin numărarea bulelor de gaz emise la temperaturi diferite.

Influența apei. Alături de dioxidul de carbon, apa intervine în procesul de fotosinteză, fiind absolut necesară ca materie primă pentru sinteza zaharurilor. Ecuația asimilării dioxidului de carbon ne arată clar că pentru sinteza unei molecule de glucoză sînt necesare 6 molecule de CO_2 și 6 molecule de H_2O. De aici rezultă că dacă aprovizionarea cu apă scade mult, intensitatea fotosintezei se va reduce și ea.

Pe lîngă aceasta, apa este necesară la întreținerea unei transpirații intense, care are loc în timpul fotosintezei. Apa este necesară și la întreținerea stării normale a celulelor, organelor asimilatoare, citoplasmei, biocoloizilor și a enzimelor.

Influența cantității de apă asupra intensității fotosintezei se poate urmări foarte ușor la mușchi și licheni, adică la plante care pot suporta o deshidratare foarte mare, fără a muri. După cum se vede în figura 36, muș-

chiul *Hylocomium proliferum*, în stare uscată, nu asimilează CO_2. Fotosinteza crește proporțional cu conținutul de apă pînă la 70% din greutatea proaspătă. Peste această cantitate de apă, intensitatea fotosintezei scade progresiv, din cauza greutății de difuziune a gazelor, în urma micșorării spațiilor intercelulare (celulele saturate cu apă își măresc volumul). La deficite de apă mari, are loc o creștere a vscozității citoplasmei celulelor; enzimele acționează în sens hidrolizant; intensitatea respirației crește, iar gradul de deschidere al stomatelor se micșorează.

Cum putem menține o aprovizionare cu apă a plantelor aproape de cea optimă cerută de fotosinteză în condiții de cîmp?

Recoltele mari obținute la culturile irigate se explică printr-o intensitate mai mare a fotosintezei, printr-o mărire a suprafeței foliare, precum și prin menținerea frunzelor în stare activă un timp mai îndelungat.

Influența sărurilor minerale. Experiențele efectuate pînă în prezent cu privire la efectul sărurilor minerale scot în evidență că cele de amoniu, azot, fosfat, sulfat, au o influență pozitivă asupra fotosintezei. Această influență pozitivă se manifestă pînă la anumite concentrații (optime). La concentrații mai mari decît cele optime are loc o scădere a intensității fotosintezei, cu atît mai accentuată cu cît concentrația este mai mare. Acțiunea de înhibare se datorește, mai ales, deshidratării citoplasmei.

Sărurile minerale acționează atît asupra intensității fotosintezei, în general și a sintezei unor aminoacizi, în special, cît și asupra măririi suprafeței foliare.

Efectul practic al aplicării sărurilor minerale este obținerea de recolte mari și de calitate. Aceste săruri minerale se dau sub formă de îngrășăminte simple sau în combinație, în funcție de cerințele plantelor.

ÎNTREBĂRI

1 — În ce măsură intensitatea fotosintezei este modificată de temperatură?
2 — Care este raportul dintre fotosinteză și cantitatea de apă?
3 — Cum este influențată intensitatea fotosintezei de concentrația sărurilor minerale?
4 — În ce condiții acești factori pot favoriza obținerea unor recolte mari?

20

CIRCULAȚIA SUBSTANȚELOR ORGANICE ÎN CORPUL PLANTELOR

Substanțele organice formate în frunze circulă în plante de la locul de formare spre părțile de utilizare cum sînt: vîrfurile tinere ale tulpinii și ale rădăcinii în curs de creștere, fructele și semințele pe cale de formare, organele de depozitare, țesuturile de rezervă.

Substanțele organice circulă în plante prin toate țesuturile vii sub formă de sevă elaborată (soluție). Substanțele glucidice circulă în corpul plantei

sub formă solubilă și în special sub formă de zaharoză. Substanțele proteice circulă sub formă de acizi aminici, iar cele grase sînt transformate în prealabil în zaharoză și vehiculate sub această formă.

Pentru a pune în evidență circulația substanțelor organice din frunză spre corpul plantei, faceți următoarea experiență: la o frunză de fasole care a stat la lumină, secționați 1—2 nervuri de o parte a nervurii principale. Acoperiți apoi planta cu o cutie ca să stea la întuneric. După cîteva ore desprindeți frunza de pe plantă și fierbeți-o în alcool pentru a extrage pigmenții clorofilieni. Tratați-o apoi cu o soluție de iod în iodură de potasiu.

Cum se colorează porțiunea de limb cu nervurile secționate? Cum se colorează restul limbului frunzei?

Explicația este aceea că la lumină frunza a sintetizat glucoza, care în parte se acumulează sub formă de amidon în cloroplaste, deoarece producția depășește consumul în respirație. La întuneric, fotosinteza nemaiavînd loc, amidonul se hidrolizează și este transportat prin nervurile intacte. Acolo unde nervurile sînt secționate, transportul lui este oprit.

În corpul plantelor circulația substanțelor organice se face prin vasele liberiene și în măsură foarte mică, în anumite perioade ale anului, prin vasele de lemn și țesutul parenchimatic.

● Pentru a demonstra că substanțele organice circulă prin vasele liberiene faceți următoarea experiență: efectuați o decorticare inelară pe ramura unui arbore sau arbust îndepărtînd scoarța și liberul pînă la lemn* (v. fig. 25). După cîteva săptămîni veți constata că marginea superioară a locului inelării a devenit vizibil mai groasă decît a fost la începutul experienței (marginea inferioară a rămas aproape neschimbată), acoperindu-se cu un strat subțire de țesut de rănire. Prin această decorticare inelară au fost îndepărtate căile de conducere ale substanțelor organice, care s-au acumulat la partea superioară a inelului. La acest nivel țesuturile au fost stimulate să crească mai intens, celulele s-au înmulțit prin diviziuni celulare care au dus la formarea țesutului de rănire și uneori și la formarea de rădăcini adventive.

Dacă sub locul de inelare, tulpina plantei nu prezintă ramuri cu frunze, după un timp planta moare.

În privința mecanismului de deplasare a sevei elaborate în corpul plantei s-a emis părerea că circulația prin vasele liberiene s-ar datora unui fenomen de difuziune, de osmoză, sau că ar fi o simplă vehiculare a substanțelor transportate prin curenți protoplasmatici. Dar numai prin simple fenomene fizice nu se pot explica viteza de conducere, precum și circulația unor substanțe într-un sens și a altor substanțe în sens opus.

În ultima vreme se consideră că protoplasma celulelor vaselor liberiene și a celulelor parenchimatoase vecine are un rol însemnat în circulația substanțelor organice. Pentru a dovedi acest lucru, s-a făcut inactivarea locală

* La sfîrșitul perioadei de vegetație, ramura decorticată va fi detașată de către profesor în vederea folosirii ei, ca material didactic, în următorii ani.

a protoplasmei celulelor la nivelul frunzei prin răcirea peţiolului frunzei la 1—2°C. S-a constatat că amidonul din frunză nu este transportat. De remarcat este faptul că în peţiol şi în tulpină, cînd are loc circulaţia substanţelor organice, ţesutul liberian respiră foarte intens. O mare parte a energiei elaborate în respiraţia vaselor liberiene este utilizată pentru circulaţia substanţelor elaborate.

Depunerea substanţelor organice de rezervă în corpul plantelor şi importanţa lor practică

Deoarece cantitatea substanţelor organice sintetizate în procesul de fotosinteză este mai mare decît cantitatea de substanţe organice folosită în respiraţie sau în creştere, rezultă o rezervă de substanţe organice care vor circula spre organele de depozitare (ţesuturile de rezervă).

Cantităţile de hidraţi de carbon acumulaţi nu servesc consumului imediat, ci constituie o rezervă pentru aprovizionarea plantei în perioada de carenţă sau pot servi ca depozit de substanţă, pentru formarea unei noi plante. La multe plante ierboase se formează organe în care înainte de sosirea anotimpului rece, defavorabil, se acumulează cantităţi importante de substanţe de rezervă necesare înmuguririi în anul următor. Ca organe de depozitare servesc cele mai diferite părţi ale plantei (ex.: tuberculi, bulbi, rizomi, frunze). Substanţele de rezervă se pot depune şi în rădăcinile tuberizate (la morcov, ridiche, sfeclă etc.). În toate aceste organe celulele parenchimatoase conţin o cantitate relativ mare de apă, din care cauză ele se păstrează mai greu şi un timp relativ scurt. Aceste organe conţin ca substanţe de rezervă, în special, zaharuri dizolvate în sucul vacuolar (zaharoză, glucoză). În tuberculii de cartof găsim amidonul sub formă de granule simple sau compuse.

În plante nu se acumulează însă numai hidraţi de carbon. Astfel, la unele specii de plante (mac, rapiţă, in, măslin, mei, floarea-soarelui) se depun rezerve importante de grăsimi; la alte plante (fasole, linte ş.a.) se înmagazinează cantităţi mari de proteine.

Substanţele de rezervă din organele plantelor sînt folosite la întreţinerea vieţii celulelor, în perioadele în care fotosinteza nu are loc. În toate cazurile însă, acumularea de substanţe de rezervă de către plante asigură hrana embrionului şi plantulei pînă cînd acestea se pot aproviziona singure.

Substanţele de rezervă din corpul plantelor sînt folosite în alimentaţia oamenilor, a animalelor, precum şi ca materie primă în unele industrii (a zahărului, amidonului, pastelor făinoase, uleiului vegetal, conservelor de legume etc.).

ÎNTREBĂRI

1 — Sub ce formă circulă substanţele organice în plante?
2 — Cum circulă seva elaborată?
3 — Sub ce formă se găsesc substanţele de rezervă în plante?
4 — Ce importanţă au substanţele de rezervă pentru viaţa plantei? Dar pentru om?

21

FITOMASA

„Numeroase specii de plante vor putea să producă materii prime convertibile în cărbuni şi hidrocarburi".

Criza energetică actuală, datorită treptatei epuizări a combustibililor fosili, lichizi şi solizi, a îndreptat atenţia specialiştilor spre lumea vegetală. Din cele învăţate pînă acum rezultă că plantele verzi sînt singurele organisme capabile de a produce substanţe organice, utilizînd energie solară, dioxidul de carbon, apă şi săruri minerale.

Plantele se grupează în *fitocenoze* iar animalele în *zoocenoze;* acestea coexistă în comunităţi complexe şi unitare numite *biocenoze.* Biocenoza poate fi studiată din punct de vedere al componenţei speciilor care o alcătuiesc, al *biomasei* fiecărei specii, al ciclurilor vitale, al raporturilor dintre producători, consumatori descompunători ş.a.

Masa de substanţă vie raportată la o anumită unitate de suprafaţă şi de timp constituie *biomasa.* Aceasta este alcătuită atît din *fitomasă*, produsă de fitocenoze, cît şi din *zoomasă*, produsă de zoocenoze. Organismele producătoare de fitomasă sînt plantele verzi. Planta verde (fitoindivid) este unitatea direct producătoare de fitomasă, deoarece la nivelul fiecărui individ are loc procesul de fotosinteză care se finalizează cu producerea unor substanţe organice. Pe seama substanţelor organice primare se dezvoltă organismele consumatoare şi descompunătoare.

În ce priveşte producţia de fitomasă, plantele sînt strîns legate de factorii abiotici (lumina, căldura, precipitaţiile, substanţele minerale, latitudinea şi altitudinea) (tab. 1).

Producţia de fitomasă a principalelor tipuri de vegetaţie de pe glob

Tabelul 1

Tipuri de vegetaţie	Fitomasa produsă (t/an/ha)	Tipuri de vegetaţie	Fitomasa produsă (t/an/ha)
Tundră	2,5	Stepe uscate	4,2
Păduri de taiga nordică	4,5	Deşerturi	2,5
Păduri de taiga sudică	8,5	Savane	12,0
Păduri de foioase	12,6	Păduri subtropicale	24,5
Stepe umede	13,7	Păduri ecuatoriale	32,5

Sporirea producției de fitomasă se poate realiza printr-o producție mai mare a fiecărui fitoindivid, dar și prin sporirea numărului, deci a densității indivizilor. Alți factori importanți care determină mărirea producției de fitomasă sînt: elementele minerale (N, P, K, Ca, Mg, Fe, S, Mn etc.) temperatura, precipitațiile ș.a. (tab. 2).

Creșterea producției de fitomasă a pajiștilor sub acțiunea azotului și a combinațiilor de azot, fosfor, potasiu din Munții Bucegi

Tabelul 2

	Martor fără îngrășămînt	Pajiște fertilizată cu:		
		N	N+P	N+P+K
Producția de fitomasă după primul an de îngrășare (în %)	100	142,8	163,6	173,6

Determinarea fitomasei. Principalul procedeu folosit este determinarea gravimetrică a masei vegetale. Se colectează plantele de pe o anumită suprafață de teren, se cîntăresc imediat pentru a afla greutatea masei verzi sau după uscare prealabilă în etuvă, pînă la greutatea constantă pentru a afla greutatea uscată.

Dacă se determină greutatea masei verzi cît și cea uscată, se poate afla conținutul în apă a probei respective după relația: $Qa=Gv-Gu$ în care: Qa este conținutul în apă; Gv — greutatea masei verzi; Gu — greutatea masei uscate.

Dinamica producției de fitomasă. Factorii externi, abiotici și biotici (consumatori și producători), ca și cei interni (vîrsta plantelor), determină variații ale cantității de fitomasă, adică o dinamică a producției de fitomasă, care poate fi: diurnă, anuală sau multianuală.

În această etapă de dezvoltare a societății, continuă să se folosească un volum mare de resurse vegetale obținute din ecosistemele naturale și cele amenajate de om. De aceea cunoașterea amănunțită a modului cum se produce fitocenoza, a parametrilor de care depinde producția, a părții de fitomasă ce poate fi extrasă fără a provoca dereglări constituie o premiză pentru asigurarea ritmică a hranei omului cu resurse vegetale de calitate superioară.

Valorificarea fitomasei pe cale chimică, urmată de fermentație alcoolică și distilare, a condus la obținerea unor alcooli folosiți ca biocarburanți singuri sau în amestec cu benzina.

În unele țări (Mexic ș.a.) s-a trecut la valorificarea prin fermentație a trestiei de zahăr, a unor deșeuri vegetale și cereale de calitate inferioară, a unor arbori fără valoare comercială, bolnavi sau cu creștere înceată. Și în țara noastră se studiază utilizarea fitomasei plopului și a altor plante în vederea obținerii biocombustibililor.

Caracterul *reînnoibil* anual al fitomasei reprezintă, alături de rezervele imense neutilizate, unul din factorii foarte încurajatori pentru utilizarea ei. Biotehnologiile orientate spre valorificarea fitomasei vizează posibilitatea utilizării ei în alimentație (proteine, săruri minerale, vitamine etc.) și mai ales ca sursă potențială de biocarburanți (metanol, etanol etc.). Se apreciază că în deceniul 1980—1990, în unele țări, necesarul de combustibil (petrol vegetal) va fi asigurat în proporție de 15—50% prin intermediul fotosintezei. În acest sens, pe lîngă producerea de hrană, suprafețe întinse vor fi destinate creșterii plantelor în scopul obținerii de combustibili.

ÎNTREBĂRI ȘI TEME

1 — Ce este biomasa și din ce este alcătuită?
2 — Care sînt factorii care determină creșterea biomasei?
3 — Determinați fitomasa plantelor acvatice sau terestre din fitocenozele din jurul localității voastre.

22

CHIMIOSINTEZA (CHEMOSINTEZA)

În afară de plantele autotrofe fotosintetizante, există și cîteva grupuri de plante autotrofe chimiosintetizante.

Prin chimiosinteză se înțelege capacitatea unor plante de a realiza sinteza substanțelor organice din substanțe minerale, cu ajutorul energiei chimice eliberată în procesele de oxidare a unor substanțe anorganice (de exemplu: H_2, H_2S, S, HNO_3, Fe, NH_3 etc.).

Dintre plantele chimiosintetizante, cele mai numeroase sînt din grupul bacteriilor.

După substanțele minerale pe care le oxidează, bacteriile chimioautotrofe se clasifică în:

1. bacterii sulfuroase, care oxidează compuși minerali cu S;
2. bacterii nitrificatoare, care oxidează NH_3 și HNO_2 pînă la HNO_3;
3. hidrogenbacterii, care oxidează H_2;
4. bacterii feruginoase, care oxidează săruri feroase în compuși ferici.

Bacteriile sulfuroase se găsesc pe fundul apelor stătătoare. Sursa lor de energie o constituie hidrogenul sulfurat (H_2S) pe care îl transformă în sulf (S), acid sulfuros (H_2SO_3) și acid sulfuric (H_2SO_4). Ele înlătură toxicitatea H_2S și redau S circuitului biologic sub formă de $-SO_4$ netoxic, care este absorbit și asimilat de plante.

Bacteriile nitrificatoare sînt răspîndite în soluri, în apele dulci și sărate. Ele transformă amoniacul (NH_3) în acid azotos (HNO_2) și pe acesta în acid azotic (HNO_3). Din această categorie fac parte: nitritbacteriile (de exemplu, *Nitrosomonas*, *Nitrosospira*) care trăiesc în natură în prezența altor bacterii saprofite, ce descompun substanțele organice din cadavre, punînd în libertate NH_3 și nitratbacteriile (de exemplu, *Nitrobacter*).

În natură, bacteriile nitrificatoare intervin în circuitul azotului combinat, transformînd NH_3 toxic (aflat în concentrații mari) în HNO_3 și azotați netoxici.

Hidrogenbacteriile sînt răspîndite în natură în medii puțin aerate, în care are loc punerea în libertate a H_2 prin fermentarea celulozei. Astfel de medii sînt: gunoiul de grajd, solurile mlăștinoase și unele ape stătătoare.

Bacteriile feruginoase sînt răspîndite în soluri și ape care conțin compuși ai fierului, oxidînd fierul bivalent în fier trivalent. Bacteriile feruginoase contribuie la formarea zăcămintelor de fier de pe fundul lacurilor și al mlaștinilor. Unele dintre ele, în lipsa sărurilor feroase, pot oxida și săruri manganoase, formînd zăcăminte de mangan.

Uneori bacteriile feruginoase se înmulțesc în tuburile de fier ale conductelor de apă, pe care le astupă.

Importanța practică și științifică a bacteriilor chimiosintetizante. Din punct de vedere practic, datorită chimiosintezei se formează unele zăcăminte și sînt redate în circuit unele săruri minerale. Din punct de vedere științific, chimiosinteza aduce dovezi referitoare la apariția vieții pe Pămînt, precum și la evoluția organismelor primitive spre noi forme mai complexe, cu o structură superioară.

De o deosebită importanță economică sînt *ferobacteriile* (din activitatea metabolică a acestora rezultă hidroxidul feric coloidal), bacteriile nitrificatoare (implicate în circulația azotului în natură), *bacteriile fixatoare de azot* (fixează azotul molecular punîndu-l la dispoziția plantelor), *bacteriile metanogene* ș.a.

De o atenție sporită se bucură bacteriile metanogene. Ele sînt anaerobe, fiind prezente în nămolul din mlaștini, lacuri și apele de canal, precum și în stomacul ierbivorelor, unde participă la degradarea hranei vegetale. În natură, mai ales, în straturile profunde de nămol din apele stătătoare, bacteriile metanogene produc cantități mari de gaz metan care se ridică la suprafața apei sub formă de bule, atunci cînd nămolul este degajat. Ele reduc CO_2 la CH_4 (metan) în condiții anaerobe, în prezența unor catalizatori celulari specifici:

$$4H_2 + CO_2 \longrightarrow CH_4 + 2H_2O$$

Bacteriile au de asemenea un rol eficient în eliberarea, migrarea și acumularea petrolului. În urma activității acizilor organici și a CO_2 rezultate din metabolismul microbian asupra rocilor sedimentare, acestea devin mai poroase și permeabile, în acest fel petrolul asociat cu ele este eliberat și condus prin spațiile create spre locurile de acumulare. Pe de altă parte, creșterea cantității de CO_2 determină creșterea presiunii acestuia asupra petrolului din „fundurile de sac" deplasîndu-l în vederea exploatării.

ÎNTREBĂRI

1 — Prin ce se deosebește procesul de chimiosinteză de cel de fotosinteză?
2 — Care este rolul organismelor chimiosintetizante în circuitul materiei în natură?
3 — Care este importanța practică a organismelor chimiosintetizante?

23

NUTRIȚIA PLANTELOR HETEROTROFE

După cum ați văzut, în regnul vegetal, cel mai răspîndit mod de nutriție este cel autotrof. Totuși există numeroase specii de plante care nu sînt capabile să se hrănească exclusiv cu substanțe anorganice, ci sînt obligate să utilizeze substanțe organice, bogate în energie, provenite de la alte plante sau de la animale.

Plantele heterotrofe nu pot asimila carbonul mineral din dioxidul de carbon pentru că nu au clorofilă.

Din grupa plantelor heterotrofe, în afară de majoritatea bacteriilor și ciupercilor, fac parte și unele plante superioare care și-au pierdut clorofila și au devenit heterotrofe.

Deosebim două grupe mari de plante heterotrofe: *saprofite*, adică plante care se hrănesc cu substanțe organice din cadavrele plantelor și animalelor, și plante *parazite*, care se hrănesc cu substanțe organice luate de la organismele vii.

În afară de aceste două grupe mai întîlnim la unele plante, numite *mixotrofe*, o nutriție mixtă, atît autotrofă cît și heterotrofă (ex. plantele semiparazite și carnivore).

Nutriția plantelor saprofite. În grupa plantelor saprofite intră numeroase bacterii, ciuperci inferioare și marea majoritate a ciupercilor superioare.

Plantele saprofite absorb diferite substanțe organice dizolvate în apă, prin membranele celulelor lor. Substanțele organice cu moleculă mare, cum sînt polizaharidele (amidonul, celuloza) și proteinele, sînt mai întîi transformate (hidrolizate) în zaharuri simple și respectiv în aminoacizi, și apoi sînt absorbite de plantele saprofite.

Pentru a cunoaște substanțele organice folosite ca hrană de o anumită plantă saprofită, faceți un mediu de cultură care conține, în afară de substanțele minerale necesare autotrofelor, o singură substanță organică (de exemplu, zaharoza). Pentru reușita experienței mediul se sterilizează la autoclav timp de 1 oră, la temperatura de 100°C. După răcire însămînțați acest mediu cu sporii plantei respective (de exemplu, cu mucegaiul alb — *Mucor mucedo*), apoi treceți cultura la întuneric, la temperatura camerei. Dacă mucegaiul crește și formează spori, înseamnă că zaharoza este o substanță hrănitoare. Se pot folosi și alte medii de cultură (de exemplu, alcool, oțet, acid acetic, parafină etc.).

Din punct de vedere al variației substanțelor utilizate în nutriție, saprofitele se împart în două subgrupe: *saprofite omnivore*, care își iau carbonul din substanțele organice cele mai variate, provenind din descompunerea organismelor vegetale și animale (de exemplu, mucegaiul verde — *Penicillium glaucum*), și *saprofite specializate*, care se dezvoltă numai pe anumite substanțe organice (de exemplu, *Mycoderma aceti* care oxidează alcoolul, dînd acid acetic).

În nutriția lor, saprofitele omnivore fac însă o alegere gradată între diversele substanțe organice. De exemplu, dintr-o soluție nutritivă care conține zaharoză, glicerină și alcool etilic, mucegaiul consumă mai întîi zaharoza, apoi glicerina și, în final, alcoolul etilic.

Modul de asimilare a substanțelor organice de către plantele saprofite depinde de anumiți factori: *p*H-ul mediului, concentrația soluției nutritive, temperatura, vîrsta organismului ș.a.

Importanța practică a saprofitelor. Saprofitele participă în mare măsură la valorificarea resturilor vegetale și animale ajunse în sol, punînd în libertate substanțe minerale care pot fi folosite de alte viețuitoare. Ele îndeplinesc și o acțiune igienică însemnată. Unele dintre ele însă provoacă alterarea alimentelor. În secolul nostru, importanța saprofitelor a crescut și mai mult prin cultivarea acelor ciuperci folosite la obținerea unor medicamente ca: penicilina, streptomicina și alte antibiotice atît de utilizate în medicină.

Nutriția plantelor parazite. Din grupa plantelor parazite fac parte numeroase bacterii, ciuperci, precum și cîteva familii dintre plantele superioare, avînd ca reprezentanți în flora țării noastre: torțelul *(Cuscuta)*, muma-pădurii *(Lathraea)* și lupoaia *(Orobanche)*.

Plantele bolnave au metabolismul modificat. La distrugerile provocate de către parazit la nivelul membranelor, precum și în structura protoplasmică a celulelor, planta gazdă reacționează printr-un surplus de energie rezultat din intensificarea respirației. Ca urmare are loc o creștere a temperaturii în urma infecției, o scădere a fotosintezei etc.

Un interes deosebit prezintă plantele parazite superioare. Acestea ne atrag atenția prin faptul că sînt incolore sau albicioase (de exemplu, torțelul, lupoaia etc.).

Plantele parazite produc pagube mari producțiilor agricole, pădurilor etc. Astfel, bacteriile produc pe rădăcinile arborilor „cancerul rădăcinilor" sau „gale" ale rădăcinilor. Și frunzele cartofului sînt atacate de bacterii patogene, care produc ofilirea și putregaiul umed al cartofului. Ciupercile parazite produc putrezirea frunzelor de cartof, mana la cereale, la vița de vie etc. și boli ale cerealelor cum sînt: rugina, cornul secarei, tăciunele și multe altele. Împotriva bolilor plantelor se duce o luptă continuă pentru a micșora daunele mari în producția cerealieră, pomicolă, viticolă, legumicolă etc.

Nutriția plantelor simbionte. În natură există asociații între două organisme vegetale care au relații strînse morfologice și de nutriție.

Indivizii care se asociază (o plantă autotrofă și una heterotrofă) poartă numele de simbionți, iar asociația poartă numele în general de *simbioză*. Ca exemple de simbioză putem cita: *micorizele*, *lichenii* și asociația dintre anumite bacterii și rădăcinile unor leguminoase (lucernă, trifoi etc.) ș.a.

Micorizele sînt asocieri între unele ciuperci și rădăcinile plantelor superioare. Ele pot fi: *ectotrofe* (externe) și *endotrofe* (interne).

Cele ectotrofe le întîlnim la brad, pin, fag ș.a. În acest caz hifele ciupercii înconjură, ca un înveliș, vîrful rădăcinii fără a pătrunde în interiorul celulelor (fig. 37).

Micorizele endotrofe le întîlnim la rădăcinile multor plante din familiile liliaceelor și orhideelor. În acest caz hifele ciupercii pătrund în interiorul celulelor din scoarță, unde cresc mult (fig. 38).

În cadrul micorizei, hifele ciupercii absorb din mediul înconjurător apa și sărurile minerale pe care le cedează rădăcinii, iar din celulele acesteia, hifele absorb substanțele organice.

În asociația dintre bacteria *Rhizobium leguminosarum* și rădăcinile leguminoaselor, bacteria produce nodozități (umflături) pe rădăcinile leguminoaselor.

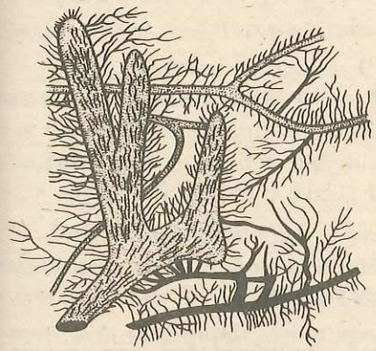


Fig. 37. Vîrful rădăcinilor de pin învelit de hifele unei ciuperci.

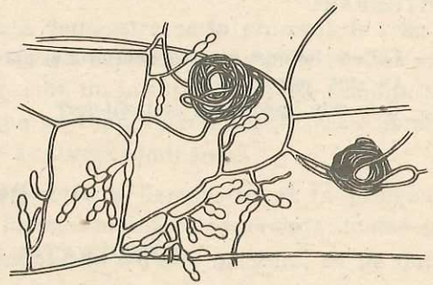


Fig. 38. Micoriză endotrofă (hifele ciupercii *Rhizoctonia repens* formează gheme în celulele rădăcinii unei orhidee).

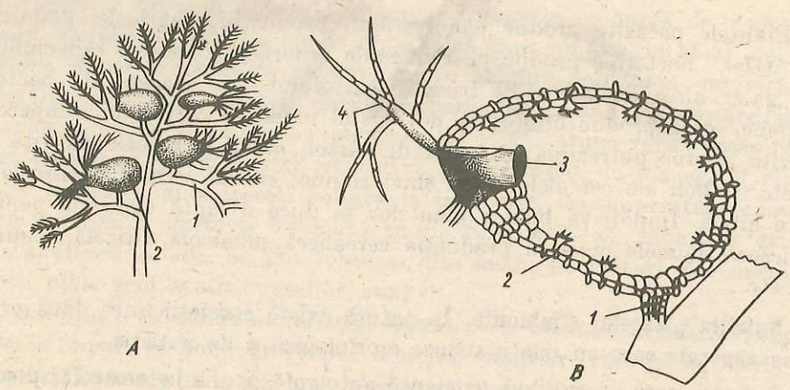


Fig. 39. Otrățelul de baltă:
A — porțiune din tulpină: *1* — frunză ramificată; *2* — urnă; *B* — secțiune printr-o urnă: *1* — pedicel; *2* — glandă; *3* — căpăcel; *4* — peri senzitivi ramificați.

Leguminoasa aprovizionează bacteria cu zaharuri și apă, iar bacteria fixează azotul molecular din aer și pune la dispoziția leguminoasei azot combinat. În terenurile cultivate cu leguminoase, după recoltare, prin moartea și putrezirea rădăcinilor acestora, solul se îmbogățește cu azot.

Din grupa plantelor mixotrofe fac parte plantele semiparazite (*Viscum*, *Melampyrum* ș.a.) și plantele carnivore.

Nutriția plantelor carnivore. Plantele carnivore deși sînt capabile de fotosinteză, pentru a se dezvolta normal au nevoie de un supliment de substanțe minerale, în special azotate, pe care le iau din corpul animalelor mici (mai ales insecte).

Majoritatea plantelor carnivore cresc în mlaștini de turbă, în ape stătătoare, pe soluri acide unde, datorită substanțelor minerale aflate în cantitate redusă, s-au adaptat pentru prinderea animalelor cu diferite dispozitive (ex. urnă: fig. 39).

ÎNTREBĂRI

1 — Cum se hrănesc plantele saprofite și parazite?
2 — Ce sînt miocrizele?
3 — Care este importanța saprofitelor?

24

RESPIRAȚIA PLANTELOR

Respirația este importantă în viața plantelor, în primul rînd, prin energia pusă în libertate din oxidarea substanțelor organice și, în al doilea rînd, prin produșii intermediari și finali, care se formează în cursul procesului.

Energia care se eliberează este folosită în diferitele sinteze organice, în absorbția și conducerea substanțelor, în creștere, pentru menținerea labilității protoplasmei, în mișcările plantei etc.

După modul cum se fac oxidările, plantele se pot împărți în două grupuri: *aerobionte* (aerobe) și *anaerobionte* (anaerobe).

RESPIRAȚIA AEROBĂ

Aerobiontele sînt organismele vegetale care în oxidarea substanțelor organice întrebuințează oxigenul liber din aer, apă sau sol. Oxidarea substanțelor organice în prezența oxigenului liber este completă, ea terminîndu-se cu formarea de dioxid de carbon, apă și eliberarea unei mari cantități de energie. Astfel, din oxidarea unei molecule-gram de glucoză (180 g) se pun în libertate 675 kcal. Procesul poate fi reprezentat prin ecuația:

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 675\ Kcal$$

Din acest grup fac parte majoritatea plantelor, în special cele superioare (plante cu flori).

Procesul producerii de energie la aerobionte în prezența oxigenului poartă numele de aerobioză sau respirație aerobă.

Respirația aerobă se poate evidenția după consumul de substanță organică, după consumul de oxigen și după dioxidul de carbon produs.

După consumul de substanță organică. Pentru a demonstra că procesul respirației este însoțit de pierdere de materie, faceți următoarea experiență: luați 40 cariopse de grîu și determinați greutatea lor înainte de germinație și după o perioadă de timp de respirație intensă, adică după germinație. Ce constatați referitor la greutatea substanței uscate? Scăderea greutății substanței uscate se datorește oxidării unei părți a substanțelor organice.

După consumul de oxigen. Pentru a demonstra că în procesul de respirație se consumă oxigen, faceți următoarea experiență: umpleți parțial un vas de sticlă cu semințe de mazăre în curs de încolțire, sau alte semințe și astupați vasul cu un dop (fig. 40). După un timp, introduceți în vas o lumînare aprinsă, fixată de o sîrmă. De ce se stinge lumînarea?

După dioxidul de carbon produs. Pentru a demonstra că în procesul respirației se degajă dioxid de carbon, faceți următoarea experiență: închideți vasul cu boabe de mazăre sau alte semințe, în curs de încolțire, cu un dop găurit prin care puteți aspira aerul din vas. Aerul aspirat îl treceți printr-un vas cu apă de barită $Ba(OH_2)$ sau cu apă de var $Ca(OH)_2$. Ce culoare capătă lichidul? Care este reacția chimică ce se produce?

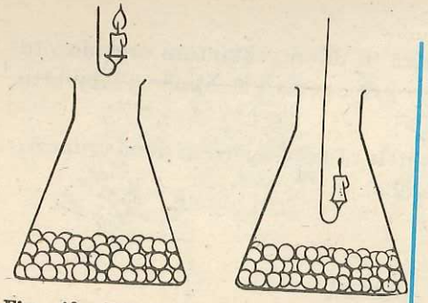


Fig. 40. Demonstrarea consumului de oxigen.

Pentru a înlătura dioxidul de carbon din aerul care trece prin vasul cu semințe, se montează în fața acestui vas alte două vase cu apă de barită sau cu apă de var, care reține CO_2(fig. 41).

Influența factorilor interni și externi asupra intensității respirației. Dintre factorii interni care influențează intensitatea respirației menționăm: cantitatea de substanțe organice, gradul de hidratare a celulelor, vîrsta, starea de repaus ș.a. Dintre factorii externi menționăm: temperatura, dioxidul de carbon și oxigenul, factorii mecanici ș.a.

Factorii interni. Influența cantității de substanțe organice arată că pe măsură ce substratul respirator se micșorează, respirația descrește. La frunzele plantelor expuse la soare, care produc prin fotosinteză o cantitate mai mare de substanțe organice, respirația este mult mai intensă decît la cele de la umbră, a căror fotosinteză este cu mult mai slabă.

Influența gradului de hidratare a protoplasmei. La unele organisme vegetale în perioada de viață latentă (de exemplu, semințe uscate ale plantelor superioare, lichenii, mușchii) intensitatea respirației este foarte scăzută, deoarece au un conținut redus de apă. Dacă însă le îmbibăm cu apă, respirația se intensifică. Faptul se explică prin aceea că substanțele care sînt descompuse în respirația plantelor se oxidează numai dacă sînt dizolvate în apă. Deci, gradul de hidratare al protoplasmei influențează intensitatea respirației.

Vîrsta. Pe măsură ce îmbătrînesc, frunzele plantelor au intensitatea respirației mai scăzută, la fel, la fructele cărnoase intensitatea respirației scade progresiv pînă în momentul coacerii lor. Celulele unui țesut tînăr respiră mai intens decît celulele unui țesut bătrîn.

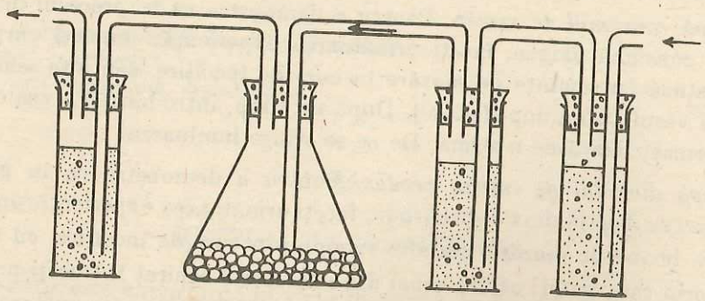


Fig. 41. Experiență (săgețile indică sensul curentului de aer).

Starea de repaus a plantelor sau organelor lor influențează foarte puternic intensitatea respirației. Astfel, mugurii plantelor lemnoase, în timpul iernii, din cauza temperaturilor scăzute, respiră mai puțin intens. Semințele în stare de repaus, din cauza conținutului foarte scăzut de apă, au o respirație foarte slabă. Tuberculii au, de asemenea, o respirație slabă, din cauza temperaturii scăzute și a inactivării enzimelor respiratorii.

Factorii externi. Influența temperaturii asupra intensității respirației plantelor. La majoritatea plantelor în stare de viață activă, respirația începe la aproximativ 0°C și crește cu temperatura pînă la 30—35°C cînd începe să scadă din cauza vătămării protoplasmei. Totuși, experiențele au arătat că temperatura minimă și maximă la care respirația se oprește variază foarte mult la diferite plante. De exemplu, respirația mugurilor și frunzelor aciculare de conifere încetează abia la temperaturi cuprinse între —21 și —25°C, iar unele alge din apele termale respiră încă la 65°C. Între minimele și maximele de temperatură, intensitatea respirației crește direct proporțional cu aceasta.

Influența concentrației dioxidului de carbon și a oxigenului. Dioxidul de carbon afectează puternic respirația dacă se concentrează în jurul organelor care respiră. De obicei, o concentrație de pînă la 5% dioxid de carbon inhibă respirația, iar dacă se mărește (10—15%) duce la omorîrea celulelor.

În ceea ce privește concentrația oxigenului, experiențele au arătat că o creștere a acestuia de la 21% (concentrația normală) și pînă la 50% accelerează intensitatea respirației. Peste 50% intensitatea respirației este accelerată pentru o scurtă perioadă de timp, apoi scade brusc. Intensitatea respirației scade brusc și în cazul cînd concentrația oxigenului este sub 5%.

Pornind de la datele de mai sus, ca măsuri practice pentru sporirea producțiilor agricole se impun: afînarea sau drenarea solurilor prin care se asigură condiții bune pentru respirația rădăcinilor plantelor, aerisirea serelor, plivitul și răritul plantelor acolo unde este cazul etc.

Influența factorilor mecanici. Diferitele acțiuni traumatice ca: tăierea, înțeparea, infecția parazitară etc., care duc la rănirea organelor vegetale, măresc temporar intensitatea respirației.

Creșterea intensității respirației datorită rănilor se explică prin accesul mai mare al oxigenului și ridicarea temperaturii cu cîteva grade în zona rănită.

ÎNTREBĂRI ȘI TEME

1 — Ce se înțelege prin respirație aerobă la plante?
2 — Cum influențează factorii interni și externi intensitatea respirației?
3 — Enunțați cîteva dintre cele mai importante măsuri agrotehnice care se aplică în agricultură, cunoscînd influența factorilor externi asupra intensității respirației la plante.

25

SUBSTANȚE CARE SE CONSUMĂ ÎN RESPIRAȚIE. MECANISMUL RESPIRAȚIEI

Principalul material al respirației aerobe îl constituie glucidele; nu trebuie subapreciat rolul lipidelor și al proteinelor (acizi aminici) ca substanțe folosite în respirație. Plantele superioare, cînd dispun de puține glucide, consumă în respirația lor și acizi organici (acid oxalic, acid citric, acid malic etc.). Proporția în care sînt consumate aceste substanțe organice depinde de condițiile de viață în care trăiesc plantele.

Pentru oxidarea substanțelor care constituie substratul respirator, plantele absorb oxigenul din mediul înconjurător într-o anumită proporție și elimină dioxidul de carbon în altă proporție. Deci, între cantitatea de dioxid de carbon degajat și de oxigen absorbit există un anumit raport. Acest raport poartă numele de *cît* sau *coeficient respirator* și se notează simbolic cu QR. În cazul cînd în plantă se oxidează glucide, QR are valoare egală, teoretic, cu unitatea (1):

$$QR = \frac{6CO_2}{6O_2} = \frac{6}{6} = 1$$

În cazul cînd substanța care se oxidează în procesul respirației este mai bogată în oxigen (de exemplu, acizi organici), QR este mai mare decît unitatea.

În cazul cînd în respirația plantelor sînt oxidate substanțe sărace în oxigen (lipide), oxidarea lor necesită o cantitate mai mare de oxigen și, ca atare, valoarea lui QR este mai mică decît unitatea.

În respirația plantelor, în lipsa glucidelor și lipidelor, se oxidează aminoacizii proveniți din substanțele proteice. Produsele finale, în acest caz, pe lîngă CO_2 și H_2O sînt amoniacul și acizii organici care pot fi oxidați mai departe pînă la formarea CO_2 și H_2O. Acest tip de respirație se face pe seama substanțelor proteice din protoplasmă.

Mecanismul respirației plantelor. Substanța organică, care servește drept substrat respirator, este descompusă treptat de către enzime specifice. În unele etape ale descompunerii substratului respirator se consumă energie, iar în altele se eliberează energie.

Descompunerea substratului respirator se face în două faze:

1. În prima fază, substanțele organice sînt descompuse în molecule organice mici (de exemplu, aminoacizi etc.). În acest proces se eliberează cantități mici de energie.

2. În a doua fază, din moleculele organice mici rezultă dioxid de carbon și apă și se pune în libertate energie în cantitate mare.

Experiențele efectuate au arătat că oxidarea substratului prin fixarea directă a oxigenului, practic nu se produce. Oxigenul atmosferic pentru a

oxida substratul trebuie să fie activat. Activarea se realizează prin ruperea dublei legături a oxigenului. De exemplu O_2 sau O = O este inactiv pentru a oxida, dar prin ruperea dublei legături obținem —O—O— activat, care poate oxida substratul.

În procesul respirației oxidarea se poate realiza și prin pierderea de hidrogen (dehidrogenarea). Hidrogenul luat de pe substrat nu se eliberează, ci trece pe o altă substanță numită acceptor de hidrogen. La acest nivel oxigenul primește doi electroni și se transformă în ioni de oxigen activat.

Combinarea hidrogenului detașat de pe substrat și a oxigenului respirator este posibilă numai dacă, în prealabil, hidrogenul și oxigenul sînt activați.

Mecanismul respirației prezintă trei aspecte importante:

a) descompunerea substratului respirator;

b) la nivelul lanțului respirator se realizează pierderi de electroni de H_2 și activarea în ioni de H^+, transportul de electroni și activarea oxigenului —O—O— prin captare de electroni. Oxigenul astfel activat devine acceptor de protoni de H și formează apă;

c) aspectul energetic al respirației: transferul de hidrogen sau de electroni, proveniți de la hidrogen în timpul descompunerii substratului, furnizează energie recuperabilă pentru celule, în timp ce în primul proces (a) nu se eliberează decît energie care se pierde sub formă de căldură.

Oxidarea substanțelor organice are loc treptat în protoplasma celulelor, la nivelul mitocondriilor, obținîndu-se numeroase substanțe intermediare. Prin aceasta și energia este pusă în libertate în mod treptat.

ÎNTREBĂRI

1 — Care este ordinea în care se consumă substanțele organice în respirație?
2 — Arătați comparativ ce se întîmplă în cele două faze de descompunere a substratului respirator.
3 — De ce energia produsă în timpul respirației este eliberată treptat?

26

ENERGIA PRODUSĂ ÎN RESPIRAȚIE ȘI TRANSFORMĂRILE EI. RESPIRAȚIA ANAEROBĂ

În corpul plantelor, o parte din energia chimică înglobată în substanțe organice se transformă în energie calorică, electrică, mecanică, luminoasă.

Energia calorică. Cea mai mare parte este rezultată din transformarea energiei chimice utilizată în respirația plantelor. Restul se utilizează în procesul de reducere sau se eliberează în mediul ambiant sub formă de căldură.

Cantitatea de energie calorică se poate măsura cu ajutorul termometrelor.

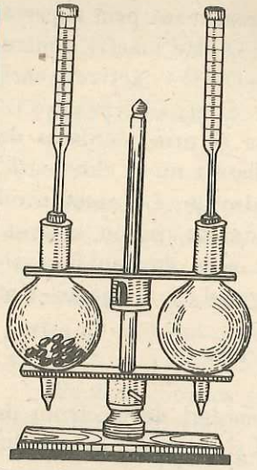


Fig. 42. Măsurarea energiei calorice cu ajutorul termometrelor.

Pentru aceasta, introduceți semințe germinate într-un termos închis cu un dop prin care pătrunde un termometru. Paralel montați o altă experiență la fel, dar fără semințe (fig. 42).

Ce temperaturi se vor înregistra la cele două termometre după cîteva ore?

Energia electrică joacă un rol important în absorbția substanțelor și în transportul lor de la o celulă la alta.

Energia mecanică. Datorită ei, celulele vegetale pot crește, iar rădăcinile pot pătrunde în sol, și pot susține organele aeriene.

Energia luminoasă este produsă de unele alge, ciuperci, bacterii, tot ca rezultat al transformării energiei chimice, proces care necesită oxigen. Lumina pe care o emit plantele este rece, are culoarea albastră-verzuie și este compusă din radiații cu $\lambda = 250-610$ milimicroni. Unele plante emit și radiații invizibile: ultraviolete și infraroșii. De exemplu, rădăcinile de ceapă emit radiații ultraviolete, iar morcovii, fasolea încolțită, frunzele de tei, radiații infraroșii.

● **Aplicațiile practice ale cunoașterii respirației plantelor.** Cunoașterea procesului de respirație a plantelor sau a organelor lor ne permite recomandarea de tehnici, prin care diferitele produse vegetale pot fi transportate sau depozitate cu un minimum de pierderi. Astfel, fructele, rădăcinile tuberizate, tuberculii, își păstrează calitatea dacă sînt ținute la temperaturi scăzute pozitive. În aceste condiții respirația este scăzută și ca urmare și consumul de substanțe organice. La temperaturi ridicate, din cauza intensificării respirației, scade calitatea produselor.

Pentru păstrarea acestor organe se mai recomandă menținerea lor la concentrații ridicate de dioxid de carbon sau scăzute de oxigen. La păstrarea semințelor se recomandă ca acestea să aibă un conținut scăzut în apă.

Care este explicația?

Tot în legătură cu păstrarea produselor vegetale trebuie avut în vedere ca acestea să nu aibă răni proaspete. În aceste condiții se dezvoltă diferite microorganisme care, prin enzimele ce le secretă, produc alterarea rapidă a produselor.

RESPIRAȚIA ANAEROBĂ

Anaerobiontele sînt organisme la care oxidarea substanțelor organice se realizează în lipsa oxigenului din aer. Oxidările din celule sînt incomplete, terminîndu-se cu formarea a cel puțin unui produs intermediar (care conține

energie și care poate fi oxidat mai departe) și dioxid de carbon; nu se poate produce apă. Prin astfel de oxidări complete, anaerobiontele produc o cantitate mică de energie.

Procesul oxidării în lipsa oxigenului din aer poate fi reprezentat prin ecuația:

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow \underset{intermediar}{produs} + CO_2 + 16-30\ Kcal$$

Procesul producerii de energie la anaerobionte în lipsa oxigenului din aer poartă numele de *anaerobioză* sau respirație *anaerobă*. Respirația anaerobă a fost descoperită la ciuperci și bacterii, apoi în țesuturile plantelor superioare.

Pentru a demonstra respirația anaerobă, faceți următoarea experiență. Umpleți o eprubetă cu mercur și răsturnați-o într-un vas tot cu mercur, în așa fel ca să nu pătrundă deloc aer în ea (fig. 43). Prin partea inferioară introduceți semințe încolțite. După trecerea unei perioade de timp, în eprubetă are loc apariția unui gaz. Dacă introduceți prin partea de jos puțin NaOH, are loc dispariția gazului și ridicarea din nou a mercurului. Gazul produs este CO_2; el a fost absorbit de NaOH, formînd Na_2CO_3 după reacția

$$CO_2 + 2NaOH \longrightarrow Na_2CO_3 + H_2O$$

Dacă scoateți semințele, veți constata că ele au miros de alcool etilic.

Plantele aerobe pot rezista prin respirație anaerobă numai un timp de cîteva zile. Din această cauză, la semănăturile inundate plantele respiră anaerob; apa de inundație trebuie drenată foarte repede. La unele plante microscopice (bacterii, ciuperci), respirația anaerobă se numește și *fermentație.*

După natura produselor finale care se formează, se deosebesc mai multe tipuri de fermentație: *alcoolică*, *lactică*, *butirică*, *acetică* etc.

Fermentația alcoolică este provocată de anumite specii de ciuperci ca: drojdia de bere, drojdia-vinului (*Saccharomyces cerevisiae*, *S. ellipsoideus* ș.a.).

În procesul fermentației alcoolice drojdia de bere, datorită unei enzime pe care o produce, numită *zimază*, transformă glucoza în alcool etilic, dioxid de carbon și energie în cantitate mică. Din cauza cantității relativ mică de energie pusă în libertate, drojdia de bere trebuie să transforme o cantitate de zahăr mult mai mare, decît prin respirație aerobă, pentru ca să-și asigure cantitatea necesară de energie.

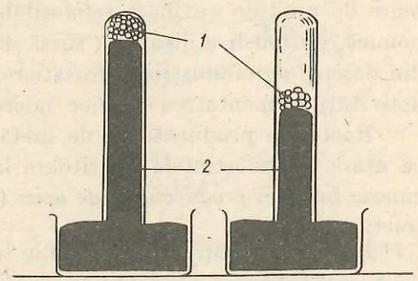


Fig. 43. Demonstrarea respirației anaerobe:
1 — semințe; *2* — mercur.

Fermentația alcoolică are aplicații la fabricarea pîinii, a băuturilor alcoolice etc. De asemenea, are importanță în descompunerea și transformarea materiilor organice moarte din sol.

Fermentația lactică este produsă de activitatea enzimatică a bacteriilor *Streptococcus lactis*, *Lactobacillus bulgaricus* etc., în care molecula de glucoză este ruptă în două molecule de acid lactic.

Fermentația lactică are aplicații largi în industria laptelui (în obținerea laptelui acru, iaurtului, chefirului etc.), la prepararea nutrețurilor murate, la prepararea murăturilor.

Fermentația acetică este produsă de diferite specii de bacterii (de exemplu, *Acetobacter pasteurianum* ș.a.), în care zaharurile sau alcoolul etilic sînt transformate în acid acetic.

Fermentația acetică joacă un rol important în industria oțetului.

ÎNTREBĂRI

1 — Care este rolul energiei chimice înglobate în substanțele din corpul plantei?
2 — Care este importanța practică a fermentațiilor?

27

BIOGAZUL — SURSĂ NECONVENȚIONALĂ DE ENERGIE

„Metanogeneza furnizează un biocombustibil eficient, realizînd în același timp nepoluarea mediului și producerea unui îngrășămînt agricol bogat în nitrați și fosfați"

G. Zarnea

Limitarea rezervelor de petrol și gaze naturale ale Terrei a determinat, în toată lumea, intense încercări de introducere în circuitul energetic al altor surse care să acopere, într-o măsură mai mare, necesarul de energie pentru unele procese. Tot mai mult se întreprind acțiuni pentru utilizarea surselor neconvenționale de energie: energia solară, energia eoliană și utilizarea biogazului.

După cum se știe, din procesele de producție agricolă rezultă o cantitate mare de produse auxiliare refolosibile. Multe dintre acestea au valoare economică, putînd fi utilizate ca sursă de biogaz (biometan). Biogazul se obține din deșeuri agroindustriale, forestiere sau din deșeuri animale, în urma unor activități fermentative a unor microorganisme (bacterii) anaerobe.

Bacteriile producătoare de metan sînt foarte greu de izolat și studiat, ca atare și cunoștințele referitoare la biochimia lor sînt relativ puține. Se cunosc bacterii *producătoare de acizi* (acidogene) și *producătoare de gaz metan* (metanogene).

În vederea obținerii biogazului, deșeurile se amestecă cu cantități mari de microorganisme anaerobe în lipsa completă a aerului. În aceste condiții se dezvoltă foarte bine bacteriile care sînt capabile de a transforma deșeurile organice în gaz metan și dioxid de carbon.

Procesul anaerob de transformare a deșeurilor organice complexe se desfășoară în două faze: în *prima fază bacteriile anaerobe, acidogene* transformă substanțele organice complexe (cum sînt grăsimile, proteinele, hidrații de carbon) prin procese de hidroliză și alte reacții în substanțe organice mai simple: acizi organici volatili ș.a. În *faza a doua* acizii organici sînt transformați în produși gazoși de către un grup de bacterii producătoare de metan (metanogene), formîndu-se gaz metan (70%) și dioxid de carbon (30%).

Bacteriile producătoare de metan sînt strict anaerobe; ele sînt distruse de cantități chiar foarte mici de oxigen.

Printre bacterii sînt cîteva grupe diferite de producători de metan; fiecare grup se caracterizează prin capacitatea de fermentare a unui anumit număr de compuși organici. De exemplu, bacteriile producătoare de metan care folosesc acidul formic și metanolul se dezvoltă foarte repede. În schimb, cele mai importante bacterii producătoare de metan, care se dezvoltă datorită acizilor acetici și propionic au un ritm de dezvoltare mai lent. Cercetările au arătat că există diferite feluri de bacterii producătoare de metan cu ritmuri diferite de dezvoltare și cu surse de hrană diferite.

Producerea de gaz metan în cantități mari se realizează după cîteva zile sau săptămîni, și atunci în diverse etape. Fiecare etapă reprezintă dezvoltarea maximă a bacteriilor producătoare de metan, pentru un anumit grup de compuși organici pe care îi formează.

Acest proces de fermentare nu este complet pînă nu se formează toate grupele de bacterii producătoare de metan. Aceasta poate dura chiar cîteva săptămîni, dacă nu se introduc bacterii „sămînță" pentru toți acizii prezenți.

S-a constatat că, pe lîngă diferitele bacterii producătoare de gaz metan, există și multe grupe de bacterii producătoare de acizi.

În prima fază se produc *acizi intermediari*. Aceștia au o mare importanță în fermentația anaerobă, deoarece majoritatea gazului metan care se formează rezultă din fermentarea acestor acizi, datorită bacteriilor producătoare de metan (fig. 44).

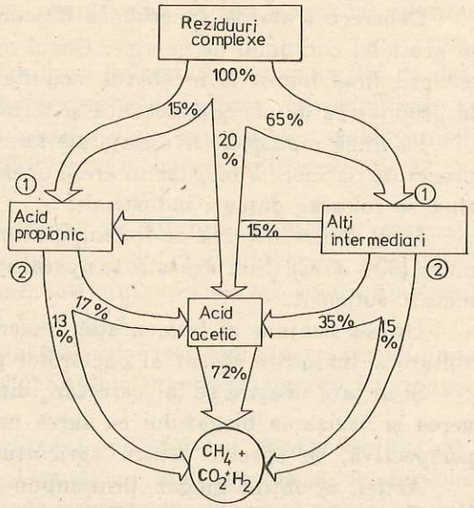


Fig. 44. Fazele fermentației reziduurilor complexe:

1 — transformarea reziduurilor complexe (celuloză, proteine, nămol din ape reziduale ș.a.) cu ajutorul bacteriilor acidogene în acizi organici volatili ș.a.; *2* — fermentația acizilor organici cu ajutorul bacteriilor metanogene și formarea metanului.

În funcție de felul deșeurilor procentajul de gaz metan poate varia. Totuși cel mai mare procentaj de gaz metan rezultă din fermentarea acidului acetic, care este cel mai răspîndit produs din fermentarea hidrocarburilor, proteinelor și grăsimilor. Acidul propionic se formează mai ales în timpul fermentării hidraților de carbon și proteinelor.

Cele două grupe mari de bacterii producătoare de gaz metan sînt cele mai importante. Dar din păcate ele sînt bacterii care au o dezvoltare înceată și sînt sensibile la schimbările de mediu în care se dezvoltă.

Dacă între bacteriile producătoare de acizi și cele producătoare de gaz metan nu se realizează un echilibru, producerea de gaz metan este afectată. Astfel, dacă bacteriile producătoare de acizi sînt în număr mai mare iar cele producătoare de gaz metan mai puține, se va produce o cantitate mai mare de acizi care nu poate fi transformată în același ritm de prelucrare. Acest dezechilibru indică faptul că bacteriile producătoare de metan nu au condiții favorabile de dezvoltare.

Pentru ca acest proces biologic de fermentare să aibă loc în condiții optime, trebuie adăugate deșeurilor substanțe organice pentru dezvoltarea bacteriilor producătoare de metan. Aceste substanțe sînt în special azotul și fosforul. Cantitatea de azot și fosfor care trebuie adăugată deșeurilor se poate stabili după o prealabilă analiză chimică a acestora. În general, necesarul de azot este de 11% și de 2% de fosfor din greutatea deșeurilor.

Introducerea de azot și fosfor este indicată mai ales cînd folosim în fermentații reziduuri industriale care sînt foarte sărace în astfel de elemente.

Deoarece tratarea anaerobă a deșeurilor nu necesită oxigen, se reduce în acest fel consumul de energie. Gazul metan produs este o bună sursă de energie, fiind folosit la încălzitul locuințelor, la funcționarea unor motoare, la producerea de energie electrică și termică.

Pe lîngă multiplele avantaje ale fermentării anaerobe a deșeurilor acest proces de obținere a biogazului are și unele mici neajunsuri și în special atunci cînd se folosesc deșeuri industriale.

Unul dintre acestea ar fi temperatura necesară procesului de transformare (30—35°C). Sub această temperatură deșeurile diluate nu produc gaz metan suficient.

Un alt neajuns al fermentației anaerobe îl reprezintă și ritmul de dezvoltare și înmulțire scăzut al bacteriilor producătoare de metan.

Și în țara noastră se fac cercetări, din ce în ce mai intense, pentru obținerea și utilizarea biogazului ca sursă neconvențională de energie de mare perspectivă, în special pentru agricultură.

Astfel, se obține biogaz, prin supunerea procesului de fermentare anaerobă a nămolurilor rezultate din complexele de porci de tip industrial. În prezent se construiesc stații de biogaz, la multe complexe de porci și chiar la cele de taurine. Rezultatele obținute la stațiile pilot, de exemplu, la cea de la Periș, au demonstrat că se poate obține o cantitate mare de biogaz, care poate fi utilizat ca sursă de energie la complexe, ca sursă de energie pentru

acționarea motoarelor de la diferitele întreprinderi învecinate sau poate fi îmbuteliat sub presiune.

În urma cercetărilor efectuate în aceste stații pilot s-a constatat că dejecțiile de animale (porci și vaci) conțin o cantitate de circa 70% metan și 30% dioxid de carbon cu o putere calorică de 5 500 kcal/m³. Cantitatea de biogaz care provine din dejecțiile animale este de circa 15 m³ pe porc și an, ceea ce echivalează cu 12 kg de combustibil convențional pe porc și an.

Conversia biogazului în energie electrică și termică se face în fiecare unitate în funcție de necesități, avînd prioritate transformările cerute de procesul de producție.

ÎNTREBĂRI

1 — Ce se înțelege prin biogaz?
2 — Care sînt fazele transformării deșeurilor organice în biogaz?
3 — Care sînt bacteriile metanogene?
4 — Care sînt avantajele utilizării biogazului?

28

REPRODUCEREA PLANTELOR

„Reproducerea se află la baza perpetuării materiei vii".

Prin reproducere se înțelege proprietatea pe care o au plantele de a genera indivizi noi, asemănători cu planta mamă, cu ajutorul germenilor. Reproducerea presupune *înmulțirea*, atunci cînd se finalizează cu sporirea numărului de indivizi.

Orice celulă sau grupă de celule care reprezintă stadiul inițial de dezvoltare a unui individ nou poartă denumirea de *germen*. Germenii care se formează în urma contopirii (fecundației) a două celule de sex opus (gameți) se numesc *germeni sexuați*. Germenii care se formează fără fecundație se numesc *germeni asexuați*.

Reproducerea asexuată. Se realizează cu ajutorul germenilor asexuați. Indivizii noi se formează dintr-o celulă sau un grup de celule, aparținînd aceluiași individ. Cînd germenii asexuați sînt specializați (spori, zoospori) vorbim de *reproducere asexuată în sens strict*.

Atunci cînd germenii asexuați sînt nespecializați, reproducerea se numește *vegetativă*. Germeni nespecializați sînt: bulbii, tuberculii, butașii de ramuri, de frunză etc.

Reproducerea sexuată. Se realizează cu ajutorul germenilor sexuați. Gameții se formează în *gametangi*. Gameții nu sînt capabili să se dezvolte mai departe independent și să continue ciclul de dezvoltare al plantei. Numai zigotul rezultat din contopirea lor este acela care continuă ciclul de dezvoltare al plantei respective.

Fecundația comportă două fenomene succesive: *plasmogamia* — contopirea plasmei celor doi gameți și *cariogamia* — contopirea nucleelor gameților. Esența fecundației constă de fapt în cariogamie.

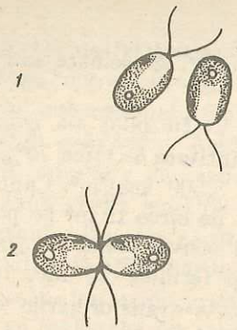


Fig. 45. Izogamia la o algă verde *(Chlamydomonas* sp.):
1 — doi izogameți liberi; *2* — fuzionarea izogameților.

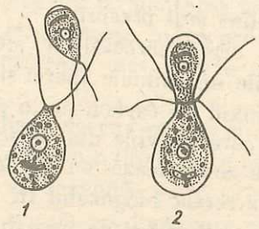


Fig. 46. Anizogamia la *Chlamydomonas* sp.:
1 — doi anizogameți liberi (cel mai mic este mascul, cel mai mare este femel); *2* — fuzionarea anizogameților.

Tipuri de reproducere sexuată. Izogamia se caracterizează prin contopirea a doi gameți egali din punct de vedere morfologic, dar deosebiți din punct de vedere fiziologic. Se întîlnește la unele alge, ciuperci etc. (fig. 45).

Anizogamia se caracterizează prin contopirea a doi gameți inegali din punct de vedere morfologic. Ea este foarte răspîndită la unele alge, ciuperci etc. (fig. 46).

Oogamia este o variantă a tipului precedent de reproducere; presupune însă prezența unui gamet femel imobil și a unui gamet mascul mobil. Este întîlnită la alge, ciuperci, mușchi, ferigi, gimnosperme și angiosperme.

La plantele cu flori (fanerogame) reproducerea sexuată se realizează prin oogamie și anume prin contopirea, de obicei, a doi anizogameți. Gametul mascul, mai mic, poartă denumirea de *spermatie;* cel femel, numit *oosferă*, mai mare, este imobilizat în arhegon (la gimnosperme) sau în sacul embrionar (la angiosperme).

Gametofit (G) și sporofit (S). Alternanță de generații. În ciclul de dezvoltare al unor plante inferioare sau al unei plante superioare deosebim două generații de dezvoltare care alternează în mod regulat: *gametofitul*, sau *generația sexuată*, și *sporofitul*, sau *generația asexuată.*

Gametofitul este acea generație care își începe existența cu sporii și se termină cu formarea zigotului.

Sporofitul este acea generație care începe cu zigotul și se termină cu formarea germenilor asexuați, respectiv a sporilor.

Gametofitul mai poartă denumirea de *fază haploidă*, deoarece nucleele celulelor sale au un număr simplu de cromozomi (n). Sporofitul este denumit și *fază diploidă*, deoarece nucleele celulelor vegetative au un număr dublu de cromozomi (2n).

În evoluția plantelor, gametofitul s-a redus treptat, ajungînd la plantele superior organizate să fie reprezentat doar prin cîteva celule. În schimb, la plantele superioare sporofitul devine generația dominantă, care poate atinge la unele specii vîrsta de mii de ani (de exemplu, arborele mamut — *Sequoia gigantea).*

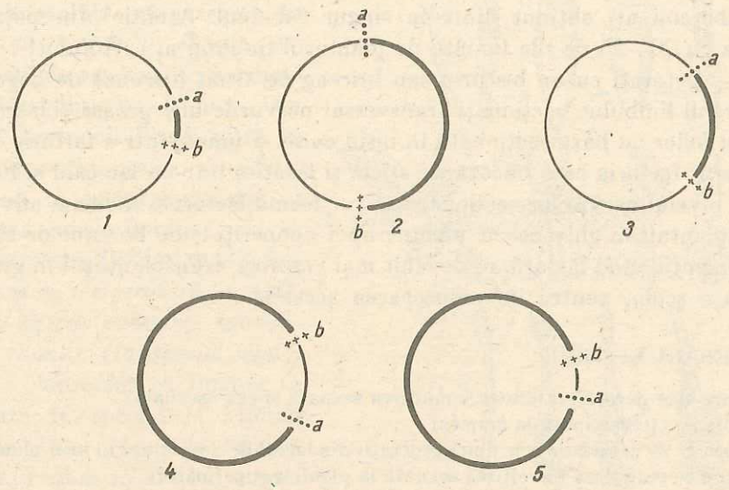


Fig. 47. Schema alternanței de generații (sporofitul cu linie groasă; gametofitul cu linie subțire):
1 — la alge verzi; *2* — la alge verzi și brune; *3* — la mușchi; *4* — la ferigi; *5* — la plantele cu flori; *a* — fecundația; *b* — diviziune reducțională.

În ciclul de dezvoltare a oricărui organism, cele două generații se succed în mod obligatoriu. Această succesiune obligatorie poartă denumirea de *alternanță de generații* (fig. 47).

Fenomenul este întîlnit la plantele care au atît celule reproducătoare sexuate, cît și asexuate, și la care gametofitul și sporofitul sînt pluricelulare.

● **Teme de lucru.** Detașați ramuri lungi de 12—14 cm (butași) dintr-o mușcată, ficus, telegraf și puneți-le într-un borcan cu puțină apă, care se va ține într-un loc cald și luminos. Din cînd în cînd schimbați apa. După un anumit timp pe ramuri, la polul bazal, se formează rădăcini adventive. Treceți acești butași în ghivece cu pămînt umed. Acoperiți plantele cu borcane sau pahare și țineți-le la lumină difuză. După ce plantele s-au prins, descoperiți-le și așezați-le la lumină obișnuită. Plantele vor intra în colecția vie a laboratorului.

— Detașați prin tăiere butași de tulpină de la *Opuntia* și țineți-i două-trei zile într-un loc umbros. Apoi plantați-i în nisip umed. După 2—6 săptămîni, timp în care nisipul va fi udat, apar rădăcini adventive.

— Detașați dintr-un tubercul de cartof, cu ajutorul unui bisturiu sau briceag de altoit, muguri (ochi) împreună cu un fragment din țesutul de rezervă. Plantați mugurii astfel obținuți (la 5—6 mm unul de altul) într-o ladă cu pămînt de grădină, după care îl udați puțin. După un anumit timp, din mugurii plantați se vor dezvolta lăstari. Pe măsura alungirii lor se va adăuga un strat de pămînt gros de circa 2 cm și se va uda din cînd în cînd. Cînd temperatura aerului s-a ridicat, scoateți lada la aer și transplantați-i pe lotul școlar sau pe terenul din fața școlii. Calculați în final cîte kilograme

de tuberculi ați obținut dintr-un singur tubercul. Atenție! Începeți experiența cu 20—25 de zile înainte de plantatul în cîmp al cartofului!

— Detașați cu un bisturiu sau briceag de altoit o frunză de begonie de la nivelul limbului, secționați transversal nervurile mai groase și introduceți limbul foliar cu baza secționată în nisip curat și umed, într-o farfurie adîncă. Acoperiți farfuria cu o bucată de sticlă și lăsați-o într-un loc cald și luminat. De la nivelul nervurilor secționate se vor forma lăstari și rădăcini adventive. Transplantați în ghivece cu pămînt apoi acoperiți-le cu borcane de sticlă și, în momentul cînd lăstarii au devenit mai viguroși, transplantați-i în grădinița din fața școlii, pentru înfrumusețarea acesteia.

ÎNTREBĂRI ȘI TEME

1 — Care este deosebirea dintre înmulțirea sexuată și cea asexuată?
2 — Numiți cîteva tipuri de germeni.
3 — Prin ce se deosebesc cele două generații din ciclul de dezvoltare al unei plante?
4 — Cum se realizează înmulțirea sexuată la plantele superioare?

29

FLOAREA LA ANGIOSPERME

„Ramură scurtă, cu creștere limitată, ale cărei frunze poartă organe de reproducere"

I. Grințescu

Originea florii. Din punct de vedere al originii, diferitele părți ale florii sînt considerate, de cei mai mulți specialiști, ca fiind frunze metamorfozate, care au căpătat în decursul timpului funcțiuni legate de reproducere. Acest fapt se poate urmări pe figura 48, în care se observă trecerea de la petale la stamine (la nufăr); trecerea de la frunze la sepale (la trandafir); trecerea de la stamine la carpele (la spînz).

Apariția florii a însemnat un progres deosebit în evoluția plantelor.

Formarea florilor (florogeneza). Din punct de vedere ontogenetic, floarea se formează din mugurii florali sau micști ai tulpinii.

La marea majoritate a plantelor, florile se dezvoltă la subsuoara unor frunzulițe modificate numite *bractee*.

Formarea florilor și înflorirea constituie un proces complex, care se desfășoară în cîteva etape:

a. transformarea unor primordii vegetative din vîrfurile vegetative ale tulpinilor sau ramurilor în primordii florale;

b. diferențierea polenului și a sacului embrionar;

c. deschiderea florilor.

Formarea florilor este legată de transformarea întregului vîrf vegetativ meristematic sau numai a unor primordii într-un meristem reproducător. Această transformare se datorește intrării în activitate a unor gene numite *gene florale*, care în meristemul vegetativ nu erau funcționale.

S-a stabilit că intrarea în activitate a genelor florale este stimulată de așa-numiții hormoni florali produși de frunză. Din frunze, hormonii florali intră în circuitul substanțelor asimilate, ajungînd în vîrful vegetativ, și activează genele florale.

Formarea florilor este influențată și de *temperatură*, *lumină*, *apă* și *diferite substanțe* sau *elemente chimice (în special azot)*.

S-a constatat că floarea se formează în special la lumină puternică sau roșie; la lumină slabă sau albastră are loc numai creșterea vegetativă.

Umiditatea mare a aerului favorizează creșterea vegetativă sau oprește formarea florii. Aerul uscat și seceta favorizează acumularea hidraților de carbon în plantă și influențează favorabil formarea florilor.

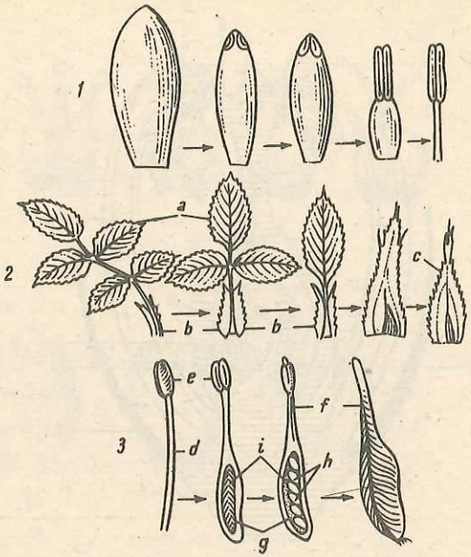


Fig. 48. Originea foliară a elementelor florale: *1* — trecerea de la petale la stamine la nufăr; *2* — trecerea de la frunze la sepale la trandafir; *3* — trecerea de la stamine la carpele la spînz; *a* — foliole ale frunzei compuse; *b* — stipele; *c* — sepală; *d* — filament staminal; *e* — anteră; *f* — stil; *g* — ovar; *h* — ovule; *i* — cavitate ovariană.

Este cunoscut faptul că unele plante nu înfloresc decît după ce au fost supuse, o anumită perioadă, unei temperaturi scăzute.

Organizarea florii la angiosperme. Angiospermele sînt cele mai evoluate plante de pe suprafața globului. Caracterul lor cel mai important constă în aceea că ovulul este închis într-un organ numit ovar, rezultat din concrescerea carpelelor. După fecundație, ovulul se transformă în sămînță, iar ovarul în fruct.

• Analizați* elementele florale de la următoarele plante: piciorul-cocoșului, măr, mazăre, rapiță, cartof, morcov, floarea-soarelui etc.

O floare tipică este alcătuită din: *receptacul*, pe care sînt inserate 5 sau 4 verticile (cicluri) de frunze modificate în următoarea ordine: *sepale* (caliciu), *petale* (corolă), *stamine* (androceu) și *carpele* (gineceu).

Repartizarea organelor reproducătoare în floare. La angiosperme florile pot fi *unisexuate* sau pot fi prevăzute atît cu androceu cît și cu gineceu, în care caz se numesc *hermafrodite* (fig. 49).

Plantele cu flori unisexuate pot fi *monoice*, atunci cînd ambele tipuri de flori se dezvoltă pe același individ (de exemplu: porumbul, stejarul, mesteacănul ș.a.), și *dioice*, atunci cînd florile unisexuate sînt dispuse pe indivizi diferiți (de exemplu cînepa, urzica, salcia ș.a.).

* În funcție de materialul existent.

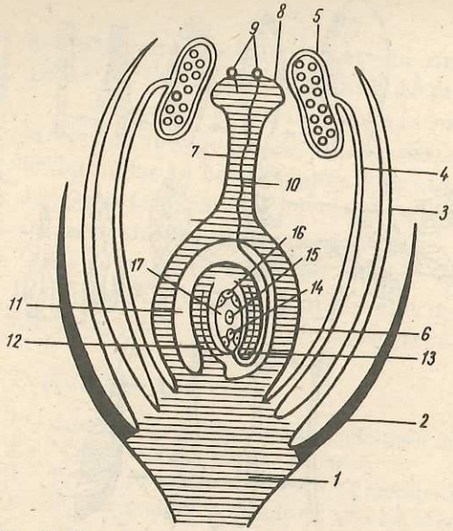


Fig. 49. Organizarea florii la angiosperme:
1 — receptacul; *2* — sepale; *3* — petale; *4* — stamine; *5* — anteră cu granule de polen; *6* — ovar; *7* — stil; *8* — stigmat; *9* — granule de polen germinate; *10* — tub polinic; *11* — cameră ovariană; *12* — ovul; *13* — integumente; *14* — aparatul oosferei; *15* — nucleu secundar; *16* — aparat antipodial; *17* — sac embrionar.

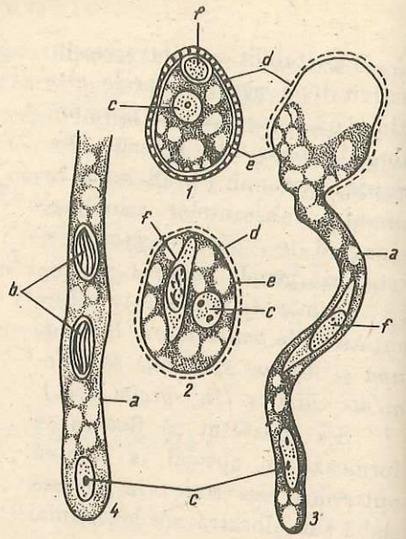


Fig. 50. Organizarea granulei de polen la crinul de pădure:
1—2 — structura granulei de polen; *3* — granulă de polen germinată; *4* — porțiune din tubul polinic după gametogeneză: *a* — tub polinic; *b* — gameți masculini (spermatii); *c* — nucleu vegetativ; *d* — exină; *e* — intină; *f* — nucleu generativ.

Organizarea androceului. Stamina este alcătuită din *filament*, *conectiv* (extremitatea filamentului) și *anteră*, cea mai importantă parte a staminei.

● *Structura granulei de polen.* Din analiza microscopică a granulei de polen de la mentă veți observa la exterior mici excrescențe ascuțite asemănătoare unor spinișori și 6 benzi paralele netede. Văzut în secțiune optică, învelișul granulei de polen sau *sporoderma* este bistratificat: un strat exterior ușor cutinizat și un strat interior subțire și celulozic. Sporoderma delimitează conținutul granulei de polen, care constă din protoplasmă, materii de rezervă și două nuclee*, dintre care unul sferic numit *nucleu vegetativ* (celulă vegetativă) și unul lenticular (delimitat de o membrană subțire) numit *nucleu generativ* (celulă *generativă)* (fig. 50 și Planșa 4).

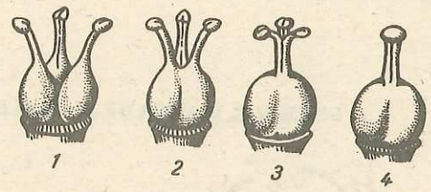
Organizarea gineceului. Toate carpelele dintr-o floare constituie gineceul. Gineceul poate fi alcătuit dintr-o singură carpelă, din două, din trei, patru sau din numeroase carpele. Carpelele care alcătuiesc gineceul pot fi libere sau concrescute (fig. 51).

● Analizați cu lupa un gineceu, observați mai întîi forma sa de pistil (pisălog). Partea bazală, umflată, reprezintă *ovarul;* acesta se continuă cu stilul, mult mai subțire; extremitatea stilului reprezintă *stigmatul.*

● Secționați longitudinal acest gineceu. Veți observa în interiorul ovarului unul sau mai multe ovule prinse pe peretele acestuia, prin intermediul

* La scurt timp după formarea lui, nucleul inițial al granulei de polen se divide, în sacul polinic, în două nuclee: *vegetativ* și *generativ*.

Fig. 51. Tipuri de gineceu:
1 — gineceu din 3 carpele libere; *2—4* — ginecee alcătuite din 3 carpele concrescute prin ovare *(2)*; prin ovare și stil *(3)*; prin ovare, stile și stigmate *(4)*.



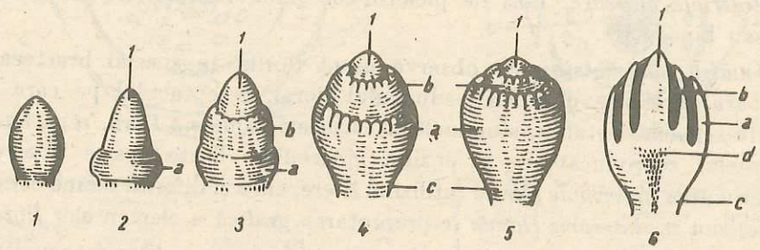


Fig. 52. Dezvoltarea ovulului:
1 — nucelă; *2* — formarea integumentului intern *(a)*; *3* — formarea integumentului extern *(b)*; *4—5* — integumentele învelesc nucela, iar baza ovulului se leagă de peretele ovarului prin funicul *(c)*; *6* — secțiune longitudinală prin ovul; *d* — șalaza.

cîte unui picioruș numit *funicul.* Locul de care funiculul se prinde de corpul ovulului se numește *hil.* Elementele reproducătoare asexuate feminine (sacul embrionar nou format) se formează în ovulele din ovar și anume din celulele nucelei.

Originea și structura ovulului. Ovulul apare pe peretele ovarului la început sub forma unui mamelon numit *nucelă.* În jurul mamelonului se formează mai întîi *integumentul intern*, apoi *funiculul* și în final *integumentul extern* (fig. 52). Funiculul este străbătut de un fascicul conducător a cărei extremitate superioară formează *șalaza.*

● Ovulul este prevăzut cu un înveliș alcătuit din două integumente care protejează nucela, în care se află sacul embrionar. Integumentele nu închid complet nucela, ci lasă un mic orificiu la extremitatea acesteia, numit *micropil.* În sacul embrionar se găsesc 8 nuclee (sau celule) dintre care trei alcătuiesc *aparatul oosferei* (două *sinergide* și *oosfera)*, situat în zona micropilară, două formează nucleul secundar al sacului embrionar, restul de trei constituie aparatul *antipodial* situat în partea opusă a micropilului (v. fig. 49).

ÎNTREBĂRI

1 — Explicați originea florii, cu argumente rezultate din figura 48.
2 — În ce constă florogeneza și care sînt factorii care o influențează?
3 — Care este structura unui ovul?
4 — Care este importanța polenului?

ÎNTREBĂRI ŞI TEME

1 — Care sînt elementele unei flori?
2 — După repartizarea organelor reproducătoare, cum sînt florile de la grîu, măr, mazăre, porumb, cînepă?
3 — Ce tipuri de inflorescenţe cunoaşteţi?
4 — Alcătuiţi o colecţie cu tipurile de inflorescenţe.

31

FECUNDAŢIA LA ANGIOSPERME

„Esenţa fecundaţiei constă în contopirea a două nuclee de sexe diferite".

I. Grinţescu

Microsporogeneza şi formarea gameţilor bărbăteşti (spermatii). Procesul în urma căruia are loc formarea granulelor de polen (microsporilor) poartă denumirea de *microsporogeneză.*

● *Microsporogeneza* se desfăşoară în două etape succesive: *reducţională* şi *ecvaţională*, corespunzător etapelor meiozei (v. schema meiozei de la pag. 22).

Ea începe întotdeauna cu diviziunea reducţională a celulelor mamă, ale granulelor de polen. Aceste celule, a căror totalitate formează ţesutul sporogen, sînt delimitate la mentă şi la foarte multe angiosperme de *ţesutul mecanic.*

La alte plante, ţesutul sporogen este delimitat de un ţesut nutritiv numit *tapet.*

Nucleul celulei mamă, care este diploid, se divide reducţional şi formează două celule haploide. Nucleele acestor celule se divid la scurt timp mitotic şi dau naştere fiecare la cîte două celule, de asemenea haploide, respectiv a patru celule haploide, adică patru granule de polen (v. schema meiozei).

Microgametogeneza. Nucleele granulelor de polen astfel formate mai suferă o diviziune mitotică în urma căreia se formează cele două nuclee: generativ şi vegetativ.

În urma procesului de polenizare (sau chiar înainte), granula de polen germinează şi dă naştere *tubului polinic*, în care pătrund doi gameţi bărbăteşti, proveniţi din diviziunea nucleului generativ.

Procesul de formare al celor doi gameţi (numiţi *spermatii)* poartă denumirea de *microgametogeneză* (spermatogeneză).

Macrosporogeneza şi formarea gametului femeiesc (oosferă). Procesul în urma căruia se formează macrosporul, echivalent cu sacul embrionar tînăr, mononucleat, poartă numele de *macrosporogeneză.*

Urmăriţi în figura 56 macrosporogeneza la tipul de ovul descris.

Ca şi în cazul microsporogenezei, macrosporogeneza se desfăşoară în două etape: *reducţională* şi *ecvaţională* (v. schema meiozei).

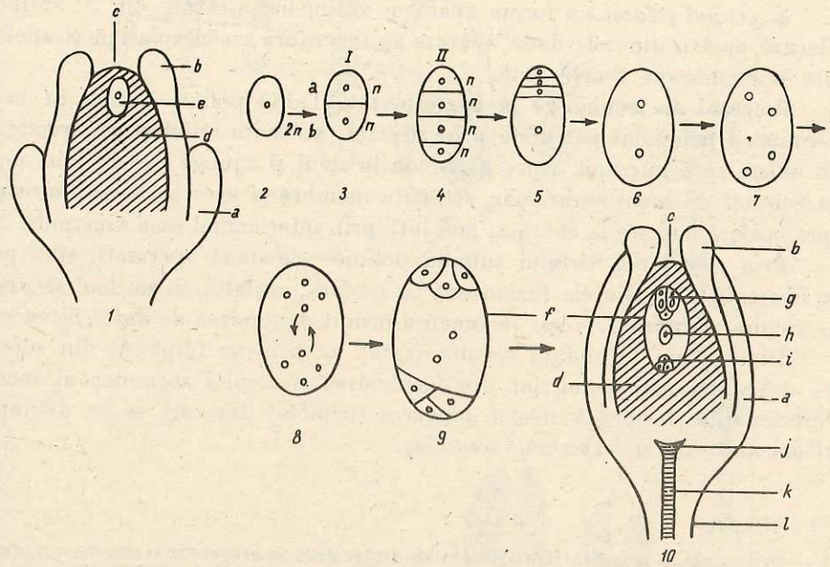


Fig. 56. Macrosporogeneza şi structura ovulului la angiosperme:
1 — ovul tînăr: *a* — integument extern; *b* — integument intern; *c* — micropil; *d* — nucelă; *e* — celulă nucelară; *2* — celulă nucelară mărită; *3* — prima etapă a diviziunii meiotice (I); *4* — a doua etapă a diviziunii meiotice (II); *5* — celula mamă a sacului embrionar şi cele 3 celule care se resorb; *6—9* — diviziunea nucleului celulei mamă a sacului embrionar în urma căreia ia naştere sacul embrionar complet dezvoltat *(f)*; *g* — aparatul oosferei; *h* — nucleu secundar al sacului embrionar; *i* — aparat antipodial; *j* — sălaţă; *k* — fascicul conducător; *l* — funicul; *10* — ovul complet dezvoltat.

Sacul embrionar îşi are originea într-o celulă diploidă, nucleară, subepidermală, situată de obicei în dreptul micropilului.

Această celulă iniţială diploidă se divide în două celule suprapuse (a, b). Celula inferioară (b) se numeşte *celulă mamă a macrosporilor*, deoarece din ea vor lua naştere, în urma a două diviziuni succesive, 4 macrospori haploizi. Prima din cele două diviziuni este reducţională, iar cea de a doua, ecvaţională sau de maturaţie.

Dintre cele patru celule, numai ultima, cea mai de jos, va lua o dezvoltare mare şi se va transforma în sac embrionar. Celelalte trei celule se dezorganizează şi în cele din urmă dispar.

Macrogametogeneza (fig. 56,4—10). Ultima din cele patru celule suprapuse creşte în dimensiuni: nucleul iniţial (nucleu primar) se divide *fără formarea de pereţi despărţitori* în două nuclee; fiecare din cele două nuclee se mai divide o dată în mod asemănător, dînd naştere la 4 nuclee şi în sfîrşit acestea se mai divid o dată, ajungîndu-se astfel la 8 nuclee, dispuse în două grupuri de cîte 4, la cîte un pol al sacului embrionar. Din fiecare grup, cîte un nucleu se deplasează către centrul sacului embrionar pentru a da naştere nucleului secundar al sacului embrionar, diploid.

Cele două grupuri de cîte 3 nuclee se vor organiza astfel:

● *grupul micropilar* va forma *aparatul oosferei* alcătuit din *oosferă* (gametul femel) şi două *sinergide* de o parte şi de alta a acesteia;

● *grupul şalazal* va forma aparatul antipodial alcătuit din 3 antipode. Fiecare nucleu din cele două aparate se înconjură cu citoplasmă şi apoi cu cîte o membrană foarte fină.

Procesul de fecundaţie la angiosperme. Tubul polinic format în urma germinării polenului pătrunde prin stigmat, străbate stilul şi se orientează de obicei spre micropil. Apoi pătrunde în ovul şi ajunge în cele din urmă în contact cu sacul embrionar, străbate membrana acestuia şi se îndreaptă spre oosferă cu care ia contact, mai întîi prin intermediul unei sinergide.

Prin gelificarea vîrfului tubului polinic cele două spermatii sînt puse în libertate. Una din ele fuzionează cu oosfera, cealaltă cu nucleul secundar al sacului embrionar. Acest fenomen a primit denumirea de *dublă fecundaţie.*

Din oosfera fecundată rezultă *zigotul propriu-zis* (diploid) din care se va diferenţia embrionul, iar din fecundarea nucleului secundar al sacului embrionar se formează *zigotul accesoriu* (triploid) din care se va diferenţia *albumenul* sau *endospermul secundar.*

ÎNTREBĂRI

1 — În ce constau asemănările şi deosebirile dintre microsporogeneză şi macrosporogeneză? Dar a acestora cu meioza?
2 — În ce constă fecundaţia la angiosperme?
3 — Cînd sacul embrionar este echivalent cu macrosporul?

32

EMBRIOGENEZA ŞI EMBRIONUL

După dubla fecundaţie, zigotul propriu-zis trece printr-o perioadă de repaus care variază după specie şi după condiţiile de mediu. S-a stabilit că în general, zigotul accesoriu este cel care se divide primul, iar zigotul propriu-zis la scurt timp după acesta.

În stadiile timpurii de dezvoltare nu sînt deosebiri fundamentale între embrionii monocotiledonatelor şi dicotiledonatelor.

Urmăriţi în figura 57 formarea embrionului la dicotiledonate.

Prima diviziune a zigotului propriu-zis este urmată aproape întotdeauna de apariţia unui perete despărţitor transversal, care duce la formarea a două celule suprapuse: una *apicală* şi cealaltă *bazală.* În etapa următoare, celula bazală se divide de mai multe ori transversal şi dă naştere la un şir de celule suprapuse numit *suspensor.* Acest şir de celule împinge în jos celula apicală. Celula apicală se divide mai întîi longitudinal dînd naştere unui primordiu al embrionului (proembrion) în forma literei „T", compus din 4 celule. Fiecare din aceste celule se mai divide o dată, ajungîndu-se la un masiv celular globulos alcătuit din 8 celule, dispuse în două etaje de cîte 4 celule. Etajul de jos va da naştere la doi lobi, fiecare lob reprezentînd primordiile celor două cotiledoane. Între cele două cotiledoane tinere se diferenţiază *gemula*

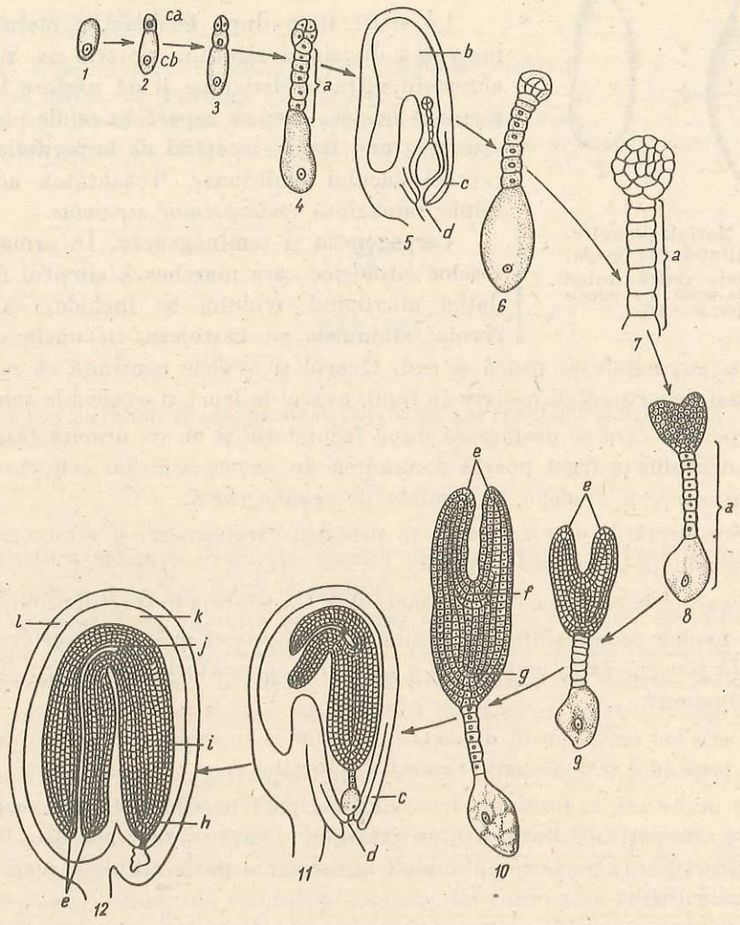


Fig. 57. Embriogeneza la dicotiledonate:
1 — zigot; *2* — primele celule rezultate în urma diviziunii zigotului (*cb* — celula bazală; *ca* — celula apicală); *3—4* — proembrion; *5* — proembrion în ovul; *6* — proembrion mărit; *7—12* — stadii de dezvoltare ale proembrionului şi embrionului: *a* — suspensor; *b* — nucelă; *c* — integumente; *d* — micropil; *e* — cotiledoane; *f* — celulele din care va lua naştere tulpiniţa; *g* — celule din care va lua naştere radicula; *h* — radiculă; *i* — hipocotil; *j* — gemula; *k* — albumen; *l* — tegument seminal.

(plumula). Etajul superior va da naştere hipocotilului. Ultima care apare este *radicula.* Treptat, embrionul ajunge la forma sa definitivă.

● Procesele prin care trece zigotul propriu-zis şi care se finalizează cu formarea embrionului poartă denumirea de *embriogeneză.*

● **Dezvoltarea endospermului secundar.** Endospermul secundar care serveşte ca ţesut nutritiv pentru dezvoltarea embrionului se formează în sacul embrionar din zigotul accesoriu, spre deosebire de endospermul primar, întîlnit la majoritatea gimnospermelor, care se formează înainte şi independent de fecundaţie.

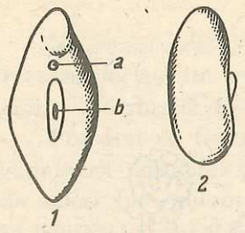


Fig. 58. Morfologia externă a semințelor la fasole: *1* — sămînța văzută ventral și *2* — din profil: *a* — micropil; *b* — hil.

La scurt timp după fecundație, înainte de începerea diviziunii zigotului propriu-zis, zigotul accesoriu intră în diviziune și dă naștere la numeroase nuclee, care se separă în celule imediat sau ceva mai tîrziu, începînd de la periferie spre centrul sacului embrionar. Totalitatea acestor celule reprezintă *endospermul secundar*.

Carpogeneza și seminogeneza. În urma proceselor citologice care marchează sfîrșitul fecundației micropilul ovulului se închide, caliciul, corola, staminele se veștejesc, în unele cazuri stilele și stigmatele se usucă și cad. Ovarul și ovulele continuă să se dezvolte mai departe, dînd naștere în final, ovarul la fruct și ovulele la semințe.

Procesele care se desfășoară după fecundație și au ca urmare transformarea ovarului în fruct poartă denumirea de *carpogeneză*, iar cele care duc la transformarea ovulelor în semințe de *seminogeneză*.

Transformările care se petrec în procesul carpogenezei și seminogenezei pot fi rezumate la următoarele:

- carpelele care constituiau gineceul se transformă în fructul propriu-zis;
- ovulele se transformă în semințe; acest proces include transformarea zigotului propriu-zis în embrion și a zigotului accesoriu în endosperm secundar (albumen);
- are loc creșterea în diametru și volum a ovarului (de la cîteva zeci de ori pînă la 1 000 de ori), respectiv a ovulelor.

De multe ori, la formarea fructului, pe lîngă peretele ovarului mai participă și alte părți ale florii. Așa de exemplu, la căpșun, măr, păr ș.a., la formarea fructului ia parte receptaculul; la carpen ia parte stilul; la mac, stilul și stigmatul etc.

Ovulele exercită o acțiune hormonală directă asupra ovarului, determinînd creșterea acestuia.

Au fost identificați mai mulți hormoni, implicați în creșterea ovarului, din grupul giberelinelor și auxinelor.

În ceea ce privește transformarea ovulului în sămînță menționăm că învelișul ovulului, adică integumentele, se transformă în învelișul seminței, numit tegument seminal.

- Analizați cu o lupă o sămînță de fasole. Veți observa pe suprafața tegumentului unele formațiuni care aparțineau ovulului înainte de fecundare: *hilul* (o cicatrice colorată, rămasă în urma desprinderii funiculului de pe sămînță) și *micropilul* (sub forma unei mici ridicături, avînd la mijloc un mic orificiu), prin care iese radicula la germinarea seminței (fig. 58).
- Secționați transversal o sămînță de fasole, observați tegumentul seminal, alcătuit din *testă* și *tegmen*, care înconjură embrionul.

ÎNTREBĂRI ȘI TEME

1 — Ce se înțelege prin embriogeneză și în ce constă acest proces?
2 — Ce este endospermul secundar? Ce rol are?
3 — Care sînt procesele ce au loc în carpogeneză și seminogeneză?
4 — Alcătuiți o colecție de fructe și semințe din împrejurimile localității voastre.

33

SĂMÎNȚA

Ciclul de dezvoltare al unei plante cu flori începe „de la sămînță și se termină cu formarea semințeI".

K. A. Timireazev

Structura semințeI. Sămînța rezultă din ovul în urma transformărilor pe care acesta le suferă după fecundație.

În general, la o sămînță se disting: *tegumentul seminal*, *embrionul* și *albumenul* (endospermul); unele semințe sînt lipsite de albumen (fig. 59).

Tegumentul seminal învelește și apără embrionul de diferiți factori ai mediului. Aproape întotdeauna este alcătuit din mai multe straturi de celule suprapuse.

Embrionul reprezintă componentul cel mai important al semințeI, deoarece din el se diferențiază noua plantă.

El este alcătuit din: *radiculă* (rădăciniță), *hipocotil* (tulpiniță), *gemulă* (muguraș) și unul sau două cotiledoane (la gimnosperme mai multe) (fig. 60).

Albumenul constituie țesutul de rezervă din care se va hrăni embrionul în timpul germinației semințeI. După cum au sau nu au un țesut de rezervă în jurul embrionului, semințele pot fi *albuminate* (ricin, tutun, cartof, graminee ș.a.) sau pot fi *lipsite de albumen* (floarea-soarelui, salată ș.a.).

Compoziția chimică a semințeI. În compoziția chimică a semințeI au fost identificate: apă, protide, lipide ș.a. (tab. 3).

Tabelul 3

Compoziția chimică a unor semințe exprimată în procente

Planta	Apă	Protide	Glucide	Lipide	Cenușă
Grîu	14—15	9—14	68—72	1,2—2	1,5—2,6
Ricin	5— 6,5	15—20	5—12	46—55	2,9—4
Lupin	10—14	34—40	25—28	4 — 6	2,8—4

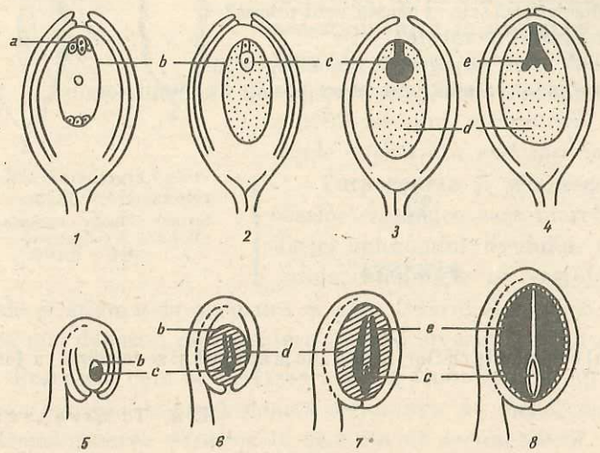


Fig. 59. Schema dezvoltării embrionului la o sămînță cu albumen *(1—4)* și fără albumen *(5—8)*:
1 — ovul matur după fecundație; *2—8* — stadii succesive de dezvoltare: *a* — oosferă fecundată; *b* — sac embrionar; *c* — embrion; *d* — albumen; *e* — cotiledon.

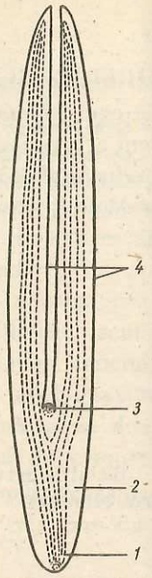


Fig. 60. Organizarea embrionului de la lăptucă (dicotiledonată):
1—radiculă. *2* — hipocotil; *3*—gemula; *4*—cotiledoane.

Viața latentă a embrionului. În viața unei plante sînt perioade de activitate intensă și de repaus. Aceste perioade se succed într-o ordine bine determinată. În perioada de repaus, intensitatea proceselor metabolice scade extrem de mult, iar creșterea este oprită. Acest fel de viață a fost denumit *viața latentă* (anabioză).

Viața latentă a plantelor este un proces de adaptare la condiții variate de mediu. Așa de pildă, în condiții nefavorabile de mediu se instalează starea de repaus la: spori, zigoți, semințe etc.

Starea de repaus a embrionului corespunde cu perioada de repaus hibernal a plantelor și reprezintă o adaptare la condițiile nefavorabile de mediu.

Embrionul intră în repaus în momentul maturației complete a semințelor. Starea de repaus se realizează ca o consecință a următoarelor fenomene mai importante: scăderea la minimum a cantității de apă; transformarea coloizilor în gel; micșorarea vitezei reacțiilor biochimice și, în special, a proceselor oxidative.

În repaus, embrionul nu-și schimbă aspectul morfologic, ci numai starea fiziologică.

Experiențele efectuate cu ajutorul unei tehnici moderne au pus în evidență, în perioada de repaus a embrionului, substanțe inhibitoare ale creșterii acestuia. Pe de altă parte, s-a constatat că, la temperaturi joase în embrion are loc sinteza giberelinei, un stimulator de creștere, cu rol în reglarea repausului semințelor. Cercetări recente consideră că reglarea repausului embrionului este rezultatul interacțiunii dintre substanțele inhibitoare și stimulatorii de creștere.

Germinația semințelor. Prin germinație se înțelege totalitatea proceselor fiziologice și morfologice prin care trece embrionul din sămînță de la starea de repaus la starea activă de creștere.

Experimental s-a demonstrat că nu toate semințele unei plante pot germina. Acest fapt este legat de existența mai multor factori interni și externi.

Dintre factorii interni citățm: permeabilitatea tegumentului seminal, conținutul în apă al semințelor, natura chimică a endospermului, prezența enzimelor active, starea de sănătate și maturitate fiziologică etc. S-a constatat că semințele amidonoase își păstrează capacitatea de germinație un timp mai îndelungat decît semințele oleaginoase. Acest lucru se datorește alterării rapide a lipidelor din semințele oleaginoase.

Dintre factorii externi mai importanți menționăm: *temperatura*, *lumina*, *apa* și *oxigenul*.

Temperatura influențează activitatea enzimelor care declanșează diferitele procese metabolice. Unele semințe necesită pentru germinare temperaturi mai ridicate, altele mai scăzute. De exemplu, temperaturile minimă, optimă și maximă ale grîului sînt: 5°, 21°, 28°; ale porumbului de: 9°, 33°, 42°; ale fasolei: 10°, 32°, 37°; ale mazării: 2°, 30°, 35° etc.

Lumina. La majoritatea plantelor (peste 65% din specii), lumina *stimulează* germinația (mesteacăn, traista-ciobanului, lăptuca, pătlăgeaua roșie ș.a.). La alte specii (25%), lumina *inhibă* germinația (dovleac, urzică moartă, spînz ș.a.). Cercetările au arătat că un număr mai mic de plante au semințe care germinează indiferent de condițiile de lumină (grîu, mei, in ș.a.).

Studiind influența radiațiilor de lumină asupra germinației semințelor de lăptucă, s-a constatat că cele roșu-deschis stimulează germinația, în timp ce radiațiile roșu-închis au o acțiune de inhibare; radiațiile albastre pot provoca germinația numai dacă sînt aplicate pe o durată scurtă de timp. Celelalte radiații (verzi, portocalii și galbene) nu au efect asupra germinației.

Apa determină activitatea unor enzime și a biocoloizilor protoplasmatici. Ea este absorbită de către sămînță prin inhibiție. Absorbția apei se face prin *hil* și prin *tegumentul seminal*, mai încet la început (morcov, pătrunjel, sfeclă) sau mai repede (fasole, mazăre, muștar, rapiță).

Oxigenul joacă și el un rol important, în special în *activitatea enzimelor*. Cantitatea de oxigen consumată în timpul germinației

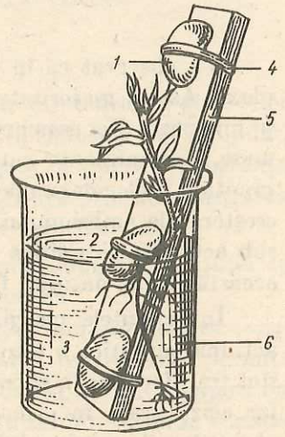


Fig. 61. Factorii germinației seminței. Experiență:
1, 2, 3 — semințe de fasole; *4* — inel de cauciuc; *5* — suport de lemn; *6* — apă fiartă și răcită.

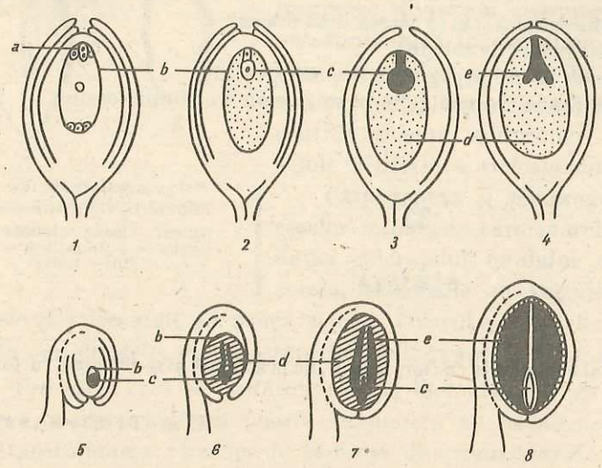


Fig. 59. Schema dezvoltării embrionului la o sămînță cu albumen *(1—4)* și fără albumen *(5—8)*:
1 — ovul matur după fecundație; *2—8* — stadii succesive de dezvoltare: *a* — oosferă fecundată; *b* — sac embrionar; *c* — embrion; *d* — albumen; *e* — cotiledon.

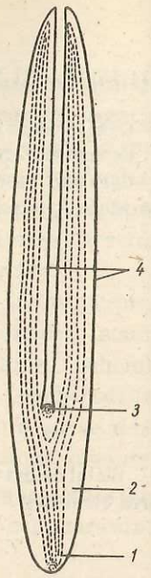


Fig. 60. Organizarea embrionului de la lăptucă (dicotiledonată):
1 — radiculă. *2* — hipocotil; *3* — gemula; *4* — cotiledoane.

Viața latentă a embrionului. În viața unei plante sînt perioade de activitate intensă și de repaus. Aceste perioade se succed într-o ordine bine determinată. În perioada de repaus, intensitatea proceselor metabolice scade extrem de mult, iar creșterea este oprită. Acest fel de viață a fost denumit *viața latentă* (anabioză).

Viața latentă a plantelor este un proces de adaptare la condiții variate de mediu. Așa de pildă, în condiții nefavorabile de mediu se instalează starea de repaus la: spori, zigoți, semințe etc.

Starea de repaus a embrionului corespunde cu perioada de repaus hibernal a plantelor și reprezintă o adaptare la condițiile nefavorabile de mediu.

Embrionul intră în repaus în momentul maturației complete a semințelor. Starea de repaus se realizează ca o consecință a următoarelor fenomene mai importante: scăderea la minimum a cantității de apă; transformarea coloizilor în gel; micșorarea vitezei reacțiilor biochimice și, în special, a proceselor oxidative.

În repaus, embrionul nu-și schimbă aspectul morfologic, ci numai starea fiziologică.

Experiențele efectuate cu ajutorul unei tehnici moderne au pus în evidență, în perioada de repaus a embrionului, substanțe inhibitoare ale creșterii acestuia. Pe de altă parte, s-a constatat că, la temperaturi joase în embrion are loc sinteza giberelinei, un stimulator de creștere, cu rol în reglarea repausului semințelor. Cercetări recente consideră că reglarea repausului embrionului este rezultatul interacțiunii dintre substanțele inhibitoare și stimulatorii de creștere.

Germinația semințelor. Prin germinație se înțelege totalitatea proceselor fiziologice și morfologice prin care trece embrionul din sămînță de la starea de repaus la starea activă de creștere.

Experimental s-a demonstrat că nu toate semințele unei plante pot germina. Acest fapt este legat de existența mai multor factori interni și externi.

Dintre factorii interni citățm: permeabilitatea tegumentului seminal, conținutul în apă al semințelor, natura chimică a endospermului, prezența enzimelor active, starea de sănătate și maturitate fiziologică etc. S-a constatat că semințele amidonoase își păstrează capacitatea de germinație un timp mai îndelungat decît semințele oleaginoase. Acest lucru se datorește alterării rapide a lipidelor din semințele oleaginoase.

Dintre factorii externi mai importanți menționăm: *temperatura*, *lumina*, *apa* și *oxigenul*.

Temperatura influențează activitatea enzimelor care declanșează diferitele procese metabolice. Unele semințe necesită pentru germinare temperaturi mai ridicate, altele mai scăzute. De exemplu, temperaturile minimă, optimă și maximă ale grîului sînt: 5°, 21°, 28°; ale porumbului de: 9°, 33°, 42°; ale fasolei: 10°, 32°, 37°; ale mazării: 2°, 30°, 35° etc.

Lumina. La majoritatea plantelor (peste 65% din specii), lumina *stimulează* germinația (mesteacăn, traista-ciobanului, lăptuca, pătlăgeaua roșie ș.a.). La alte specii (25%), lumina *inhibă* germinația (dovleac, urzică moartă, spînz ș.a.). Cercetările au arătat că un număr mai mic de plante au semințe care germinează indiferent de condițiile de lumină (grîu, mei, in ș.a.).

Studiind influența radiațiilor de lumină asupra germinației semințelor de lăptucă, s-a constatat că cele roșu-deschis stimulează germinația, în timp ce radiațiile roșu-închis au o acțiune de inhibare; radiațiile albastre pot provoca germinația numai dacă sînt aplicate pe o durată scurtă de timp. Celelalte radiații (verzi, portocalii și galbene) nu au efect asupra germinației.

Apa determină activitatea unor enzime și a biocoloizilor protoplasmatici. Ea este absorbită de către sămînță prin inhibiție. Absorbția apei se face prin *hil* și prin *tegumentul seminal*, mai încet la început (morcov, pătrunjel, sfeclă) sau mai repede (fasole, mazăre, muștar, rapiță).

Oxigenul joacă și el un rol important, în special în *activitatea enzimelor*. Cantitatea de oxigen consumată în timpul germinației

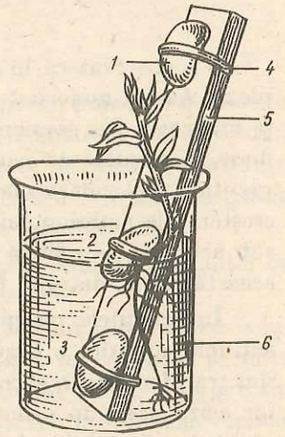


Fig. 61. Factorii germinației seminței. Experiență:
1, 2, 3 — semințe de fasole; *4* — inel de cauciuc; *5* — suport de lemn; *6* — apă fiartă și răcită.

diferă. Semințele oleaginoase consumă mai mult oxigen decît cele amidonoase, deoarece transformarea lipidelor în amidon se face cu un mare consum de oxigen. Semințele nu germinează în absența oxigenului.

Experiențe și observații. Necesitatea apei, oxigenului și temperaturii în germinația seminței poate fi dovedită montînd o experiență ca cea din figura 61.

Numai sămînța de la nivelul 2 germinează. De ce?

- Puneți diferite semințe pe nisip umed, la lumină și la temperatura de 10°C.
- Puneți aceleași semințe pe nisip umed, așezați-le la întuneric.
- Puneți semințe de același fel în aceleași condiții, dar acoperiți-le cu un strat de 1, 2 sau 3 cm de nisip.

Ce constatați în cele trei cazuri?

ÎNTREBĂRI

1 — Care sînt părțile componente ale unei semințe?
2 — Ce se înțelege prin viața latentă a embrionului?
3 — Ce este germinația?
4 — Care sînt factorii germinației?

34

METABOLISMUL GERMINAȚIEI

S-a observat că în timpul germinației se petrec procese biologice complexe. Astfel, majoritatea sărurilor minerale trec din cotiledoane în radiculă și mugurașș. De asemenea, substanțele de rezervă cu greutate moleculară mare, sub influența catalitică a enzimelor, se transformă în substanțe cu greutate moleculară mică, solubile în apă și ușor utilizabile în procesele de creștere ale embrionului. Așa de pildă, în semințele amidonoase, amidonul, sub acțiunea hidrolitică a *amilazei* și *maltazei* se hidrolizează în maltoză. În această etapă, datorită formării zaharurilor, semințele au un gust dulce.

În semințele oleaginoase se observă o scădere a grăsimilor, datorită acțiunii catalitice a enzimei numită *lipază*. În urma acestui proces, lipidele sînt transformate în *glicerină* și *acizi grași*. Glicerina se transformă în zaharuri, iar acizii grași, în urma unor transformări complexe, intră în procesul de respirație al embrionului.

Substanțele proteice acumulate în unele semințe se transformă și ele sub acțiunea enzimelor numite *proteaze*, în *aminoacizi*.

Nutriția embrionului. S-a constatat că embrionul are o nutriție heterotrofă, deoarece el nu poate sintetiza substanțele organice din substanțe

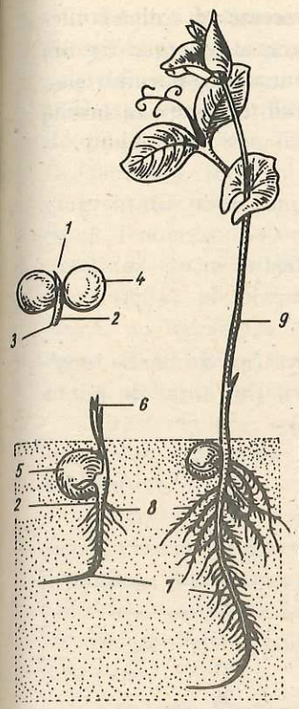


Fig. 62. Germinația hipogee la mazăre:
1 — gemula; *2* — hipocotil; *3* — radicula; *4* — cotiledon; *5* — tegument; *6* — epicotil; *7* — rădăcini principale; *8* — radicele; *9* — tulpina principală.

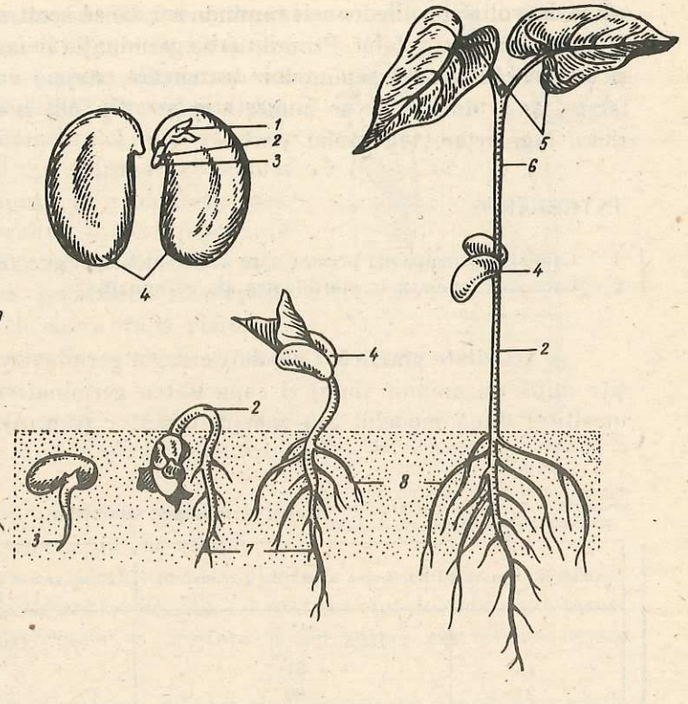


Fig. 63. Germinația epigee la fasole:
1 — gemula; *2* — hipocotil; *3* — radicula; *4* — cotiledoane; *5* — frunze asimilatoare; *6* — epicotil; *7* — rădăcini principale; *8* — radicele.

anorganice. Embrionul utilizează zaharurile rezultate din hidroliza glucidelor sau provenite din transformarea lipidelor depozitate în endospermul secundar.

Embrionul izolat crește pe medii nutritive bogate în zahăr și substanțe minerale azotate; creșterea lui poate fi însă intensificată prin administrarea în cantități mici de vitamine (tiamină, biotină, acid ascorbic ș.a.).

Fenomenele morfologice ale germinației. În urma îmbibării seminței cu apă, primul fenomen observabil este *umflarea* acesteia.

Țesuturile seminței, crescînd mult în volum, determină întinderea tegumentului seminal și, în cele din urmă, dezorganizarea lui. Aceasta permite radiculei să iasă afară, ajungînd astfel la cel de-al doilea fenomen important al germinației. Odată ieșită, radicula se orientează în sol întotdeauna vertical în jos. La scurt timp, apar perișorii absorbanți și fosta radiculă devine rădăcină principală, adaptată funcțiilor de fixare și absorbție.

După ieșirea radiculei, hipocotilul și epicotilul provenit din gemulă cresc în sens invers rădăcinii, transformîndu-se în tulpină principală. În timpul creșterii și dezvoltării tulpinii se pot întîmpla două cazuri: fie că hipocotilul

nu se dezvoltă și cotiledoanele rămîn în sol, fie că acesta crescînd, ridică cotiledoanele deasupra solului. Primul tip de germinație se numește *hipogee* (fig. 62) și este caracteristică semințelor de mazăre, stejar, nuc, grîu, porumb ș.a., iar cel de-al doilea tip se numește *epigee* (fig. 63) și se întîlnește la fasole, ricin, fag, arțar, tei, molid ș.a.

ÎNTREBĂRI

1 — Care sînt principalele procese care au loc în timpul germinației?
2 — Care sînt fenomenele morfologice ale germinației?

● **Activitate practică.** Calculați energia germinativă (nr. de boabe încolțite după un anumit timp) și capacitatea germinativă (nr. total de boabe încolțite) după modelul din tabelul următor (tab. 4).

Tabelul 4

Proba germinației semințelor

Numărul de probe	Numărarea 1 (energia germinativă)	Numărarea a 2-a (capacitatea germinativă)
	Data.....	Data.....
1	91	97
2	90	98
3	93	96
4	90	98
Total	364	389
Media	91 Energia germinativă =91%	97 Capacitatea germinativă =97%

35

CREȘTEREA ȘI DEZVOLTAREA PLANTELOR

Trecerea embrionului în stadiul de plantulă și apoi de plantă se realizează prin creșterea și diferențierea celulelor, avînd ca urmare apariția organelor vegetative caracteristice.

Prin creștere se înțelege complexul de procese care duc la mărirea ireversibilă a corpului unei plante.

Trebuie să facem deosebire între mărirea ireversibilă și cea reversibilă a volumului sau greutății unei plante; aceasta din urmă nu înseamnă creșterea fiziologică propriu-zisă. Așa de pildă, creșterea filamentului unei stamine în perioada înfloririi și mărirea volumului și greutății unor semințe prin imbibiție sînt două fenomene deosebite; primul reprezintă creșterea în sens fiziologic, deoarece este ireversibilă; al doilea reprezintă o creștere fizică, nu fiziologică, deoarece după pierderea apei de imbibiție semințele revin la greutatea și volumul inițiale.

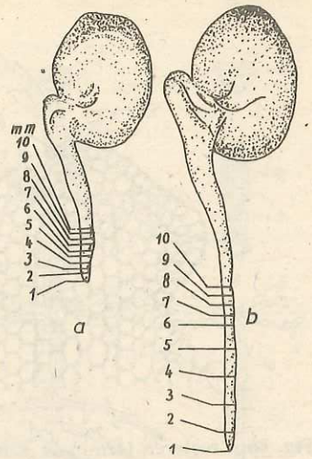


Fig. 64. Zonele de creștere la rădăcina de bob:
a — marcarea cu tuș din mm în mm la începutul experienței; *b* — creșterea după 24 de ore în zonele marcate.

Creșterea are loc paralel cu diferențierea organelor vegetative și presupune schimbări cantitative.

Procesele care conduc de la o stare calitativă veche la una nouă, de la simplu la complex, de la zigot → embrion → plantulă → plantă → sămînță, intră în noțiunea de *dezvoltare* (v. fig. 66). Cu toate că sînt deosebite din punct de vedere fiziologic, procesele de creștere și dezvoltare sînt strîns legate între ele.

Creșterea plantelor. Creșterea plantei și diferențierea organelor vegetative se realizează prin diviziunea celulară, mitotică.

Mărirea volumului celulelor rezultate din diviziunea celulară se poate face pe toată suprafața celulei, în mod uniform, în toate direcțiile, rezultînd celule de tip *parenchimatic*, sau se poate face inegal, într-o anumită direcție, rezultînd celule de tip *prozenchimatic*. Aceasta înseamnă că în timpul creșterii are loc și diferențierea celulară.

Localizarea zonei de creștere. La foarte multe plante inferioare toate celulele se divid și cresc în mod egal. La altele, numai anumite celule sînt răspunzătoare de creșterea talului și anume celulele situate în zona terminală a acestuia.

La plantele superioare creșterea este legată de anumite zone de creștere. Astfel, zona de creștere la rădăcină este destul de îngustă; ea se află subterminal la 5—10 mm de la vîrful rădăcinii (fig. 64). Zona de creștere la tulpină este în funcție de tipul de tulpină. Vom deosebi o zonă de creștere *terminală* (apicală) și anume chiar în primul strat al vîrfului vegetativ (fig. 65) și o zonă de creștere *intercalară* de obicei întîlnită în întrenoduri, în cazul gramineelor cu tulpina articulată.

Faza de creștere propriu-zisă este continuată de *faza de creștere prin întindere*. Aceasta are loc la o anumită distanță de vîrfurile vegetative, în așa-numita *zonă de întindere*.

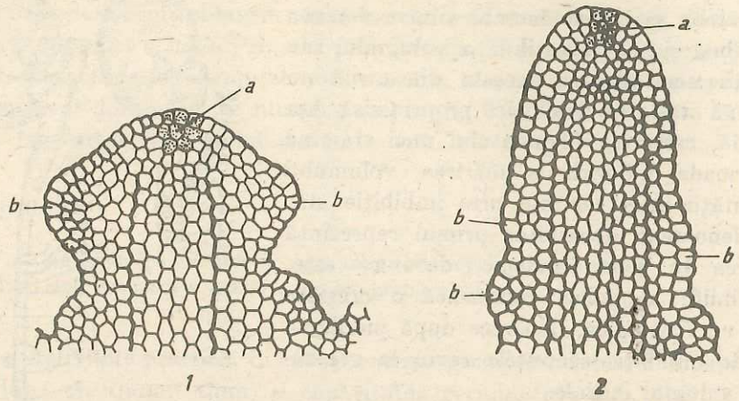


Fig. 65. Creşterea terminală a tulpinii la piciorul-cocoşului *(1)* şi ciuma-apelor *(2)*: *a* — celule iniţiale din activitatea cărora se formează meristemele primare; *b* — primordiile frunzelor.

După încheierea fazei de creştere prin întindere, începe *faza de diferenţiere*, în cursul căreia celulele capătă anumite funcţiuni fiziologice. Diferenţierea celulară are loc deasupra zonei de creştere prin întindere.

Factorii care influenţează creşterea plantelor. După cum s-a constatat, creşterea plantelor este în strînsă legătură cu condiţiile de mediu extern şi depinde de o serie de factori cum sînt: *temperatura*, *lumina*, *apa*, *substanţele nutritive* etc. Dintre aceştia, cei mai studiaţi au fost: temperatura şi lumina.

Influenţa temperaturii. Cercetările au arătat că temperatura joacă un rol deosebit de important atît în creşterea prin diviziune a celulelor, cît şi în creşterea prin întindere. De exemplu, la 10°C durata diviziunii mitotice este de 37 minute, la 20°C de 81 minute, iar la 30°C de 71 minute.

Influenţa luminii. Cultivate la întuneric, plantele verzi se etiolează. Plantele etiolate au o structură deosebită faţă de cele normale; frunzele lor au forma unor solzi (scvame); tulpina se alungeşte mai mult; nu se formează clorofilă şi ca atare, plantele au o culoare palid-gălbuie etc.

În dezvoltarea lor istorică, plantele s-au adaptat la intensităţi variate de lumină. Din acest punct de vedere se cunosc: *plante de lumină* (mesteacăn, piersic, ştir, cedru ş.a.), caracterizate prin frunze groase, consistente, cu numeroase stomate şi cu numeroase fascicule libero-lemnoase etc. şi *plante de umbră* (muşchi, brad, fag ş.a.), caracterizate prin frunze subţiri, cloroplaste mai puţine, dar mai mari şi un număr redus de fascicule libero-lemnoase etc.

În afară de factorii externi menţionaţi, creşterea plantelor mai este influenţată pozitiv de o serie de substanţe formate în procesul de metabolism, numite substanţe de creştere (auxine, gibereline, vitamine etc.), hormoni de creştere sau fitohormoni, care acţionează asupra tuturor proceselor morfofiziologice etc.

Dezvoltarea plantelor. Am văzut că fenomenele de creştere sînt strîns legate de cele ale dezvoltării. După cum se ştie, ciclul de dezvoltare al unei plante cu flori începe de la sămînţă şi se termină cu formarea seminţei. În ciclul de *dezvoltare* al unei plante cu flori, deosebim următoarele patru etape ontogenetice:

- Prima etapă începe cu celula ou sau zigotul.
- A doua etapă este reprezentată prin embrion. Viitoarea plantă în miniatură, embrionul, rezultă din diviziunea succesivă a zigotului, pe cale mitotică.
- A treia etapă o reprezintă plantula, care se diferenţiază din embrion, în urma proceselor de organogeneză. Acestea sînt: diferenţierea rădăcinii, tulpinii şi a frunzei, ca principale organe ale unei cormofite.
- În sfîrşit, a patra etapă ontogenetică este reprezentată de planta matură, capabilă să formeze flori şi, în final, seminţe (fig. 66).

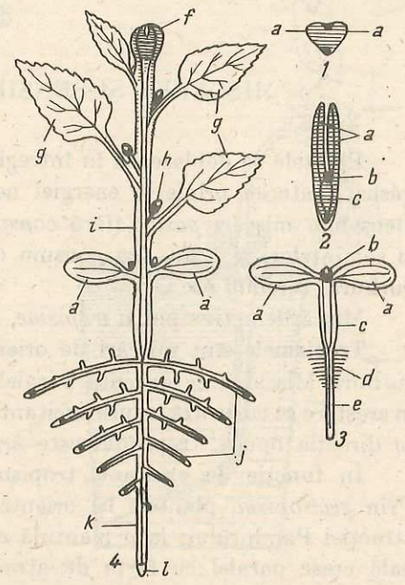


Fig. 66. Etapele dezvoltării unei plante: *1*, *2* — embrion în două etape de dezvoltare; *3* — plantulă; *4* — plantă; *a* — cotiledoane; *b* — gemula; *c* — hipocotil; *d* — perişori radiculari; *e* — radicula; *f* — mugure apical; *g* — frunză propriu-zisă; *h* — muguri laterali; *i* — tulpină; *j* — radicele; *k* — rădăcină principală; *l* — vîrf vegetativ al rădăcinii.

Durata ciclului de dezvoltare. Durata ciclului de viaţă variază de la circa 30 minute la unele bacterii, pînă la mii de ani la unele plante superioare.

Ciclul de dezvoltare al unei plante superioare se poate realiza într-un an, la *plantele anuale* (de exemplu: porumb, fasole etc.) în doi ani, la *plantele bienale* (de exemplu: sfeclă de zahăr, ceapa ş.a.), sau în mai mulţi ani, la *plantele perene* (de exemplu: arbori, arbuşti, unele plante ierboase).

ÎNTREBĂRI

1 — În ce constă deosebirea dintre creştere şi dezvoltare?
2 — Unde este localizată zona de creştere la plante?
3 — Care sînt factorii de creştere?
4 — Ce se înţelege prin ciclul de dezvoltare al unei plante?

36

MIȘCAREA ȘI SENSIBILITATEA LA PLANTE

Plantele se deplasează în întregime sau își orientează organele în scopul găsirii materiei prime și energiei necesare asimilării substanțelor organice. Deosebim mișcări *pasive* (fără consum de energie, ex. răspîndirea fructelor și semințelor) și *active* (cu consum de energie, ex. mișcări de locomoție, de curbură, torsiuni etc.).

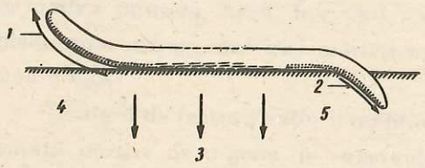
Mișcările active pot fi *tropisme*, *nastii* și *tactisme*.

Tropismele sînt mișcări de orientare care se realizează, de obicei, prin curburi. Mișcarea se execută paralel cu direcția excitantului. Dacă organul în creștere se curbează înspre excitant, tropismul este *pozitiv;* dacă se îndreaptă în direcția opusă, tropismul este *negativ*.

În funcție de excitant, tropismele sînt: *geotropisme*, *fototropisme* ș.a. Prin *geotropism*, plantele își orientează organele față de direcția și sensul atracției Pămîntului: la o plantulă constatăm că rădăcina și tulpina principală cresc paralel cu forța de atracție a Pămîntului. Ambele organe sînt *ortogeotrope*. Rădăcina principală este *pozitiv ortogeotropă* iar tulpina *negativ ortogeotropă* (fig. 67).

Pentru a stabili care este zona unde se face curbura, însemnați rădăcinița și tulpinița unei plantule cu tuș din 2 în 2 mm și așezați-o orizontal pe nisip umed. Veți constata că cea mai mare curbură geotropică se face în zona de întindere a celulelor (fig. 68). În același timp observați curbarea negativ ortogeotropică a tulpinii. Înlăturînd acțiunea de gravitație fără a o înlocui cu o altă forță, se demonstrează că gravitația este cauza mișcărilor geotrope.

Fig. 67. Mișcările de curbare ale rădăcinii și tulpinii față de forța de gravitație:
1 — stimulare; *2* — inhibare; *3* — forța de gravitație; *4* — tulpină; *5* — rădăcină.



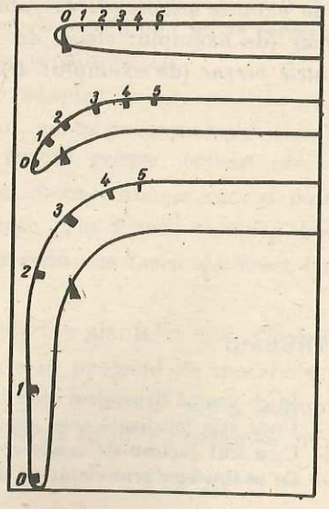


Fig. 68. Stabilirea zonei de curbură a rădăcinii.

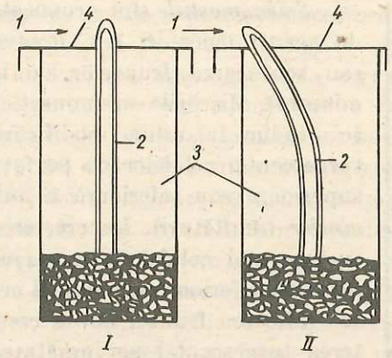


Fig. 69. Sensibilitatea la lumină a coleoptilului de ovăz:
1 — direcția razelor de lumină; *2* — coleoptil de ovăz; *3* — cameră obscură; *4* — capac mobil.

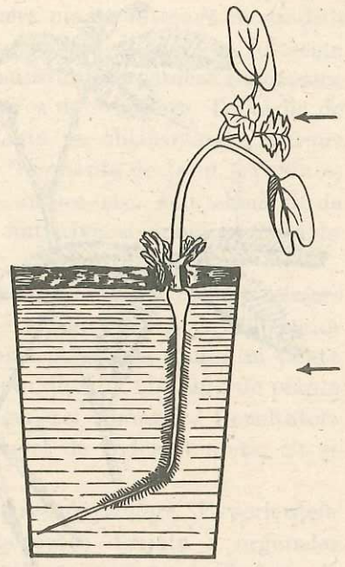


Fig. 70. Sensibilitatea la lumină a rădăcinii și tulpinii de mușt ar: săgețile indică direcția razelor de lumină.

Datorită geotropismului negativ, tulpinile cerealelor culcate la pămînt de vînt, ploi etc. pot reveni la poziția verticală.

Prin *fototropism* organele plantelor se orientează față de direcția și sensul razelor de lumină.

Observați în figura 69 ce se întîmplă cu coleoptilele dacă primesc lumină numai dintr-o parte; observați în figura 70 cum se curbează rădăcina și tulpina principală la o plantă tînără de mușt ar, ținută cu rădăcina într-un vas cu soluție nutritivă, așezat lîngă un geam.

Rezultă că tulpina și coleoptilul au un fototropism pozitiv. Rădăcinile, la cele mai multe plante, sînt indiferente față de lumină, fac excepție rădăcinile de mușt ar și rădăcinile embrionare de floarea-soarelui, care au fototropism negativ.

În viața plantelor fototropismul are o însemnătate deosebită, întrucît orientează frunzele acestora spre lumină.

Nastiile sînt mișcări neorientate, determinate de intensitatea diferită a unor excitanți (lumina, temperatura ș.a.). După excitanții care le produc, nastiile pot fi grupate în: *fotonastii*, *termonastii*, *seismonastii* ș.a.

Fotonastiile sînt provocate de variații în timp ale intensității luminii; ele se produc prin variații de creștere sau turgescență. În natură se observă mai ales spre seară și dimineața devreme (ex. in, păpădie, regina-nopții ș.a.).

Termonastiile sînt provocate de variații ale temperaturii: ex. deschiderea florilor la creșterea temperaturii și închiderea lor la scăderea temperaturii (lalea, trandafir, brîndușă ș.a.).

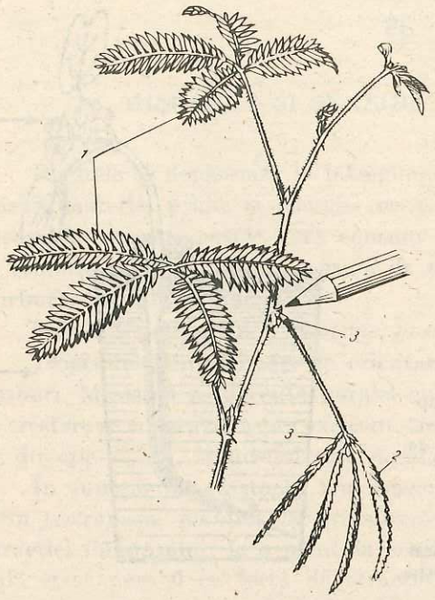


Fig. 71. Seismonastie la mimoză:
1 — frunze în poziție normală; *2* — frunza în urma atingerii cu un creion; *3* — pulvine.

Seismonastiile sînt provocate de agenți mecanici (ex. lovirea sau scuturarea frunzelor de la mimoză). Mișcările seismonastice se produc în urma modificării turgescenței celulelor de pe fața superioară sau inferioară a *pulvinelor* (umflături). La creșterea turgescenței celulelor de pe jumătatea inferioară a pulvinei are loc ridicarea frunzei iar la creșterea turgescenței pe jumătatea superioară a pulvinei, înclinarea ei (fig. 71).

Tactismele presupun deplasarea corpului plantelor libere sub influența unui excitant. Se cunosc: *fototactism*, *chimiotactism*, *termotactism* ș.a.

Fototactismul este deplasarea spre lumină a unor plante libere, fotosintetizante (unele alge și bacterii purpurii);

Chimiotactismul este deplasarea sau orientarea spre anumite substanțe chimice (într-o anumită concentrație) a unor bacterii, spermatii, tuburi polinice ș.a.).

Termotactismul reprezintă mișcarea efectuată de unele plante, determinată de diferențele de temperatură.

ÎNTREBĂRI ȘI TEME

1 — Care sînt mișcările active ale plantelor?
2 — Ce importanță au mișcările plantelor?
3 — Montați experiențe pentru a demonstra geotropismul, fototropismul ș.a.

37

BIOTEHNOLOGII FOLOSITE ÎN CULTURA CELULELOR ȘI A ȚESUTURILOR

„Biotehnologiile reprezintă o direcție de mare însemnătate care își găsește în prezent o largă aplicabilitate în multiplicarea unor plante, arbuști și pomi fructiferi, plante de interes agricol și forestier".

Culturile de celule și țesuturi pe medii nutritive speciale reprezintă o preocupare actuală a biologilor din numeroase țări ale lumii, inclusiv din țara noastră. La baza tehnologiilor folosite în cultura celulelor și țesuturilor

vegetale se află capacitatea acestora de a regenera planta întreagă în condiții controlate și de medii nutritive adecvate. Ca mediu nutritiv se folosește în mod normal agar-agarul, la care se adaugă substanțe organice, anorganice și anumiți hormoni de creștere în cantități riguros determinate. Tehnicile de culturi de celule și țesuturi se bazează în esență pe obținerea de *calusuri* (grupuri de celule nediferențiate) pornind de la fragmente de țesut (explante) din diferite organe: rădăcină, tulpină, frunze, antere etc. sau chiar de la celule izolate. Acestea sînt trecute pe medii nutritive și apoi incubate la temperatură și lumină controlate.

Pentru anumite cercetări se recomandă să se lucreze cu *culturi celulare pure*, provenite de la o celulă izolată. Celula izolată, trecută pe un mediu de cultură, intră în diviziune și dă naștere la calus. Acesta la rîndul lui poate fi utilizat în cercetări științifice de laborator sau în direcția obținerii de plante întregi prin dirijarea organogenezei și embriogenezei somatice. Rezultatele obținute sînt deosebit de valoroase, atît din punct de vedere teoretic cît și practic. Pînă în prezent s-au realizat:

1. *Regenerarea plantelor din calusuri și suspensii celulare.* Experiențele de laborator au demonstrat posibilitatea regenerării dirijate a organelor vegetative și chiar a unor indivizi identici cu planta mamă, pornind de la calus sau suspensii de celule.

Diferențierea unor indivizi noi prin această tehnică este precedată de apariția în masa calusului a unor grupe de celule cu caracter meristematic (meristemoizi) de formă globulară. Aceștia vor evolua în embrioni sematici, cu radiculă și vîrf vegetativ tulpinal și în cele din urmă în planta propriu-zisă.

2. *Culturi de meristeme.* Tehnica culturii meristemelor se utilizează cu rezultate foarte bune în vederea obținerii unor plante identice cu planta mamă, lipsite de viroze și alți agenți patogeni.

Meristemele folosite în culturi sînt grupuri de celule de dimensiuni mici (0,1 mm diametru/0,25 mm lungime) izolate din vîrfurile lăstarilor sau mugurilor laterali.

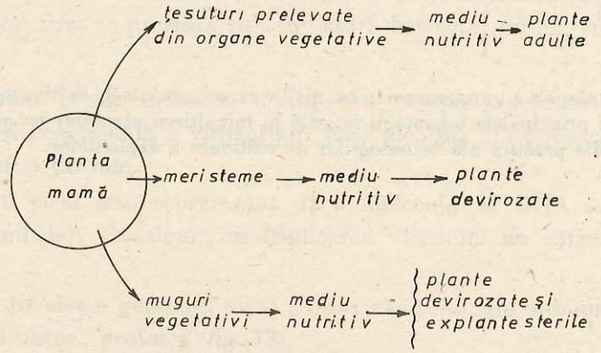


Fig. 72. Posibilitățile de înmulțire ale plantelor prin tehnologii de cultivare pe medii nutritive.

Obținerea plantelor devirozate prin această tehnică are la bază explicația general acceptată că meristemele apicale sînt lipsite de virusuri.

Folosind această tehnică se obțin plante sănătoase și omogene din punct de vedere genetic.

3. *Culturi de muguri.* Este mult utilizată în scopul obținerii unor stocuri de material devirozat, necesar pentru înmulțirea vegetativă a plantei respective și pentru utilizarea ca sursă de țesut sau celule în vederea cultivării lor pe medii nutritive.

Se colectează mugurii vegetativi cu puțin timp înainte de desmugurire sau în perioada de viață latentă. Puși pe medii nutritive adecvate, aceștia înrădăcinează și servesc astfel la înmulțirea vegetativă a plantei (fig. 72).

Importanța practică. Folosirea tehnicilor de culturi celulare pe medii nutritive a făcut posibilă obținerea de plante sănătoase care se înmulțesc în mod normal prin semințe.

De asemenea s-a creat posibilitatea multiplicării hibrizilor sterili într-un timp scurt, s-a redus ciclul vegetativ, relativ lung la plantele care se înmulțesc prin bulbi, rizomi, tuberculi etc.

A crescut mult interesul pentru aceste biotehnologii în scopul obținerii la scară industrială a unor produși de interes farmaceutic, cosmetic, alimentar etc.

Pe baza acestor tehnologii s-au reușit regenerarea și înmulțirea a numeroase plante ornamentale, alimentare și medicinale, cum sînt: gerbera, crizantema, asparagus, garoafa, petunia, ciumăfaia, tutunul, fragul, morcovul, sfecla ș.a.

În domeniul silviculturii se urmărește înmulțirea vegetativă a unor plante valoroase care nu pot fi multiplicate prin tehnicile clasice (altoire, butășire etc.).

ÎNTREBĂRI

1 – Care sînt etapele organogenezei în condițiile experimentale de cultivare a explantelor?
2 – Explicați principalele tehnologii folosite în înmulțirea plantelor pe medii nutritive.
3 – Implicațiile practice ale tehnologiilor de cultivare a explantelor.

ELEMENTE DE FILOGENIE

38

VIRUSURI

„Materia vie este organizată în celule, iar viața se manifestă numai în cadrul organismelor cu structură celulară".

N. Botnariuc

„Virusurile nu se multiplică singure, ci sînt multiplicate".

G. Zarnea

Numai din considerente de ordin didactic, începem capitolul de filogenie cu virusurile.

Virusurile sînt *entități infecțioase*, submicroscopice, strict parazite intracelular, lipsite de organizare celulară.

Marea majoritate sînt lipsite de enzime și metabolism propriu-zis și nu se pot autoreproduce; ele sînt înmulțite de celulele vii pe care le parazitează, din care motiv, specialiștii le consideră nevii.

Din punct de vedere chimic, virusurile pot fi definite ca macromolecule nucleoproteice, care se prezintă sub trei stări distincte: *virion*, *virus vegetativ* și *provirus*.

- *Virionul* (virus infecțios matur sau complet) reprezintă unitatea morfologică și funcțională a virusurilor. Este alcătuit din două componente: *genomul viral* și *capsida*.

Genomul viral este reprezentat de o moleculă de DNA sau de RNA (niciodată ambele); el asigură multiplicarea virusului de către celula vie, parazitată.

Capsida învelește genomul viral și este alcătuită din subunități numite *capsomere* de natură proteică (fig. 73).

- *Virusul vegetativ* este de fapt virionul decapsidat, formă sub care se găsește în timpul multiplicării sale în celula vie, parazitată.

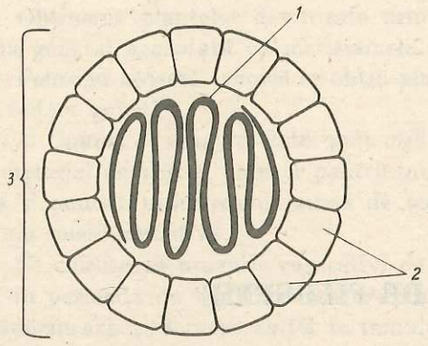


Fig. 73. Structura unui virion:
1 — genom viral; *2* — capsomere; *3* — nucleocapsidă.

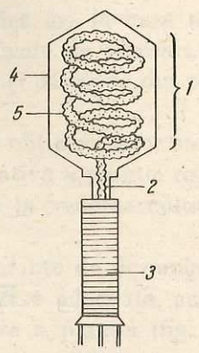


Fig. 74. Structura unui bacteriofag:
1 — cap; *2* — gît; *3* — coadă; *4* — înveliș proteic; *5* — miez de DNA.

● *Provirusul* reprezintă genomul viral integrat în cromozomii nucleului celulei parazitate.

Forma virusurilor mature. Virionii pot avea diferite forme: cilindrică (virusul mozaicului tutunului), sferică (virusul gripal), paralelipipedică (virusul variolei), formă de cireașă cu coadă, ca la unii bacteriofagi (viruși ai bacteriilor) (fig. 74).

Dimensiunile virusurilor variază între 80—2 500 Å*, de aceea ele nu pot fi văzute decît la microscopul electronic; foarte rar pot fi văzute și la microscopul optic.

Multiplicarea virusurilor. În afara celulelor vii, virusurile sînt neinfecțioase și incapabile de înmulțire. Multiplicarea virusurilor începe o dată cu pătrunderea virionilor în celulele vii. Aceasta se realizează prin intermediul membranei celulei atacate.

După pătrundere, are loc decapsidarea și ca urmare, dezasamblarea virusului în acizi nucleici și proteine virale și dispersarea acestora în celula gazdă.

Acidul nucleic viral determină devierea proceselor de biosinteză caracteristice celulei gazdă, așa încît aceasta va efectua sinteze noi, după modelul sau tiparul furnizat de virion, avînd ca urmare distrugerea celulei gazdă.

După această fază de biosinteză urmează asamblarea noilor componente într-un mare număr de virioni și apoi eliberarea acestora prin membrana celulei parazitate. Virusurile liberate infectează noi celule, în același mod.

Clasificarea virusurilor. După constituția genomului viral, din DNA sau RNA, se cunosc *dezoxivirusuri* și *ribovirusuri*.

Virusurile pătrunse în organismul uman produc diferite boli, numite *viroze:* variola, gripa, pojarul, rubeola, varicela, herpesul, turbarea, hepatita epidemică, poliomielita (paralizia infantilă), encefalita ș.a.

* 1Å (Ångström) = 0,001 micrometri.

Depistate la timp și tratate corespunzător, virozele sînt vindecabile. Măsurile profilactice luate de către statul nostru socialist, prin vaccinarea copiilor de la vîrsta de 3 luni, prin asistența sanitară gratuită ș.a. au redus, pînă la dispariție, unele boli grave ca: poliomielita, turbarea ș.a.

Se impune din partea tuturor evitarea aglomerațiilor (în perioada epidemiilor de gripă), vaccinări (contra poliomielitei, turbării ș.a.), respectarea cu rigurozitate a măsurilor igienico-sanitare (contra hepatitei epidemice ș.a.).

Se cunosc viroze și la plante, determinate frecvent de ribovirusuri: mozaicul tutunului, porumbului, virozele cartofului, tomatelor, fasolii, trifoiului, ale pomilor fructiferi ș.a.

Dintre savanții români care au adus contribuții valoroase în domeniul virologiei amintim pe: Victor Babeș, Constantin Levaditi, Ștefan S. Nicolau ș.a.

ÎNTREBĂRI

1 — Cum pot fi definite virusurile?
2 — Sub ce stare se prezintă virusurile?
3 — În ce constă multiplicarea virusurilor și care este urmarea acestui proces?
4 — Enumerați virozele cunoscute, modul de prevenire și combatere.

39

PROCARIOTE

Procariotele sînt organisme unicelulare lipsite de nucleu tipic, de mitocondrii și aparat Golgi; echivalentul nucleului tipic se numește *nucleoid*. Se hrănesc heterotrof sau autotrof și se reproduc aproape exclusiv pe cale asexuată, prin diviziune simplă și foarte rar prin înmugurire.

Din acest tip de organizare fac parte *bacteriile* și *algele albastre-verzi*, organisme cu structură celulară.

ÎNCRENGĂTURA SCHIZOFITA
CLASA SCHIZOFICEE — BACTERII

Bacteriile sînt organisme unicelulare, microscopice (0,6—6 μm*) răspîndite pretutindeni.

Forma bacteriilor. Forma celulei bacteriene variază foarte mult, în funcție de condițiile de mediu. Se pot totuși deosebi 3 mari tipuri morfologice de bacterii: *sferice* (numite coci), *cilindrice* (bacili) și *spiralate* sau *clicoidale* (în formă de virgulă — vibrioni; de spirală rigidă — spirili; de spirală flexibilă — spirochete) (fig. 75).

* 1 μm (micrometru = micron) = 0,001 mm.

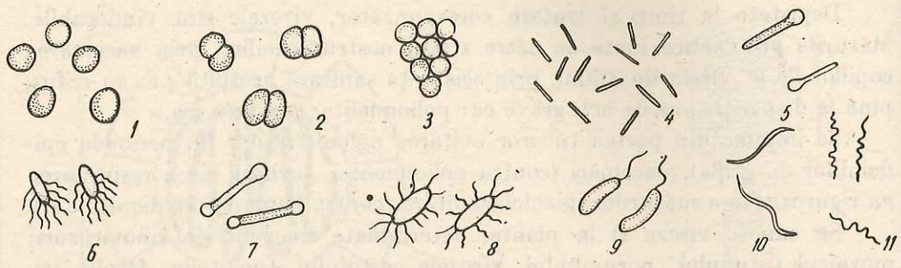


Fig. 75. Forme și tipuri de bacterii:
1 — monococ; *2* — diplococ; *3* — stafilococ; *4* — bacilul Koch; *5* — bacilul tetanic; *6* —bacilul febrei tifoide; *7* — bacilul difteric; *8* — bacilul-fînului; *9* — vibrionul holerei; *10* — spirili; *11* —spirochete.

● Faceți o infuzie de fîn și lăsați-o într-un vas acoperit timp de 24—48 ore. La suprafața lichidului se va forma o pojghiță mucilaginoasă, alcătuită din numeroase microorganisme, printre care și bacterii. Luați cu o ansă sau cu un ac spatulat o porțiune din această pojghiță și puneți-o pe lamă într-o picătură de soluție de creion chimic; omogenizați bine și acoperiți cu lamela. Preparatul astfel obținut se analizează la microscop cu obiectivul 90 (40). Se observă numeroase celule mobile, pluriciliate, în formă de bastonaș, izolate sau înlănțuite. În unele celule se observă cîte un spor (endospor). Aceste celule aparțin bacilului-fînului *(Bacillus subtilis)*, nepatogen, aerob, foarte răspîndit în natură.

Nutriția. Un număr mic de bacterii au o nutriție *autotrofă;* unele folosesc, pentru activitatea lor vitală, energia luminoasă, avînd *capacitatea de fotosinteză;* altele utilizează energia eliberată în urma racțiilor chimice la întuneric, fiind deci capabile de *chimiosinteză.*

O altă categorie de bacterii au nutriție *heterotrofă;* unele nu se pot dezvolta decît în prezența anumitor substanțe organice pe care le descompun pînă la produși simpli utilizabili (bacterii heterotrofe saprofite); altele sînt obligate să folosească diferite substanțe complexe din celulele vii, pe care le parazitează (bacterii heterotrofe, parazite sau patogene) producînd diferite boli.

Reproducerea. Se realizează, în general, asexuat prin amitoză (v. pag. 16) și extrem de rar sexuat. Viteza de reproducere prin amitoză este extrem de mare, deoarece celulele fiice rezultate ajung la maturitate deplină într-un interval extrem de scurt.

Bacteriile patogene trăiesc parazit pe organismele vii, animale și plante, producînd diferite boli: *tetanosul*, *febra tifoidă*, *holera*, *ciuma*, *tuberculoza*, *sifilisul* ș.a., iar la plante: *ofilirea bacteriană a porumbului*, *cancerul bacterian al pomilor fructiferi*, *al tomatelor*, *putregaiul* și *rîia comună a tuberculilor de cartof* ș.a.

Condițiile de viață și măsurile sanitare din țara noastră au dus la dispariția completă a bolilor care înainte produceau mari pierderi de vieți omenești. Respectarea măsurilor igienico-sanitare duce la limitarea simțitoare a bolilor produse la om, animale și plante.

Algele albastre-verzi sînt foarte răspîndite în natură. Se întîlnesc în apele marine, apele dulci, bogate în substanțe organice în descompunere, pe soluri umede, stînci și pereți umezi, precum și pe uscat.

Algele albastre-verzi sînt organisme unicelulare, cu celulele izolate sau reunite în colonii. La speciile coloniale filamentoase, talul este înconjurat, pe lîngă peretele celulozopectic, de o teacă albuminoidă, mucilaginoasă. Cea mai cunoscută algă albastră-verde este cleiul-pămîntului *(Nostoc commune)* (fig. 76).

Pentru a observa structura acesteia, colectați-o de pe solurile nisipoase, stînci sau izlazuri și analizați-o la microscop. Veți observa în masa mucilaginoasă șiraguri întortocheate de celule oval-sferice. Printre acestea se văd și unele celule mai mari, cu membrana mai groasă numite *heterociste*, cu rol în înmulțirea vegetativă.

În citoplasma unei celule somatice se distinge o zonă periferică în care se află clorofila *a*, ficocianina (pigmentul albastru) și ficoeritrina (pigmentul roșu). Această zonă se numește *cromatoplasmă.* În partea centrală a celulei se află *centroplasma.* Aceasta reprezintă un nucleu difuz, fără membrană nucleară (nucleoid), lipsit de nucleol. Pe timp ploios, colonia îmbracă aspectul unor ghemulețe de culoare albastră-verde.

Nutriția. Algele albastre-verzi sînt, în general, autotrofe. Ca produs de asimilație se formează un amidon specific (care nu se colorează cu iod). Algele albastre-verzi sînt capabile să asimileze și azotul liber din aer, pe care-l utilizează în sinteza de substanțe organice mai complexe.

Reproducerea. Se face pe calea diviziunii directe; celulele rezultate rămîn izolate sau apropiate unele de altele, dînd naștere la colonii, ca în cazul genurilor: *Nostoc*, *Rivularia* etc.

Ținînd seama de simplitatea organizării celulei se presupune că algele albastre-verzi au o vechime foarte mare. Ca fosile ele sînt semnalate în *Precambrian*, numit din acest motiv «era algelor albastre-verzi».

Modul de organizare procariot, precum și felul de reproducere, demonstrează că algele albastre-verzi se află pe o treaptă inferioară de evoluție. Ele sînt considerate ca un grup cu evoluție închisă, deoarece din ele nu s-au diferențiat în decursul timpului alte organisme.

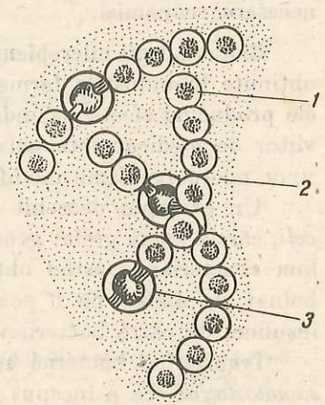


Fig. 76. Cleiul-pămîntului:
1 — colonie de celule; *2* — mucilagiu; *3* — heterocist.

ÎNTREBĂRI

1 — Care sînt caracterele procariotelor?
2 — Stabiliți deosebirile dintre bacterii și virusuri.
3 — Cum se reproduc bacteriile?
4 — Care sînt caracterele algelor albastre-verzi?

40

BIOTEHNOLOGII MICROBIENE

„Biotehnologiile microbiene s-au dezvoltat nu numai în legătură cu fermentațiile, ci mai ales cu procesele de biosinteză, între care sînt de amintit cele de producere a antibioticelor, enzimelor, aminoacizilor și biocombustibililor".

G. Zarnea

Biotehnologiile microbiene nu sînt creații recente; microorganismele au fost folosite din cele mai vechi timpuri pentru conservarea unor produse alimentare, pentru fermentarea unor băuturi etc. Utilizarea microorganismelor în industrie are la bază următoarele particularități ale acestora:

— bacteriile sînt organisme foarte bine cunoscute din punct de vedere structural și biologic;

— se reproduc cu o foarte mare rapiditate (pornind de la o celulă, s-ar putea ajunge teoretic la 10^{43} celule în 24 ore);

— bacteriile folosesc o gamă largă de substanțe cu valoarea economică scăzută;

— bacteriile au o mare capacitate de sintetizare a proteinelor (500 kg bacterii sintetizează în 24 de ore 5—50 t de proteine);

— pot fi ușor modificate genetic în vederea producerii de substanțe necesare economiei.

Biotehnologii microbiene cu aplicații în medicină. Actualele medicamente obținute în industria farmaceutică sînt adesea nespecifice, în multe cazuri ele producînd efecte secundare sau chiar dăunătoare. Ele vor fi înlocuite în viitor de medicamente naturale obținute pe cale biologică prin activitatea unor microorganisme modificate.

Un exemplu deosebit de promițător îl constituie bacteria *Escherichia coli*, căreia i s-au grefat genele care controlează sinteza insulinei la om. Insulina «bacteriană» astfel obținută este identică cu cea pe care organismul bolnav de diabet nu o poate sintetiza. Procesul tehnologic de fabricare a insulinei de către bacterii va fi pus curînd în funcțiune.

Transferînd bacteriei amintite gene responsabile de sinteza hormonului *somatostatină*, ea a început să-l producă. O deosebită importanță se acordă producerii pe cale microbiană a *interferonului*, substanță cu proprietăți antivirale și anticanceroase, produsă în mod normal de organismul uman. Se estimează de pe acum că prin activitatea unor microorganisme «reprogramate», adică cu gene străine grefate în propriul cromozom, vor fi obținute diferite vaccinuri și vor fi corectate bolile genetice umane.

Biotehnologii cu aplicații în agricultură. Se știe că azotul este un element indispensabil vieții plantelor. Îngrășămintele chimice cu azot au numeroase dezavantaje, dintre care cel mai important este acela că afectează sănătatea animalelor și a omului. Asigurarea cu azot pe cale naturală a solului se face exclusiv cu ajutorul bacteriilor fixatoare de azot. Pentru înlocuirea îngrășămintelor chimice cu azot extrem de costisitoare și nesănătoase s-a apelat la crearea unor noi bacterii fixatoare de azot. Tehnica de obținere a acestor bacterii se bazează pe transferul genelor de fixare a azotului (gene *nif)* de la bacteriile care fixează în mod natural azotul la bacterii nepatogene care trăiesc în sol. Transferul de gene „nif" s-a obținut și la Institutul Central de Biologie din București.

Biotehnologii cu aplicații în industria petrolieră. Zăcămintele de țiței exploatate prin tehnicile clasice vor putea fi complet exploatate cu ajutorul microorganismelor.

Cercetările de pînă acum au demonstrat că procesele microbiene pot mări cu 10—40% randamentul unor sonde cu producții foarte scăzute.

Biotehnologii cu aplicații în extragerea metalelor neferoase. În prezent aproape 5% din producția mondială de cupru este obținută pe calea biotehnologiilor microbiene. Acestea se bazează pe solubilizarea metalelor de către unele bacterii. În acest fel sînt valorificate zăcămintele care conțin cantități mici de metale, neexploatabile cu ajutorul tehnologiilor convenționale. Cercetările sînt orientate astăzi spre crearea unor bacterii special „reprogramate" care să concentreze aurul, platina ș.a. în scopul de a le folosi la extragerea acestor metale din apa mărilor.

Biotehnologiile vor constitui în viitorul apropiat calea obișnuită de obținere a substanțelor a căror producție pe cale de sinteză chimică este lungă și dificilă, costisitoare sau chiar imposibil de realizat. Ele vor asigura, în acest sfîrșit de secol, o mare gamă de produși utili: enzime, antibiotice, proteine alimentare, vitamine, biocombustibili ș.a.

ÎNTREBĂRI

1 — În ce constă eficiența economică a biotehnologiilor microbiene?
2 — Care sînt biotehnologiile microbiene?
3 — Cum pot fi „puse la lucru" microorganismele în folosul omului?

41

EUCARIOTE

...Plantele reprezintă un rezervor care fixează razele solare fugitive și le opresc în hrană...

R. Meyer

Sînt organisme unicelulare sau pluricelulare, caracterizate printr-un nucleu adevărat, cu 1 sau mai mulți nucleoli, delimitat la exterior de o membrană nucleară distinctă (v. lecția 3, Fig. 4):

Apariția eucariotelor reprezintă un salt calitativ în evoluția plantelor, față de procariote. Cercetările recente ne arată că atît procariotele, cît și eucariotele, au origine comună și au evoluat paralel.

TALOFITE

Talofitele sînt plante mono- sau pluricelulare al căror corp vegetativ numit *tal* nu este diferențiat în rădăcină, tulpină și frunză. Se cunosc peste 22 000 de specii, dintre care cele mai multe sînt acvatice.

ÎNCRENGĂTURA FICOFITA — ALGE

CLASA EUGLENOFICEE

Flagelatele sînt talofite unicelulare, eucariote, care trăiesc în ape dulci și marine, în bălți și lacuri se hrănesc autotrof sau heterotrof și se înmulțesc de obicei prin diviziune directă longitudinală.

● Luați cîteva picături de apă de pe suprafața unei bălți, bogată în substanțe organice și studiați-le la microscop. Veți observa, printre alte organisme, unele fusiforme, care își schimbă permanent forma. Aceste organisme sînt euglenele *(Euglena* sp.) (fig. 77). Corpul lor, protejat de o membrană plasmatică, prezintă în partea anterioară un singur flagel cu ajutorul căruia se deplasează în apă. Tot în partea anterioară a corpului se află o formațiune sensibilă la variațiile de lumină numită *stigmă*, cu rol în captarea radiațiilor solare, roșu-violet. În masa citoplasmatică se observă un nucleu voluminos, bine individualizat, cîțiva cromatofori, care conțin pigmenți verzi-bruni-galbeni și numeroase vacuole. Dacă este ținută la întuneric, euglena se hrănește heterotrof.

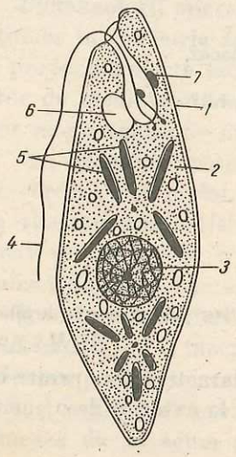


Fig. 77. *Euglena* sp:
1 — membrană; *2* — citoplasmă; *3* — nucleu; *4* — flagel. *5* — cromatofori; *6* — vacuolă; *7* — stigmă.

● Flagelatele constituie un important nod filogenetic, din care au derivat cele două regnuri. Din flagelatele autotrofe a evoluat regnul vegetal, iar din cele heterotrofe regnul animal.

În încrengătura algelor verzi sînt cuprinse specii de plante cu talul unicelular sau pluricelular, simplu sau ramificat. Sînt răspîndite în apele dulci, salmastre și pe soluri umede. În fiecare celulă se află de obicei un nucleu și unul sau mai mulți cromatofori.

Dintre algele verzi unicelulare, cu o mare răspîndire în apele stătătoare dulci, amintim: *Chlorella*, *Chlamydomonas* ș.a.

Reproducerea. Algele verzi se înmulțesc asexuat prin diviziunea celulei sau sexuat, prin *izogamie*. Unele alge, cum ar fi de pildă, *Volvox*, trăiesc în colonii mobile alcătuite din 120—22 000 de indivizi.

● Analizînd la microscop o colonie de *Volvox* veți constata că indivizii biflagelați sînt legați între ei prin prelungiri citoplasmatice numite *plasmodesme*. În acest fel se realizează unitatea structurală și funcțională a întregii colonii, care se comportă ca un organism pluricelular (fig. 78).

Trebuie să rețineți că în cadrul acestor colonii s-au diferențiat indivizi care îndeplinesc diferite funcții: unii indivizi biflagelați mai mari servesc la deplasarea coloniei, alți indivizi, lipsiți de flagel au rol în reproducere, iar alții au un rol în nutriție. Totodată se constată și o diferențiere sexuală a coloniilor: unele colonii sînt de sex bărbătesc, iar altele de sex femeiesc.

● Diferențierea indivizilor coloniilor de *Volvox* le apropie de plantele pluricelulare, din care cauză sînt considerate forme de trecere de la plantele unicelulare la cele pluricelulare.

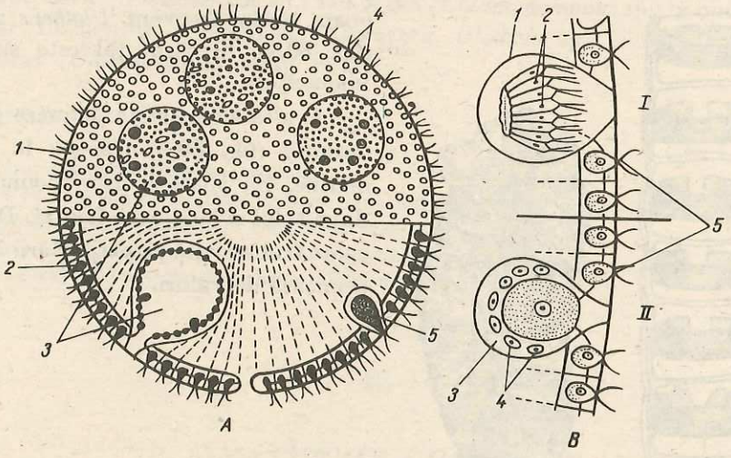


Fig. 78. *Volvox aureus:*
A — colonie: *1* — partea anterioară întreagă; *2* — partea posterioară în secțiune; *3* — colonii fiice; *4* — indivizi cu rol în deplasare; *5* — individ cu rol în reproducere; *B* — porțiune din emisfera posterioară: *I* — colonie masculină; *II* — colonie feminină: *1* — gonidie masculină; *2* — anterozoizi; *3* — gonidie feminină; *4* — oosfera; *5* — indivizi biflagelați legați prin prelungiri citoplasmatice.

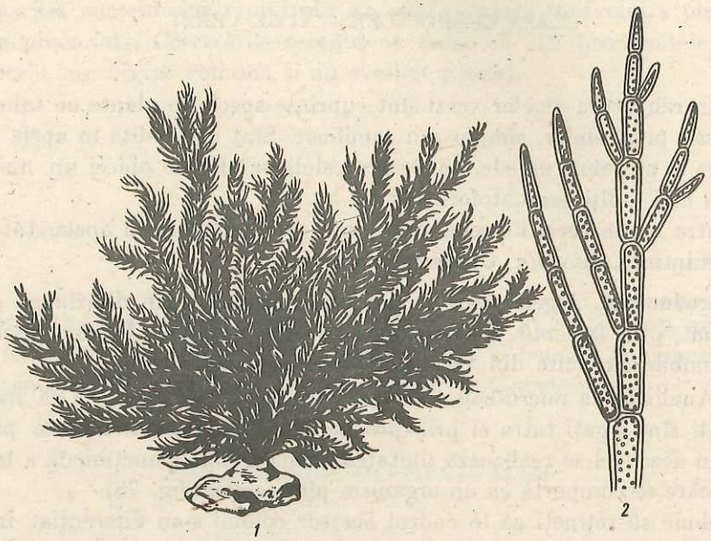
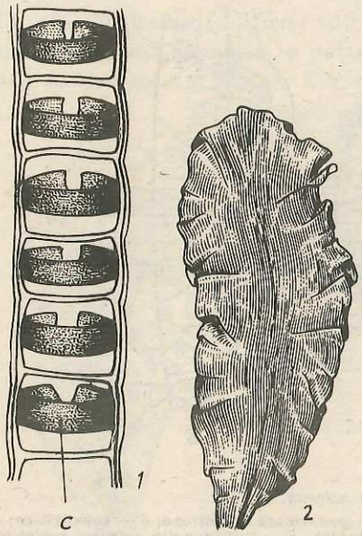


Fig. 79. *Cladophora:*
1 — aspect general; 2 — detaliu (la microscop).

Dintre algele verzi pluricelulare, frecvent întîlnite în apele dulci, salmastre sau marine, amintim: în apele dulci, mătasea-broaștei *(Spirogyra)* cu talul simplu și cu cromatoforul în formă de panglică spiralată. În apele dulci și sărate trăiește lîna-broaștei *(Cladophora)* care este recunoscută după talul său ramificat, alcătuit din filamente aspre la pipăit (fig. 79).



În apele dulci curgătoare se poate întîlni frecvent *Ulothrix zonata* (fig. 80,1), al cărui tal este simplu, filamentos.

O altă algă, salata de mare *(Ulva lactuca)* (fig. 80,2) trăiește în apele marine. Ea poate fi ușor recunoscută după talul ei lățit, ca o frunză. Deseori poate fi observată pe plaja Mării Negre, aruncată de valuri.

Fig. 80. Alte alge verzi:
1 — Ulothrix zonata; 2 — Ulva lactuca: C — cromatofor inelar.

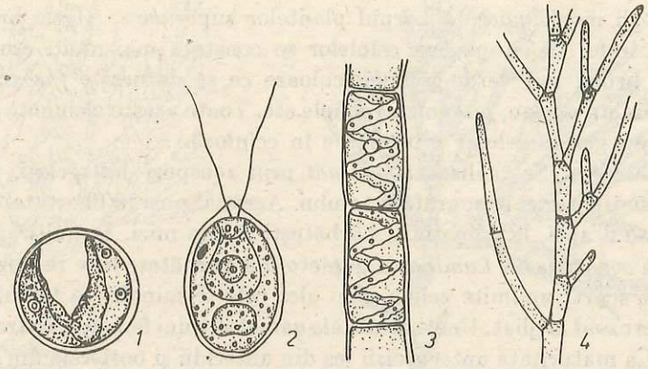


Fig. 81. Diferite tipuri de tal:
1 — Chlorella; 2 — Chlamydomonas; 3 — Spirogyra; 4 — Cladophora.

Algele verzi constituie un grup eterogen, care datorită răspîndirii lor largi prezintă o organizare variată a aparatului vegetativ și reproducător, rezultat al direcțiilor diferite ale evoluției lor.

Din cercetările efectuate rezultă că algele verzi descind din flagelate autotrofe. Clorofila *a* și *b* pe care o posedă algele verzi și plantele superioare se află și la flagelate. Deci, prezența clorofilei trasează o linie de evoluție. Flagelii caracteristici flagelatelor sînt întîlniți la algele verzi, în anumite etape ale dezvoltării lor. Dintre algele verzi, volvocalele sînt foarte apropiate de flagelate.

● Evoluția algelor verzi a mers de la un tal unicelular: sferic *(Chlorella)*, aproape sferic *(Pleurococcus* sp.) sau ovoid *(Chlamydomonas* sp.) la unul pluricelular, filamentos, neramificat *(Spirogyra, Ulothrix* sp.) și apoi filamentos ramificat *(Cladophora* sp.) (fig. 81).

ÎNTREBĂRI

1 — Care sînt caracterele eucariotelor?
2 — De ce flagelatele constituie un important nod filogenetic?
3 — Care sînt deosebirile dintre flagelate și algele verzi?
4 — Care este importanța filogenetică a algelor verzi?
5 — Explicați evoluția morfologică a talului de la algele verzi.

42

CLASA FEOFICEE — ALGE BRUNE

Algele brune trăiesc, de obicei, în apele oceanelor și mărilor reci, la adîncimi mici, la care ajung razele solare. Sînt alge macroscopice cu talul filamentos (simplu sau ramificat), lamelar sau cilindric. La cele superioare, talul prezintă

unele analogii morfologice cu corpul plantelor superioare. Algele brune sînt plante autotrofe. În citoplasma celulelor se constată mai mulți cromatofori de culoare brună sau verde-gălbuie, culoare ce se datorește *fucoxantinei* și clorofilei, cîte un nucleu, pirenoizi, vacuole etc. Toate aceste elemente sînt delimitate de un perete celular gros, sărac în celuloză.

Reproducerea. Se realizează *asexuat* prin zoospori biflagelați, haploizi, formați în zoosporangi la suprafața talului. Aceștia, puși în libertate, dau naștere, pe fundul apei, la gametofiți bărbătești foarte mici. Înmulțirea *sexuată* se face orin *oogamie*. La *Laminaria* gametofilul bărbătesc este reprezentat de un filament scurt: anumite celule, mai ales cele terminale, se transformă în cîte un anterozoid biciliat. Unele celule ale gametofitului femeiesc se transformă în *oosfere*. La maturitate anterozoizii ies din anteridii și oosferele din oogoane. Din contopirea lor, în apa mării, ia naștere zigotul diploid. După germinarea acestuia se va forma un nou sporofit.

La *Laminaria* întîlnim o generație sporofitică reprezentată prin planta însăși, și o generație gametofitică.

Una din cele mai frecvente alge brune este *Cystoseira barbata* (fig. 82). Ea trăiește și în Marea Neagră, putînd fi ușor văzută pe litoral, adusă de valuri. Se recunoaște după talul cilindric ramificat, lung pînă la 30 cm. De-a lungul ramificațiilor se găsesc numeroși plutitori.

În apele Oceanului Atlantic se întîlnesc numeroase specii de *Sargassum*, care se recunosc după talul cilindric, puternic ramificat și lung pînă la 100 m sau chiar mai lung. În zonele mai liniștite ale oceanului, acoperă suprafețe de zeci de kilometri denumite „mări de Sargassum".

● Prezența zoosporilor biflagelați și a stigmei la unele dintre algele brune le apropie de flagelatele autotrofe (care conțin și pigmenți bruni).

Alte alge brune sînt: *Fucus*, *Dictyota*, *Alaria*, *Macrocystis* ș.a.

CLASA RODOFICEE — ALGE ROȘII

Ca și algele brune, algele roșii, sînt în general, plante marine, dar de mare adîncime, puține trăiesc și în apele dulci.

Într-o secțiune efectuată în talul unei alge roșii se constată că în celulele acestora se găsesc numeroase cloroplaste. Culoarea roșie este dată de pigmentul *ficoeritrină*.

Observați în figura 83 alga roșie *Ceramium rubrum*, care trăiește în apele Mării Negre. Veți constata că talul ei delicat este pluricelular, filamentos și ramificat terminal. Celulele care alcătuiesc talul pluricelular sînt dispuse cap la cap într-o singură serie.

La limita dintre două celule se găsește un manșon format din mai multe celule mici, așezate în mod neregulat. Întregul filament este delimitat de o teacă gelatinoasă.

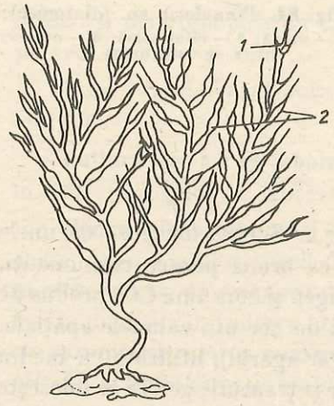


Fig. 82. *Cystoseira barbata:*
1 — porțiune fertilă; *2* — plutitori.

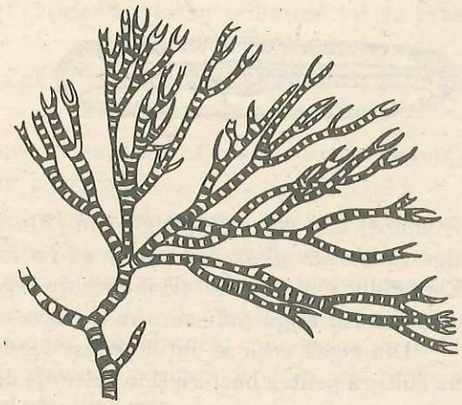


Fig. 83. *Ceramium rubrum.*

Reproducerea. Se realizează asexuat prin spori speciali *(rodospori)* și sexuat prin *oogamie*.

Ciclul de dezvoltare la *Ceramium* se caracterizează printr-o alternanță de generații obligatorie: una gametofitică, reprezentată prin planta însăși și una diploidă, sporofitică, mai puțin dezvoltată, reprezentată de obicei prin doi sporofiți.

Ca fosile, algele roșii se cunosc din Jurasic.

Majoritatea specialiștilor presupun că algele roșii au derivat din alge albastre, sau mai exact au avut un strămoș comun.

Algele roșii sînt considerate de unii, ca fiind un grup închis, iar de alții ca fiind strămoșii cormofitelor, datorită modului lor de înmulțire.

Alte alge roșii: *Batrachospermum*, *Porphyra*, *Delesseria* ș.a.

Importanța algelor. Pe lîngă importanța teoretică, algele prezintă și o importanță practică actuală, dar mai ales de viitor. În cadrul ecosistemelor acvatice, algele reprezintă adevărate uzine de sinteză a substanțelor organice și de degajare a oxigenului, făcînd parte deci, din veriga producătorilor în rețeaua lanțurilor trofice.

Algele au o mare utilitate, constituind materie primă în diferite ramuri ale industriei alimentare, de medicamente, chimice etc. Din algele brune *(Fucus, Laminaria, Cystoseira)* se poate extrage iodul, bromul și potasiul. S-a constatat că cenușa algelor conține un procent de 18—20% din aceste elemente, motiv pentru care ea se folosește ca îngrășămînt chimic în agricultură. Prin distilarea uscată a talurilor unor alge, se pot obține: alcool metilic, acid acetic, acetonă, alginatul de sodiu folosit pentru apretarea țesăturilor, în construcții, în pictură, în industria farmaceutică etc.

Popoarele din Extremul Orient și cele insulare folosesc unele specii de alge ca aliment *(Ulva, Fucus, Laminaria* etc.), bogate în proteine (40—60%),

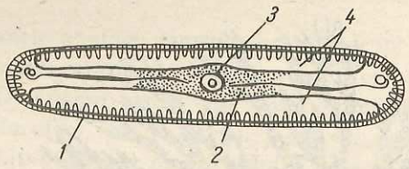


Fig. 84. *Pinnularia* sp. (diatomee): *1* — valvă; *2* — citoplasmă; *3* — nucleu; *4* — cromatofor.

vitamine, ulei (20—30%), glucide (20—30%) ș.a. Se preconizează ca unele alge *(Chlorella* și *Scenedesmus)* să fie folosite ca hrană pentru cosmonauți. Ele produc o masă vegetală mare care degajă oxigen și consumă CO_2 produs de cosmonauți, asigurîndu-se prin aceasta regimul de aer din cabinele spațiale.

Din algele roșii se obține *geloza vegetală* (agar-agarul), utilizată ca mediu de cultură pentru bacterii și în culturile de celule și țesuturi; geloza se folosește și la prepararea unor produse de cofetărie (jeleuri).

Din unele alge unicelulare (de exemplu, diatomeele) (fig. 84) a căror membrană conține siliciu, după moarte s-au format pe fundul apelor roci silicioase.

Alte alge (ex. *Cladophora)* sînt folosite la fabricarea hîrtiei datorită conținutului de celuloză din pereții celulari.

Dezvoltarea algologiei și algocultura în țara noastră. Ca și în alte domenii ale botanicii și în studiul algelor — algologie — botaniștii români și-au adus contribuții de mare valoare științifică și practică, apreciate în toată lumea. Menționăm în acest sens pe: Ion Grințescu, Emanoil Teodorescu, Șt. Peterfi, Constanța Moruzi, N. Sălăgeanu ș.a.

ÎNTREBĂRI

1 — Unde trăiesc algele brune și roșii?
2 — Cum se înmulțesc algele brune și roșii?
3 — Care este importanța filogenetică a algelor brune și roșii?
4 — Care este importanța algelor?

43

BIOTEHNOLOGII ÎN CULTURA ALGELOR — ALGOCULTURA —

„Biomasa algei *Spirulina pratensis* conține 50% substanțe proteice, justificîndu-se folosirea ei în alimentație".

N. Sălăgeanu

Datorită conținutului ridicat în substanțe utile (proteine, glucide, lipide, substanțe minerale, vitamine, principii active ș.a.) studiul algelor a intrat astăzi într-o etapă nouă în care se urmărește cultura lor dirijată. Rezultatele obținute îndreptățesc preocupările specialiștilor în vederea obținerii algelor

micro- și macroscopice, în cantități suficiente pentru utilizarea lor ca hrană pentru animale și om.

S-au experimentat culturi de alge în laborator, sub cerul liber și în apa mărilor.

Cultura algelor în laborator. Știința românească are statut de pionierat în cultura algelor în laborator prin personalitatea prof. I. Grințescu.

Pentru efectuarea unei culturi de alge se procedează mai întîi la identificarea unei anumite specii din natură. Acest lucru se realizează cu ajutorul microscopului, pe preparate proaspete. Specia respectivă se însămînțează pe mediu nutritiv, în vederea obținerii unei culturi pure, apoi în instalații speciale cu parametrii riguros controlați (lumină, temperatură, compoziția mediului, *p*H). În această direcție s-au obținut rezultate pozitive de către colectivele de cercetători de la Institutul Central de Biologie.

S-au efectuat culturi de alge din genurile: *Chlorella*, *Chlamydomonas*, *Scenedesmus*, *Spirulina*, *Ulothrix* ș.a., obținîndu-se producții de la 150 — 160 g/m²/biomasă uscată în 24 de ore, cu conținut de 40—50% substanțe proteice.

Cerințele algelor cultivate în laborator. În condiții experimentale de laborator algele verzi monocelulare și albastre verzi, au nevoie de o intensitate a luminii de 5 000—7 000 lucși, adică de peste două ori mai multă lumină decît plantele de cultură și de 25—30°C temperatură.

În ceea ce privește compoziția mediului nutritiv, acesta trebuie să conțină: o sursă de azot, magneziu, fier, potasiu, fosfor, sulf, iar ca microelemente: bor, mangan, cupru, zinc, molibden. Pentru exemplificare dăm următoarea rețetă de mediu nutritiv pentru 1 litru soluție:

uree (0,8 g), NH_4NO_3 (0,2 g), $(NH_4)_2HPO_4$ (0,4 g), K_2SO_4 (0,3 g), $MgSO_4$ (0,15 g), HNO_3 60% (0,1 ml), EDTA (0,004 g), $FeSO_4$ (0,6 ml), la care se mai adaugă 0,75 ml din următoarea soluție: $FeSO_4$ 0,5% (0,6 ml/l), H_3BO_3 (2,86 ml/l), $MnSO_4 \cdot H_2O$ (1,81 mg/l), $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ (0,08 mg/l), $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ (0,20 mg/l), $MoO_3 \cdot H_2O$ (0,09 mg/l).

Cultura algelor sub cerul liber. Sușele de alge cu performanțe deosebite obținute în laborator se cultivă, pe scară largă, în instalații în aer liber. Rezultate deosebite au fost obținute în țara noastră de către acad. N. Sălăgeanu și colectivul de cercetători de la Institutul Central de Biologie. În aceste condiții N. Sălăgeanu a conceput instalații speciale, originale, pentru cultura algelor în strat scund (sub 1 mm) pe substraturi din plăci de azbociment sau din sticlă, umectate cu soluție nutritivă. Culturile au dat producții de 10 g/fitomasă uscată în 24 de ore/m².

Cele mai mari instalații de cultură în masă a algelor (0,4 ha) recoltează pe an 32 t ha, ceea ce corespunde la 4 g carbon/m² zilnic. Cantitatea de substanțe proteice este mai mare de 23 de ori decît la cereale, de 33 de ori decît la o cultură de fasole și de 260 de ori mai mare decît de la animalele domestice hrănite cu produsele plantelor de pe 1 hectar.

Cultura algelor în apa mărilor. Se practică mai ales în apele marine unde algele respective au condiții optime de dezvoltare în mod natural.

În Japonia se cultivă în apele marine: *Laminaria*, *Porphyra*, *Entheromorpha* ș.a. macrofite care dau producții de 3 tone substanță uscată la hectar. Suprafețele respective se amenajează în prealabil cu cheltuieli minime, instalînd stîlpi de bambus, pietre, plase sau fileuri susținute de flotoare etc.; adesea se administrează și unele îngrășăminte.

Se apreciază că anual se recoltează circa 1 milion tone de macrofite acvatice. Cea mai mare producție a fost estimată la alga *Laminaria*.

Valoarea economică a cultivării algelor. Cercetările au scos în evidență valoarea actuală și de perspectivă a algoculturii. Utilizarea în foarte multe domenii a algelor și mai ales a produselor rezultate din prelucrarea lor ne îndreptățește să apreciem că în viitorul apropiat, algocultura va căpăta un caracter industrial în toate zonele geografice ale lumii.

Se știe azi, de pildă, că din fermentarea a 1 200 t de alge rezultă 1 575 litri de acetonă, 13 t de clorură de potasiu, cantități de iod, eteri, acizi organici ș.a. Din 100 t de *Macrocystis* se obțin 12 t de material uscat, care prin distilare furnizează 2,3 t amoniac, 3 t săruri de potasiu, 1,2 t cărbune și 9 kg iod.

Cercetătorii din diferite țări urmăresc selecționarea celor mai valoroase alge pentru cultura lor în masă orientîndu-se după cantitatea și calitatea biomasei, după ușurința cultivării algei respective, după posibilitățile recoltării și prelucrării ușoare a biomasei.

● În Lacul *Texcoco* (Mexic), în condiții favorabile, *Spirulina grandis* produce 40—50 t de biomasă uscată/ha/an, respectiv 20 t proteină.

ÎNTREBĂRI ȘI TEME

1 — Ce se înțelege prin algocultură?
2 — Care este importanța industrială și alimentară a algelor?
3 — Determinați fitomasa algelor și altor plante din lacurile situate în jurul localității voastre; folosiți apoi biomasa uscată în hrănirea păsărilor.

44

ÎNCRENGĂTURA MICOFITA — CIUPERCI

„Sînt foarte numeroase ciupercile folositoare în natură și pentru om, tot așa cum este extrem de mare numărul ciupercilor vătămătoare care produc boli, în special la plante, precum și la unele animale și om".

Olga Săvulescu

Ciupercile sînt organisme care trăiesc atît în mediul uscat, cît și în mediul acvatic. Cu toată marea lor diversitate, ciupercile au cîteva caractere specifice, care le deosebesc de celelalte plante: sînt complet lipsite de plastide, din care cauză au o nutriție heterotrofă, fie ca saprofite, fie ca parazite; unele pot trăi în simbioză cu algele, alcătuind corpul lichenilor sau cu rădăcinile plantelor superioare, alcătuind *micorize*.

Peretele celular este de natură *chitinoasă* și numai foarte rar de natură celulozică. În fiecare celulă se află unul sau mai multe nuclee, glicogen (produs de rezervă) și adesea picături de ulei.

CLASA ZIGOMICETES — CIUPERCI INFERIOARE

Din grupul ciupercilor inferioare face parte și *Plasmopara viticola*, care produce boala numită mana viței de vie. Hifele miceliene trăiesc parazitar în spațiile intercelulare ale mezofilului foliar și pe fructele viței de vie. Filamentele miceliene provenite din germinarea zoosporilor sînt prevăzute cu haustori (sugători) cu ajutorul cărora absorb hrana din celulele plantei gazdă, distrugîndu-le în cele din urmă (fig. 85).

● Analizați cu ajutorul unei lupe o frunză de viță de vie atacată de *Plasmopara viticola*. Pe fața superioară a frunzei veți constata prezența unor pete untdelemnii, dînd acestora un aspect mozaicat. În dreptul acestor pete, pe fața inferioară, se va forma un puf albicios, care pus la microscop, apare alcătuit din numeroși *conidiofori*.

Conidioforii se formează pe miceliul intercelular. Ei sînt alcătuiți dintr-o axă ramificată în partea superioară, care poartă *conidiile*. Din germinarea conidiilor iau naștere *zoospori biflagelați*. Aceștia se răspîndesc prin picăturile de ploaie și astfel are loc *înmulțirea asexuată*. Așa se explică de ce pagubele produse de această ciupercă sînt mai mari în anii ploioși și de ce combaterea prin stropiri cu *zeamă bordeleză* (soluție de sulfat de cupru cu hidroxid de calciu) se execută după ploaie.

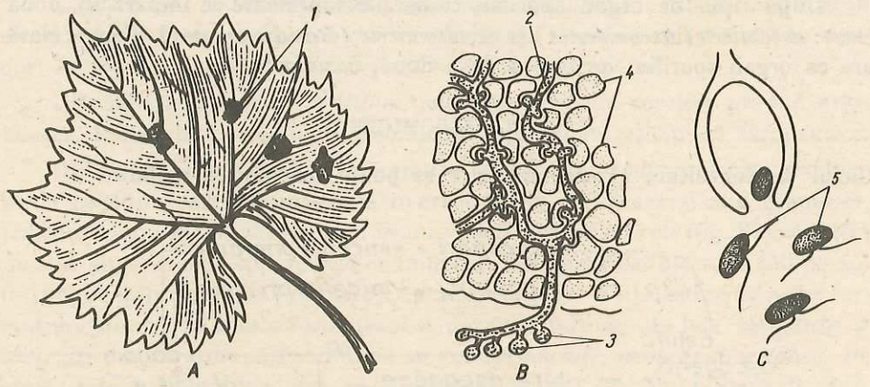
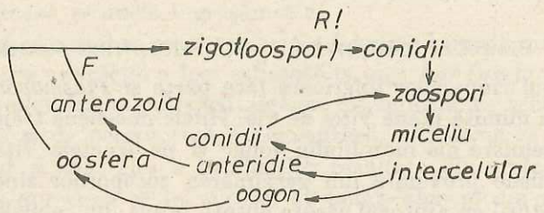


Fig. 85. *Plasmopara viticola:*
A — porțiuni de frunză de viță de vie atacate *(1)*; *B* — dezvoltarea miceliului în interiorul frunzei; *2* — miceliu intercelular; *3* — conidii; *4* — celulele frunzei; *C* — eliberarea zoosporilor *(5)*.

Plasmopara se înmulțește și *sexuat*, prin gameți, formați în *oogoane* și *anteridii*. Zigotul, rezultat prin *oogamie*, rezistă pînă primăvara, cînd germinează și produce un filament pe care se formează o conidie mare, din germinarea căreia rezultă zoospori biflagelați, care ajung pe frunzele tinere, o dată cu picăturile de apă. Ciclul de viață al acestei ciuperci poate fi schematizat astfel:



F — fecundația; R — meioza

CLASA ASCOMICETES ȘI BASIDIOMICETES — CIUPERCI SUPERIOARE

Ciupercile superioare au corpul vegetativ, alcătuit din hife pluricelulare (miceliu articulat sau septat) și foarte rar, unicelulare. Sînt adaptate la viața de uscat, din care cauză nu produc niciodată zoospori sau gameți flagelați.

Reproducerea poate fi asexuată sau sexuată. Înmulțirea asexuată se realizează prin *porțiuni de miceliu*, prin *înmugurire* (cazul drojdiilor) prin *scleroți* sau prin *spori*.

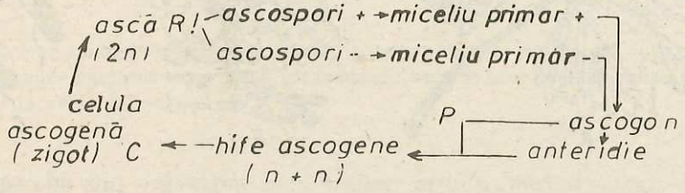
Înmulțirea sexuată se realizează prin *gametogamie* (contopirea gameților), *oogamie* și *gametangiogamie* (contopirea gametangilor).

CLASIFICAREA CIUPERCILOR SUPERIOARE

După tipul de organ sporifer, ciupercile superioare se împart în două clase: *ascomicete (Ascomycetes)* și *bazidiomicete (Basidiomycetes)*. Prima clasă are ca organ sporifer, *asca;* cea de a doua, *bazidia.*

CLASA ASCOMICETES

Ciclul de dezvoltare al ascomicetelor se poate schematiza astfel:



P — plasmogamia; C — cariogamia

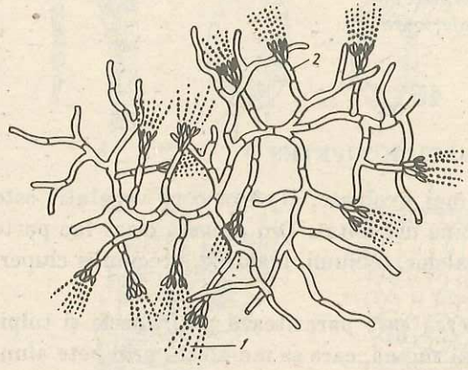


Fig. 86. Penicillium notatum:
1 — conidii; *2* — conidiofori.

Fig. 87. Cornul-secarei:
1 — scleroți în spicul de secară.

Dintre ascomicete mai fac parte: *drojdia de bere (Saccharomyces cerevisiae), drojdia-vinului (Saccharomyces ellipsoideus), mucegaiul verde-albăstrui (Penicillium notatum)* ș.a.

● Luați de pe un fruct copt, pe care s-a dezvoltat miceliul de mucegai verde-albăstrui, cîteva hife și priviți-le la microscop (fig. 86). Ce veți observa?

Ca elemente de înmulțire asexuată, mucegaiul verde-albăstrui prezintă *conidii* care se formează pe *conidiofori* ramificați. Conidiile sînt dispuse în șiraguri la capătul conidioforilor, avînd aspectul unui penel.

Diferitele specii de *Penicillium* cultivate pe medii speciale produc antibiotice, îndeosebi penicilina, aureomicina etc., cu întrebuințări terapeutice.

Din aceeași clasă de ciuperci amintim pe *Claviceps purpurea* care produce boala cornul secarei. Parazitează ovarele tinere de secară și alte graminee, transformîndu-le în niște pinteni bruni-violeți numiți *scleroți* (fig. 87). Aceștia nu sînt altceva decît hife miceliene împletite foarte strîns. Scleroții cad pe sol în timpul secerișului iar primăvara, prin germinare, dau naștere la niște formațiuni sferice. În aceste formațiuni se dezvoltă pe anumite hife, *ascogoane* și *anteridii* din care, după fecundație se vor forma *hife ascogene dicariotice.* Pe aceste hife se diferențiază asce cu cîte opt *ascospori.* Ascosporii, luați de vînt, ajung pe stigmatele florilor de secară, unde germinează și dau naștere la filamente miceliene care pătrund pînă în ovar. Miceliul crește, umple ovarul, apoi pe anumite hife se diferențiază conidioforii cu conidii.

Sclerotii din cornul-secarei, deşi toxici pentru om ca şi animale, au o mare importanţă farmaceutică. Din ei se extrag diferiţi alcaloizi cu acţiune vasoconstrictoare şi hemostatică.

ÎNTREBĂRI

1 — Care sînt caracterele ciupercilor inferioare?
2 — Care este importanţa ciupercilor inferioare?

45

CLASA BASIDIOMICETES

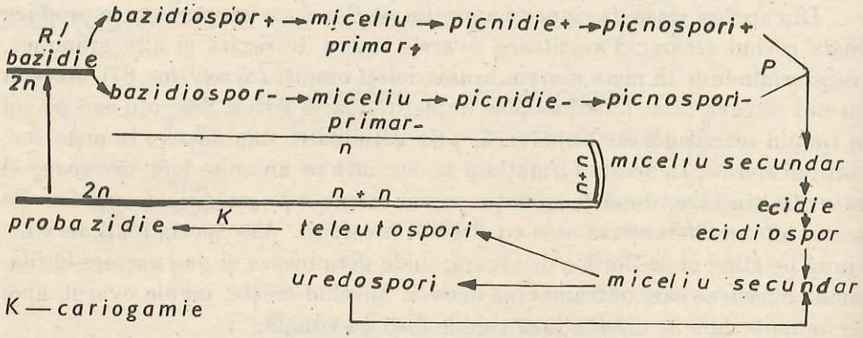
Bazidiomicetele sînt ciuperci mai evoluate, al căror corp vegetativ este reprezentat de un miceliu septat, bine dezvoltat. Din această clasă fac parte ciupercile care produc ruginile cerealelor, tăciunii, mălurile, precum şi ciupercile cu pălărie.

Puccinia graminis este o ciupercă care parazitează pe frunzele şi tulpinile de grîu, producînd boala numită rugină, care se manifestă prin pete alungite, de culoare ruginie.

Privind mai atent cu lupa, se observă că aceste pete nu sînt altceva decît aglomerări de spori de vară *(uredospori)* cu ajutorul cărora ciuperca infectează în masă culturile de grîu (fig. 88).

Toamna, pe acelaşi miceliu, se formează spori bicelulari de rezistenţă *(teleutospori)*, de culoare închisă. Sporii aceştia rezistă în sol pînă primăvara, cînd, germinînd, dau naştere unui miceliu pe care se formează *bazidiosporii*. Aceştia sînt purtaţi de vînt, dar nu pot infecta direct grîul, ci frunzele de *dracilă (Berberis vulgaris)*. Pe acestea ei germinează şi dau naştere unui miceliu pe care se formează, spre faţa superioară a frunzei *picnosporii (picnidiosporii)* cu un potenţial mărit de infectare. Cînd bazidiosporii care cad pe frunza de dracilă sînt de ambele sexe, atunci miceliile rezultate copulează în interiorul frunzei, rezultînd pe faţa inferioară *ecidiospori* binucleaţi care vor infecta din nou lanurile de grîu şi alte graminee.

Schematic, ciclul de dezvoltare al ciupercii se prezintă astfel:



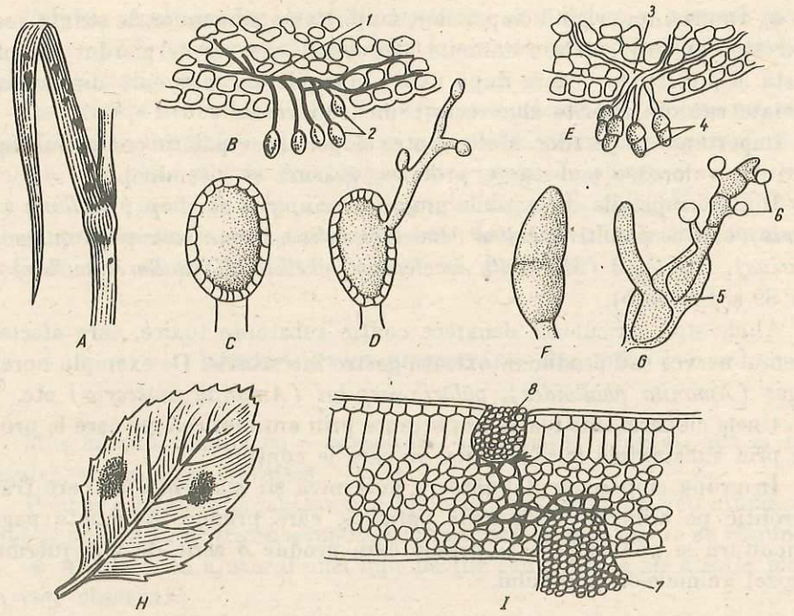
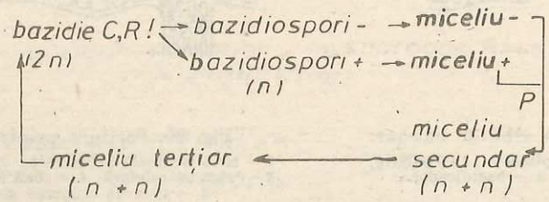


Fig. 88. Ciclul biologic la rugina-grîului:
A — frunză de grîu infestată; *B* — secţiuni prin frunza infestată; *1* — miceliu intercelular; *2* — uredospori; *C* — uredospor mărit; *D* — uredospor germinat; *E* — miceliu *(3)* cu teleutospori *(4)*; *F* — teleutospor mărit; *G* — teleutospor germinat *(5)* cu bazidiospori *(6)*; *H* — frunză de dracilă infestată; *I* — secţiune prin frunza de dracilă; *7* — ecidiospori; *8* — picnidiospori.

Pagubele produse de rugina-grîului, în unii ani, sînt foarte mari. Pentru combaterea acesteia se procedează la distrugerea plantei gazdă, prin arătură adîncă de toamnă şi de vară (pentru a îngropa, o dată cu buruienile şi sporii care au ajuns pe ele), prin aplicarea rotaţiei culturilor, cultivarea soiurilor rezistente etc.

Alte bazidiomicete. Dintre bazidiomicete care produc pagube agriculturii, mai amintim: *tăciunele-porumbului (Ustilago maydis)*, *tăciunele-grîului (Ustilago tritici)*.

Bazidiomicetele se înmulţesc asexuat (prin diferite tipuri de spori) şi sexuat. Schematic, ciclul de dezvoltare poate fi reprezentat astfel:



● În privința originii ciupercilor, majoritatea oamenilor de știință susțin că acestea au provenit din anumite alge verzi care și-au pierdut clorofila. Există și puncte de vedere după care ciupercile au provenit din anumite flagelate sau din diferite alge roșii, brune sau verzi.

Importanța ciupercilor. Multe dintre ciupercile cu pălărie conțin substanțe nutritive valoroase (substanțe proteice, grăsimi și vitamine).

Dintre ciupercile comestibile amintim: *ciuperca de cîmp (Psalliota campestris)*, care se și cultivă, *hribul (Boletus edulis)*, *bureții galbeni (Cantharellus cibarius)*, *sbîrciogul (Morchella esculenta)*, *ghebele (Armillaria mellea)* etc. (fig. 89 și Planșa 5).

Altele sînt periculoase deoarece conțin substanțe toxice, care afectează sistemul nervos sau produc intoxicații gastro-intestinale. De exemplu buretele ucigaș *(Amanita phalloides)*, *pălăria-șarpelui (Amanita muscaria)* etc.

Unele ciuperci sînt foarte importante prin antibioticele pe care le produc sau prin substanțele farmaceutice pe care le conțin.

În grupa ciupercilor dăunătoare mai intră și: *mucegaiurile*, care trăiesc saprofitic pe alimente, ciupercile parazite, care produc însemnate pagube agriculturii și pădurilor și ciupercile care produc o serie de boli (dermatomicoze) animalelor și omului.

ÎNCRENGĂTURA LICHENES — LICHENI

Lichenii sînt talofite rezultate din *asocierea obligatorie* dintre o algă albastră sau verde și o ciupercă mai rar și o bacterie. Acest tip de asociere poartă numele de *mutualism* (fig. 90).

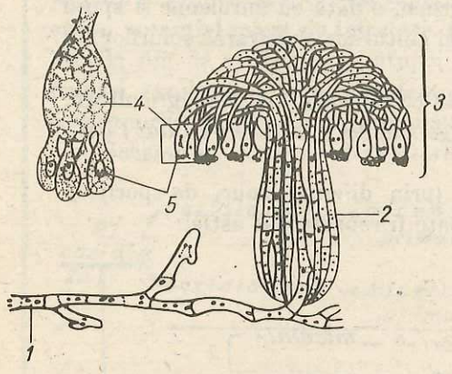


Fig. 89. Ciuperca albă de bălegar:
1 — miceliu; *2* — picior; *3* — pălărie; *4* — bazidie; *5* — bazidiospori.

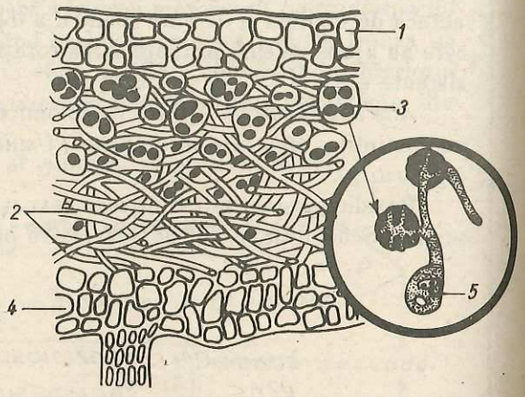


Fig. 90. Secțiune printr-un lichen:
1 — zonă corticală superioară; *2* — hifele ciupercii; *3* — algă unicelulară; *4* — zonă corticală inferioară; *5* — spor de ciupercă germinat.

Celulele algei care fac parte din structura unui lichen se numesc *gonidii*. În ceea ce privește ciuperca participantă, aceasta poate fi o ascomicetă sau, mai rar, o bazidiomicetă.

Importanța lichenilor. Lichenii sînt printre primele plante care populează suprafața stîncilor golașe și care prin numeroase generații succesive creează condiții favorabile pentru dezvoltarea altor grupe de plante.

Din unele specii de licheni se extrag: glucoza medicinală, zahăr alimentar, substanțe gelatinoase, turnesolul (indicator de mare utilitate în laboratoare), medicamente, alcool de calitate superioară, parfumuri fine ș.a.

ÎNCRENGĂTURA BRIOFITA — MUȘCHI

Mușchii sînt talofite cu o organizare superioară, adaptați atît la viața terestră, cît și la cea acvatică.

Pentru a înțelege organizarea și biologia acestor plante veți studia *mușchiul de pămînt (Polytrichum commune)*, care are un areal mare de răspîndire.

● Analizați cu ajutorul unei lupe părțile componente ale acestei plante. Ce veți observa?

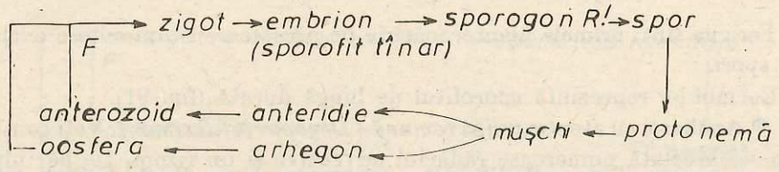
● *Rețineți!* Rizoizii, tulpinița și frunzișoarele nu sînt omoloage rădăcinii, tulpinii și frunzelor plantelor superioare.

Reproducerea. Principalul mod de reproducere al mușchilor este cel pe cale sexuată. Organul sexual femeiesc se numește *arhegon*. El are forma unei butelii, cu pereții formați dintr-un singur strat de celule; în partea bazală a arhegonului se află *oosfera*. Organul sexual masculin, de forma unui burduf alungit, se numește *anteridie*. În ea se formează un țesut spermatogen din celulele căruia iau naștere anterozoizi (spermatozoizi). Aceștia înoată în apă de ploaie sau rouă și se îndreaptă spre gîtul arhegonului.

După fecundarea oosferei se formează zigotul. Din zigot, după mai multe diviziuni, ia naștere embrionul, din care în cele din urmă se formează *sporogonul*, alcătuit din *setă* și *urnă* (capsulă). În interiorul urnei se formează numeroși spori haploizi.

În condiții prielnice, sporii dau naștere la *protonemă*, un tal filamentos ramificat care se fixează de sol cu ajutorul rizoizilor. Pe protonemă se diferențiază muguri, din care se vor dezvolta noi gametofiți, respectiv noi plante de mușchi.

Ciclul de dezvoltare al briofitelor poate fi reprezentat schematic astfel:



Din încrengătura mușchilor mai fac parte și specii inferioare de mușchi care se aseamănă cu unele alge verzi, încadrați în grupa *mușchilor hepatici* (de exemplu, fierea-pămîntului *(Marchantia polymorpha* ș.a.).

În stare fosilă, mușchii se cunosc din Carbonifer.

● Cercetările au arătat că strămoșii mușchilor sînt algele verzi străvechi la care generația dominantă era gametofitul.

Mușchii nu au dat naștere, de-a lungul erelor, la nici o altă grupă de plante și de aceea ei sînt considerați o ramură închisă.

ÎNTREBĂRI

1 — Explicați ciclul de viață al ciupercii care produce rugina grîului.
2 — Care este importanța cunoașterii bazidiomicetelor?
3 — Care este structura unui lichen?
4 — În ce constă importanța economică a lichenilor?
5 — Explicați ciclul de viață al mușchilor. Ce demonstrează acesta?

46

CORMOFITE

Spre deosebire de talofite, cormofitele sînt plante superioare, al căror corp numit *corm*, are o structură mult mai complexă decît talul.

Structura diversificată a cormului este urmare a adaptării cormofitelor la modul de viață terestră.

Trecerea la viață terestră a dus la apariția țesuturilor conducătoare (lemnoase și liberiene), mecanice și secretoare și la orientarea cormului în spațiu, în două direcții opuse: una avînd geotropism pozitiv (rădăcina), cealaltă avînd geotropism negativ (tulpina cu frunze).

● Cormofitele au provenit dintr-un *strămoș algal;* cormul își are originea în talul algelor autotrofe cu o alternanță de generații independente.

● Cele peste 300 000 specii de cormofite se repartizează în trei încrengături: *ferigi*, *gimnosperme* și *angiosperme*. Ultimele două sînt cunoscute sub denumirea comună de *spermatofite* sau *fanerogame*, adică plante cu semințe sau plante cu flori.

ÎNCRENGĂTURA PTERIDOFITA — FERIGI

Ferigile sînt primele plante apărute pe uscat care se înmulțesc exclusiv prin spori.

Cormul lor reprezintă sporofitul de lungă durată (fig. 91).

● Analizați cu atenție *feriga comună (Dryopteris filix-mas)*. Veți constata că în sol prezintă numeroase rădăcini adventive și un rizom. De pe tulpina

subterană se dezvoltă un buchet de frunze. Frunza este lung pețiolată. Pețiolul se prelungește printr-o axă ramificată. Pe această ramificație sînt inserați numeroși lobi divizați (pinule). O astfel de frunză se numește *dublu penat sectată.*

● Faceți o secțiune transversală prin tulpină și analizați preparatul microscopic. Veți observa că celulele din centrul tulpinii prezintă o mare specializare, formînd vase conducătoare de liber și de lemn. În structura lemnului predomină *traheidele* (celule alungite dispuse cap la cap cu pereții inegal îngroșați), adaptate la funcția de conducere a apei cu sărurile minerale prin corpul plantei.

În jurul vaselor de lemn se găsesc vasele de liber, de formă tubulară, cu pereții subțiri, adaptate la funcția de conducere a substanțelor nutritive. Subliniem că cele două tipuri de vase sînt dispuse în fascicule libero-lemnoase.

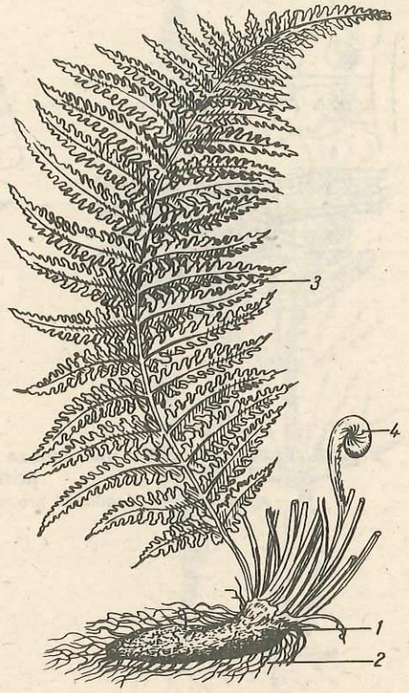


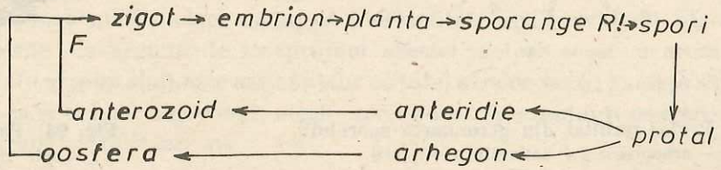
Fig. 91. Ferigă comună:
1 — rizom; *2* — rădăcini adventive; *3* — frunză compusă; *4* — frunză tînără.

● Analizați fața inferioară a unei frunze. Ce observați?

Sporii se formează în sporangi pe fața inferioară a frunzelor. Sporangii sînt grupați în niște formațiuni numite *sori*, protejate de o membrană protectoare (fig. 92).

La maturitate sporii sînt puși în libertate. Ajunși în condiții prielnice germinează și dau naștere unor lame verzi cordiforme numite *protale* (fig. 93). Protalul pluricelular se aseamănă cu talul algelor verzi, de unde și ipoteza că ferigile își au originea în algele verzi. Pe protal, și anume pe fața inferioară, se dezvoltă anteridiile producătoare de anterozoizi pluriciliați și arhegoanele, în care se formează oosfere. În urma procesului de fecundație pe protal se formează oul sau zigotul care, prin diviziuni repetate, dă naștere unui embrion, din care se va forma o plantulă și apoi planta adultă.

Alternanța de generații de la pteridofite poate fi schematizată astfel:



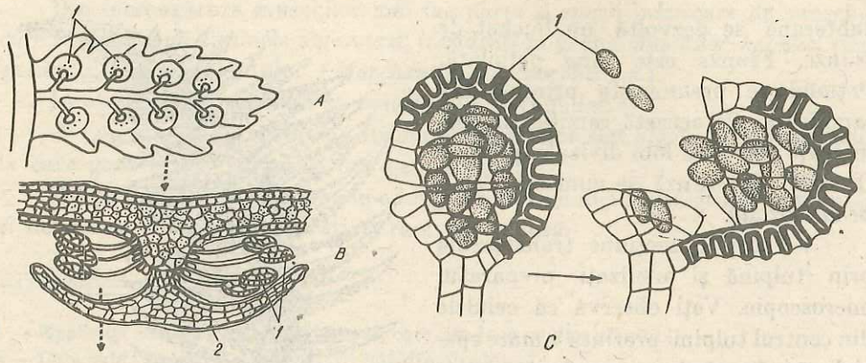


Fig. 92. Fața inferioară a unei frunze *(A)* cu sori (1); *B* — secțiune transversală printr-un sor:
1 — sporange; *2* — membrană protectoare; *C* — sporange cu spori; *1* — spori.

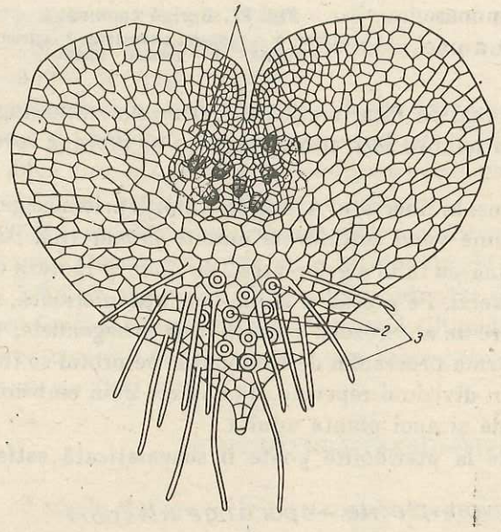


Fig. 93. Protal rezultat din germinarea sporului:
1 — arhegoane; *2* — anteridii; *3* — rizoizi.

Fig. 94. Pedicuța:
1 — spic florifer.

Fig. 95. Struțișorul:
1 — spic sporifer.

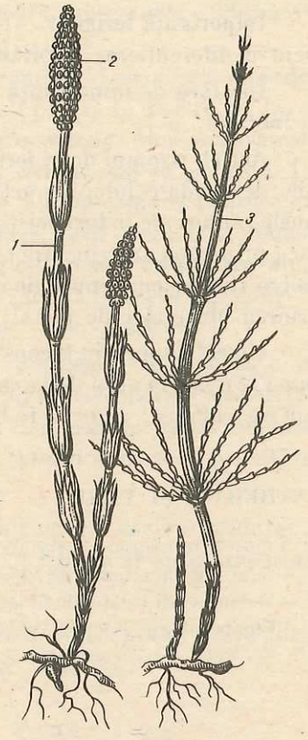


Fig. 96. Coada-calului:
1 — tulpină fertilă; *2* — spic sporifer; *3* — tulpină sterilă.

În ciclul de viață al ferigilor se observă că *sporofitul* este de lungă durată, în timp ce *gametofitul* are o viață foarte scurtă.

Alte ferigi. În zona montană cresc și alte specii de ferigi, cum ar fi *pedicuța* sau *brădișorul (Lycopodium clavatum)* (fig. 94), *struțișorul (Selaginella)* și *coada-calului (Equisetum)* răspîndită și pe terenurile umede nisipoase (fig. 95, 96).

Ferigile au apărut în Era Paleozoică și s-au dezvoltat paralel cu briofitele.

Strămoșii pteridofitelor sînt acele alge marine la care a predominat sporofitul. Asupra grupului de alge marine din care au derivat pteridofitele, sînt încă incertitudini. Unii presupun că acestea ar fi algele roșii, alții algele brune sau verzi.

Cei mai mulți biologi susțin că pteridofitele au derivat din algele verzi cambriene. Ca argumente în sprijinul acestei ipoteze se aduc următoarele: gametofitul (protalul) este asemănător cu talul algelor verzi; gameții sînt pluriciliați ca și ai unor alge verzi; algele verzi au și reprezentanți tereștri, pe cînd cele brune și roșii nu au.

Importanța ferigilor. Apariția pteridofitelor a marcat o etapă importantă pentru diferențierea celorlalte cormofite.

În afară de importanța științifică, pteridofitele prezintă și o importanță economică.

Astfel, rizomul de la feriga comună se întrebuințează ca viermifug; tulpinile de coada-calului au acțiune diuretică; sporii de pedicuță se folosesc în unele ramuri ale industriei (în metalurgie, se presară în tipare, pentru a împiedica prinderea amestecurilor de pereții acestora), precum și în farmacie la prăfuirea tabletelor; cenușa de coada-calului, bogată în siliciu, se folosește la lustruirea obiectelor de metal; unele ferigi sînt cultivate ca plante decorative.

Un rol important îl constituie însă resturile pteridofitelor dispărute *(Calamites, Sigillaria* etc.) de la care ne-au rămas zăcăminte de cărbuni cu o mare putere calorică, cum ar fi huila și antracitul.

ÎNTREBĂRI ȘI TEME

1 — Care este originea ferigilor?
2 — Care sînt caracterele de superioritate ale ferigilor față de mușchi?
3 — Demonstrați legăturile filogenetice dintre ferigi și algele verzi.
4 — Comparați ciclul evolutiv de la briofite cu cel de la pteridofite.
5 — Colectați pentru ierbarul școlii ferigi răspîndite în regiunea voastră.

47

ÎNCRENGĂTURA SPERMATOFITA

SUBÎNCRENGĂTURA CONIFEROFITINA — GIMNOSPERME

Gimnospermele sînt plante lemnoase (arbori și arbuști) cu lemnul format predominant din traheide. Florile sînt unisexuate, iar sămînța este neînchisă în fruct.

Primele plante cu sămînță au fost pteridospermele (ferigi cu sămînță). Ele fac trecerea de la pteridofite la spermatofite, fiind considerate ca cele mai primitive gimnosperme.

Pteridospermele își au originea în pteridofitele primitive din Silurian cunoscute numai în stare fosilă (psilofite). Pteridospermele nu au nici o legătură filogenetică directă cu ferigile propriu-zise; au evoluat paralel cu acestea, dînd naștere la gimnosperme.

Pteridospermele străvechi erau plante lemnoase, unisexuate, dioice, cu înfățișare de ferigi.

Florile bărbătești erau reprezentate prin stamine, fiecare cu cîte doi *microsporangi:* florile femele, respectiv ovulele, erau protejate de cîte un înveliș de natură foliară. În interiorul ovulului se afla *nucela* (macrosporange) care prezenta în partea superioară un mic spațiu numit *cameră polinică.* În nucelă se diferențiia endospermul primar, prevăzut la baza camerei polinice cu cîteva arhegoane. Polenul ajuns în camera polinică, prin germinare, dădea naștere la anterozoizi ciliați. Din contopirea unui anterozoid cu oosfera unui arhegon se forma zigotul care rămînea în sămînță fără să formeze un embrion. Sămînța cu zigot, dădea naștere, prin germinare, unei plantule.

Din pteridospermele străvechi au provenit cicadeele, reprezentate în flora actuală prin *Cycas* (fig. 97), *Zamia* ș.a. Tot din pteridosperme au derivat *cordaitalele* cu florile unisexuate și benetitalele cu flori hermafrodite. Din același strămoș comun cu cordaitalele, provenite din pteridospermele primitive, au derivat și coniferele.

Coniferele sînt gimnosperme lemnoase, în structura cărora predomină traheidele și canalele rezinifere. Frunzele sînt aciculare și au o structură xeromorfă*.

Cele mai frecvente conifere din țara noastră sînt: *pinul de pădure, molidul, bradul alb, zada, ienupărul, arborele-vieții, tisa* ș.a.

Semințele provenite din transformarea ovulelor sînt însoțite la unele conifere de cîte o aripioară (molid, brad etc.), care le ajută la diseminare, iar la altele (tisă) de un înveliș cărnos. Semințele sînt neînchise în ovar, această însușire fiind caracteristică tuturor gimnospermelor.

Ciclul de dezvoltare la gimnosperme. Ca și la alte cormofite, întîlnim și aici o alternanță de două generații: *sporofitică* și *gametofitică* (fig. 98).

Sporofitul este generația dominantă: el coincide cu planta propriu-zisă. Generația gametofitică, de scurtă durată, include gametofitul mascul (reprezentat din cîteva celule protaliene sterile și o celulă anteridială) și gametofitul femel (reprezentat prin

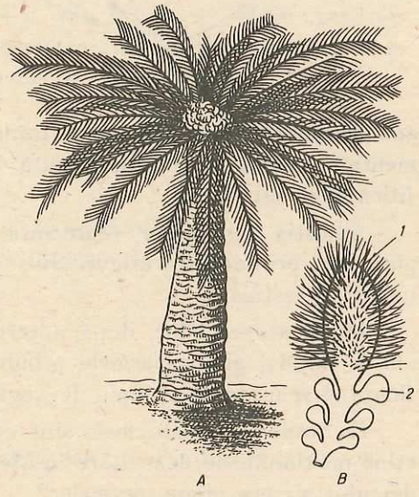


Fig. 97. *Cycas* sp :
A — aspect general; *B* — macrosporofilă: *1* — partea sterilă; *2* — partea fertilă.

* De la gr. *xeros* = uscat; *morfe* = formă.

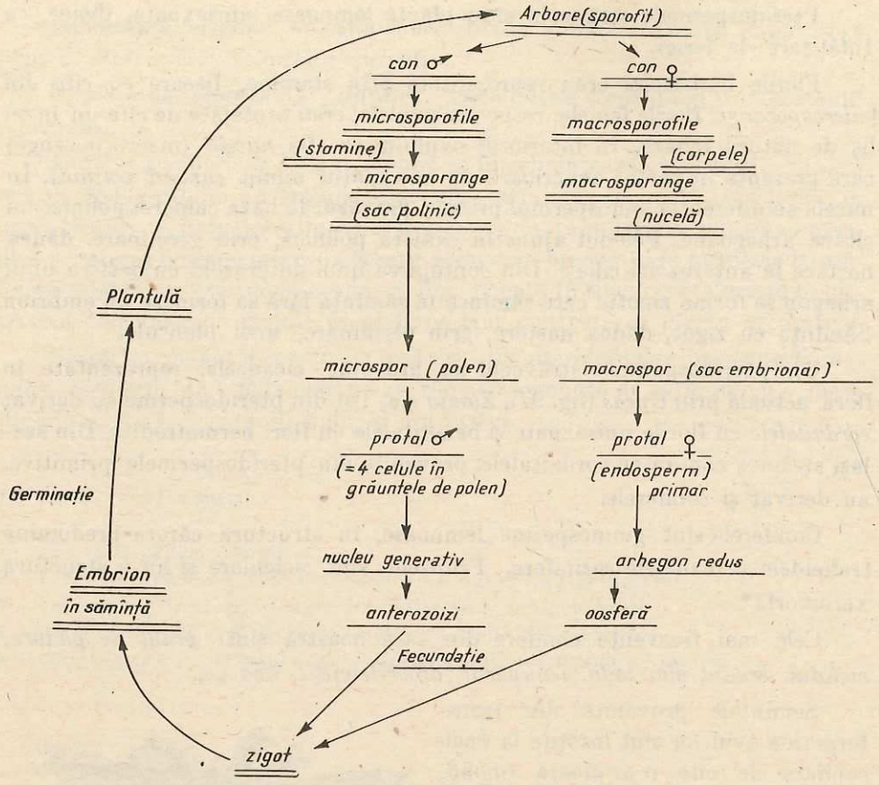


Fig. 98. Ciclul de dezvoltare la gimnosperme.

endospermul primar pe care se formează, de obicei, două arhegoane rudimentare). După fecundație rezultă zigotul, cu care începe generația sporofitică (fig. 99).

Apariția semințelor reprezintă un salt calitativ în cadrul evoluției plantelor, prin aceasta asigurîndu-se nu numai protecția embrionului, dar și nutriția acestuia.

După aspectul lor, după anterozoizii pluricelulari, prin fecundația, de obicei simplă, gimnospermele primitive se aseamănă cu pteridofitele; prin floare și semințe se apropie de angiosperme.

Ca fosile, gimnospermele sînt cunoscute începînd din Permian. Ele au atins maximum de dezvoltare în Mezozoic, din care motiv Mezozoicul a fost denumit și „era gimnospermelor".

Importanța economică a unor conifere este deosebit de mare: lemnul lor prețios se folosește în construcții și pentru mobile, constituind una din marile bogății ale țării noastre. Tot din lemnul lor se confecționează instrumente muzicale, iar printr-un proces tehnologic special, se obține *celuloza*.

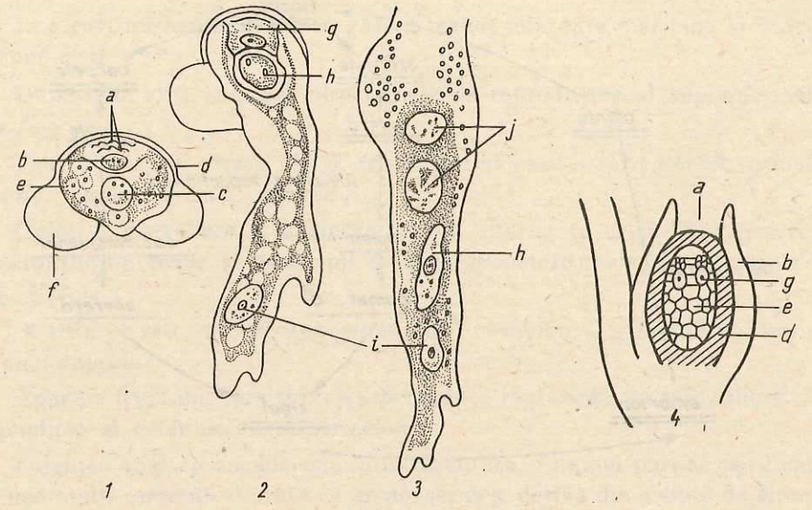


Fig. 99. Structura organelor reproducătoare la pin:
1 — granulă de polen matură; *2* — granulă de polen în momentul formării tubului polinic; *3* — porțiune din tubul polinic: *a* — celule protaliene; *b* — nucleu generativ; *c* — nucleu vegetativ; *d* — exină; *e* — intină; *f* — sac cu aer; *g* — celulă sterilă; *h* — celulă spermatogenă; *i* — nucleu vegetativ; *j* — nuclee spermatice; *4* — ovul matur: *a* — micropil; *b* — integument; *d* — nucelă; *e* — endosperm primar; *g* — arhegoane.

Din rășina acestor plante se extrag *terebentina* și *colofoniul*, iar prin arderea incompletă se obține *negrul de fum*, întrebuințat ca materie primă pentru prepararea cernelurilor de tuș. Tot din rășină se obțin produse chimice care constituie materia primă pentru fabricarea diferitelor lacuri și săpunuri de toaletă.

ÎNTREBĂRI ȘI TEME

1 — Care este originea gimnospermelor?
2 — Explicați superioritatea gimnospermelor față de pteridofite.
3 — Studiați și determinați specii de conifere din regiunea voastră.

48

SUBÎNCRENGĂTURA ANGIOSPERMOFITINA — ANGIOSPERME

Angiospermele sînt cele mai evoluate și răspîndite plante din flora actuală, fiind adaptate atît mediului terestru, cît și celui acvatic.

Ele se împart în două clase: *dicotiledonee* și *monocotiledonee*.

Gradul lor de superioritate constă în faptul că au cormul mai bine adaptat la condițiile variate ale mediului.

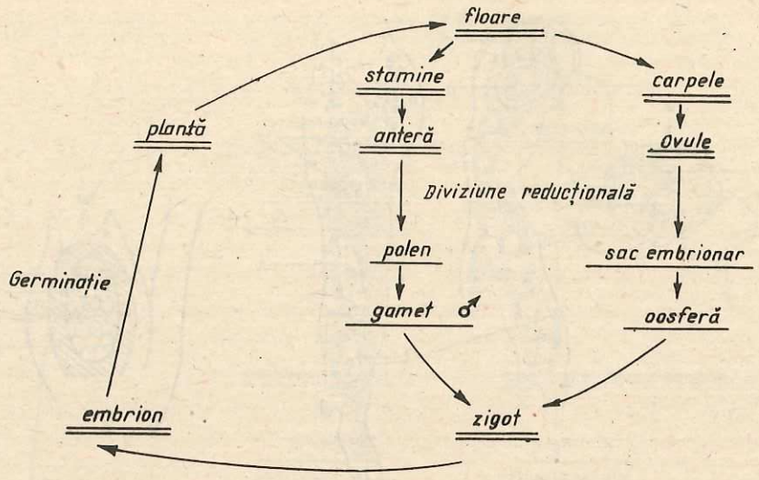


Fig. 100. Ciclul de dezvoltare la angiosperme.

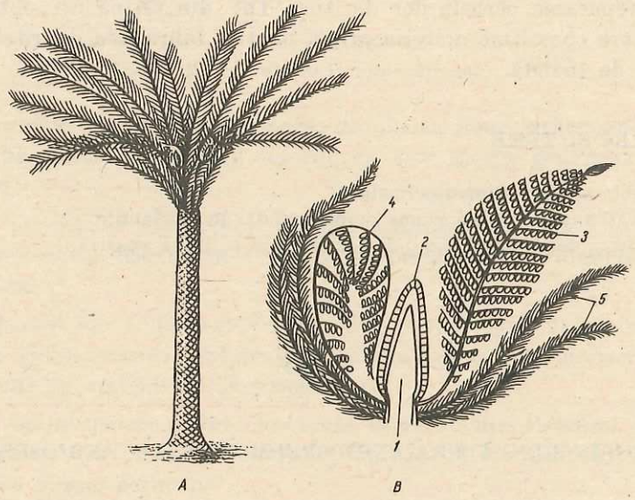


Fig. 101. Benetitale:
A — aspect general; *B* — floare: *1* — axa florală; *2* — macrosporofilă; *3* — microsporofilă; *4* — microsporofilă tînără; *5* — bractee cu rol protector.

În structura lemnului lor se găsesc trahee adaptate mai bine la funcția de conducere a sevei brute.

După cum știți, organul caracteristic de reproducere al angiospermelor este *floarea.*

Fructul poate fi cărnos *(bacă, drupă, poamă)* sau uscat *(achenă, cariopsă, foliculă, păstaie, silicvă, capsulă).*

Ciclul de dezvoltare la angiosperme. În alternanța celor două generații gametofitul s-a redus și mai mult față de gametofitul de la gimnosperme (fig. 100).

● Prin ce este reprezentat gametofitul masculin și gametofitul feminin la angiosperme?

Apariția fructului care protejează sămînța reprezintă un salt calitativ în răspîndirea și evoluția angiospermelor.

Originea angiospermelor este mult discutată și numai parțial clarificată. Cei mai mulți cercetători arată că angiospermele derivă din grupul de gimnosperme mezozoice, cu floarea hermafrodită și anume din benetitale (fig. 101). Din acest grup de plante au rezultat primele angiosperme numite policarpice (din care face parte *Magnolia)*, care la rîndul lor au constituit un important centru de origine pentru celelalte grupuri de angiosperme.

CLASA DICOTILEDONEE

În această clasă sînt cuprinse specii lemnoase și ierboase, răspîndite pe tot globul.

Ele se caracterizează prin rădăcini pivotante sau rămuroase. Cilindrul central din tulpină este alcătuit din fascicule libero-lemnoase distribuite pe un cerc sau două, mai ales la cele lemnoase, tulpina și rădăcina cresc secundar în grosime datorită celor două zone meristematice (cambiul libero-lemnos și felogenul).

Frunzele sînt pețiolate, simple sau compuse, cu nervațiune penată sau palmată. Florile sînt alcătuite din 5, 4 și 2 elemente, dispuse *ciclic* sau, mai rar, *spirociclic.* Embrionul are, de obicei, două cotiledoane.

Familia magnoliacee

Dintre angiospermele policarpice primitive, apărute în Cretacicul inferior sau chiar Jurasic, fac parte primele dicotiledonee — magnoliaceele. Magnoliaceele sînt plante arborescente cu flori mari, hermafrodite, alcătuite din numeroase elemente dispuse spirociclic, pe un receptacul proeminent, convex sau

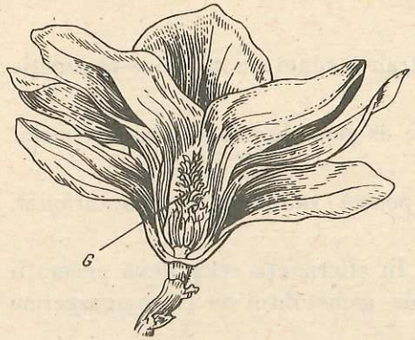


Fig. 102. Secțiune longitudinală prin floarea de magnolie:
G — gineceu.

conic. Învelișul floral este nediferențiat în caliciu și corolă (fig. 102). Androceul este format din numeroase stamine, iar gineceul din numeroase carpele (de unde și numele de policarpice) dispuse spirociclic. *Toate aceste caractere le apropie mult de gimnosperme.*

Din familia magnoliacee face parte *magnolia (Magnolia)*, ale cărei specii sînt răspîndite în Asia și America. Datorită florilor mari și aspectuoase, de diferite culori, magnoliile se cultivă prin parcuri și grădini.

Tot din această familie face parte și arborele-de-lalele *(Liriodendron tulipifera)*, cu frunze lobate și cu flori asemănătoare lalelelor (de unde și numele). Este originar din America de Nord. În țara noastră se întîlnește numai în grădinile botanice.

Foarte înrudite cu magnoliaceele sînt și lauraceele din care fac parte: laurul sau dafinul *(Laurus nobilis)*, arborele de scorțișoară, arborele de camfor din care se extrage camforul ș.a.

Familia ranunculacee

Cuprinde plante care se aseamănă cu magnoliaceele, din care, de altfel au și derivat. Se aseamănă cu acestea prin dispoziția spirociclică a staminelor și carpelelor.

Acest grup de plante, de obicei ierboase, cuprinde numeroase specii răspîndite în flora țării noastre.

● Analizați o plantă de *piciorul-cocoșului (Ranunculus acer)* (fig. 103).

Ce particularități morfologice prezintă diferitele organe?

Elementele florale sînt dispuse pe receptacul, după o linie în spirală. La aceste plante apar caractere noi în organizarea florii. Învelișul floral se diferențiază în sepale și petale, iar gineceul este alcătuit din numeroase carpele libere, dispuse în spirală. Formula florală este:

$$\ast\ \varphi\ K_{5}\ C_{5}\ A_{\infty}\ G_{\infty}$$

Din familia ranunculacee mai fac parte: *bujorul (Paeonia* sp.), *spînzul (Helleborus* sp.), *floarea-paștelui (Anemone nemorosa)*, *trei-răi (Hepatica nobilis)*, *dediței vînăt (Pulsatilla montana)*, *grîușorul* sau *sălățica (Ficaria verna)*, *omagul (Aconitum* sp.) ș.a.

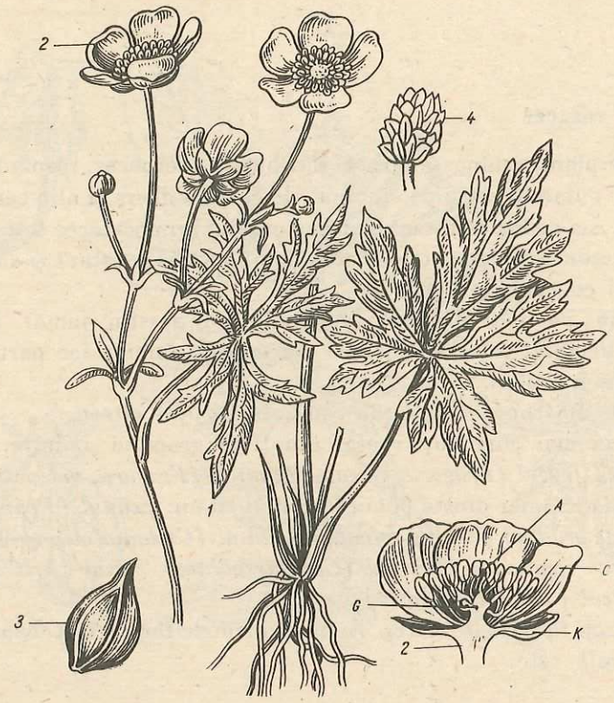


Fig. 108. Piciorul-cocoșului:
1 — aspect general; *2* — floare; *3* — fruct simplu (achenă); *4* — fruct compus (poliachenă).

Dintre plantele lemnoase menționăm *curpenul (Clematis vitalba)*, o liană frecventă în pădurile de foioase, cu flori mici, albe-gălbui. Achenele sînt prevăzute cu un stil persistent, acoperit cu peri lungi.

● Ranunculaceele au o deosebită importanță științifică, ele constituind un centru de evoluție din care au derivat numeroase familii de angiosperme. Unele din ele au și importanță practică. Astfel, frunzele tinere de sălățică sînt consumate primăvara ca salată. Din omag și spînz se extrag anumiți alcaloizi, utilizați în medicină. Prin parcuri și grădini se cultivă ca plante ornamentale: *bujorul*, *omagul*, *nemțișorul*, *curpenul* ș.a.

ÎNTREBĂRI ȘI TEME

1 — Alcătuiți schema alternanței de generații la angiosperme.
2 — Care este originea angiospermelor?
3 — Ce caractere de superioritate constatați la ranunculacee comparativ cu magnoliaceele?
4 — Alcătuiți diagrama florală la două specii de ranunculacee care trăiesc în regiunea voastră.
5 — Presați pentru ierbarul școlii cîteva plante din această familie. Notați numele plantei, locul și data cînd ați colectat-o.

Familia rozacee

Cuprinde plante lemnoase (arbori și arbuști) și ierbacee, răspîndite pe tot globul. După numărul mare de stamine, de carpele libere și alte caractere de primitivitate, s-a dedus că ele au luat naștere din ranunculacee sau magnoliacee, în urma reducerii elementelor florale la un număr constant și a dispunerii lor în cercuri concentrice.

Florile sînt pe tipul cinci sau un multiplu al acestui număr. Rozaceele prezintă un deosebit interes deoarece din această familie fac parte cei mai valoroși pomi fructiferi.

Rozaceele au frunze simple sau compuse, dispuse altern.

Dintre cei mai cunoscuți reprezentanți ai grupului amintim: *măceșul (Rosa canina)*, *fragul (Fragaria vesca)*, *căpșunul (Fragaria moschata)*, *zmeurul (Rubus idaeus)*, iar dintre pomii fructiferi citățm: *prunul (Prunus domestica)*, *mărul de grădină (Malus pumila)*, *gutuiul (Cydonia oblonga)*, *părul de grădină (Pyrus communis)*, *cireșul (Cerasus avium)*, *caisul (Armeniaca vulgaris)*, *piersicul (Persica vulgaris)* ș.a.

● *Analizați floarea de măceș.* Toate elementele florale sînt dispuse ciclic. Formula florală este:

$$*\,♀\,K_5\,C_5\,A_\infty\,\underline{G_{(\infty)}}$$

La unele rozacee (măr, păr, gutui ș.a.) gineceul semiinferior este alcătuit din cinci carpele unite. La alte rozacee (migdal, cais, piersic, prun, cireș), gineceul semiinferior este alcătuit dintr-o singură carpelă.

Dispoziția ciclică a elementelor florale și reducerea lor la un număr constant demonstrează că rozaceele sînt plante mai evoluate decît ranunculaceele.

După fecundație, din carpele se formează fructele (fig. 104). Ele sînt bogate în substanțe nutritive și vitamine, se consumă proaspete sau se folosesc la fabricarea compoturilor, dulcețurilor, marmeladei, rachiului, lichiorului ș.a.

Ținînd seama de valoarea nutritivă a acestor fructe, se prevede în continuare o creștere considerabilă a producției lor.

Unele rozacee, cum sînt: cireșul, părul, dau un lemn de calitate superioară care este folosit în industria mobilei.

Familia papilionacee (Leguminoase)

Leguminoasele sînt plante erbacee sau lemnoase, cu frunze stipelate, compuse, rareori simple, dispuse altern. Florile, pe tipul 5, sînt actinomorfe sau zigomorfe, dialipetale. Fructul se numește *păstaie*.

Fig. 104. Măceșul:
1 — ramură cu frunză și floare; *2* — fruct fals; *3* — fructe (achene).

După structura florilor, leguminoasele sînt foarte asemănătoare cu rozaceele, din care se presupune că au derivat, în urma reducerii staminelor și carpelelor.

Din familia leguminoase fac parte: *mazărea (Pisum sativum)*, *fasolea (Phaseolus vulgaris)*, *lucerna (Medicago* sp.), *trifoiul (Trifolium* sp.), *lintea (Lens culinaris)*, *soia (Glycine hispida)*, *salcîmul (Robinia pseudacacia)*, *alunele de pămînt (Arachis hypogaea)*.

● Pentru cunoașterea caracterelor generale ale acestor plante, analizați o plantă de mazăre (fig. 105).

Ce caractere morfologice desprindeți?

Mazărea este o plantă ierboasă anuală. Pe rădăcinile ei se observă nodozitățile, produse de bacteriile fixatoare de azot *(Rhizobium leguminosarum)*.

Amintiți-vă de rolul bacteriilor din nodozități.

Florile sînt alcătuite din cinci sepale unite la bază (caliciul gamosepal); cinci petale libere (corolă dialipetală) de formă și mărime diferite; petala superioară, mai mare, se numește *stindard (vexil)*, cele laterale, în număr de două, au formă de aripioare, ultimele două, inferioare, alcătuiesc *luntrița (carena)*;

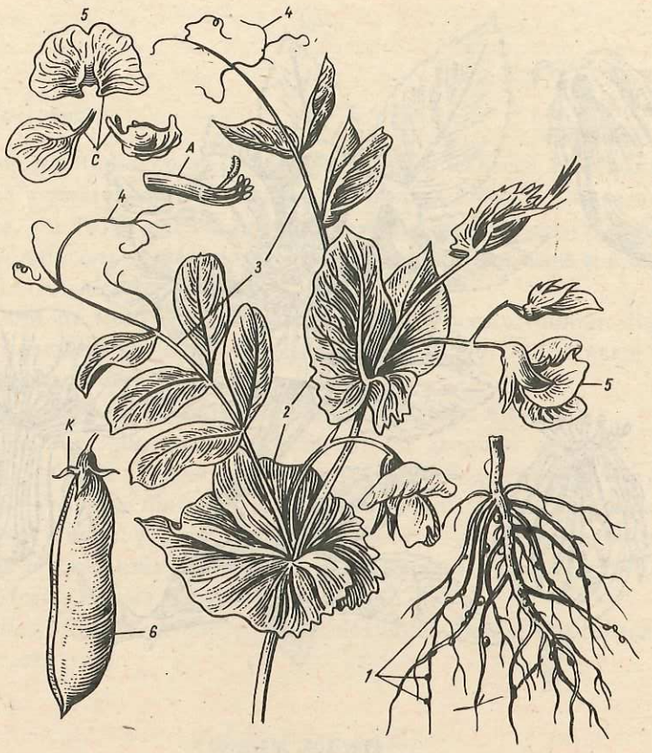


Fig. 105. Mazărea:
1 — rădăcină cu nodozități; *2* — stipele; *3* — frunză alcătuită din foliole; *4* — circei foliari; *5* — floare; *6* — fruct (păstaie).

10 stamine, dintre care 9 cu filamentele unite și una liberă și gineceu superior alcătuit dintr-o singură carpelă. Formula florală este:

$$\ast\ \varphi\ K_{(5)}\ C_5\ A_{(9)+1}\ \underline{G1}$$

După fecundație carpela se transformă într-un fruct *(păstaie)*, în care se află numeroase semințe bogate în substanțe nutritive.

● Rețineți că în organizarea florii de leguminoase au avut loc importante modificări față de rozacee. Petalele devin neegale, astfel că, pentru prima dată, întîlnim la florile acestor plante o simetrie bilaterală (flori *zigomorfe*).

Numărul staminelor se reduce și se stabilește la număr fix, iar gineceul este unicarpelar superior.

Leguminoasele sînt întrebuințate ca plante alimentare, furajere, medicinale, melifere și ca îngrășămînt verde.

Semințele, la majoritatea leguminoaselor, au o mare valoare nutritivă. Astfel, soia este cultivată pentru semințele ei care conțin: 35% proteine, 17% grăsimi, zaharoză, vitamine. De aceea soia are o largă utilizare alimentară; în plus, ea prezintă o mare valoare nutritivă ca furaj pentru vite.

Alunele de pămînt se cultivă pentru semințele lor, care conțin pînă la 50% ulei, precum și 25% albumină, amidon, zahăr etc. Caracteristica acestei plante este că după polenizare pedunculii florali se îndoaie în jos, pătrund în sol (pînă la 8 cm adîncime) și aici are loc formarea fructelor cu semințe.

Documentele de partid și de stat prevăd întărirea bazei furajere cu leguminoase, iar pentru mărirea producției de legume, cultivarea tuturor suprafețelor de teren, atît la sate cît și la orașe.

ÎNTREBĂRI ȘI TEME

1 — Ce caractere de asemănare prezintă leguminoasele cu rozaceele?
2 — Care sînt caracterele de superioritate ale rozaceelor față de ranunculacee?
3 — Care este importanța economică a celor două familii studiate?
4 — Colectați pentru ierbarul școlii cîteva specii de rozacee și leguminoase; întocmiți diagrama lor florală.

50

Familia umbelifere

Umbeliferele sînt plante de obicei erbacee, anuale, bienale, sau perene, cu frunze foarte variate, penat sau palmat sectate, avînd o teacă bine dezvoltată. Florile sînt grupate în inflorescențe numite umbele și constituite după următoarea formulă florală:

$$\ast\ \varphi\ K_5\ C_5\ A_5\ \overline{G(2)}$$

Fructul este o diachenă sau dicariopsă.

Majoritatea umbeliferelor se cultivă pentru conținutul lor bogat în zaharuri, uleiuri eterice (plante condimentare) etc. Amintim pe cele mai importante: *morcovul (Daucus carota)*, *coriandrul (Coriandrum sativum)*, *țelina (Apium graveolens)*, *pătrunjelul (Petroselinum hortense)*, *chimenul (Carum carvi)*. Dintre umbeliferele sălbatice, *cucuta (Cicuta virosa)* este o plantă otrăvitoare care crește în apropierea apelor.

● Analizați o plantă de morcov cultivat (fig. 106).

Care sînt particularitățile ei morfologice?

Floarea este alcătuită din 5 sepale mici, libere, 5 petale, de asemenea, libere. Staminele sînt în număr de 5, iar gineceul inferior este alcătuit din două carpele închise într-o cupă de origine receptaculară care asigură o protecție mai mare ovulelor. Această poziție a gineceului reprezintă un progres în organizarea florii, întrucît carpelele sînt mai bine protejate.

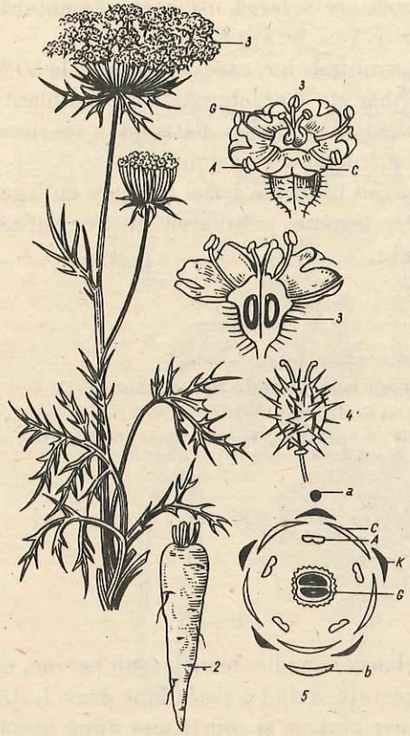


Fig. 106. Morcovul:
1 — tulpină cu frunze și flori; *2* — rădăcină; *3* — floare; *4* — fruct; *5* — diagrama florală: *a* — axa florală; *b* — bractee.

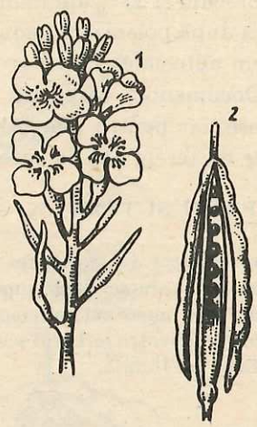


Fig. 107. Varza:
1 — inflorescență; *2* — silicvă.

Majoritatea umbeliferelor au o mare importanță atît în alimentația omului, cît și în medicină. Datorită conținutului în uleiuri eterice mirositoare, unele specii (anason, chimen) sînt folosite la aromatizarea produselor alimentare.

Familia crucifere

Plantele care fac parte din această familie sînt, de obicei, erbacee și mai rar lemnoase, cu frunze alterne, întregi sau sectate. Florile, hermafrodite și actinomorfe, sînt constituite după următoarea formulă florală:

$$*\,\varphi\, K_4\, C_4\, A_{2+4}\, \underline{G(2)}$$

Fructul este o silicvă sau siliculă.

Familia crucifere cuprinde numeroase specii. Dintre speciile cultivate amintim: *varza (Brassica oleracea)*, *gulia (Brassica oleracea* ssp. *gongylodes)*, *conopida (Brassica oleracea* ssp. *botrytis)*, *ridichea (Raphanus sativus)*, *muștarul alb (Sinapis alba)*, *rapița (Brassica rapa)*, *micșuneaua (Cheiranthus cheiri)*, *micsandra (Mathiola incana)* etc.

Dintre speciile sălbatice amintim *traista-ciobanului (Capsella bursu-pastoris)*, *urda-vacii (Lepidium draba)*.

- Analizați florile și fructele de la varză.

Veți constata că acestea sînt hermafrodite cu elementele florale libere. Florile sînt grupate în inflorescențe racemoase (fig. 107).

Caliciul format din patru sepale dispuse pe două cicluri este dialisepal, iar corola, din patru petale, este dialipetală. Androceul este alcătuit din șase stamine, dintre care patru sînt lungi; gineceul superior este alcătuit din două carpele concrescute.

- Fructul este o silicvă.
- Varza este o plantă bienală.
- Care sînt organele care apar la varză în al doilea an de viață?

Cruciferele au o mare importanță economică. Se folosesc în alimentația omului, ca nutreț pentru animale, cît și în scopuri medicinale, industriale și ca plante ornamentale.

Familia solanacee

În această familie sînt cuprinse numeroase plante ierboase și mai rar lemnoase, cu frunze simple sau sectate, dispuse altern.

Florile *solitare* sau grupate în *inflorescențe* sînt, de obicei, pentamere* alcătuite din caliciu gamosepal persistent, corolă gamopetală, tubuloasă, androceu alcătuit din cinci stamine concrescute pe tubul corolei, [ ], gineceu de obicei bicarpelar, concrescut și superior (uneori 5—4 carpele). În general, floarea la solanacee are următoarea formulă florală:

$$*\,\varphi\, K_{(5)}\, \underline{\left[C_{(5)}\, A_5\right]}\, \underline{G(2)}$$

Solanaceele prezintă unele caractere de superioritate în ceea ce privește alcătuirea florilor, ale căror petale sînt concrescute (de unde și denumirea de *sinpetale)* și dispunerii elementelor florale pe patru cicluri.

Tipul reprezentativ al acestei familii este cartoful *(Solanum tuberosum)* (fig. 108).

- Analizați floarea de cartof.

Veți constata că cele cinci sepale sînt unite formînd un caliciu gamosepal; petalele, în număr de 5, de asemenea, sînt unite formînd o corolă gamopetală; androceul este format din cinci stamine cu antere mari, galbene, cu filamentele concrescute cu petalele; gineceul este alcătuit din două carpele. Fructul este o bacă toxică, datorită alcaloidului numit *solanină*.

Cartoful reprezintă o importantă plantă alimentară și de materie primă pentru extragerea alcoolului, amidonului, glucozei etc. Aceste mari foloase fac să se acorde o atenție deosebită aplicării unei agrotehnici cît mai eficiente în cultura cartofului.

* De la gr. *penta* = 5; *meros* = parte.

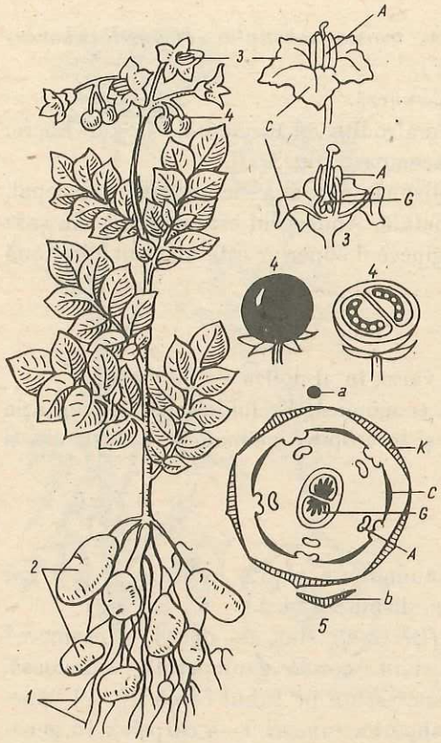


Fig. 108. Cartoful:
1 — rădăcină; *2* — tubercul; *3* — floare; *4* — bacă; *5* — diagramă florală: *a* — axa florală; *b* — bractee.

Alte solanacee alimentare cum sînt: *pătlăgeaua roșie (Lycopersicum esculentum)*, *pătlăgeaua vînătă (Solanum melongena)*, *ardeiul (Capsicum annuum)* se cultivă pentru fructele lor bogate în săruri minerale și vitamina A, C.

Dintre solanaceele industriale amintim și tutunul *(Nicotiana tabacum)*, plantă originară din America tropicală. Frunzele sînt folosite la fabricarea țigărilor. Ele conțin un alcaloid puternic, foarte toxic, dăunător fumătorilor și mai ales, tinerilor.

Alte solanacee bogate în alcaloizi otrăvitori sînt: *mătrăguna (Atropa belladonna)* și *ciumăfaia (Datura stramonium)*; ele conțin alcaloidul *atropina*, care este utilizat în oftalmologie și tratamentele gastro-intestinale.

Amintim și cîteva solanacee decorative: *regina-nopții (Nicotiana alata)* și *petunia (Petunia hybrida)*.

ÎNTREBĂRI ȘI TEME

1 — Întocmiți diagramele florale la reprezentanții familiilor studiate.
2 — Care este importanța economică a plantelor studiate?
3 — Ierborizați și determinați cîteva dintre umbeliferele, solanaceele și cruciferele cultivate și spontane care cresc în regiunea voastră.

51

Familia compozite

Familia compozite cuprinde un mare număr de specii adaptate la condiții ecologice diferite. Sînt plante erbacee, cu frunze simple sau sectate, de obicei, alterne. Florile sînt sesile, hermafrodite și unisexuate, dispuse în număr mare pe un receptacul lățit sau bombat. Ele formează o inflorescență condensată

numită *calatidiu (capitul)*. Calatidiul este protejat la exterior de unul sau mai multe rînduri de bractee care alcătuiesc *involucrul*.

Florile, actinomorfe sau zigomorfe, au caliciul redus și greu de identificat. Corola este alcătuită din cinci petale concrescute, formînd un tub simplu (flori tubuloase) sau un tub scurt care se continuă cu o prelungire în formă de limbă (ligulă) rezultată din contopirea a 3 sau 5 petale (flori *ligulate*). Androceul este format din cinci stamine fixate pe tubul corolei cu filamente libere, dar cu anterele concrescute, formînd un tub în jurul stilului. Gineceul bicarpelar este inferior. Formula florală la compozite este următoarea:

$$\uparrow * \varphi K_{5} C_{(5)} A_{(5)} \underline{G(2)}$$

Compozitele sînt cele mai evoluate dicotiledonate însumînd un număr foarte mare de specii.

Fructul este o *achenă*, prevăzută sau nu cu *papus*.

Analizați o plantă de *floarea-soarelui (Helianthus annuus)*. Care sînt particularitățile ei morfologice?

● Studiați alcătuirea florilor, folosind pentru orientare și figura 109.

Semințele de floarea-soarelui conțin 50% ulei. Uleiul extras se întrebuințează în industria alimentară. Turtele rămase după extragerea uleiului constituie un excelent furaj concentrat pentru animale.

Tulpinile sînt folosite în fabricarea celulozei sau drept combustibil.

În stare verde tulpinile se însilozează ca nutreț. Este și o bună plantă meliferă.

În documentele de partid se prevede intensificarea cultivării acestei plante folosind o agrotehnică avansată.

● Sînt și alte compozite folosite în alimentația omului, de exemplu: *cicoarea cultivată (Cichorium intybus)* din rădăcina căreia, prin prăjire se obține surogatul de cafea; *salata de grădină (Lactuca sativa)* etc.

Unele compozite sînt plante medicinale, de exemplu: *anghinarea*, *șofrănașul*, *tarhonul*, *pelinul*, *mușețelul* ș.a., iar altele sînt plante decorative: *crăițele (Tagetes* sp.), *cîrciumăresele (Zinnia* sp.), *crizantemele (Crysanthemum* sp.), *dalia (Dahlia* sp.) ș.a.

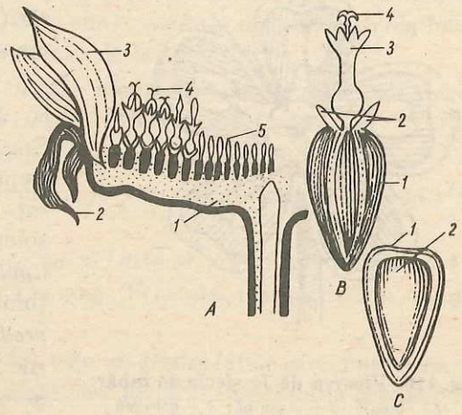


Fig. 109. Floarea-soarelui:
A — secțiune prin inflorescență: *1* — disc; *2* — frunze apărătoare; *3* — flori ligulate; *4* — flori tubuloase; *5* — flori nedezvoltate; *B* — floare tubuloasă: *1* — ovar; *2* — sepale reduse; *3* — petale unite; *4* — stigmat; *C* — 1 — peretele achenei; *2* — sămînță.

Dintre compozite, unele sînt buruieni dăunătoare ca de exemplu: *pălămida (Cirsium arvense)*, *susaiul (Sonchus* sp.), *brusturele (Arctium lappa)* etc.

Familia chenopodiacee

În această familie sînt cuprinse plante erbacee, rareori arbustive, cu frunze nestipelate, de obicei alterne, adesea cărnoase. Florile sînt mici, grupate în spice și glomerule, hermafrodite sau unisexuate, de obicei actinomorfe. Învelișul floral, periantul, este simplu sau redus.

- Formula florală este următoarea:

$$\ast P_{5-1}\, A_{5-1}\, \underline{G(2)}\text{-}(5\text{-}3)$$

- Fructul este o *achenă* sau *capsulă*.

Una dintre cele mai importante plante din această familie este *sfecla de zahăr (Beta vulgaris)*.

Florile unite în inflorescențe compacte sînt hermafrodite și grupate în cîte 2—3 (4—5) glomerule. Ele prezintă un înveliș floral simplu, format din cinci frunzișoare verzi *(tepale)* concrescute la bază. Androceul este format din cinci stamine, prinse de un inel cărnos, iar gineceul superior este alcătuit din trei carpele unite (fig. 110). La maturitate, baza carpelelor concrește cu axa inflorescenței, se sclerifică și formează un glomerul, un fruct compus din 1—6 fructe simple. În practica agricolă glomerulele sînt denumite impropriu semințe. Fructul simplu are forma aproape sferică și se deschide la maturitate; avînd o singură sămînță poate fi socotit *achenă;* iar prin faptul că se deschide la maturitate, poate fi considerat o *capsulă*. În țara noastră prin încrucișare și selecție s-a obținut sfecla de zahăr *monogermă*, care are numai fructe simple. Prin introducerea soiurilor monogerme se creează posibilitatea mecanizării complete și înlăturarea răritului manual.

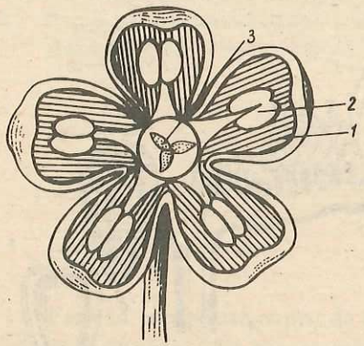


Fig. 110. Floarea de la sfecla de zahăr:
1 — tepală; *2* — stamină; *3* — gineceu.

De asemenea, s-au obținut și soiuri cu un conținut mai bogat în zahăr. Sfecla se prezintă sub diferite tipuri, după cantitatea de zahăr: *tipul zaharat* (Z), în care sînt incluse toate soiurile cu un conținut mare de zahăr; *tipul foarte zaharat* (ZZ), cu un conținut de zahăr foarte ridicat; *tipul productiv* (E), din care fac parte soiurile cu producție mare de rădăcini și conținut de zahăr relativ scăzut; *tipul normal* (N) cuprinde soiurile cu o producție de rădăcini și conținut de zahăr îmbunătățite.

- Folosind soiuri de mare productivitate și o agrotehnică corespunzătoare producția de sfeclă de zahăr a crescut continuu.

Din familia chenopodiacee mai amintim: *spanacul de grădină (Spinacia oleracea)*, cultivat pentru frunzele lui bogate în săruri minerale și vitamine, *loboda de grădină (Atriplex hortensis)* etc.

ÎNTREBĂRI ȘI TEME

1 — Ce adaptări prezintă floarea sfeclei de zahăr la polenizarea prin vînt?
2 — Care este importanța practică a cunoașterii acestor familii studiate?
3 — Priviți o inflorescență de la o compozită. Separați florile și observați dacă sînt tubuloase sau ligulate.
4 — Confecționați coli de ierbar cu compozite și chenopodiacee răspîndite în regiunea voastră.

52

Familia fagacee

Din această familie fac parte arbori și arbuști cu frunze stipelate, întregi, penat lobate, dispuse altern. O caracteristică a acestor plante este aceea că au flori cu o organizare simplă, unisexuate, adaptate la polenizarea prin vînt. O floare masculină este formată dintr-un periant simplu sau dublu, cu 4—7 foliole unite, protejînd 4—7 sau 8—14 stamine. Florile feminine, solitare sau grupate în inflorescențe, sînt alcătuite dintr-un periant rudimentar și un gineceu tricarpelar inferior.

Fructul, în general, este o *achenă*, înconjurat numai la bază *(Quercus)* sau în întregime *(Fagus, Castanea)* de o cupă rezultată din concrețerea foliolelor periantului și a bracteilor persistente de la baza florii.

Dintre speciile mai răspîndite în țara noastră citățm *fagul (Fagus sylvatica)*, un arbore cu răspîndire mare în zonele de deal și de munte.

- Florile apar o dată cu frunzele și sînt unisexuate.
- Fructul este o *achenă* (denumită și *jir)* cu trei muchii, ascuțite la vîrf. Sămînța este bogată în ulei.

Castanul bun sau dulce (Castanea sativa) este un arbore mediteranean. La noi crește spontan la Baia Mare și Tismana. Fructele, adăpostite într-o cupă sferică, spinoasă, sînt comestibile.

Stejarul (Quercus robur), (fig. 111), este un arbore falnic care, împreună cu alți arbori ca: ulmul, carpenul etc., alcătuiesc păduri întinse, de la cîmpie pînă

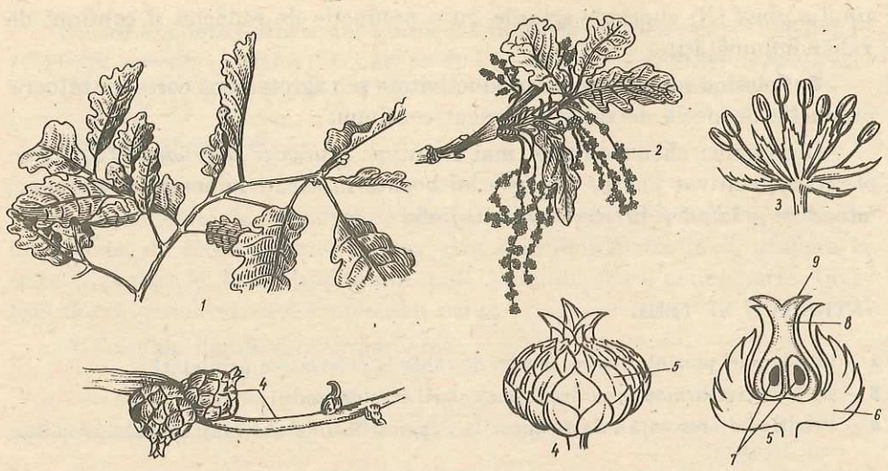


Fig. 111. Stejarul:
1 — ramură cu frunze; *2* — inflorescență; *3* — floare masculină; *4* — ramură cu flori feminine; *5* — floare în secțiune longitudinală; *6* — bractei; *7* — ovule; *8* — stil; *9* — stigmat.

în zona de dealuri joase. Are flori unisexuate, iar fructul *(ghinda)* este de tipul achenei. În țara noastră se întîlnesc mai multe specii de stejar.

Determinați speciile de *Quercus* din regiunea voastră folosind cheia de determinare de mai jos:

1 a — Frunze aspre cu peri stelați, cu lobii ca dinții de ferăstrău: în păduri, în regiunea de cîmpie ..... *cer (Q. cerris)*
1 b — Frunzele au alte caractere 2
2 a — Lujeri anuali lipsiți de peri 3
2 b — Lujeri anuali, păroși 6
3 a — Pețiolul sub 1 cm lungime 4
3 b — Pețiolul peste 1 cm lungime 5
4 a — Frunza, pe dos, cu smocuri de peri... *stejar brumăriu (Q. pedunculiflora)*
4 b — Frunzele, pe dos, sînt lipsite de peri (mai rar cu peri simpli); păduri; în regiunea de cîmpie ..... *stejar (Q. robur)*
5 a — Lobii frunzelor ± ascuțiți; perechea a doua de lobi este cea mai lungă; în regiunea de dealuri .....*gorun (Q. dalechampii)*
5 b — Lobii frunzelor rotunjiți; perechile a treia și a patra sînt mai lungi; păduri în regiunea de dealuri și montană inferioară .... *gorun. (Q. petraea)*
6 a — Frunze sesile, de 10—18 cm lungime, păroase, cu 8—10 nervuri laterale; în păduri de amestec... ..... *gîrnița (Q. frainetto)*
6 b — Frunze pețiolate de 4—8 cm lungime, păroase, cu 4—8 nervuri laterale; în păduri, pe coaste însorite, pietroase... *tufan (Q. pubescens).*

În zona mediteraneană cresc stejari cu frunze totdeauna verzi: *stejarul de plută (Quercus suber)*, *stejarul de stîncă (Quercus ilex)* ș.a.

Fagaceele au importanță economică foarte mare, prin lemnul lor de calitate, folosit în construcții, în industria mobilei și a hîrtiei, ca lemn de de foc ș.a.

Scoarța și galele de stejar (rezultate în urma înțepăturilor unor insecte) conțin substanțe tanante utilizate în industria pielăriei, iar castanele sînt folosite în industria alimentară (mai ales în cofetărie).

Familia juglandacee

Plantele din această familie sînt lemnoase, cu frunze imparipenat compuse, dispuse altern, bogate în substanțe aromatice. Inflorescențele, numite amenți, sînt adaptate la polenizarea prin vînt.

La noi în țară crește *nucul (Juglans regia)*. Semințele sînt bogate în ulei. Frunzele verzi conțin tanin, o substanță cafenie, care se folosește la vopsitul lînii și al părului.

● Nucul este foarte valoros, mai ales prin lemnul său utilizat în industria mobilei (furnir).

ÎNTREBĂRI ȘI TEME

1 — Care sînt caracteristicile florii la fagacee?
2 — Ce importanță economică prezintă arborii studiați?
3 — Colectați ramuri cu frunze, flori și fructe de la speciile învățate care cresc în regiunea voastră.

53

CLASA MONOCOTILEDONEE

Plantele cuprinse în această grupă sînt, în general, ierboase, mai rar lemnoase, anuale sau perene, răspîndite pe întreg globul.

Rădăcina principală la monocotiledonate rezultată din radicula embrionului dispare de timpuriu, locul ei fiind luat de rădăcini adventive fasciculate.

Tulpina este, de obicei, neramificată, adesea metamorfozată (rizomi, bulbi).

Cilindrul central este format din numeroase fascicule libero-lemnoase lipsite de cambiu.

Creşterea în grosime se întîlneşte foarte rar. Fasciculele libero-lemnoase sînt dispuse neregulat, fapt care asigură plantei o conducere mai bună a substanţelor, ceea ce constituie un caracter de superioritate faţă de dicotiledonate.

Frunzele sînt, în general, întregi, sesile, cu nervaţiune paralelă sau arcuată şi cu teaca bine dezvoltată.

Floarea este *trimeră*, mai rar *tetrameră*, iar învelişul floral este nediferenţiat în caliciu şi corolă. Embrionul este prevăzut cu un singur cotiledon.

● Monocotiledonatele au apărut la sfîrşitul Erei Mezozoice şi au evoluat paralel cu dicotiledonatele.

Cu privire la originea monocotiledonatelor se crede că ele derivă dintr-un grup de dicotiledonate primitive prin reducerea unui cotiledon. Unele monocotiledonate primitive au caractere de asemănare cu policarpicele, în special, în organizarea florii. De exemplu, la săgeata-apei şi crinul de baltă, elementele florale sînt dispuse în spirală, staminele sînt numeroase, iar gineceul este format din numeroase carpele.

Familia liliacee

Plantele din această familie sînt ierboase. Florile sînt alcătuite pe tipul 3, după următoarea formulă:

$$\ast\ \delta\,P_{3+3}\,A_{3+3}\,\underline{G(3)}$$

Fructul este o *capsulă* sau *bacă*.

Ca tip reprezentativ de recunoaştere descriem laleaua de grădină *(Tulipa gesneriana)*. Învelişul floral este alcătuit din şase elemente la fel colorate, numite *tepale*, dispuse pe două cercuri; cele 6 tepale formează perigonul (P).

Androceul este alcătuit din şase stamine bine dezvoltate tot pe două cercuri. Gineceul superior este format din trei carpele (fig. 112). După fecundaţie rezultă un fruct numit *capsulă*.

Alte liliacee cunoscute mai ales prin florile lor decorative sînt: *crinul de pădure (Lilium martagon)*, *crinul alb (Lilium candidum)*, *zambila (Hyacinthus orientalis)*, *vioreaua (Scilla bifolia)*, *lăcrimioara (Convallaria majalis)*, *brînduşa de toamnă (Colchicum autumnale)* ş.a.

Unele liliacee au o deosebită valoare: *ceapa (Allium cepa)*, *usturoiul (Allium sativum)*, *prazul (Allium porrum)*. Ceapa şi usturoiul conţin substanţe cu acţiune bactericidă numite fitoncide. Alte specii de *Allium* sînt spontane, frecvente prin păşuni şi fîneţe, în zonele de cîmpie şi de deal. Printre liliacee sînt unele care conţin alcaloizi folosiţi mai ales, în medicină, de exemplu: brînduşa de toamnă conţine alcaloidul *colchicina; stirigoaia (Veratrum album)* conţine *veratrina* etc.

Foarte apropiată de liliacee este şi familia amarilidacee din care fac parte: *narcisa (Narcissus poeticus)*, *ghiocelul (Galanthus nivalis)*. Plantele din această familie au florile organizate după următoarea formulă florală:

$$\ast\ \delta\,P_{3+3}\,A_{3+3}\,\overline{G(3)}$$

Mai menţionăm familia iridacee din care fac parte: *stînjenelul (Iris* sp.), *gladiola (Gladiolus* sp.), *brînduşa de munte (Crocus* sp.), *şofranul (Crocus sativus)* ş.a. Toate plantele din această familie au florile organizate după următoarea formulă:

$$\ast\ sau\ \uparrow\ P_{3+3}\,A_{3+0}\,\overline{G(3)}$$

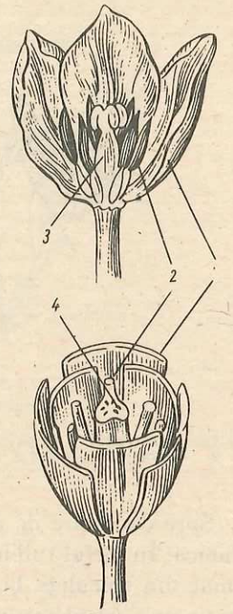


Fig. 112. Secţiune longitudinală şi transversală prin floarea de lalea:
1 — tepală; *2* — stamine; *3* — ovar; *4* — gineceu tricarpelar.

Familia graminee

Cuprinde un mare număr de specii; majoritatea sînt erbacee, anuale sau perene.

Florile sînt, de obicei, hermafrodite, grupate într-o inflorescenţă caracteristică numită spic compus sau panicul, alcătuite din numeroase spiculeţe.

Un spiculeţ uniflor este alcătuit din două *glume* (una inferioară şi una superioară), două *palee* (una superioară şi alta inferioară). Glumele şi paleele constituie pleava. Androceul este format din trei stamine libere, rareori şase (orez). Gineceul superior este alcătuit dintr-o singură carpelă, prevăzută cu 1—3 stigmate (unul la porumb, două la cele mai multe specii, trei la bambus).

Dintre gramineele importante din punct de vedere economic menţionăm: *grîul (Triticum aestivum)*, *orzul (Hordeum vulgare)*, *secara (Secale cereale)*, *ovăzul (Avena sativa)*, *orezul (Oryza sativa)*, *meiul (Panicum miliaceum)*, *porumbul (Zea mays)*, *trestia de zahăr (Saccharum officinarum)* etc.

Grîul (Triticum aestivum) este o plantă de cultură care ocupă mari suprafeţe de teren în ţara noastră.

● Analizaţi o plantă de grîu. Cum este rădăcina? Dar tulpina?

● Analizaţi cu lupa spicul compus şi puneţi în evidenţă elementele spiculeţului: glumele, paleele, staminele, gineceul.

Florile sînt lipsite de învelişuri colorate (fig. 113). Ele sînt adaptate la polenizare prin vînt.

După polenizare şi fecundare se formează fructul care este o *cariopsă*.

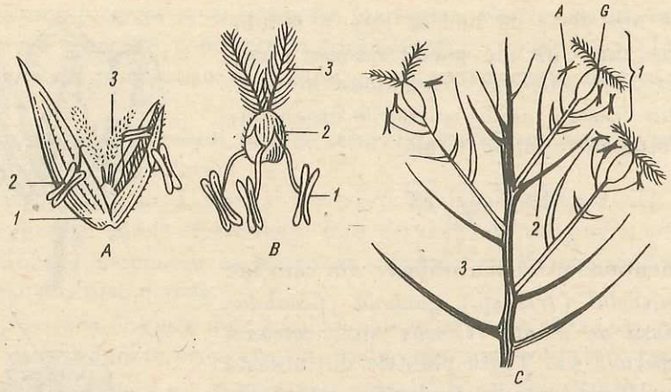


Fig. 113. Floarea de grîu:
A — floare întreagă: *1* — palee; *2* — stamină; *3* — gineceu; *B* — androceu și gineceu: *1* — stamină; *2* — ovar; *3* — stigmat. *C* — spic: *1* — floare; *2* — axa spiculețului; *3* — axa spicului.

Spre deosebire de grîu, *porumbul (Zea mays)* este o plantă unisexuată, monoică. În vîrful tulpinii se află inflorescența masculă sub formă de panicul, format din spiculețe bi-(tri)-flore cu cîte trei stamine. Inflorescența femelă este un spic (știulete) lung și gros, inserat cam la jumătatea tulpinii,acoperit de numeroase bractei (pănușe). Spiculețele femele sînt biflore (una fertilă și alta sterilă). Ovarul posedă un stigmat filiform de 15—25 cm lungime, bifurcat.

● Cultura cerealelor în țara noastră constituie o ocupație veche și permanentă în scopul asigurării hranei oamenilor și a animalelor.

În prezent, cultura cerealelor ocupă cel mai mare procent din suprafața arabilă a țării noastre. Pentru sporirea producției de cereale, documentele de partid stabilesc măsuri ca: aplicarea unei agrotehnici diferențiate, științifice, crearea de noi soiuri (hibrizi) valoroase din punct de vedere productiv etc.

Alte graminee sînt: *păiușul (Festuca* sp.), *iarba-cîmpului (Agrostis* sp.), *coada-vulpii (Alopecurus* sp.), *firuța (Poa* sp.), *golomățul (Dactylis glomerata)*, *obsiga (Bromus* sp.), *pirul (Agropyron)*, *stuful (Phragmites communis)* utilizat la fabricarea hîrtiei etc.

ÎNTREBĂRI ȘI TEME

1 — Care este originea monocotiledonatelor?
2 — Care sînt caracterele generale ale liliaceelor. Ce importanță practică au?
3 — Care sînt particularitățile florii la graminee?
4 — Care este importanța economică a gramineelor cultivate și spontane?
5 — Alcătuiți un tabel comparativ cu caracterele mono- și dicotiledonatelor.
6 — Colectați pentru ierbarul școlii diferite monocotiledonate care se găsesc în regiunea voastră.
7 — Urmăriți schema filogeniei regnului vegetal (fig 114); ce concluzie desprindeți cu privire la evoluția acestuia?

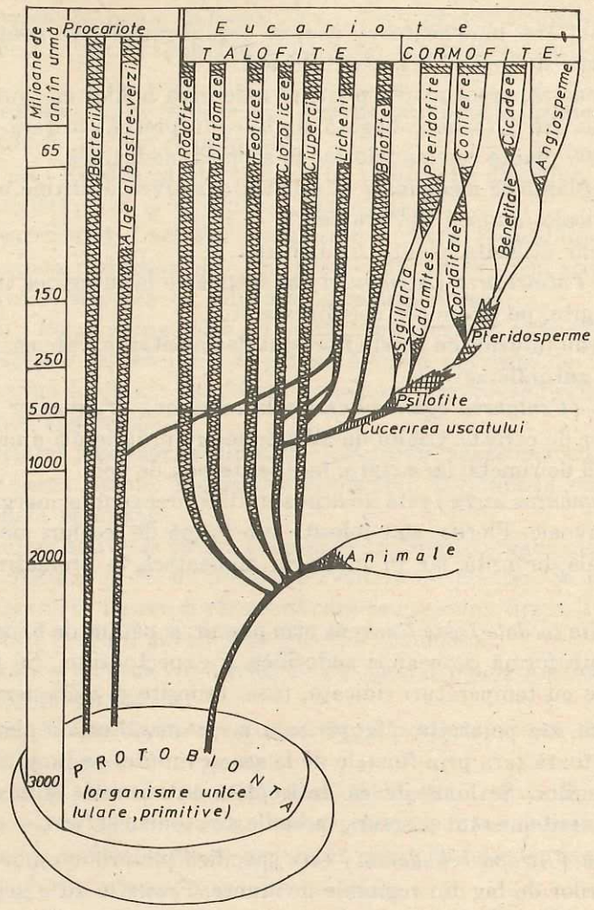


Fig. 114. Schema filogenetică a regnului vegetal.

54

PLANTE MEDICINALE

„Vechi de cînd este omul și readuse în actualitate de cercetările noi, plantele medicinale constituie un prețios tezaur pus de natură la îndemîna omului"

D. Gr. Constantinescu

Fără a minimaliza importanța produselor farmaceutice obținute pe cale industrială, plantele medicinale ocupă un loc deosebit de însemnat în asigurarea sănătății omului. De-a lungul secolelor oamenii au observat că anumite

plante au o acțiune binefăcătoare asupra organismului, ele contribuind la menținerea forței de muncă și a sănătății lor.

În țara noastră, preocuparea pentru vindecarea bolilor cu ajutorul plantelor medicinale are o veche și bogată tradiție. În prezent în țară noastră se cunosc peste 300 plante care se folosesc în scopuri medicinale.

Folosirea plantelor medicinale în scopuri curative constituie o ramură a științelor medicale, numită fitoterapie.

• Cele mai utilizate plante medicinale:

Mușețelul *(Matricaria chamomilla)* se întîlnește la marginea drumurilor, a lanurilor de grîu, pe terenurile necultivate etc.

Ceaiurile sau infuziile cu aceste flori sînt dezinfectante, calmează spasmele și au acțiune antiinflamatorie.

Albăstrița *(Centaurea cyanus)* crește la marginea drumurilor și în apropierea lanurilor de cereale. Ceaiul de albăstrele are proprietăți diuretice, folosindu-se în boli de rinichi, iar extern, în diferite boli de ochi.

Socul *(Sambucus nigra)* este un arbust întîlnit frecvent la marginea pădurilor și prin zăvoaie. Florile sînt folosite sub formă de ceaiuri medicinale în cazuri de răceală, bronșită, iar în industria alimentară, la aromatizarea unor băuturi.

Teiul *(Tilia cordata)* este frecvent prin parcuri și păduri de foioase. Florile sînt folosite sub formă de ceaiuri sudorifice și expectorante. Se recomandă în răceli, gripe cu temperaturi ridicate, tuse, bronșite și stări nervoase.

Sunătoarea sau **pojarnița** *(Hypericum perforatum)* este o plantă perenă răspîndită în toată țara prin fînețele de la șes și munte, pe lîngă drumuri, la marginea pădurilor. Se folosește ca antiseptic, antidiuretic și cicatrizant în tratamentul diferitelor răni și arsuri, în bolile de stomac și ficat.

Mătrăguna *(Atropa belladonna)* este specifică pădurilor umbroase, poienilor și tăieturilor de fag din regiunile de munte. Frunzele au o acțiune spasmolitică și antiasmatică.

Este de menționat că cei care recoltează frunze de mătrăgună trebuie să ia măsuri de precauție, deoarece planta este otrăvitoare.

Degețelul *(Digitalis lanata, D. purpurea)* crește prin fînețe, tufișuri, poieni, în locuri pietroase dar se și cultivă pentru valoarea sa medicinală. Preparatele farmaceutice obținute din frunze sînt folosite pentru regularizarea ritmului cardiac și îmbunătățirea circulației generale a sîngelui. Se folosesc numai după indicațiile medicului.

Menta sau **izma bună** *(Mentha piperita)* se cultivă pe suprafețe întinse în țara noastră. Infuzia din frunze are o acțiune liniștitoare asupra durerilor de stomac, mărește secreția bilei. Extractele din frunze (uleiuri eterice și mentol) intră în compoziția multor medicamente, produse cosmetice și alimentare.

Pătlagina *(Plantago lanceolata)* crește în toată țara (pajiști, locuri ruderale, culturi). Frunzele proaspete au acțiune cicatrizantă, iar sub formă de infuzie sînt utilizate în bronșitele cronice.

Anghinarea *(Cynara scolymus)* se cultivă pentru frunzele sale folosite în afecțiunile ficatului, favorizînd eliminarea substanțelor toxice din ficat și rinichi.

Coada-calului *(Equisetum arvense)* crește prin luncile umede, pe marginea apelor de munte, pe soluri nisipoase.

Planta este folosită ca diuretic, iar în tulburările digestive, combate aciditatea crescîndă; are și o acțiune hemostatică.

Coada-șoricelului *(Achillea millefolium)* poate fi întîlnită prin fînețe, poieni, marginea pădurilor etc. Are proprietăți antiseptice, stimulează activitatea ficatului și pofta de mîncare, calmează durerile.

Măceșul *(Rosa canina)* este un arbust care crește în regiunile de cîmpie și de deal. Măcețele reprezintă o importantă sursă naturală de vitamina C și zaharuri. Ele pot fi folosite sub formă de ceaiuri, siropuri sau gemuri, în afecțiunile hepatice sau renale.

• **Colectarea plantelor medicinale.** Colectarea plantelor medicinale presupune cunoașterea plantei medicinale respective și perioada optimă în care aceasta trebuie recoltată.

Substanțele active se găsesc acumulate în diferite organe ale plantelor, în funcție de anotimp și de stadiul de dezvoltare al plantei. Se recomandă ca părțile subterane să fie recoltate primăvara sau toamna tîrziu. Tot primăvara vor fi colectați mugurii și ramurile speciilor lemnoase.

Primăvara și toamna vor fi colectate, în special, frunzele și florile, în funcție de stadiul lor de dezvoltare.

Culesul trebuie să fie făcut rațional, lăsînd exemplare sănătoase și bine dezvoltate pentru regenerarea plantei.

• **Uscarea și păstrarea plantelor medicinale.** Plantele vor fi uscate imediat după colectare, în locuri aerisite, curate, uscate, la temperatură obișnuită, ferite de praf și insecte. Indicate pentru uscarea plantelor la temperatura obișnuită sînt podurile caselor, acoperite cu tablă.

Păstrarea plantelor medicinale uscate se va face la loc uscat și răcoros.

Readuse în actualitate de cercetări moderne, plantele medicinale constituie un minunat izvor de sănătate, pe care natura patriei noastre ni-l pune la dispoziție din belșug.

ÎNTREBĂRI ȘI TEME

1 — Ce alte plante medicinale cunoașteți?
2 — În ce scop sînt ele folosite?
3 — Colectați din regiunile apropiate plantele medicinale amintite, pe care le veți observa și determina, plasîndu-le în unitatea sistematică din care fac parte. Folosiți, pe lîngă textul și planșele din manual, și determinatoarele botanice din biblioteca școlii.
4 — Confecționați un ierbar numai cu plante medicinale din regiunea voastră și specificați în ce afecțiuni se utilizează.
5 — Organizați o întrecere între grupe ale clasei pentru colectarea de plante medicinale în vederea valorificării lor.

OCROTIREA PLANTELOR ÎN ȚARA NOASTRĂ

(Lectură)

În ultimii ani, ocrotirea și conservarea naturii au devenit o problemă importantă atît în întreaga lume cît și în țara noastră. Prin ocrotirea naturii înțelegem totalitatea măsurilor luate pe linie de stat, spre binele societății, pentru utilizarea cît mai rațională a resurselor naturii, pentru a opri de la distrugere anumite teritorii sau elemente ale naturii importante din punct de vedere științific, cultural sau economic.

Lupta pentru protejarea mediului înconjurător are ca scop ocrotirea plantelor și animalelor rare, declarate monumente ale naturii.

Pe baza legilor emise în acest sens în țara noastră s-au amenajat mai multe rezervații dintre care amintim: renumitul *Parc Național Retezat*, *Delta Dunării*. unde s-au pus sub ocrotire numeroase specii de plante și animale.

Fiecare cetățean din țara noastră are datoria să protejeze mediul înconjurător și să conserve monumentele naturii pentru a le transmite generațiilor viitoare.

Ocrotirea naturii în țara noastră se face pe baza Legii pentru protecția mediului înconjurător din anul 1973, ca urmare a dezbaterilor care au avut loc la Conferința Națională a P.C.R. din iulie 1972. În scopul protejării naturii s-au constituit Comitetul Național pentru Protecția Mediului Înconjurător și Consiliul Național al Apelor.

Frumusețea, raritatea și importanța științifică și ecologică a unor specii de plante au făcut ca ele să fie trecute sub protecția legii din țara noastră. Iată mai jos cîteva dintre plantele ocrotite:

Zîmbrul *(Pinus cembra)*, relictă terțiară, care se găsește în Parcul Național Retezat, în Munții Bucegi și în nordul Carpaților Orientali.

Tisa *(Taxus baccata)* un arbust sporadic întîlnit în pădurile de fag pe substrat calcaros. Avînd un lemn tare, dens și de culoare roșcată, a fost tăiat în mod abuziv. Astăzi este pus sub ocrotire.

Rododendronul sau **smirdarul** *(Rhododendron kotschyi)* este un arbust care formează tufișuri pitice. Florile sale roșietice dau un frumos colorit peisajului alpin.

Garofița Pietrei Craiului *(Dianthus callizonus)* care crește pe brînele și stîncile înierbate de pe masivul Piatra Craiului.

Iedera albă *(Daphne blagayana)*, plantă de origine carpato-balcanică, întîlnită pe povîrnișurile și grohotișurile calcaroase în luminișurile pădurilor; este ocrotită în rezervația din Bucegi.

Narcisa *(Narcissus stellaris)*, plantă delicată, prezentă în poienile Dumbrava-Vadului și în Poiana Narciselor, în apropiere de Șercaia (județul Brașov) ș.a. Frumusețea ei atrage numeroși turiști iubitori ai naturii.

Bujorul românesc *(Paeonia peregrina* var. *romanica)* ocrotit în pădurea Comana și bujorul cu frunze înguste *(Paeonia tenuifolia)* element străvechi al perioadei postglaciare, aflat în rezervația naturală de la Zau de Cîmpie (jud. Mureș), în Dobrogea și Banat.

Drețe *(Nymphaea lotus* var. *thermalis)* crește în lacurile stațiunii balneoclimaterice Băile 1 Mai (Oradea).

Strugurii-ursului *(Arctostaphyllos uva-ursi)*, tufă tîrîtoare, cu frunze pieloase, mereu verzi, cu flori albe și cu bace roșii, se întîlnește în Munții Apuseni la Scărișoara.

Ghințura galbenă *(Gentiana lutea)* este frecventă în regiunea subalpină a munților.

Ghimpele păduret *(Ruscus aculeatus)* tufă mică, decorativă, răspîndită, mai ales, în Banat și Oltenia.

Bibilica sau **laleaua pestriță** *(Fritillaria meleagris)*, o plantă care trăiește în unele mlaștini din țară. Are florile pestrițe, cu pătrățele brun-roșcate și albicioase.

Floarea de colț *(Leontopodium alpinum)*, mărturie a florei pleistocene, este întîlnită pe stîncile calcaroase din regiunea alpină.

Papucul-doamnei *(Cypripedium calceolus)*, una din cele mai frumoase orhidee din flora noastră. Floarea este mare, de culoare purpuriu-brună, cu labelul galben. Crește prin păduri și tufișuri cu substrat calcaros.

Protecția mediului înconjurător trebuie să stea în atenția tuturor atît din motive de ordin științific, cît și din dragoste și grijă pentru frumusețile naturii patriei noastre.

Grija permanentă arătată de conducerea de partid și de stat, în vederea creării unor condiții corespunzătoare de muncă și de viață pentru toți oamenii muncii, obligă pe fiecare cetățean să cunoască și să aplice reglementările privind protecția mediului înconjurător.

CUPRINS

Materia vie ... 3
Originea vieții ... 3
Ipoteze actuale ... 3
Însușirile fundamentale ale materiei vii. Compoziția chimică a materiei vii ... 6
Studiul celulei vegetale ... 8
Structura celulei vegetale la microscopul optic ... 12
Diviziunea celulară ... 15
Diviziunea mitotică (mitoza) ... 18
Diviziunea meiotică (meioza) ... 21
Histogeneza ... 23
Organogeneza ... 26
Rădăcina ... 26
Tulpina ... 29
Frunza ... 32
Viața plantelor ... 35
Nutriția plantelor autotrofe ... 35
Substanțe și elemente chimice necesare nutriției plantelor ... 35
Forțele care contribuie la ascensiunea apei în corpul plantelor ... 38
Ofilirea plantelor ... 41
Asimilația carbonului ... 42
Fotosinteza ... 43
Clorofila ... 45
Rolul pigmenților clorofilieni în fotosinteză ... 48
Influența factorilor de mediu asupra intensității fotosintezei și importanța lor practică ... 50
Influența temperaturii, apei și sărurilor minerale asupra intensității fotosintezei ... 52
Circulația substanțelor organice în corpul plantelor ... 54
Fitomasa ... 57
Chimiosinteza (chemosinteza) ... 59
Nutriția plantelor heterotrofe ... 61
Respirația plantelor ... 64
Respirația aerobă ... 65
Substanțe care se consumă în respirație. Mecanismul respirației ... 68
Energia produsă în respirație și transformările ei. Respirația anaerobă ... 69
Biogazul — sursă neconvențională de energie ... 72
Reproducerea plantelor ... 75
Floarea la angiosperme ... 78
Formule, diagrame florale și inflorescențe ... 82
Fecundația la angiosperme ... 84
Embriogeneza și embrionul ... 86
Sămînța ... 89
Metabolismul germinației ... 92
Creșterea și dezvoltarea plantelor ... 94
Mișcarea și sensibilitatea la plante ... 98
Biotehnologii folosite în cultura celulelor și a țesuturilor ... 100

Elemente de filogenie ... 103
Virusuri ... 103
Procariote ... 105
Încrengătura Schizofita ... 105
Clasa Schizoficee — Bacterii ... 105
Clasa Cianoficee — Alge albastre-verzi ... 107
Biotehnologii microbiene ... 108
Eucariote ... 109
Talofite ... 110
Încrengătura Ficofita — alge ... 110
Clasa Euglenoficee ... 110
Clasa Cloroficee — alge verzi ... 111
Clasa Feoficee — alge brune ... 113
Clasa Rodoficee — alge roșii ... 114
Biotehnologii în cultura algelor — algocultura ... 116
Încrengătura Micofita — ciuperci ... 118
Clasa Zigomicetes — ciuperci inferioare ... 119
Clasa Ascomicetes ... 120
Clasa Basidiomicetes ... 122
Încrengătura Lichenes — licheni ... 124
Încrengătura Briofita — mușchi ... 125
Cormofite ... 126
Încrengătura Pteridofita — ferigi ... 126
Încrengătura Spermatofita ... 130
Subîncrengătura Coniferofitina — gimnosperme ... 130
Subîncrengătura Angiospermofitina — angiosperme ... 133
Clasa Dicotiledonee ... 135
Fam. Magnoliacee ... 135
Fam. Ranunculacee ... 136
Fam. Rozacee ... 138
Fam. Papilionacee (Leguminoase) ... 138
Fam. Umbelifere ... 141
Fam. Crucifere ... 142
Fam. Solanacee ... 143
Fam. Compozite ... 144
Fam. Chenopodiacee ... 146
Fam. Fagacee ... 147
Fam. Juglandacee ... 149
Clasa Monocotiledonee ... 149
Fam. Liliacee ... 150
Fam. Graminee ... 151
Plante medicinale ... 153
Ocrotirea plantelor în țara noastră (Lectură) ... 156

Nr. colilor de tipar : 10
Bun de tipar : 13.XII.1987

Com. nr. 70400/34031
Combinatul Poligrafic
„CASA SCÎNTEII"
București — R.S.R.