

Societatea de Științe Biologice din România

NATURA
Biologie
Seria III

Vol. 54 Nr. 1 (ianuarie-iunie) 2012

Arad – 2012

CUPRINS

I. Referate științifice.....	5
ANDREI MARIN, SOARE LILIANA CRISTINA, Polenizarea și semnificația ei biologică.....	5
ANDREI MARIN, ARDELEAN AUREL, DUMITRAȘCU MIOARA, Indivizii ca formă de existență a materiei.....	27
II. Cercetare Științifică.....	32
ANDREI MARIN, CRISTUREAN IOAN, ANASTASIU PAULINA, ROȘCA VIOREL, PASCALE GABRIELA, O herghelie de cai menținută într-o rezervație virgină de către administrația REZERVAȚIEI BIOSFEREI DELTA DUNĂRII (A.R.B.D.D.).....	32
III. Biologia în școală.....	39
ENACHE GERARD, Energetica sistemelor biologice (I) Plastidele și conversia energetică fotochimică.....	39
BUCUR ANGELA, STĂNIȘTEANU CĂLINA, Poluarea apelor Dunării cu cianuri în sectorul Giurgiu.....	65
APOSTOL ALA, CIUBOTARU ALEXANDRU, Levănțica - secretul culturii.....	72
IV. Planta și sănătatea.....	76
DOBRE COSMINA MONICA, DRAGUȚ-SCAPIN ANGELA, Vegetalele crude hrănesc și vindecă simultan.....	76
V. Recenzii, Manifestări științifice.....	79
ARDELEAN AUREL, ANDREI MARIN, G. Zarnea & O. V. Popescu, Dicționar de microbiologie generală și biologie moleculară.....	79
PASCALE GABRIELA, Dicționar de microbiologie generală și biologie moleculară.....	80
GRIGORESCU GRIGORE, Prima enciclopedie națională de Ecologie.....	82
CORTIN LUCIAN, Bob.....	84
VI. Aniversări	
PLAYNET JAQUES, Histoire de l'association "Les Amis de Viisoara".....	85
Știați că?	
DUMITRAȘCU MIOARA	

CONTENTS

I. Scientific papers.....	5
ANDREI MARIN, SOARE LILIANA CRISTINA, Pollination and its biological significance.....	5
ANDREI MARIN, ARDELEAN AUREL, DUMITRAȘCU MIOARA, Individuals as forms of living matter existence.....	27
II. Scientific research.....	32
ANDREI MARIN, CRISTUREAN IOAN, ANASTASIU PAULINA, ROȘCA VIOREL, PASCALE GABRIELA, A herd of horses kept in a virgin reservation by the Danube Delta Biosphere Reservation Administration.....	32
III. Biology in school.....	39
ENACHE GERARD, Biological systems energetics (I) Plastids and photochemical conversion of energy.....	39
BUCUR ANGELA, STĂNIȘTEANU CĂLINA, Danube pollution with cyanides in the Giurgiu sector.....	65
APOSTOL ALA, CIUBOTARU ALEXANDRU, Lavender - culture secret.....	72
IV. Plant and health.....	76
DOBRE COSMINA MONICA, DRAGUȚ-SCAPIN ANGELA, Raw vegetables, feed and heal simultaneously.....	76
V. Reviews, Scientific events.....	79
ARDELEAN AUREL, ANDREI MARIN, G. Zarnea & O. V. Popescu, Dictionary of general microbiology and molecular biology.....	79
PASCALE GABRIELA, Dictionary of general microbiology and molecular biology.....	80
GRIGORESCU GRIGORE, The first national encyclopedia of Ecology.....	82
CORTIN LUCIAN, Seed.....	84
VI. Anniversary	
PLAYNET JACQUES, Histoire de l'association "Les Amis de Viisoara".....	85
Did you know?	
DUMITRAȘCU MIOARA	

I. REFERATE ȘTIINȚIFICE

POLENIZAREA ȘI SEMNIFICAȚIA EI BIOLOGICĂ POLLINATION AND ITS BIOLOGICAL SIGNIFICANCE

Marin ANDREI*, Liliana Cristina SOARE**

Abstract

The phenomenon of pollination is peculiar to phanerogams. It is obligatory in the process of sexuete reproduction in most of these plants. Over the time, efficient pollination mechanisms have appeared through the action of natural selection. We propose to use the affixes *gamos*, *gamete*, *gametes* only for the terms referring to the fecundation process (in which the fusion of two gametes of opposite sex occurs) and not for those involving pollination.

Key words: pollination, pollen grain, self-pollination, cross-pollination.

Prin polenizare se înțelege transportul polenului din anterele staminelor (unde se formează) pe stigmatul sau stigmatetele gineceului. Polenizarea este un fenomen caracteristic plantelor cu flori numite *fanerogame*; din această categorie fac parte gimnospermele și angiospermele, plante care se înmulțesc prin semințe și care mai poartă numele de *spermatofite*.

Grăunciorul de polen reprezintă “căsuța” sau celula în care s-au născut și cu care sunt transportați gameții masculini către cei feminini pentru a genera o nouă plantă. O singură celulă izolată, independentă, conține toată informația genetică necesară pentru a-i conferi caracterele de specie unui întreg organism haploid (cazul plantelor haploide rezultate în culturi de antere) sau gameții masculini din grăunciorul de polen, fuzionând cu gameții feminini din ovul, generează un zigot/sporofit nou, diploid (în cazul fecundației naturale, v. Natura nr.2/2012). Gameții masculini (spermatii) sau părintele lor, celula generativă sunt adăpostiți, în întregime, în citoplasma celulei vegetative (bogată în substanță hrănitore) situată în granula de polen.

În timp ce la alge, briofite și pteridofite, fecundația este legată de prezența apei (mediul lichid) în care se mișcă ambii gameți (masculini și feminini) sau cel puțin numai cel masculin, la plantele superioare (spermatofite) ale căror organe reproducătoare se află aproape exclusiv în mediul terestru,

* Prof. univ. dr., Facultatea de Biologie, Universitatea din București

** Lect. univ. dr., Universitatea din Pitești, Facultatea de Științe.

transportul gameților masculini se face predominant, prin intermediul polenului prin aerul uscat sau mai rar, cu ajutorul apei.

Pentru înlesnirea și realizarea polenizării au fost elaborate, în decursul timpului, adaptări corespunzătoare. Aparatele, respectiv întocmirile care servesc la spermatofite pentru asigurarea polenizării se găsesc, în toată variația lor, în floare (Fig. 1, Fig. 2).

Cum se formează polenul?

Polenul se formează în *anterele* staminelor, dintr-un țesut fertil numit *țesut sporogen*, situat în *sacii polinici* ai acestora.

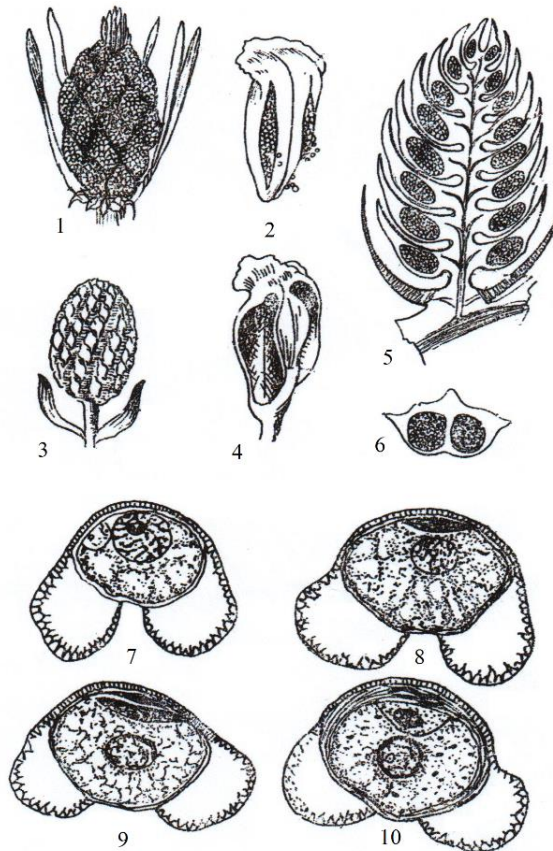


Figura 1. Organizarea florii masculine și a polenului la gimnosperme (*Pinus sylvestris*): 1-inflorescența masculină; 2-stamină cu sacii polinici deschiși; 3-floare masculină izolată; 4-stamină cu sacii polinici goliți de polen; 5-floare masculină în secțiune longitudinală; 6-anteră în secțiune transversală; 7-microspor mononucleat; 8-10 granule de polen în diferite stadii de diferențiere (d. Grințescu).

Celulele țesutului sporogen, diploide (cu număr dublu de cromozomi ca și celulele somatice ale corpului plantei) numite *meiocyte* sau *celule mamă microsporale*, la un moment dat intră în diviziune meiotică (diviziune reduțională sau de reducere a numărului de cromozomi).

După cum se știe, diviziunea meiotică sau meioza se desfășoară în două etape. Prima etapă numită și diviziune heterotipică, reduțională sau meioza I se finalizează cu formarea a două celule fiice (o *diadă*) haploide, numite microspori cu număr de cromozomi redus la jumătate comparativ cu celula mamă sporogenă din care s-au format. Cele două celule fiice haploide rezultate din meioza heterotipică își continuă, de obicei, diviziunea în meioza II sau diviziunea homeotipică. Această a doua etapă a meiozei se desfășoară sincron în ambele celule fiice și se finalizează cu formarea a 4 celule fiice haploide, mononucleate, care constituie o *tetradă de microspori*.

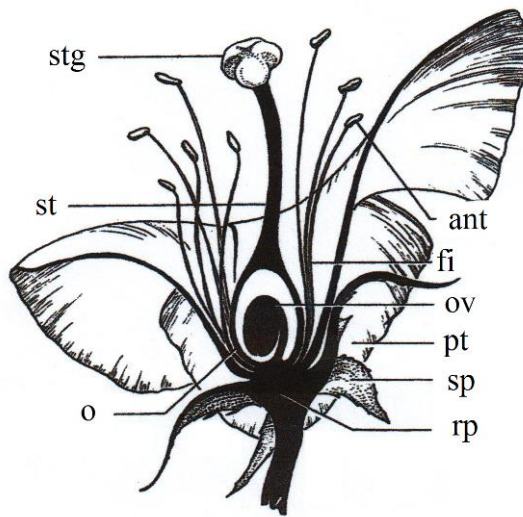


Figura 2. Organizarea florii la Angiospermae: ant-antere; fi-filament staminal; o-ovar; ov-ovul; pt-petală; rp-receptacul; sp-sepală; st-stil; stg-stigmat (d. Muller, 1969).

Celulele din tetradă rămân înconjurate de un înveliș comun (învelișul tetradei microsporale). La maturitatea anterei, învelișul tetradei se rupe și tinerii microspori își elaborează, fiecare câte un înveliș propriu. Este important de reținut faptul că microsporiile formați în urma meiozei sunt celule haploide, mononucleate.

La cele mai multe plante, microsporiile mononucleați din sacii polinici germinează, adică în fiecare dintre ei au loc două mitoze succesive, haploide (endomitoze haploide) în urma cărora se formează, din prima endomitoză, două celulele inegale una *generativă*, mai mică și a doua *vegetativă*, mai mare. Din

acest moment, microsporul bicelular devine o *granulă de polen*. Numai celula generativă se mai divide în continuare (a doua endomitoză) pentru a forma alte două celule numite *spermatii* sau *gameți masculini*.

Spermatii se înconjoară cu câte o membrană plasmatică și rămân localizate în citoplasma celulei vegetative care ocupă întregul microspor. Prin urmare, în final, în fiecare din cei 4 microspori (tetradă microsporală) germinați se vor afla câte o celulă vegetativă cu rol nutritiv, în citoplasma căreia se vor găsi câte doi gameți (spermatii). Acest complex 2-3celular (o celulă vegetativă și doi spermatii) înconjurat de un înveliș bistratificat reprezintă o *granulă de polen*. Cele două straturi ale învelișului sunt la exterior, *exina* constituită din sporopolenină, sub care se află *intina* alcătuită din polizaharide.

La alte plante, formarea gameților (*microgametogeneza*) în microspori are loc nu în sacii polinici, ci atunci când ajung pe stigmatul florilor feminine (Fig. 3).

În concluzie, celula haploidă formată în urma meiozei, cu un singur nucleu, poartă numele de *microspor*. În urma a două diviziuni mitotice (endomitoze) haploide (care au loc în microspor) microsporul devine bi- și apoi tricelular (adică microsporul germinează), acesta structură purtând numele de polen (granule de polen).

Eliberarea polenului din sacii polinici se face prin deschiderea acestora, care are loc în diferite moduri (crăpături longitudinale, pori sau deschideri cu clape). Deschiderea sacilor polinici (*dehiscenta anterelor*) se face în mod activ, datorită unor țesuturi mecanice care funcționează în acest sens.

Polenul eliberat la maturitate din antere poate să se prezinte sub formă de grăuncioare cu suprafața netedă și fără posibilitatea de a adera unul de altul sau acestea prezintă diferite ridicături pe exină sub formă de țepi, verucozități, creste sau de altă natură.

Uneori exina este acoperită cu diferite substanțe lichide, de regulă, uleiuri care fac ca grăuncioarele să adere unele la altele formând mase polinice ce se prind ușor de tegumentul animalelor care vizitează florile respective. Alteori granulele de polen se eliberează sub formă de *tetrade* (reunite câte 4) sau mai multe decât 4, numite *glomerule*.

Diversitatea formei și structurii granulelor de polen sugerează că ele s-au format în urma unor procese remarcabile de adaptare. Pe de o parte, adaptarea la mediu în timpul transportului, fie prin vânt sau curenți de apă și pe de altă parte, adaptare mutuală cu polenizatorii specifici (Tabelul 1).

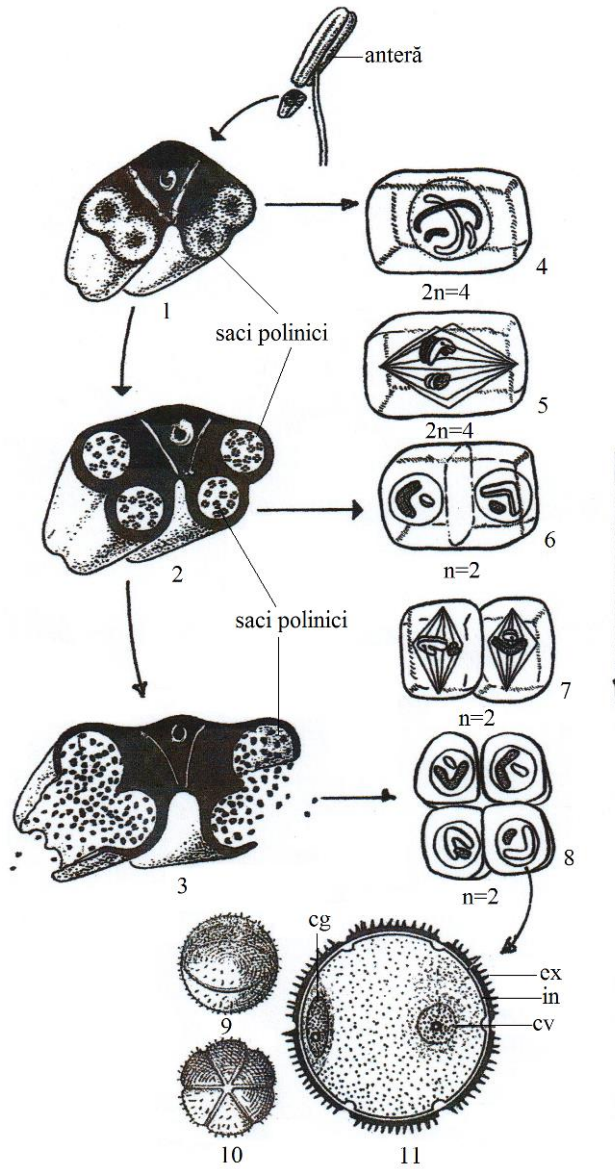


Figura 3. Formarea microsporilor și a polenului la Angiosperme. 1-3 secțiuni transversale prin anteră în diferite stadii; 4-6 meioza I (abreviată) se încheie cu formarea a două celule haploide ($n=2$); 7-8 meioza II (abreviată) se încheie cu formarea a patru microspori haploizi ($n=2$); 9-10 granule de polen la *Mentha aquatica*; 11-secțiune optică prin grăunciorul de polen bicelular; cg-celulă generativă, cv-celulă vegetativă, ex-exina, in-intina (d. Grințescu și Müller).

Cea din urmă prezintă unele dintre cele mai convingătoare exemple de co-adaptare mutuală cunoscute astăzi în biologie. În toate aceste cazuri structura polenului a fost influențată într-o măsură însemnată intervenind în relieful sculptural specific al acestuia (Fig. 4). Un exemplu de polen aglutinat (alipit) se întâlnește la *Orchidaceae* și *Asclepiadaceae*. În cele două cazuri tot polenul dintr-un sac polinic este alipit într-o masă polinică claviformă sau în formă de placă, numit *polinie*.

Polenul este reținut la gimnosperme de partea micropilară a ovulelor, neacoperită, iar la angiosperme, de partea apicală a carpelelor sau carpelei, numită stigmat. Acesta prezintă variate întocmiri pentru reținerea mai ușoară și mai sigură a polenului.

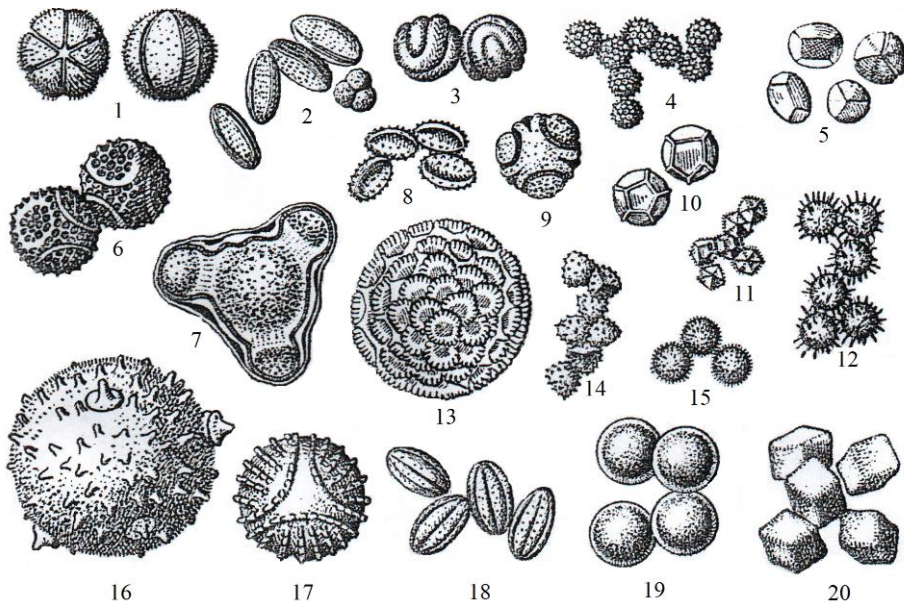


Figura 4. Tipuri morfologice de polen. 1. *Mentha aquatica*, 2. *Passiflora* sp., 3. *Gentiana* sp., 4. *Mimulus moschatus*, 5. *Carlina acaulis*, 6. *Anisanthus* sp., 7. *Cobaea* sp., 8. *Oenothera* sp., 9. *Cucurbita pepo*, 10. *Lamiacanthus* sp., 11. *Salvia glutinosa*, 12. *Cirsium* sp., 13. *Corydalis* sp., 14. *Dianthus* sp., 15. *Bupthalomus* sp., 16. *Taraxacum officinale*, 17. *Hibiscus* sp., 18. *Malva* sp., 19. *Ranunculus repens*, 20. *Basella* sp. (d. Grințescu).

La gimnosperme, partea micropilară este de obicei alungită tubular și poartă la maturitate, adică în momentul cel mai prielnic de polenizare, o *picătură receptivă* secretată de ovul, care reține grăunciorii de polen. Picătura

receptivă retrăgându-se la un moment dat, introduce în camera polinică granulele de polen.

La angiosperme, rolul picăturii receptive de la gimnosperme îl are stigmatul care, în mod obișnuit, se află pe partea alungită a carpelei sau carpelilor numită stil, ce se intercalează între partea receptivă și partea ce cuprinde ovulele, adică ovarul (Fig. 3). Stigmatul este acoperit, în cele mai frecvente cazuri cu papile (celule epidermale alungite tubular de care se prinde polenul), sau stigmatul este plumos, desfăcut în același scop. Adesea stigmatul secretă un exudat lipicios, semilichid, care reține polenul. El mai servește și ca mediu de germinare a polenului. Acest exudat, în unele cazuri, ia naștere prin lichefierea papilelor sau datorită friabilității mărite a acestora.

Ca organe auxiliare și de protecție a aparatului care servește la polenizare, funcționează bracteele mugurilor florali și învelișul floral. În felul acesta, organele reproducătoare în stadiul juvenil sunt protejate împotriva influenței dăunătoare a agenților externi cum sunt temperatura scăzută, evapotranspirația crescută și distrugerea florilor de către animale.

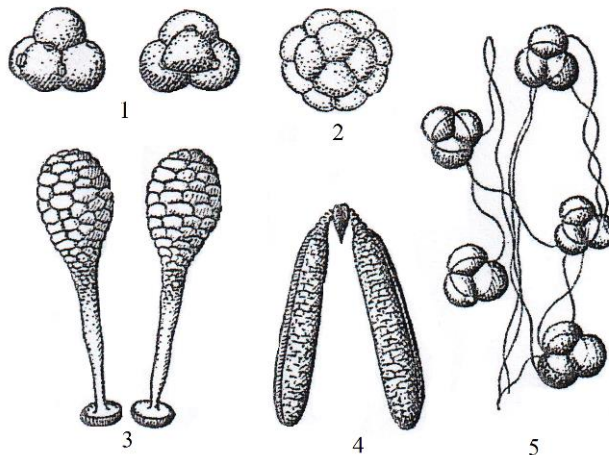


Figura 5. Alte tipuri de polen. 1. *Jussieua* sp.; 2. *Calliandra* sp.; 3. polinii la *Orchis maculata*, 4. Polinii la *Asclepias* sp.; 5. *Rhododendron* sp. (d. Grințescu).

După deschiderea florilor, învelișul menționat ocupă în mod obișnuit o poziție care înlesnește, sau cel puțin nu împiedică o polenizare normală.

Învelișul floral, în cele mai frecvente cazuri, contribuie prin așezarea sa, prin forma și prin diferitele întocmiri (peri, etc) la nespălarea polenului și nectarului de către ploii sau împiedică accesul unor vizitatori (insecte, etc) nefolositori în procesul polenizării. Florile odată deschise, fie că rămân astfel, fie au facultatea de a se închide sau deschide alternativ, sub influența variației temperaturii și a intensității luminii.

Astfel, se cunosc flori care la o temperatură care scade mult se închid pentru a se deschide, din nou când temperatura crește sau ele se închid pe timp de ploaie. De asemenea închiderea sau deschiderea unor flori pe timpul nopții sau invers dau posibilitatea florilor prin această adaptare de a oferi organelor reproducătoare ocrotirea necesară asigurând totodata, în cele mai avantajoase condiții, polenizarea acestora.

Timpul cât o floare este deschisă (*anteza*) variază de la specie la specie, sau de la gen la gen. De exemplu, la unele poacee florile sunt deschise numai câteva minute; la alte plante rămân deschise chiar și câteva săptămâni (orhideele tropicale). Anteza, în mod obișnuit, se prelungește când temperatura este mai scăzută sau dacă polenizarea nu a avut loc imediat după deschiderea florilor. În cazul când florile au fost polenizate imediat după deschiderea lor, de obicei durata lor de înflorire se scurtează în mod simțitor.

Tipuri de polenizare

A. Autopolinația (gr. *autos*, singur; lat. *polinatio*, polenizare)

Autopolenizarea sau polenizarea cu polen propriu, numită și polenizare *directă*, polenizare *homoclină* (gr. *homoios*, asemănător; *kline*, pat); autogamie* (gr. *autos*, singur; *gamos*, casatorie (*gamete*, soție; *gametes*, sot). În acest caz (*Vitis*, *Pisum* s.a), polen din aceeași floare ajunge pe organul reproducător femel din floarea respectivă.

Autopolenizarea poate avea loc numai în flori hemafrodite (bisexuate). Ea poate avea loc la plante cu flori deschise, *hasmoflore* (gr. *khasma*, deschidere; lat. *flos*, *floris*, floare) sau *hasmogame*, dar mai ales în flori care nu se deschid, în așa numitele plante *cleistoflore* (gr. *kleistos*, închis, ascuns; lat. *flos*, *floris*, floare) sau *cleistogame* (*Viola* sp). În cazul în care autopolenizarea este urmată și de fecundație se vorbește despre *autofertilitate* sau *autocarpie*. În caz contrar, se vorbește despre *autosterilitate*, care este destul de răspândită. Autopolenizarea poate avea loc fără intervenție străină; în acest caz se vorbește de autopolenizare spontană sau directă, care la rândul ei poate fi sterilă sau fertilă.

B. Alopolinația sau alogamia (gr. *allos*, altul; lat. *pollination*, polenizare)

În acest caz, polenizarea se face cu polen străin, de unde și denumirea de *heteroclină* pe care o mai are. Pe stigmatul unei flori ajunge polenul de la altă floare a aceluiași individ, sau de la o floare a unui alt individ care aparține aceleiași specii; ea poate să fie eficace, în care caz vorbim de *alocarpie* sau ineficace - *adenomandrie*.

Alopolinația poate fi realizată în general numai prin agenți externi, de unde și denumirea de *polenizare straină* pe care o mai are. Ea poate să fie, în anumite cazuri, posibilă sau imposibilă – necesară, favorizată, îngreuiată sau anihilată prin diferite adaptări în construcția florii sau prin maturarea în timp diferit a organelor reproducătoare din floare (*proterandrie* sau *protoginie*).

După gradul de afinitate dintre polen și gineceu se deosebesc următoarele forme de polenizare straină:

- a. **geitonopolinația** (gr. *geiton*, vecin; lat. *pollinatio*, polenizare) sau *geitonogamie* - polenizarea are loc între flori vecine de pe același individ (ex. *Chaerophyllum aromaticum*, *Eupatorium cannabinum* ș.a);
- b. **adelfopolinația** (gr. *adelphos*, frate; lat. *pollinatio*, polenizare) sau *adelfogamie* - polenizarea are loc între indivizi diferiți ai aceleiași specii (care provin din una și aceeași plantă, pe cale vegetativă) foarte înrudiți între ei;
- c. **xenopolinație** (gr. *xenos*, străin, oaspete; lat. *pollinatio*, polenizare), *xenogamie* sau polenizare încrucișată - polenizarea se realizează între indivizi diferiți ai aceleiași specii și varietăți, însă mai îndepărtați în ce privește înrudirea lor;
- d. **notopolinație** (gr. *nothos*, hibrid fals, bastard; lat. *pollinatio*, polenizare) sau *notogamie* - polenizarea cu formarea de fructe are loc între 2 varietăți sau soiuri ale aceleiași specii;

*Propunem păstrarea sufixelor sau prefixelor *gamos*, *gamete*, *gametes* pentru procesul de fecundație în care are loc fuziunea dintre 2 gameți de sex opus.

- e. **hibridopolinația** (lat. *hibrida*, hibrid, metis; lat. *pollinatio*, polenizare) *hibridogamie* sau hibridare interspecifică - polenul unei specii ajunge pe stigmatul altei specii.

Ca plante *endopolenizatoare* (endogamie) sau cu polenizare *autogenetică* (*imbreding*) se considera autopolenizarea (autopolinația) cu polenizare între flori învecinate (geitonopolinație) și adelfopolinație ale căror granule de polen sunt îndeaproape înrudite cu florile femele pe care le polenizează.

Sub denumirea de plante *exopolenizatoare* sau *exopolinație* (*exogamie*) sunt cuprinse: polenizația încrucișată sau *xenopolinația* (*xenogamia*), *notopolinația* (*notogamia*) și *hibridopolinația* (*hibridogamia*) la care granulele de polen nu sunt înrudite cu florile femele pe care le polenizează.

Sub denumirea de *amfipolinație* (*amfigamie*) înțelegem atât plantele endopolinizatoare cât și cele exopolinizatoare. La “polenizarea dublă” se folosește polen de două feluri. Se poate folosi, după cum se știe, și polen de la mai multe soiuri sau de la specii de plante sub formă de amestec.

Modificări ale florii, după polenizare

După polenizare, de obicei, au loc schimbări în floare care arată că aceasta a trecut într-un nou stadiu, cel de *postanteză*. Se observă că părțile florale care și-au îndeplinit rolul în procesul polenizării florii se ofilesc, se usucă și cad (staminele, stilul, stigmatul).

În ceea ce privește învelișul floral, care îndeplinește și rolul de organ sau complex de organe de protecție a părților reproducătoare din floare, durata lui după polenizare este variată. Adeseori învelișul floral, după polenizare, continuă să crească și poate executa diferite mișcări carpotropice. Dar și alte părți accesorii ale florii cum sunt axa florală, receptaculul, bracteele, axa inflorescenței și pedunculii floralii pot suferi anumite schimbări și să execute diferite mișcări.

Modificările cele mai vizibile și mai importante apar după polenizare în partea ovariană a gineceului, adică ovarul și ovulele suferă după polenizare, odată cu fecundarea, modificări importante cantitative și calitative care duc la formarea de fructe și semințe ce conțin în interiorul lor, germenele unei noi plante – *embrionul* – însoțit aproape în toate cazurile de un țesut hrănitor, fie *endosperm*, fie *perisperm*, bogat în substanțe nutritive.

Pentru asigurarea unei fecundații eficiente stigmatul trebuie să primească cu ocazia polenizării o cantitate suficientă de polen, întrucât atunci când cantitatea de polen este prea mică un număr mare de semințe nu se dezvoltă, în urma faptului că n-a avut loc și fecundarea oosferei ovulului.

Polenul care ajunge pe stigmatul unei flori trebuie să aibă și o anumită proveniență pentru ca fecundația să aibă loc, deoarece, în cele mai multe cazuri, de înrudire prea apropiată sau prea mică între gameții aduși de polen și cei din ovul, fecundația nu are loc. În unele cazuri, chiar granulul de polen nici nu germinează pe stigmat dacă nu există o afinitate corespunzătoare între plantele respective care se polenizează. De obicei polenizarea dublă sau cu amestec de polen are drept urmare un procent de prindere sporit care asigură o funcționare normală.

Modificări adaptative ale florii care asigură o autopolenizare eficientă

1. Hermafroditismul florilor (flori *monoclinice* respectiv *androgenice*). În aceste tipuri de flori se întâlnesc atât androceu cât și gineceu. Polenizarea în astfel de flori nu este întodeauna exclusă și datorită autopolenizării.

2. Autopolenizarea în florile hermafrodite este și mai mult asigurată, sau inevitabilă dacă stigmatul în stadiul de receptivitate (în stadiul matur) vine direct în atingere cu polenul care se eliberează de către antere.

3. Autopolenizarea poate fi realizată și prin mișcări de creștere ale filamentelor staminelor care se alungesc și ridică anterele până la nivelul stigmatelor sau prin recurbaria filamentelor staminelor, care are drept consecință ajungerea anterelor deasupra stigmatelor sau în apropierea acestora.

4. Prin mișcări de creștere și schimbări ale formei stilului și stigmatelor care permit ca stigmatul să vină în atingere cu polenul rămas în floare (ex. *Campanulaceae*, *Asteraceae* și altele).

5. Autopolenizarea poate avea loc și prin poziția stigmatului receptiv sub nivelul anterelor; polenul care se scutură sau care desprinzându-se din antere cade pe stigmatul mature din aceeași floare.

6. Mișcări ale foliolelor învelișului floral prin creșterea acestuia în timpul înfloririi la deschiderea și închiderea florilor (nictinastii) sau la veștejirea florilor, determină în numeroase cazuri autopolenizarea, fie prin aceea că anterele sunt aduse în apropierea stigmatelor, fie polenul căzut pe învelișul floral ajunge pe stigmat prin mijlocirea diferitelor mișcări pe care le execută foliolele învelișului floral (ex. *Malvaceae*, *Liliaceae* și altele).

7. Florile hermafrodite care rămân închise asigură aproape întotdeauna o polenizare spontană. Aceasta are loc în mod curent la plantele cleistoflore, care elimină/anihilează o polenizare cu polen străin. La plantele cleistoflore organele florale prezintă inhibări în creșterea lor însoțite adesea de o reducere a acestora ca număr și mărime. Aceste inhibări au ca urmare dezvoltarea de flori care rămân închise. În acest caz, polenizarea are loc fie prin deschiderea directă a anterelor pe stigmat, fie polenul din anterele care nu se deschid germinează și tuburile polinice străbat peretele anterelor și ajung astfel la stigmatul alipite de antere (*cleistoanterie*).

La Poaceae întâlnim adesea o *cleistoflorie dublă*, adică florile spiculețelor rămân închise în teaca frunzei (burduf). Plantele cleistoflore ale căror organe polenizatoare nu suferă reduceri sau numai slabe reduceri sunt considerate ca plante *pseudocleistoflore*. În aceste flori are loc, de obicei, o autopolenizare silită, neveritabilă. Aceasta poate avea loc în mod obișnuit sau ea poate fi determinată: **a.** prin inundarea florilor cu apă – *plante hidrocleistoflore*, **b.** prin lumină insuficientă – *plante fotocleistoflore*, **c.** printr-o cantitate insuficientă de apă în perioada înfloririi – *plante xerocleistoflore*, **d.** prin temperatură scăzută sau prea scăzută în timpul antezei – *plante termocleistoflore*. În afară de aceasta, există o trecere de la cleistoflorie la hasmoflorie, care a fost observată în natură și în construcția florilor. Plantele cleistoflore sunt în mod obișnuit fertilizate în urma fecundației. Pe lângă flori închise, aceste plante posedă și flori deschise; speciile numai cu flori închise sunt destul de rare.

8. Se cunosc și cazuri de "fecundație în mugure" la unele orchidee, care se realizează printr-o polenizație înainte de deschiderea mugurilor floralii.

9. La plantele homoflore are loc maturarea simultană a staminelor și carpelilor (din floarea hermafrodită).

Modificări adaptative ale florii care asigură o polenizație încrucișată eficientă

1. Hasmopetalia – adică deschiderea florilor în momentul când organele reproducătoare masculine și feminine sunt complet dezvoltate, caz foarte frecvent în natură. În astfel de flori deschise (desfășurate) cu stigmatul mature (receptive) există și posibilitatea dată și pentru o polenizare cu polen străin. Fenomenul este cunoscut în general sub denumirea de *hasmoflorie*.

2. Diclinia reprezintă separarea sexelor în flori masculine și flori femele, adică existența de flori unisexuate. În aceste flori se asigură în mod curent o polenizare cu polen străin. Aceste flori unisexuate pot fi pe aceeași plantă (individ) când vorbim de *monoicie* sau pe plante (indivizi) diferiți (*dioicie*). În cazul din urmă este posibilă numai o polenizare încrucișată, iar în primul caz (al monoiciei), pe lângă polenizarea încrucișată are loc și o polenizare între flori învecinate (*geitonoflorie*). Dar și în cazul monoiciei poate fi asigurată o polenizare încrucișată atunci când florile masculine și femele nu ajung la maturitate în același timp sau se maturează mai întâi florile femele (*metandrie*) sau mai întâi florile masculine (*metaginie*). Existența florilor unisexuate este totodată și un caracter de primitivitate. Trebuie să ținem seama însă și de faptul că, în unele cazuri, unisexualitatea poate avea și un caracter secundar (derivat), adică să provină în mod secundar, prin adaptare, din flori hermafrodite.

3. Florile devenite în mod secundar dicline prezintă în mod obișnuit caractere morfologice care arată că derivă din flori hermafrodite. Ele prezintă unul din organele reproducătoare incomplet dezvoltat (reduc), în așa fel încât nu funcționează ca atare. Astfel, întâlnim flori în aparență hermafrodite (pseudohermafroditism) la care staminele nu formează polen sau generează numai polen steril, iar floarea respectivă se comportă ca o floare feminină, precum și flori la care organele feminine sunt rudimentare sau numai stigmatul este nedezvoltat, iar florile respective funcționează ca flori masculine. În primul caz vorbim de flori *ginodinamice*, iar în al doilea de flori *androdinamice*.

4. Polifloria asigură de asemenea o polenizare cu polen străin. Prin poliflorie (poligamie) se înțelege apariția florilor hermafrodite și unisexuate pe aceleași tulpini sau pe tulpini diferite ale aceleiași specii. Florile unisexuate asigură polenizarea cu polen străin, în timp ce florile hermafrodite se polenizează cu polen propriu sau cu polen străin.

Polifloria este foarte răspândită la spermatofite prin diferite categorii:

- a) *andromonoicie* – când pe același individ se află și flori hermafrodite (bisexuate) și flori masculine;
- b) *androdioicie* – adică pe lândă florile hermafrodite de pe un individ se află și flori masculine pe alt individ aparținând aceleiași specii;
- c) *ginomonoicie* – când pe același individ se află și flori hermafrodite și flori feminine;
- d) *ginodioicie* – în acest caz, pe un individ se formează numai flori feminine, iar pe un alt individ al aceleiași specii, numai flori hermafrodite;
- e) *trimonoicie (cenomonoicie)* – este cazul când pe același individ se formează flori hermafrodite, masculine și feminine;
- f) *trioicie* – atunci când pe 3 indivizi aparținând aceleiași specii, se dezvoltă numai flori masculine, numai flori hermafrodite și numai flori feminine. În această categori de repartiție a sexelor există și forme de trecere, adică o specie poate fi în același timp *andromonoică* și *androdioică* sau *ginomonoică* și *ginodioică*. Acest fel de repartiție a sexelor se numește *pleioflorie (pleiogamie)* (Fig. 6)

Separarea sexelor

Prin aceasta se înțelege apariția la florile hermafrodite (fără avortarea unui sex) de forme florale care, la un moment dat, funcționează fie ca flori masculine, fie ca flori feminine, adică ele sunt din punct de vedere fiziologic fie mai întâi flori masculine sau flori feminine, pentru ca după acest stadiu să ajungă în stadiul fiziologic următor, fie feminine, fie masculine, după cum este cazul.

1. Cazul cel mai frecvent care se întâlnește în această categorie de flori este *dihofloria (dihogamia)*, adică maturarea în timp diferit a organelor reproducătoare din aceeași floare. Florile se prezintă, drept urmare, din punct de vedere fiziologic, ca flori unisexuate. De remarcat este că unul din organele reproducătoare se maturează mult mai înainte de a deveni matur celălalt și, de regulă, atunci când al doilea organ reproducător din floare devine matur primul s-a ofilit sau nu mai funcționează fiziologic ca atare. În astfel de flori poate avea loc numai o polenizare cu polen străin (*aloflorie*). Se întâlnesc însă și stadii intermediare, adică florile trec de la un stadiu (masculin sau feminin) înainte ca stadiul premergător să fi trecut complet.

Dihogamia apare sub două forme:

- a. *protandrie (proterandrie)*, când în florile hermafrodite se maturează mai întâi organele reproducătoare masculine (staminele) și numai mai târziu cele feminine, adică stigmatele receptive (ex. *Saxifraga aizoides*);

b. *protoginie* (*proteroginie*), când devin mature mai întâi elementele reproducătoare feminine, adică stigmatul devin receptive; staminele se maturează la scurt timp după acest stadiu (ex. *Euphorbia lutea*).

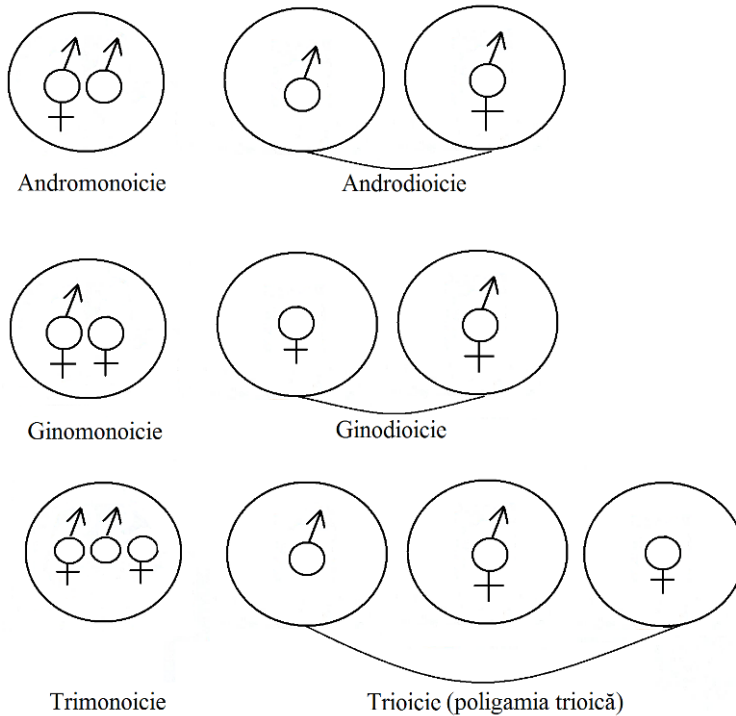


Figura 6. Repartiția organelor sexuale la plante; cerculețele reprezintă indivizi ai aceleiași specii.

2. *Hercofloria* (gr. *herkos* = barieră, gard, zid; lat. *flos, floris* = floare) sau *herkogamia*, când axele unei flori hermafrodite se maturează în același timp, însă prin întocmiri florale speciale sau dispoziție spațială a celor două sexe este împiedicată o autopolenizare spontană, iar polenizarea se face prin intervenția unui factor natural străin extrafloral (insecte, păsări) favorizată fiind, în acest fel, polenizarea cu polen străin.

3. *Heterostilia*. Vorbim de flori heterostile când indivizii aceleiași specii au flori care prezintă un dimorfism în dezvoltarea stilului. De remarcă că și staminele ocupă față de stigmat o poziție anumită:

- *flori longistile*, care au staminele mai scurte și, ca urmare, anterele se află sub nivelul stigmatului,

- *flori brevistile*, care au staminele mai lungi și, ca urmare, anterele depășesc nivelul stigmatului. Heterostilia este întâlnită la *Primula*, *Pulmonaria* ș.a. Mai rar întâlnim la angiosperme cazuri când stilul florilor hermafrodite prezintă trei lungimi diferite și corespunzător acestora și trei lungimi diferite ale staminelor. Ambele cazuri (stil și antere) reprezintă adaptări pentru o polenizare cu polen străin. Flori de acest fel, cu caracter trimorf, se numesc heterostile (*heterotristilie*). Se disting deci, pe lângă flori longistile și brevistile și flori cu un stil de lungime intermediară, numite mezostile (ex. *Lythrum*, *Salicornia*, *Aesculus* ș.a.).

Se cunosc însă și flori hermafrodite la care organele reproducătoare execută anumite mișcări, numite flori *tropice* (*gamotropice*), prin care masele polinice sunt orientate în altă direcție, îndepărtându-se de stigmat, sau atât stigmatul cât și anterele se îndepărtează unele de altele, împiedicând/îngreunând o autopolenizare, favorizând polenizarea încrucișată.

Transportul polenului de la o floare la alta

În afară de autopolenizarea spontană, polenizarea se realizează și prin mijlocirea unui factor extern: animale (zoofilie), aer (anemofilie), apă (hidrofilie)(Tabelul 1).

În acest sens se pot deosebi câteva categorii de flori:

- entomofile (zoofile),
- anemofile,
- hidrofile.

Tabelul 1. Adaptări ale polenului la modul de polenizare

Mod de polenizare	Forma polenului	Peretele polenului	Suprafața polenului	Distanța de transport (km)
Animale (Zoofilie)	Sferică, < 300 μm sau agregate	Exina mult îngroșată, ornamentată	Acoperire groasă, uleioasă, lipicioasă	0,1-5
Aer (Anemofilie)	Sferică, > 50 μm, aerodinamică	Subțire, 2-4 stratificat	Acoperirea subțire, adezivă	99% < 1 Km, 1% < 1-3 zile în atmosferă
Apă (Hidrofilie)	Alungită, < 5 mm sau sferică	Subțire, 1 stratificat	Mucilagiu la tipuri submerse	-

Între aceste tipuri de flori există diferite trepte de trecere la care participă câte doi din factorii externi (*heteromezoflorie*).

1. Zoopolinația (zoofilia, zoogamia)

Este cea mai răspândită formă de polenizare cu cele mai variate adaptări ale florilor și granulelor de polen. Dintre animalele care îndeplinesc funcția de transport a polenului, insectele se află pe primul loc (*entomofilie*). În special în regiunile noastre, insectele sunt aproape exclusiv animalele care vizitează florile zoofile, realizând în același timp și polenizarea. În regiunile tropicale, polenizarea florilor este îndeplinită și de păsări mici (colibri) – *ornitofilie*.

Grupul mare al florilor zoofile prezintă, față de cele anemofile și hidrofile, anumite caractere distinctive în construcția lor. Ele au particularități care atrag insectele sau alte animale și prezintă anumite adaptări care au drept urmare asigurarea unei polenizări inevitabile cu polen străin, favorabilă unei fertilități normale a plantelor respective.

Pentru atragerea micilor animale (insecte, păsări, mai rar mamifere) servește *aparatură atractor floral* (de ademenire): culoarea vie a învelișului floral, diferite substanțe folosite ca hrană de vizitatorii florilor, precum și floarea ca adăpost pentru unele insecte. Ca mijloc de atracție (de ademenire) pentru insecte, *aparatură atractor floral* (aparat de manifestație), atrage atenția vizitatorilor, distingându-se ușor de fondul verde pe care se proiectează. Acest aparat de atracție floral este format, în general, de organe care din punct de vedere al naturii lor morfologice aparțin florii și este reprezentat de periant, în special, de corolă. Elementele aparatului floral de atracție au în mod obișnuit, o poziție perpendiculară pe axa florală. De obicei vizibilitatea unei flori depinde de suprafața florii care poate varia de la 1 mm în diametru până la 1 m (*Rafflesia arnoldi*).

În ceea ce privește simetria florilor aceasta variază, de asemenea, de la flori radar simetrice la monosimetrice și chiar asimetrice. Florile zoofile sunt, în mod obișnuit, viu colorate (alb, galben, roșu, albastru), mai rar sunt verzi, verzui sau brunii. În mod obișnuit fața (partea) învelișului floral (petalelor) este colorată în sensul arătat mai sus, adică suprafața este orientată spre ochiul vizitatorilor, în schimb suprafața opusă este mai ștearsă sau chiar verzuie.

Elementele învelișului floral viu colorat, prin diferitele desene pe care le prezintă, în diferite nuanțe de culori, fac ca florile să devină și mai bătătoare la ochi. Petalele își schimbă culoarea înainte, în anteză și după anteză; caliciul prin mărimea și culoarea sa amplifică vizibilitatea florii, preluând rolul corolei acolo unde aceasta nu este dezvoltată (ex. unele *Ranunculaceae*, *Fuchsia* etc.).

Staminele, mai ales atunci când sunt numeroase, măresc prin culoarea lor efectul optic al florii (*Myrtaceae*, *Mimosaceae* ș.a.). În unele cazuri, staminele preiau în întregime rolul de aparat floral de atracție la plantele unde învelișul floral este slab dezvoltat sau lipsește (ex. *Thalictrum*, *Pandanus* ș.a.). În alte cazuri, staminele transformate în *staminodii* servesc la producerea

efectului optic; mai rar îndeplinește gineceul acest rol (*Iris* sp.) sau axa florală cărnoasă și alungită (*Arum* sp.).

De asemenea, asocierea florilor în inflorescențe la care fruzele dintre flori sunt suprimate, mărește mult vizibilitatea florilor atrăgând atenția animalelor care le vizitează (umbele, polihazii, raceme și panicule).

Apariția florilor înaintea frunzelor (caulifloria) la *Prunus avium*, *Salix* sp., *Acer platanoides*, *Cercis* ș.a. face ca întregul copac în floare să apară ca o "inflorescență" măbind efectul optic în atragerea insectelor.

În afară de aceste adaptări ale aparatului de atracție sau atractor floral apar la diferite inflorescențe și aparate extraflorale de atragere a polenizatorilor, în special la plantele tropicale. Ca exemplu de astfel de aparate extraflorale pot funcționa atât fruze cât și alte axe modificate, bractei și foliole ale învelișului floral, care prin forma și culoarea lor se aseamănă cu elemente ale periantului (ex. *Salvia splendens*, *S. nemoralis*, *S. sclarea*, *S. aethiopsis*, *Melampirum*, *Bromeliaceae*, *Araceae* etc). Axa florală frumos colorată (*Arum* sp.) pedunculii florali sau axa inflorescenței la *Allium pulchellum*, *Muscari comosum*, unele *Rubiaceae* și *Euphorbiaceae* determină destul de frecvent o sporire a efectului optic al inflorescențelor în întregime ca aparat atractor de prezentare sau exprimare floral. Chiar plantele în întregime pot îndeplini, prin forma și culoarea lor, rol de aparat de ademenire/exprimare: specii de *Croton* și *Abutilon* care au frunze viu colorate sau specii de *Orobanche*, *Lathraea*, *Cytisus* ș.a. al căror corp vegetativ, în întregime, este colorat fie în albastru sau roșu, fie în galben, albastru sau roșu, devenind astfel mult mai vizibil.

Culorile variate întâlnite la plante se datoresc diferiților pigmenți care se găsesc solviți în sucular sau cristalelor colorate din vacuole. Acestea absorb o parte din razele luminoase și reflectă o altă parte sesizând ochiul. O mărire a vizibilității diferitelor organe se realizează și prin luciul acestora care servește în acest caz ca aparat atractor de prezentare/ademenire (ex. unele *Ranunculaceae* ș.a.).

Un alt atractor pentru micile animale îl reprezintă emanarea de miros, uneori atât de fin încât nu este sesizat de organele mirosului uman. În cele mai multe cazuri, petalele conțin substanțele care emană parfumul florilor, precum și alte organe ale florilor. Mirosul variat și caracteristic este datorat unor uleiuri eterice volatile.

În afară de mijloacele de atracție ale florilor, acestea oferă vizitatorilor și diferite substanțe pe care le folosesc ca hrană, în special polen și nectar (uneori țesuturi consumate de insecte sau păsări). Polenul neconsumat ce se prinde de corpul micilor vietăți care vizitează florile este transportat în alte flori și depus pe stigmatul acestora, realizând astfel polenizarea încrucișată a acestora. Florile care oferă vizitatorilor polen în cantitate mare se numesc *flori polinice*.

Polenul este însă numai un produs secundar al florilor din punct de vedere al consumului pentru micile vietăți. Mult mai important este în schimb, nectarul florilor pe care-l caută insectele, asigurând indirect o polenizare eficace a acestora. Important de reținut este faptul că nectarul este produs tocmai în momentul cel mai favorabil polenizării. Sincronizarea aceasta reprezintă o adaptare rezultată prin selecție naturală în cursul dezvoltării istorice a plantelor, legată și de apariția insectelor.

Nectarul este secretat de anumite țesuturi/celule numite nectarii situate în floare în acele locuri unde rolul lor în asigurarea unei polenizări eficiente este cel mai potrivit. Nectariile pot avea o valoare morfologică foarte diferită. În cazurile cele mai simple ele reprezintă o parte a unui element floral, care nu se deosebește prin niciun caracter de restul țesutului elementului floral respectiv și care secretă doar nectar. Astfel de nectarii sunt considerate ca *epimorfe* și sunt numite doar după locul de apariție. Dacă apar pe gineceu sunt *epicarpice*, pe stamine sunt *epistemone*, pe petale, *epipetale* (*portnectarii*), pe sepale, *episepale*. Între nectariile epicarpice merită o mențiune specială cele septale, deoarece nectarul este secretat în crăpăturile formate de carpelele respective, pe peretele lor intern și este eliminat la exterior prin orificii bine delimitate.

Sub denumirea de nectarii *antomorfe* sunt reunite toate nectariile care apar ca formațiuni anexe pe alte organe florale. Acestea s-au diferențiat ca formă, culoare etc., atât de mult încât pot fi considerate ca organe speciale nectarifere. Ele pot avea forma de dinți, filamente sau lame, inele, cupe, talerașe, pungi, adâncituri liniare sau canale. Sub aceste forme ele apar pe gineceu, androceu, corolă sau caliciu.

Mai rare sunt nectariile *metamorfe* rezultate din organe florale care și-au pierdut funcția lor obișnuită căpătând o funcție nouă, deosebită de cea inițială, aceea de a secreta nectar. În cele mai multe cazuri petalele se transformă în nectarii metamorfe (*portnectariile* de la *Ranunculaceae*). Mai rar se transformă staminele în nectarii. Se cunosc însă și cazuri când flori întregi se transformă în organe secretoare de nectar (*Acacia*, *Leontopodium alpinum* ș.a.).

Toate nectariile care sunt în legătură cu polenizarea se numesc nectarii florale sau nupțiale, spre deosebire de cele care au alte folosiri, numite nectarii extranupțiale (*Euphorbia* sp. ș.a.). se cunosc însă și formațiuni florale asemănătoare nectariilor ce secretă un lichid care nu este nectar și doar prin luciul lui atrage insectele. Aceste formațiuni se numesc *pseudonectarii* (nectarii false).

Hrana sub formă de nectar căutată de insecte poate fi înlocuită la multe plante, mai ales tropicale, prin așa numitele țesuturi furajere sau peri furajeri, bogați în proteine și uleiuri. Alte substanțe florale folosite de insecte sunt, ceara (secretată de unele *Orchidaceae* braziliene) și rășina, secretată în florile unor *Euphorbiaceae*.

La *Yucca*, *Ficus* ș.a. florile sunt folosite ca adăpost pentru unele insecte. Acestea nu pot ieși din flori decât după realizarea polenizării lor.

2. Anemopoliñația (anemofilia, anemogamia)

În acest caz, polenizarea se realizează cu ajutorul vântului (aerului). Florile din această categorie sunt mai simplu construite și se află în general la plantele situate pe o treaptă evolutivă inferioară, ceea ce nu exclude apariția de flori anemofile, ca un caracter secundar, la plante care se află filogenetic pe o treaptă evolutivă superioară. Aproape toate gimnospermele sunt plante anemofile (cu excepția genurilor *Welwitschia* și *Ephedra*, care sunt entomofile). Sunt de asemenea anemofile aproximativ 19% dintre speciile europene; aproximativ 38% în regiunile nordice și 36,25-47,30% pe insulele bătute de vânt din Marea Nordului.

La Monocotiledonate, florile sunt de regulă unisexuate, mai rar bisexuate și atunci sunt protoginice. Sunt flori mici, de obicei verzi, lipsite de nectarii, fără miros și produc o mare cantitate de polen foarte ușor, care asigură polenizarea. Florile masculine sunt astfel construite încât vântul poate desprinde ușor masele de polen care se scutură ușor din antere. Polenul este ușor neted și adesea cu adaptări care înlesnesc plutirea în aer. La *Poaceae* staminele au filamentele lungi și elastice; anterele sunt mari și puse în mișcare de adierea vântului, așa numitele flori longistaminee.

Florile anemofile se pot deschide brusc (*explodiflore*); staminele înconvoiate în mugurii florali se îndreaptă brusc aruncând polenul din floare care, luat de vânt, ajunge pe stigmatul florilor feminine (ex. *Urtica* sp.).

Există și forme intermediare între florile anemofile și cele zoofile (anemo-entomofile) care au, pe lângă caracterul lor de flori anemofile și caractere ale florilor entomofile (culori diferite, miros ș.a.) care atrag insectele. La numeroase flori entomofile se poate observa cum, într-un stadiu mai avansat de dezvoltare, polenul lor pulverulent este transportat de vânt.

3. Hidropoliñația (hidrofilia)

Se întâlnește de obicei numai la plante acvatice. Aici, masele de polen sau flori masculine întregi sunt transportate de curenții apei spre florile feminine ale căror stigmatate rețin polenul realizând polenizarea.

Polenizarea poate avea loc și în apă (*Ceratophyllum* sp.) și, în acest caz, polenul prezintă aceeași greutate specifică cu a apei și are forma filamentoasă sau vermiformă, iar stigmatatele sunt lungi și potrivite pentru a recepta polenul.

Polenizarea poate avea loc și la suprafața apei. În acest caz polenul este dus de valuri și ajunge în cele din urmă pe stigmatele florilor feminine (*Vallisneria spirallis* ș.a.).

Adaptări ale polenului la plantele acvatice

1. Granule sferice, 100 x 150 μm diametru, sunt închise în picături sferice de mucilagiu. Forma filamentoasă este probabil o adaptare la transportul prin curenții de apă, ca și acoperirea suprafeței cu mucilagiu.
2. Granule elipsoidale, 40 x 80 μm diametru, sunt emise ca tetrade liniare, într-un tub de mucilagiu (*Hydrocharitaceae*).
3. Granule filiforme se întâlnesc la *Zosteraceae*, *Posidoniaceae* ș.a., unde fiecare granulă poate ajunge la 5 mm lungime și 30 μm diametru. La *Amphibolis* și *Zostera* întâlnim granule de polen filiforme unice printre antofite: peretele granulelor seamănă cu intina polenului plantelor terestre deoarece este lipsit de exină.

Polenizarea și semnificația ei biologică

Se poate spune că polenizarea este preludiul fecundării, deoarece ea pregătește un proces biologic și mai complex, în care gameții masculini (spermatiile) aduși de polen se contopesc cu cei feminini din ovul (oosfera și celula centrală a sacului embrionar) pentru a da naștere unui nou sporofit. Nu vom intra în amănuntele procesului de fecundație, dar trebuie să menționăm că întregul proces de la polenizare până la fecundație reprezintă o interacțiune foarte complexă între gametofit și sporofit și între cei doi gametofiti și gameții lor. Această complexitate cuprinde de asemenea, relația cu animalele vectoare de polen sau vizitatori ai florilor, de unde rezultă polenizarea. Poziția și morfologia stigmatului este evident corelată cu modul de transportare a polenului. Majoritatea acestor caractere sunt creația sporofitului și au ca rezultat interacțiunea dintre polen și stigmat.

Unii factori din polenizare ca lipirea polenului cu fire de viscină pe stigmat, momentul transportului și intensitatea vizitelor sau durata antezei sunt premise pentru o reușită a polenizării. În lipirea polenului pe stigmat intervin forțe fizice și chimice (tensiunea superficială, forța vântului, forța electrostatică și electrodinamică).

Învelișurile suprafețelor polenului (cu polenkit) și stigmatului (exudat lipicios) determinate genetic funcționează în primele etape de recunoaștere sau respingere ale polenului. În acest context, naturii îi revine o mare importanță. Etapa progamică (până la fecundație) se exprimă prin creșterea și funcționarea staminelor și germinarea polenului (Fig. 7).

Este polenizarea un fenomen obligatoriu în procesul reproducerii fanerogamelor?

La marea majoritate a plantelor cu flori, polenizarea este obligatorie în procesul reproducerii sexuate. Ca urmare, la plantele respective au apărut mecanisme eficiente prin acțiunea selecției naturale, așa cum s-a văzut. Cu mai mult de trei decenii în urmă a intrat în atenția specialiștilor o modalitate de reproducere asexuată, provenită din cea sexuată, numită *apomixie* (gr. *apo*, fără; *gamos*, căsătorie) sau *agamie* (gr. *a*, fără; *gamos*, căsătorie).

Prin apomixie se înțelege mijlocul de sporire al indivizilor cu ajutorul semințelor embrionate (în cazul spermatofitelor) rezultate fără fecundație (cariogamie), deci fără să aibe loc fuzionarea gameților de sex opus (Andrei, 1985). Apomixia a fost identificată la peste 300 de genuri de plante din 100 de familii. Este cea mai răspândită în trei familii de plante: poacee, asteracee și rozacee. Este destul de comună la ferigi, dar necunoscută la gimnosperme (Botnariuc, 1992). La animale, reproducerea apomictică este cunoscută la numeroase celenterate, echinoderme, viermi, anelide, rotiferi, moluște, crustacee, insecte, arahnide și chiar la pești și reptile.

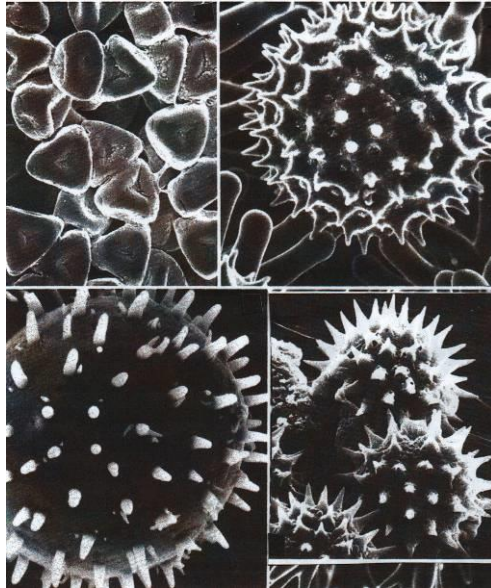


Figura 7. Granule de polen văzute la microscopul electronic cu baleiaj.

Speciile de plante și animale apomictice sunt uniparentale deoarece provin cu certitudine din specii biparentale (hermafrodite). Fără să intrăm în amănuntele acestui proces menționăm că în acest caz polenizarea este de mică

importanță (partenogeneză, embrionie nucelară) sau chiar fără importanță (la celelalte tipuri apomictice) (Andrei, 1985).

În fine, polenul nu este implicat în cazul reproducerii plantelor pe cale vegetativă.

Bibliografie selectivă

1. ANDREI M. (1978). Anatomia plantelor. Edit. Didact. și Pedag., București.
2. ANDREI M. (1979). Reproducerea plantelor. Natura, nr. 2.
3. ANDREI M. (1985). Apomixia și importanța ei în biologie. Probleme actuale de biologie. București, Societatea de Științe Biologice.
4. ANDREI M. (1988). O nouă biologie a polenului. Natura, nr. 2.
5. ANDREI M, Soare L.C. (2007). Reproducerea la cormofite. Natura, 49(1): 48-76, Tipografia 6. Universității de Vest V. Goldiș, Arad.
7. BOTNARIUC N. (1992). Evoluționismul în impas? București, Edit. Acad. Române.
8. GRINȚESCU I (1928-1934). Curs de botanică generală. Tipografia Națională, Cluj.
9. MÜLLER H., Walter (1969). Botany. Sec. Ed. Macmillan Company, New York.
10. ȘERBĂNESCU Jitariu G., Toma C. (1980). Morfologia și anatomia plantelor. Edit. Didact. și Pedag., București.
11. TOMA C. (1977). Anatomia plantelor. Vol. II Structura organelor vegetative și reproducătoare. Univ. Al.I. Cuza, Iași.
12. TOMA C. (2007). Adaptările plantelor la polenizare. Natura, 49(1): 7-18, Tipografia Universității de Vest V. Goldiș, Arad.

Știați că?

.... cele mai ușoare semințe din lume sunt ale unor specii de orhidee, greutatea a 1000 de semințe fiind mai mică de 1 mg;

*.... cea mai mare floare din lume se întâlnește la specia *Rafflesia arnoldi*, plantă parazită care trăiește în Indonezia; floarea prezintă o circumferință de 1-1,5 m și o greutate de 7-10 kg;*

INDIVIZII CA FORMĂ DE EXISTENȚĂ A MATERIEI VII INDIVIDUALS AS FORMS OF LIVING MATTER EXISTENCE

Marin ANDREI*, Aurel ARDELEAN**, Mioara DUMITRAȘCU*

Abstract

The authors consider that life is made up of all individuals/ organizations, uni or multicellular, in which are integrated non-living systems, which gradually lost their individuality. In living systems, the authors introduce all entities possessing nucleic acids and proteins.

Key words: levels of integration, multicellular.

Se știe că viața este reprezentată de totalitatea indivizilor (organismelor) uni-sau pluricelulare care trăiesc pe Pământ. Prin individ (biologic) se înțelege un nivel de organizare al materiei vii, un sistem viu, individual care este capabil de existență de sine stătătoare (creștere, dezvoltare, autoreproducere).

După concepția biologului român **N. Botnariuc** (1976, 1992) un individ (lat. *individuus* = inseparabil) care integrează sau încorporează în el două mari categorii de **sisteme: nevii** sau nebiologice cum sunt: particulele subatomice (electroni, protoni, neutroni), atomii, moleculele și **sistemele vii** sau biologice din care fac parte: macromoleculele (proteine și acizi nucleici), celulele, țesuturile, organele, sistemele de organe, indivizii (organismele).

Atât sistemele nevii, cât și cele vii nu sunt sintetizate, ci se află în diferite corelații, constituind succesiuni de sisteme ierarhizate (Figura 1). Ierarhia sistemelor rezultă din simplul fapt că orice sistem este alcătuit din subsisteme și la rândul lor acestea intră în alcătuirea unui alt sistem superior mai vast. Menționăm că toate sistemele, vii și nevii, nu sunt altceva decât trepte sau niveluri de integrare de complexitate crescândă care intercondiționează (se găsesc într-o stare de interdependență) având ca termen superior individul biologic sau organismul mono- sau pluricelular. Sistemele nevii integrate într-un individ își pierd proprietățile individuale anterioare și în corelație cu cele vii capătă proprietăți noi.

Pentru a înțelege mai bine cele spuse să ne gândim la faptul că un număr oarecare de electroni formează un atom. Atomii, la rândul lor formează combinații denumite molecule; o moleculă de apă, de exemplu este alcătuită din 2 atomi de hidrogen și unul de oxigen.

* Facultatea de Biologie, Universitatea din București

** Profesor Dr. Facultatea de Biologie, Universitatea de Vest „Vasile Goldiș” din Arad

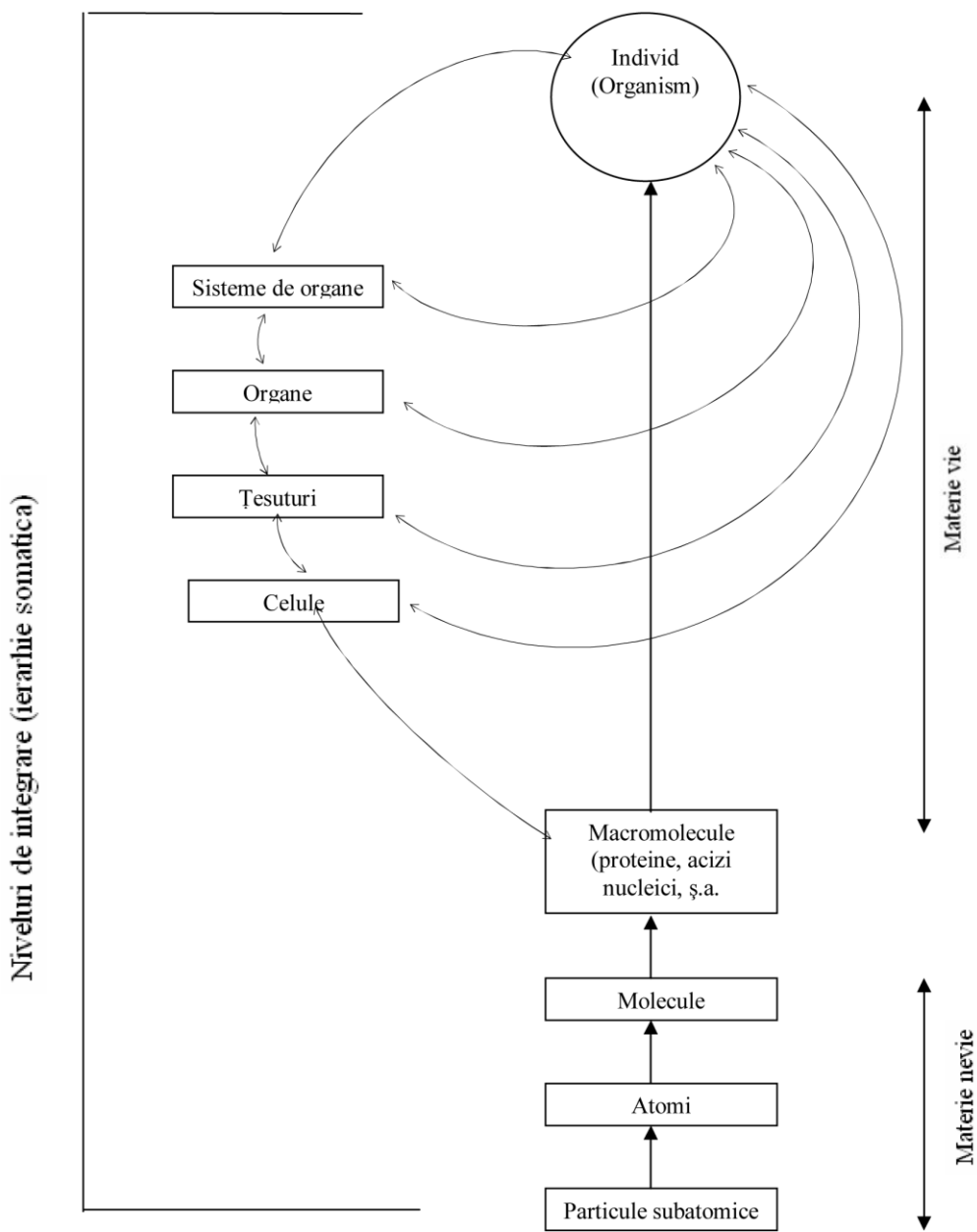


Figura 1. Nivelurile de integrare ale indivizilor/ organismelor (după N. Botnariuc, modif.)

Atât oxigenul, cât și hidrogenul separate sunt două gaze cu proprietăți diferite; molecula de apă rezultată din combinarea lor are cu totul alte proprietăți. Bromul un lichid care emană vapori toxici greu de respirat se poate combina cu sodiul, un metal moale, argintiu care se aprinde ușor. Bromura de sodiu rezultată din combinarea celor două elemente este o substanță stabilă folosită ca medicament; bromul și sodiul, fiecare luat separat sunt otrăvuri, dar combinația dintre ele devine medicament (un calmant).

Tot astfel sistemele vii și nevii, integrate (încorporate) în organisme își pierd proprietățile individuale și capătă proprietăți noi, specifice, caracteristice organismelor pe care le edifică.

Mai departe, *moleculele* se combină în *macromolecule*, substanțe plastice deosebit de complexe, dintre care *celula* reprezintă un exemplu foarte cunoscut. Cea mai mică dintre celulele propriu-zise, celula bacteriană, este alcătuită din cel puțin 40 de milioane de molecule diferite. Celulele animale și vegetale mult mai mari sunt edificate din sute de milioane de molecule sau chiar mai multe. Mai nou se consideră că toate entitățile care conțin acizi nucleici și proteine, chiar dacă nu au formă clasică de celule, sunt considerate ca fiind vii. Cu alte cuvinte, la baza viului se află ADN-ul/ARN-ul însoțiți de proteine, acestea condiționează existența viului.

La organismele unicelulare (**Procariote** și **Eucariote**) termenii de celulă și organism (individ biologic), deși diferiți structural, desemnează aceeași entitate, de sine stătătoare. O cultură de 10 milioane de celule de drojdie de bere sau alte unicelulare este echivalentă cu 10 milioane de indivizi sau organisme individuale, în timp ce tot 10 milioane de celule alcătuiesc corpul sau individul unei singure briofite sau al unei singure albine; câteva milioane de miliarde de celule alcătuiesc corpul unui om adult.

Conform celor spuse se poate face o primă prezicere, că un individ/organism pluricelular nu este altceva decât un sistem biologic alcătuit dintr-o infinitate de celule individuale care și-au pierdut din proprietățile specifice, căpătând proprietăți noi caracteristice indivizilor/organismelor în care sunt integrate/încorporate.

Să urmărim pe scurt progresul înregistrat de indivizi de la uni la pluricelularitate. Celulele care alcătuiesc corpul unei drojdii de bere, briofite, albine sau al omului sunt strâns unite între ele într-un tot unitar, în timp ce celulele de drojdie răspândite în mediul de cultură ca celule individuale sau cel mult ca agregate provizorii (rezultate în urma diviziunii) au o existență de sine stătătoare. Lăsând la o parte diferitele faze de creștere și diviziune în care se află, celulele de drojdie sunt toate aproape identice și pot desfășura aproximativ aceleleași procese; în schimb organismul uman include câteva sute de tipuri diferite de celule, iar diferențele dintre ele sunt permanente și neciclice.

În general celula individuală de drojdie se află în competiție pentru elemente nutritive cu celelalte celule vii din mediul de cultură. Fiecare celulă (individ biologic) are, în egală măsură, capacitatea de creștere și reproducere și posibilitatea de a utiliza substanțele nutritive disponibile; fiecare individ/organism, prin diviziune, va genera o clonă de celule care va folosi tot ce va putea din mediul până la epuizarea substanțelor nutritive sau până când factorii de suprapopulație îi vor limita creșterea. Desigur pot exista și alte relații mai subtile între celule; *competiția* rămâne însă forma predominantă de interacțiune în cadrul unei culturi de celule individuale.

Spre deosebire de această situație individ/organismul pluricelular nu este o asociere de celule în competiție liberă ci ele se află într-o strânsă *corelație* sau *interdependență*. Fie că numărul celulelor este de câteva sute ca la rotiferi sau la unele alge, fie că este de ordinul bilioanelor ca în cazul arborilor sau al nevertebratelor, celulele își pierd individualitatea și existența de sine stătătoare, devenind subordonate structural și funcțional față de individul/organsimul pluricelular.

Forme intermediare între celule și țesuturi

Ne vom referi aici la organismele coloniale situate la limita inferioară a pluricelularității. S-a constatat că amibe independente în stadiul inițial de formare al sporilor (determinat de epuizarea surselor de nutriție) se adună în centre de agregare sub influența unei substanțe chemottractante numită *acrasină*, elaborată de una sau câteva *amibe* care ajung să producă acrasină, elaborată înaintea celorlalte. Acrasina elaborată dirijează mișcările amibelor spre cele care nu o produc și la rândul lor încep s-o secrete.

Când procesul agregării s-a încheiat, celulele agregatului se înconjoară cu o substanță gelatinoasă și se deplasează împreună. Experiențele au scos în evidență că între celulele agregatului se realizează comunicații prin care sunt transmise semnale care realizează diferențierea, rediferențierea și orientarea amibelor componente.

Unul dintre cele mai elocvente exemple ale treptelor de tranziție este întâlnit la algele verzi din *ordinul Volvocales*. În acest grup sunt incluse atât organisme unicelulare flagelate (*Chlamydomonas sp.*) cât și organisme asociate în *cenobii* și *colonii*; ultimele interpretate ca veritabile organisme pluricelulare. Atât cenobiile cât și coloniile sunt alcătuite din celule de aceeași origine provenite din diviziunea unei celule inițiale.

1. Într-o primă treaptă spre pluricelularitate se plasează specii al căror corp este alcătuit din cenobii în formă de tăblițe, constituite din 4 celule (*Gonium sociale*) sau elipsoidale din 8 celule (*Eudorinella*, *Stephanosphaera*) legate între ele de o substanță gelatinoasă. Fiecare celulă reprezintă un individ

capabil de înmulțire și nutriție pentru că, separând o celulă/individ din cenobiu, ea poate să-și ducă viața independent de restul celulelor;

2. A doua treaptă spre pluricelularitate este reprezentată de cenobii tabulare sau sferoidale alcătuite din 16 celule (*Gonium pectorale*, *Pandorina morum*, ș. a) cu o oarecare diferențiere morfostructurală fără însă, ca celulele să-și piardă individualitatea; celulele/ indivizii biologici scoși din cenobii sunt capabili să-și ducă viața independent de restul celulelor rămase asociate;

3. Treapta imediat superioară este reprezentată de colonii elipsoidale polarizate (prevăzute cu un pol anterior și unul posterior) alcătuite din 32 de celule (*Eudorina elegans*, *Platydorina sp.*, ș.a) cu diferențieri morfofuncționale mult mai evidente așa încât coloniile respective își mențin integritatea; separând o celulă din colonie, aceasta nu-și va putea duce viața în continuare;

4. O treaptă ulterioară spre pluricelularitate se întâlnește la *Pledorina californica* a cărei colonie sferică este alcătuită din 64-128 de celule diferențiate structural și fiziologic pentru îndeplinirea funcțiilor de reproducere și nutriție. O parte din celule situate la polul anterior al coloniei sunt mai mici și incapabile de înmulțire și de hrănire.

5. Treapta cea mai evoluată a acestei serii o constituie coloniile sferice de *Volvox sp.*, *Janaetosfera sp.*, ș.a. alcătuite din 500-25.000 de celule diferențiate pentru îndeplinirea unor funcții vitale. Astfel, unele celule (16-30 situate la polul posterior) sunt specializate pentru asigurarea reproducerii coloniei, alte celule asigură hrana prin fotosinteză; în fine, unele celule situate la polul anterior asigură mobilitatea coloniei. Sincronizarea mișcării flagelilor este asigurată prin legăturile plasmatiche (plasmodesme) dintre celulele coloniei.

Prin urmare la aceste colonii apar structuri de reglare și coordonare a funcționării celulelor care formează colonia. Celulele coloniei sunt subordonate de acesta. Dacă vom scoate o celulă din acest întreg ea nu-și va putea duce viața independent și ca urmare va dispărea. În acest caz aveam de-a face cu un veritabil individ/organism pluricelular.

Diferențierea morfologică, structurală și fiziologică a celulelor coloniei, asigurarea coeziunii lor prin plasmodesme au condus treptat la integrarea celulelor într-un sistem de unități independent numit *individ* sau *organism pluricelular*.

Bibliografie selectivă

1. ANDREI M., CRISTEA LILIANA SOARE (2011). Conceptul de celulă în etapa biologiei moleculare. Natura nr. 2. Editura "Vasile Goldiș", Arad.
2. ARDELEAN A., MOHAN GH. (2006). Botanica sistematică. "Vasile Goldiș" University Press, Arad.

II. CERCETARE ȘTIINȚIFICĂ

O HERGHELIE DE CAI MENȚINUTĂ ÎNTR-O REZERVAȚIE VIRGINĂ DE CĂTRE ADMINISTRAȚIA REZERVAȚIEI BIOSFEREI DELTA DUNĂRII (A.R.B.D.D.)**

A HERD OF HORSES KEPT IN A VIRGIN RESERVATION BY THE DANUBE DELTA BIOSPHERE RESERVATION ADMINISTRATION

Marin ANDREI, Ioan CRISTUREAN, Paulina ANASTASIU, Viorel ROȘCA, Gabriela PASCALE*

Abstract

In a scientific work signed by eight scientists and foresters including two academics, published in 2001, in Romanian and French, entitled "virgin forests in Romania" is mentioned in Dobrogea, a single virgin forest / cvasivirgină - Letea of NE-the to Danube Delta.

Quotes from the work mentioned "The Letea Forest reservation with 2825 ha benefit from full protection regime since 1934 and was included in the Danube Delta Biosphere Reservation (RBDD) according to Law. 82/1993 "(p. 115).

Key words: Letea Forest, horses, Danube Delta Biosphere Reservation

Pentru cei ce au consultat intervențiile noastre publicate în Revista Natura (nr. 2/2011), Revista Pădurilor (nr. 6/2011), alte materiale informative trimise direct A.R.B.D.D., Ministerului Mediului ș.a. le facem cunoscut că nu s-a luat nici-o măsură pentru scoaterea unei herghelii de cai din Rezervația Naturală Pădurea Letea.

Menționăm că Pădurea Letea din NE-ul Deltei Dunării este o rezervație unică în lume, cunoscută ca atare pentru biodiversitatea acesteia și condițiile pedoclimatice pe care s-a instalat; imaginați-vă o pădure instalată, sub forma de fâșii, în evantai, pe dunele de nisip fluvio-marin, la altitudine de 3-5 m s.m.

Arboretul este alcătuit din frasin pufos (40%), stejar pedunculat (30%), frasin de luncă (20%), stejar pufos + plop alb + plop cenușiu + plop tremurător (10%).

* Asociația de Botanică „D. Brandza” din România

** Material transmis la Ministerul Mediului, iulie 2012

Vârsta arborilor, între 20-200 de ani; arborii au trunchiuri puternic sinuoase și ramificate. Ramurile sunt de asemenea puternic contorsionate; cu înălțimi de 22-25 m și diametre de 91-105 cm (Figura 1).



Figura 1. Exemplar de stejar pufos din Pădurea Letea (Orig.)

Am explicat pe larg în materialele noastre influența distructivă a cailor (o herghelie cu peste 2.000 de exemplare rezultate din înmulțirea cailor abandonați de către locuitorii din împrejurimi) menținuți, într-o rezervație naturală cunoscută în lume de peste 70 de ani, de către un ONG cu acordul neprofesionist al R.B.D.D. sub motivarea puerilă că sunt cai sălbatici.

Subliniem și cu această ocazie că **NU EXISTĂ CAI SĂLBATICI** în România și nici în Europa; poate vor auzi cei din „Centrul de Informare Delta Dunării” care făcând front comun cu R.B.D.D. dezinformează populația demonstrând amatorismul și subpregătirea lor profesională, susținând prezența cailor sălbatici în Pădurea Letea.

Subliniem și acum că niciodată calul nu a făcut parte din fauna Pădurii Letea; prezența lui în rezervație reprezintă un pericol immanent pentru diversitatea acestei rezervații (Figura 2).

Intenția R.B.D.D. de a amenaja o incintă pentru herghelia de cai în afara Pădurii Letea, ni se pare o rezolvare a scoaterii lor din rezervație, dar practic greu posibilă datorită costurilor foarte mari pe care le implică o astfel de incintă.

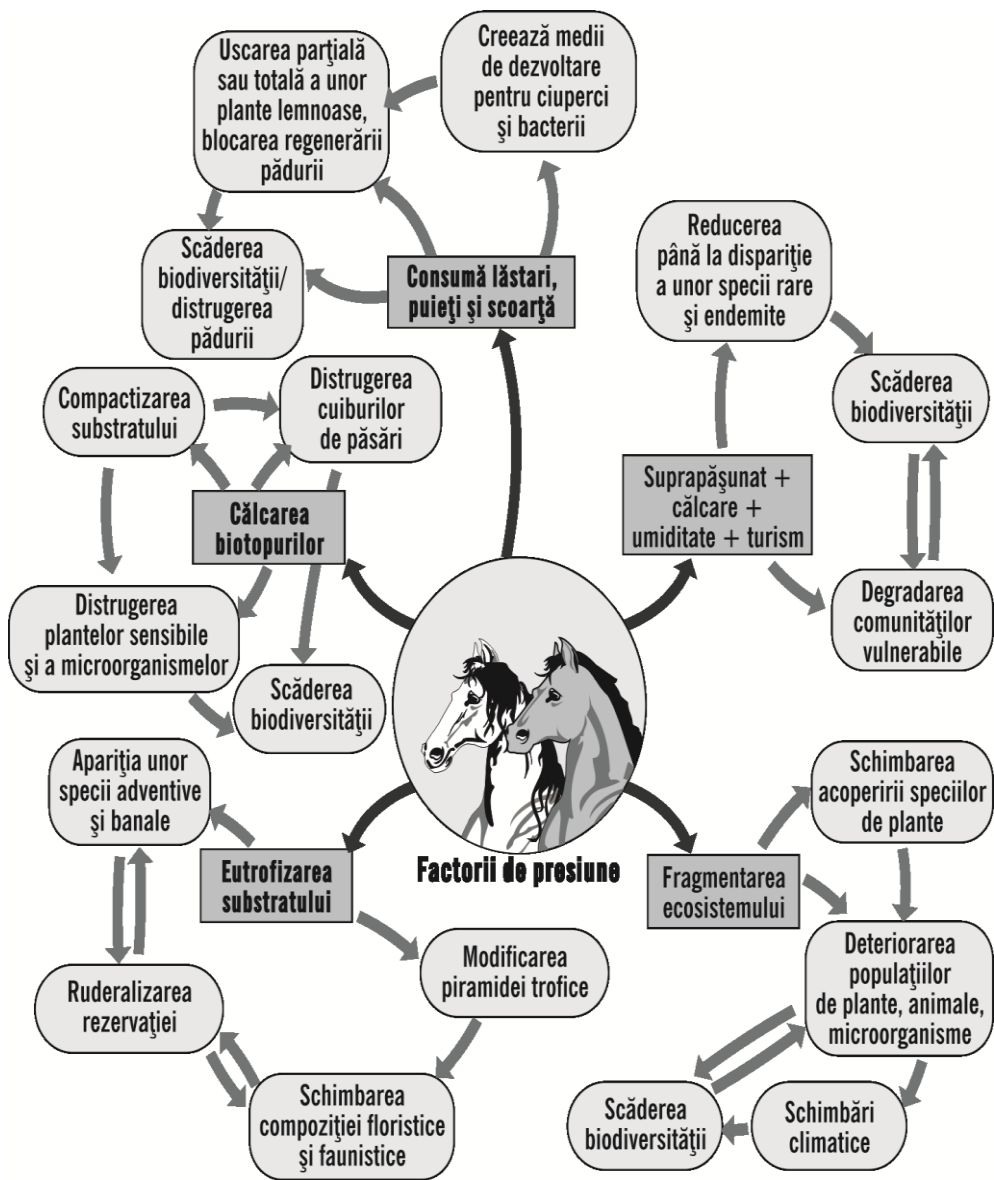


Figura 2. Impactul cailor sălbaticiți (peste 2.000) în Pădurea Letea din Rezervația Biosferei Delta Dunării are ca urmare dezechilibre ecologice și afectarea drastică a biodiversității (Orig.).

Până în prezent nu s-a luat nici-o măsură de rezolvare a cailor din rezervație și degradarea acestora continuă în ritm din ce în ce mai alert (Figura 3 - 5).



Figura 3. Pădurea Letea: arbori distruși parțial sau total de către caii abandonăți (Orig.).



Figura 4. Pădurea Letea: aproape la fiecare pas pe dunele de nisip întâlnești grămăjoare de bălegar (care schimbă compoziția floristică a asociațiilor psamofile) (Orig.).



Figura 5. Pădurea Letea: scoarța unor arbori este roasă de cai. Asemenea arbori mor curând, deoarece scoarța nu se mai regenerează (Orig.).

Mai nou se dorește îngrădirea pădurii pentru a delimita zona rezervată cailor ignorând unitatea Pădurii ca habitat de sine stătător.

Se știe că fragmentarea artificială a habitatelor este faza inițială de distrugere a acestora.

Ne-am întrebat și ne întrebăm cum este posibil ca niște profesioniști, cum bănuim că trebuie să fie cei din R.B.D.D. să accepte transformarea unei rezervații naturale de peste 70 de ani într-un spațiu consacrat unei herghelii de cai domestici pe baza explicațiilor simpliste și puerile ale unui O.N.G.??

Să fie subprofesionism, dezinteres pentru protecția și conservarea unei „perle” a Deltei Dunării, banii europeni ai ONG-ului implicat, presiuni sau favoruri politice, toate acestea împreună sau numai plăcerea unui politician cabalofil??

Noi nu suntem împotriva protecției faunei, inclusiv a celei domestice, spre deosebire de ONG și R.B.D.D. care văd protecția și conservarea mediului

cu „ochelari de cal”, dar suntem ferm împotriva monitorizării cailor într-o rezervație naturală unică în lume.

Așa se explică de ce toată mass-media nu a prezentat niciodată valoarea științifică a Pădurii letea, singura pădure virgină din Dobrogea; toată atenția R.B.D.D. și ONG au focusat-o pe herghelia de cai ca și când aceștia ar trăi în atmosferă și nu într-o rezervație naturală!?

De aici rezultă ori intenția vădită de a distruge o rezervație unică în lume ori o necunoaștere crasă a valorii științifice a acestei rezervații de către R.B.D.D., ori interes pentru niște bani, ori toate laolaltă??

În toate cazurile, R.B.D.D. face un mare rău național și internațional pentru că și-a încălcat prerogativele sale de protejare și conservare a unei păduri virgine, care face parte acum din R.B.D.D., declarată cu peste 70 de ani în urmă ca fiind unică în România și în Europa.

Am dori ca forurile corespunzătoare să ne spună care a fost adevăratul motiv al acestei devieri a R.B.D.D. de la obligațiile sale, pentru care sunt plățiți din bani publici.

Solicităm forurilor competente analiza riguroasă și urgentă a situației expuse pentru a decide soarta rezervației naturale Pădurea Letea, ca unitate silvică și de cercetare științifică.

Dacă se dorește desființarea rezervației atunci R.B.D.D. să vină cu argumente în fața comunității științifice naționale și internaționale și să justifice că herghelia de cai este mai importantă din punct de vedere științific decât rezervația naturală, pentru că cele două entități nu pot coexista.

Încheiem această scrisoare cu un paragraf din lucrarea citată la început „Pădurile Letea și Caraorman, amândouă situate în Delta Dunării sunt păduri unice în România și în Europa **prin compoziția lor, structura arboretelor și cadrul natural**. Datorită particularităților menționate, aceste păduri au atras atenția specialiștilor începând cu secolul XIX-lea.

Silvicultorul *P. Antonescu* afirma în 1891 că „aceste păduri sunt de o reputație europeană. Ele sunt cunoscute de mulți specialiști străini care le admiră” (pag. 117).

În momentul de față pădurile menționate sunt de reputație mondială făcând parte din Rezervația Biosferei Delta Dunării (R.B.D.D.).

Noi socotim Pădurea Letea ca pe un bun național, ca pe un bun de patrimoniu național, ca pe o pânză semnată de un pictor celebru, ca un bun public; ea trebuie încredințată unor profesioniști și nu unor amatori, pentru a-o conserva și a-o transmite generațiilor viitoare, pentru a se bucura și acestea de unicitatea acestei arii protejate unice în lume.

Ne adresăm Dvs. cu speranța că veți interveni de urgență pentru scoaterea hergheliei de cai din Pădurea Letea, singura soluție de a salva rezervația de la distrugere.

Sugerăm încadrarea prin concurs, a personalului R.B.D.D., înlocuirea politrucilor cu profesioniști pasionați pentru protecția și conservarea Deltei Dunării și sancționarea celor implicați.

Cerem analiza detaliată (profesională și financiară) a ONG-ului care a dus în eroare opinia publică susținând că este vorba de protejarea unor cai sălbatici; o soluție practică a scoaterii cailor din rezervație trebuie să o găsim la Primăria C.A. Rosetti.

Bibliografie selectivă

1. ANASTASIU PAULINA și colab. 2011. Conservarea biodiversității sarcină majoră a tuturor țărilor- SOS – Pădurea Letea (Delta Dunării). Natura Nr. 2.
2. ANDREI M., ROȘCA VIOREL, PASCALE GABRIELA. 2011. Starea actuală a Pădurii Letea - Rezervație Naturală de pădure virgină din Delta Dunării. Revista Pădurilor Nr. 6.

Știați că?

.... piperul este o o tufă agățatoare tropicală, originară din Arhipieleagul Indo – Malaez. Fructul sau (baca rosie) conține un ulei eteric cu gust iute, caracteristic. Din aceste bace, culese înainte de coacere, se obține prin uscare piperul negru- Piper nigrum. Bacele uscate și decorticate constituie piperul alb. Ambele forme de piper sunt utilizate în alimentație drept condiment

III. BIOLOGIA ÎN ȘCOALĂ

ENERGETICA SISTEMELOR BIOLOGICE (I) PLASTIDELE ȘI CONVERSIA ENERGETICĂ FOTOCHIMICĂ BIOLOGICAL SYSTEMS ENERGETICS (I) PLASTIDS AND PHOTOCHEMICAL CONVERSION OF ENERGY

Gerard ENACHE*

Abstract

Biological systems are antientropic systems, in which the specific order is maintained by the permanent energy flow that crosses them. Energy leaves biological systems in many ways, but the influx is accomplished almost exclusively through photosynthesis. Due to this, photosynthesis is the most important metabolic process on Earth.

Photosynthesis is a complex process that takes place in two phases, photodependent and photoindependent. During these two phases, light energy is captured by assimilating pigments, then transformed into chemical energy of the organic substances. Biosynthesis of the organic substances is catalyzed by an enzymatic system whose main component is RuBisCO.

This paper is also about the cellular location of photosynthesis, the chloroplast. The chloroplast is an organelle with a complex structure, specific to plants. Chloroplasts, leucoplasts, chromoplasts and chromatophores are types of plastids.

Key words: plastid, cromatofor, leucoplast, cromoplast, cloroplast, fotosinteză, pigment, RuBisCO, fotoliză, fază fotodependentă, ciclul Calvin, conversie fotochimică

INTRODUCERE

Energetica este un domeniu al fizicii care studiază manifestările diferitelor forme de energie.

Universul (care include și sistemele biologice) este constituit din trei componente – materie, energie și informație (principiu organizator).

* Profesor, Colegiul Național „Sfântul Sava”, București; gerardenache@yahoo.com

Materia este caracterizată prin faptul că ocupă spațiu (adică are volum) și are masă. Materia există într-o multitudine de forme (roci, gaze, metale, uleiuri, sisteme biologice etc.), fiecare cu specificul ei, și este alcătuită din elemente chimice prezente în formă pură sau în combinații numite compuși chimici; există în patru stări de agregare – solidă (are formă și volum bine definite), lichidă (are volum bine definit, dar adoptă forma spațiului în care se află), gazoasă (lipsită de formă și volum bine definite) și plasmă (majoritară la scala întregului Univers, dar rară pe Pământ unde este reprezentată de fulgere, aurore polare, flăcări foarte fierbinți).

Energia este definită drept capacitatea de a realiza lucru, adică de a pune materia în mișcare; nu are masă și volum și poate fi pusă în evidență și măsurată numai prin efectele asupra materiei. Energia există în două forme sau capacități de lucru – **energie cinetică** (energie în acțiune) și **energie potențială** (energie depozitată, inactivă, dar care are capacitatea sau potențialul de a se manifesta). Există mai multe tipuri de energie – **chimică** (energia legăturilor chimice), **electrică**, **mecanică**, **radiantă** (electromagnetică), **calorică** – în general, interconvertibile.

Cele mai importante procese energetice din sistemele biologice sunt **fotosinteza** și **respirația** (care, în sens larg, include și fermentațiile, având scop comun). La acestea se mai pot adăuga contracția musculară, conducerea neuronală a informației, bioluminescența, transporturile intracelulare, transmembranare și intercelulare etc.

PLASTIDELE

Plastidele sunt organite caracteristice ale celulelor plantelor și majorității algelor și sunt implicate în procese precum **fotosinteza** și depozitarea de diverse substanțe. Plastidele sunt organite **semiautonome** și **autodivizibile** (se reproduc prin fisiune – proces de divizare în două jumătăți egale, caracteristic bacteriilor), prezentând fenomenul de continuitate plastidială. Totalitatea plastidelor dintr-o celulă constituie **plastidomul**.

Structură generală

Plastidul este un organit vezicular cu înveliș în general dublu-membranar – membrană externă și membrană internă, ambele netede, între care există un spațiu intermembranar. Învelișul se mai numește **peristromiu**.

Lumenul plastidului, delimitat de membrana internă a învelișului, conține un fluid mai mult sau mai puțin omogen numit **stromă**, substanță fundamentală sau matrice, cu o compoziție chimică variată și variabilă și în care poate fi prezentă a treia membrană a plastidului – **membrana tilacoidală** – care formează un sistem de structuri membranare cu grad de dezvoltare variat, în funcție de tipul de plastid.

Tipuri de plastide

1. După **structură** și **compoziție chimică**, sunt trei tipuri de plastide: *leucoplaste* – plastide incolore; *cromoplaste* – plastide colorate altfel decât verde; *cloroplaste* – plastide verzi.

2. După **rol**, plastidele sunt de două mari categorii: *fotosintetizante* (cloroplastele de la plante și echivalentele lor de la alge) și *nefotosintetizante* (leuco- și cromoplaste).

3. După **gradul de maturitate (vârstă)**, plastidele sunt de trei categorii, interconvertibile într-o oarecare măsură: *proplast(id)e* – plastide tinere, imature structural și funcțional; din ele se formează plastidele mature; *plastide mature* structural și funcțional; *gerontoplaste* – plastide îmbătrânite/senescente.

1. Plastidele algelor – cromatofori

Plastidele algelor se numesc cromatofori și sunt exclusiv fotosintetizante. Au forme foarte variate – lenticulară, discoidală, bandiformă (panglică dreaptă sau spiralată), reticulată, stelată, de clopot, de cupă, placă perforată, granulații etc. Culoarea cromatoforilor este și ea variată – clorofila (care are culoare verde) este prezentă în toate tipurile de cromatofori, însă uneori alți pigmenți sunt în cantitate mai mare, culoarea lor devenind dominantă – roșu, brun, galben-auriu, brun-gălbui, verde-gălbui etc. La unele grupe de alge, cromatoforii au denumiri particulare – rodoplaste (la rodofite – alge roșii), feoplaste (la feofite – algele brune) etc.

Din punct de vedere structural, cromatoforii sunt mai variați decât cloroplastele plantelor, având înveliș format din 1-4 membrane și un sistem tilacoidal cu organizare de asemenea foarte variată. La unele alge – clorarahniofite (incluse în filum Cercozoa, regn Rhizaria) și criptofite (din grupul Hacrobia, regn Chromalveolata) – este prezent și un **nucleomorf** – o reminiscență a eucariotului fotosintetizant ancestral, probabil o algă verde, care a fost internalizat și păstrat drept plastid prin endosimbioză secundară; în unele cazuri nucleomorful prezintă un înveliș membranar prevăzut cu pori și chiar diviziune rudimentară în preprofază, cu participarea microtubulilor.

Cromatoforii sunt adesea însoțiți de structuri particulare – pirenoidul și stigma.

Pirenoidul este o regiune diferențiată, nedelimitată de membrană, sferică, rar cilindrică, cu dimensiune variabilă în funcție de specie și de starea fiziologică, în cadrul cromatoforului (unii autori îl consideră și numesc chiar organit), mai densă decât stroma din jur și care poate fi sau nu traversată de tilacoide. Pirenoidul este frecvent asociat cu producția de asimilație – amidon, paramilon – care adesea formează o teacă groasă continuă sau discontinuă, granulară în jurul unei regiuni centrale lipo-proteice numite pirenosom; conține enzima RuBisCO, mărimea pirenoidului depinzând de cantitatea de enzimă

prezentă – la unele specii concentrația de enzimă este atât de mare încât pirenooidul are aspect cristalin. Având un conținut ridicat de RuBisCO, pirenooidul are rol important în fixarea CO₂; în plus, ajută la menținerea unei concentrații mari de CO₂ la locul fixării prevenindu-i difuzia, simultan reducând nivelul de O₂, crescând astfel eficiența catalitică a enzimei RuBisCO.

Pirenooidul poate fi intraplastidial (la clorofite, rodofite, criptofite, crizofite, primnesiofite, diatomee, xantofite etc.) sau extraplastidial, atașat totuși de cromatofor printr-un pedicel (la feofite, clorarahniofite etc.), în general corelat cu localizarea produsului de asimilație.

Pirenoizii sunt prezenți la alge și la antocerotate, lipsind la plantele superioare. Se consideră că prezența lor este necesară la organismele fotosintetizante acvatice submerse deoarece rata de difuzie a CO₂ prin apă este mult mai mică decât prin aer și de aceea sunt importanți prin efectul lor de concentrare a CO₂. Prezența pirenoizilor la antocerotate (grup de mușchi vegetali, organisme primar terestre) este o dovadă și un argument pentru originea algală a acestora.

Stigma sau **pata oclară** este o structură unică prezentă la numeroase alge mobile (și la gameții sau sporii flagelați ai algelor pluricelulare) și reprezintă un agregat de globule lipidice, în special carotenoizi, care este implicat în răspunsul la lumină al acestora; adesea globulele lipidice sunt dispuse într-un aranjament hexagonal foarte ordonat. Stigma poate fi intraplastidială (la clorofite, criptofite și majoritatea heterocontofitelor – crizofite, diatomee, xantofite, feofite etc.) sau extraplastidială, asociată plasmalemei (la euglenofite, dinofite, eustigmatoficee etc.).

Stigma este asociată funcțional cu un **fotoreceptor**, împreună constituind **aparatură fotoreceptoră** care, controlând bătaia flagelilor, asigură mișcarea orientată a algelor în funcție de direcția și intensitatea luminii.

Fotoreceptorul este localizat la nivelul plasmalemei, uneori asociat bazei flagelului constituind corpul paraflagelar, în proximitatea stigmei și constă din două tipuri de heteroproteine – flavoproteine (cromoforii sunt molecule flavinice) și rodopsine sau proteine retinidenice (cromoforul este retinenul) – care, odată activate de lumină, inițiază cascade de semnalizare intracelulară determinând în final modificarea vitezei, sensului și direcției de deplasare a celulei, posibil însă să fie implicate și în alte procese celulare.

La *Chlamydomonas* (algă verde cu tal monadal biflagelat) au fost identificate trei răspunsuri posibile determinate de lumină – fototaxie, fotofobie și alunecare.

Fototaxia reprezintă deplasarea orientată a celulei în funcție de direcția și intensitatea luminii; când celula algală se deplasează spre sursa de lumină, manifestă fototaxie pozitivă, iar când se îndepărtează – fototaxie negativă. La *Chlamydomonas* fotoreceptorul este reprezentat de chlamirodopsină și este

localizat în plasmalema de deasupra stigmei; în timpul mișcării celulei algale, stigma umbrește periodic fotoreceptorul, fapt care determină alternarea acestuia între stările *trans* (neiluminat) și *cis* (iluminat). Fotoreceptorul controlează deschiderea și închiderea unor canale de Ca^{2+} , iar variația concentrației intracelulare de Ca^{2+} influențează bătaia celor doi flageli, care se vor mișca asincron determinând schimbarea direcției de deplasare a celulei algale.

Fotofobia (fotoșocul) reprezintă schimbarea direcției de mișcare a celulei determinată de modificarea rapidă a intensității și independentă de direcția razelor luminoase. Celula se oprește brusc pentru scurt timp, după care, prin modificarea modului de bătaie a flagelilor, se deplasează rapid în sens opus mișcării de până atunci; la finalul răspunsului fotofobic, celula se rostogolește, apoi reia mișcarea după o direcție nouă.

Alunecarea reprezintă mișcarea celulei aderată la substrat sau la interfața aer-lichid; unul dintre flageli asigură, și în acest caz, forța motrice.

2. Proplastide

Proplastidele sunt plastide mici, sferice (diametru de cca. 1 μ m), incolore sau verzi pal, nediferențiate (fără sistem tilacoidal sau cu tilacoide incipiente), care se întâlnesc în zigot, în celulele proembrionului, în celulele meristemice (care se divid cu rată înaltă) din rădăcini și lăstari. În stromă se mai găsesc ribosomi, ADN plastidial, uneori plastoglobuli și granule de amidon. Ele sunt precursorii tuturor celorlalte plastide diferențiate, precum cloroplastele, cromoplastele și leucoplastele. Relațiile între diversele tipuri de plastide sunt însă incomplet elucidate (Figura 1).

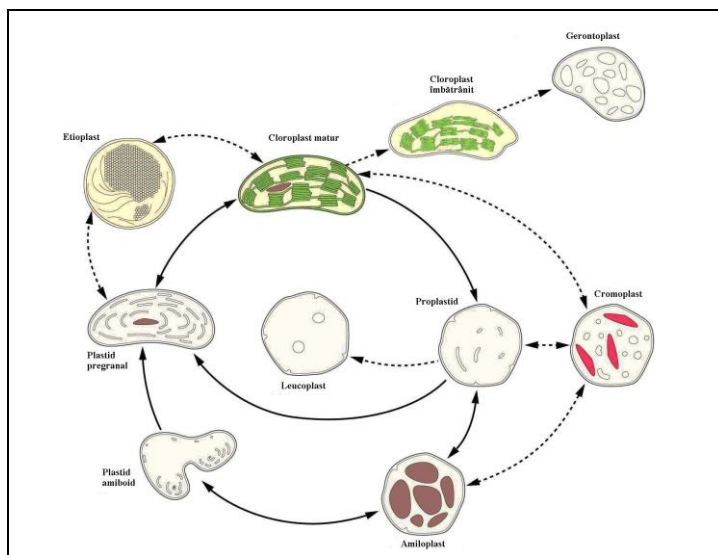


Figura 1. Relația dintre diversele tipuri de plastide (psla.umd.edu)

Proplastidele se diferențiază în plastide mature mai ales în prezența luminii. Dacă diferențierea este oprită prin absența luminii, în proplastid se pot forma 1-n corpi prolamelari semicristalini, alcătuiți din tubuli membranari.

Plastidele care conțin corpi prolamelari se numesc **etioplaste**. Etioplastele se formează în celulele frunzelor plantelor crescute la întuneric. Când sunt expuse la lumină, etioplastele se transformă în cloroplaste și membranele corpiilor prolamelari devin tilacoide. În ontogenie, proplastidele din embrion se transformă întâi în etioplaste și apoi, ca urmare a expunerii la lumină, etioplastele se transformă în cloroplaste.

3. Leucoplaste

Leucoplastele (plastidele incolore) sunt lipsite de pigmenți și de un sistem elaborat de membrane interne, fiind cele mai puțin diferențiate, dpdv structural, dintre plastidele mature. Leucoplastele au, de obicei, formă sferică, eliptică, discoidală. Sunt plastide care depozitează diverse substanțe de rezervă, care sunt sintetizate din precursori chiar la acest nivel – polizaharide (amidon), proteine (aleuronă), uleiuri, rășini, taninuri etc. În funcție de tipul substanței depozitate, leucoplastele au denumiri particulare sugestive – **amiloplaste** (amidon), **prote(in)oplaste/aleuronoplaste** (proteine), **oleoplaste/elaioplaste** (uleiuri), **rezinoplaste** (rășini) etc.

4. Cromoplaste

Cromoplastele (gr. *chroma* – culoare), ca și cloroplastele, sunt plastide pigmentate. Cu formă variată (sferică, ovală, lenticulară, aciculară etc.), cromoplastele sunt lipsite de clorofilă, dar sintetizează și rețin pigmenți carotenoizi, care sunt responsabili de culorile galbenă, portocalie și roșie ale multor flori, frunze senescente, unele fructe și unele rădăcini, ca la morcov. Cromoplastele se pot dezvolta din cloroplaste preexistente printr-o transformare în care clorofila și sistemul membranelor interne ale cloroplastului dispar și se acumulează mase de carotenoizi, așa cum se întâmplă în timpul coacerii multor fructe (tomate, de exemplu). Au un sistem tilacoidal slab dezvoltat, la nivelul căruia să găsim pigmenții carotenoizi.

Cromoplastele au rol **ecologic** – prin colorarea anumitor organe ale plantelor acționează ca atracțanți pentru insecte și alte animale, având un rol esențial în polenizarea încrucișată a plantelor cu flori și la dispersia fructelor și a semințelor.

Carotenoizii sunt de două categorii majore: caroteni (nu conțin oxigen în moleculă; α -, β -, γ -caroten – portocalii și licopen/licopină – roșie) și xantofile (conțin oxigen în moleculă; numeroase – luteină, neoxantină, zeaxantină etc., de culoare galbenă, unele sunt brune – fucoxantina).

5. Cloroplaste

Cloroplastele sunt organite veziculare cu înveliș dublu-membranar, prezente doar în unele celule ale plantelor – în cele expuse radiației luminoase. Sunt abundente în celulele țesuturilor asimilatoare, palisadic și lacunar, din frunză, țesuturi care constituie cea mai mare parte a mezofilului acesteia (Fig. 2). Sunt cele mai răspândite plastide și sunt responsabile de culoarea verde caracteristică a plantelor.

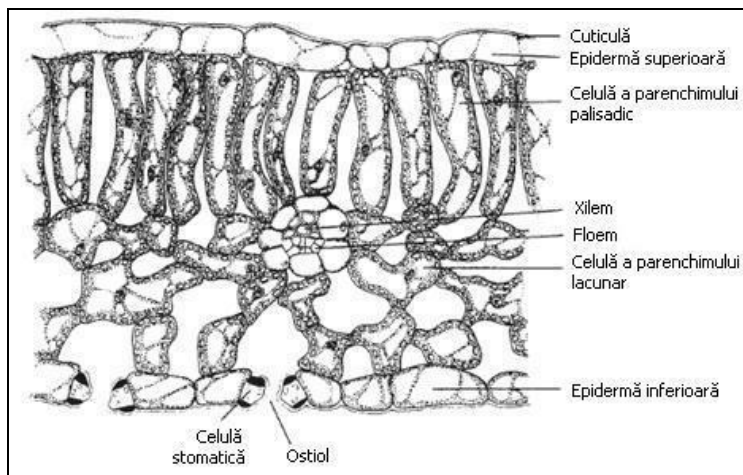


Figura 2. Structura frunzei (mixxpdf.com)

Etimologie. gr. *chloros*, *χλωρός* – verde; *plastis*, *πλάστης* – care formează, formator.

Formă și dimensiune

Cloroplastele au formă discoidală sau lenticulară (rar sferică sau ovală), cu o margine și două fețe, cu diametrul mare de (2)4-6(10) μm , diametrul mic de cca. 2 (1-3) μm , grosime de cca. 2,3 μm și volum de aproximativ 23 μm^3 .

Localizare și mișcări

Pentru desfășurarea în condiții optime a fotosintezei (rolul principal al acestor organite), în celulele asimilatoare cloroplastele se orientează și se poziționează în funcție de intensitatea și de direcția razelor luminoase incidente, pentru a maximiza (în lumină slabă, difuză) sau minimiza (în lumină puternică) absorbția acestora.

Astfel, când intensitatea luminoasă este mare și razele cad \pm perpendicular pe suprafața frunzei, cloroplastele se deplasează lângă pereții celulari perpendiculari pe planul foliar, adică lângă acele suprafețe paralele cu lumina incidentă (de exemplu, pereții longitudinali/laterali ai celulelor asimilatoare palisadice); cloroplastele se dispun cu axul lung și cu una dintre fețe paralel cu pereții respectivi, deci și cu direcția razelor luminoase incidente,

pe care astfel le primesc din profil. În această poziție, absorbția luminii este minimă (efectul de evitare), ca și efectele dăunătoare asupra pigmentilor asimilatori.

Când intensitatea luminoasă este mică și razele cad oblic pe suprafața frunzei, cloroplastele se deplasează lângă pereții celulari paraleli cu planul foliar (de exemplu, pereții transversali/terminali ai celulelor asimilatoare palisadice), cu axul lung și cu una dintre fețe paralele cu aceștia, maximizând astfel absorbția luminii incidente.

Mișcările induse de lumină ale cloroplastelor au rol adaptativ foarte important. Controlând orientarea și localizarea cloroplastelor în celule, poate fi reglată cantitatea de lumină absorbită din radiația incidentă, deci eficiența fotosintezei, și poate fi prevenită fotodeteriorarea pigmentilor asimilatori.

În literatura de specialitate mai veche sunt descrise două tipuri de mișcări ale cloroplastelor – **pasive** și **active**. Cercetări recente au evidențiat că mișcările de fotoorientare ale cloroplastelor sunt **exclusiv pasive** și sunt determinate de interacțiunea cu filamentele de actină (posibil și cu molecule de miozină); acestea suferă reorganizări spațiale în care sunt antrenate și cloroplastele. S-a constatat că rearanjările citoscheletului și implicit mișcările cloroplastelor sunt induse în principal de lumina albastră, dar și de lumina roșie, ambele lungimi de undă fiind detectate de fotoreceptori specifici – fototropine, respectiv fitocromi (sau neocrom, un fotoreceptor de lumină roșie hibrid între fototropină și fitocrom, prezent la alge și ferigi), dispuși ordonat în vecinătatea plasmalemei – care inițiază cascadele de semnalizare intracelulară care determină mișcările cloroplastelor. Filamentele de actină constituie căi în lungul cărora se deplasează cloroplastele și le ancorează în pozițiile corespunzătoare în celulă. Ionii de Ca au rol important în reglarea mișcărilor cloroplastelor.

Număr. O singură celulă mezofilară conține (20)40-50(60) cloroplaste, iar un mm² de frunză conține aproximativ 500 000 de cloroplaste. Numărul depinde de specie, de țesut, de tipul de celulă și de particularitățile ecologice ale habitatului. Există, de asemenea, o relație de directă proporționalitate între gradul de ploidie și numărul de cloroplaste.

Structură. Cloroplastul are o structură complexă, edificată de trei tipuri de membrane, care delimitează trei compartimente (Fig. 3).

Învelișul cloroplastului, numit și **anelopă plastidială** sau **peristromiu**, este format din **două membrane** – **cloroplastică externă** și **cloroplastică internă** – cu compoziție, arhitectură și grosime tipice (bistrat fosfolipidic cu proteine inclavate, (6)7,5-8 nm), ambele netede, între care se află un spațiu intermembranar – **spațiul periplastidial**, de 10-20 nm. Ca și în cazul mitocondriei, membrana cloroplastică externă este foarte permeabilă, iar fluidul din spațiul periplastidial are compoziție similară citosolului. Transportul glucidelor prin membrana externă se realizează de către un cotransportor

antiport care exportă în citosol triozofosfați (DHAP) și importă fosfat anorganic. Membrana cloroplastică internă este mai puțin permeabilă, nu prezintă pori, iar traversarea ei se face prin difuzie simplă (CO_2 , O_2 , H_2O), facilitată sau prin transport activ. Membranele peristromiului conțin lipide (inclusiv carotenoizi) și proteine în raport de 1,2 la 1; nu conțin clorofile.

Cercetări recente au descoperit că plastidele dintr-o celulă (inclusiv cloroplastele) constituie o rețea structural-funcțională, fiind interconectate prin punți tubulare numite **stromule**, reprezentate de prelungiri ale celor două membrane, externă și internă, ale peristromiului. Stromulele conțin material stromatic și sunt structuri foarte **dinamice**, ca urmare a relației foarte strânse cu **filamentele de actină** (actina – proteină contractilă), dispuse fie longitudinal pe stromule, fie sub forma unor balamale, în ambele situații determinând anumite mișcări ale plastidelor în celulă, în colaborare cu altă proteină contractilă – **miozina XI**. Stromulele permit transferul de molecule între cloroplaste, inclusiv proteine de mari dimensiuni, precum RuBisCO.

De asemenea, stromulele asigură legătura plastidelor cu mitocondriile (schimburi de substanțe și chiar apropierea fizică a celor două organite), foarte importantă în cazul cooperării în anumite procese metabolice precum fotorespirația.

Membrana internă delimitează un spațiu în care se găsește un fluid vâscos, gelatinos, cu aspect granular, numit **stromă** sau substanță fundamentală. Stroma conține **apă**, (**plasto**)**ribosomi de 70S** (similari celor bacterieni), **granule de amidon**, **plastoglobuli** (particule sferice dense, cu diametru de 10-15 nm, formate în principal din lipide, printre care și carotenoizi, vitamina K, plastoquinonă; sunt în număr mare în cloroplastele senescente²), **glucide** (vezi ciclul Calvin), **acizi organici**, **aminoacizi**, globule de **fitoferitină** (proteină cu Fe), Mg^{2+} , PO_4^{3-} (P_i), diverse tipuri de **ARN**, **ADNcpl**, **ATP**, **ADP**, **NADPH+H⁺**, **NADP⁺**, diverse tipuri de **proteine** dintre care cele mai importante sunt **enzimele** implicate în faza a doua (fotoindependentă) a fotosintezei, dar și cele implicate în biosinteza acizilor grași, a fosfolipidelor, a clorofilei, în reducerea nitraților și în metabolismul amidonului.

Cea mai importantă enzimă din stromă, prezentă sub formă de granule sau cristale submicroscopice, este RuBisCO (**Ribulozo-1,5-Bisfosfat-Carboxilaza-Oxigenaza**), considerată cea mai abundentă enzimă de la plante și chiar de pe Pământ.

Granulele de amidon din stromă sunt reprezentate de **amidon primar** (amidon de asimilație) care este depozitat temporar în cloroplast; glucoza

² După unii autori, îngălbenirea frunzelor toamna nu se datorează demascării carotenoizilor consecutiv degradării clorofilelor, ci dezorganizării sistemului tilacoidal și formării unui număr mare de plastoglobuli

rezultată prin hidroliza amidonului primar fie este transferată celulelor din țesuturile de depozitare, unde va fi repolimerizată în **amidon secundar**, fie va fi folosită în scop energetic, fiind degradată oxidativ la nivelul mitocondriei.

ADNclp (ADN cloroplatic, plastom, ADN plastidial) este reprezentat de o moleculă bicatenară circulară, închisă covalent; are o lungime de 40-60 μ și reprezintă cca. 15% din ADN-ul celular; într-un cloroplast există 10-30 de copii ale unei singure molecule de ADNclp.

Tot în stromă se găsește **a treia membrană** a cloroplastului, **membrana tilacoidală** (gr. *thylacos*, *θύλακος* – bursă, sac; *eidos*, *είδος* – tip, în formă de), cu grosime de cca. 7,5 nm, independentă de celelalte două; din punct de vedere biochimic, pe lângă fosfolipide și diverse tipuri de proteine, conține și galactolipide, pigmenți clorofilieni și terpenici, quinone etc. Această membrană provine, prin invaginare, din membrana cloroplatică internă, invaginările detașându-se în final de aceasta, și constituie un sistem membranar complex, **sistemul tilacoidal**, format din două categorii de structuri:

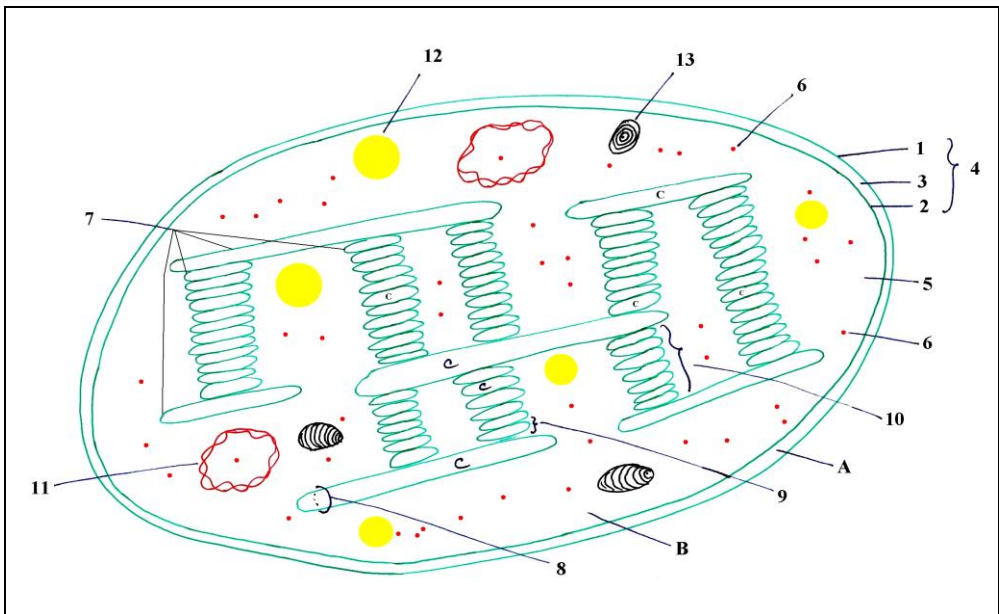


Figura 3. Ultrastructura cloroplastului: 1-membrană cloroplatică externă; 2-membrană cloroplatică internă; 3-spațiul periplastidial; 4-peristromiul; 5-stromă; 6-plastoribosomi; 7-membrană tilacoidală; 8-lamelă stromatică; 9-vezicula tilacoidală; 10-granul; 11-ADNclp; 12-plastoglobul; 13-granul de amidon; A-spațiul periplastidial; B-cavitatea cloroplastului care conține stroma; C-spațiul tilacoidal (orig.)

- a) Vezicule aplatizate, cu aspect discooidal/sacular, numite **vezicule tilacoidale**, vezicule granale, tilacoide granale, saculi granali, dispuse în stive/teancuri de 2-60, ca monedele în fișic. O asemenea stivă se numește **granum**, iar totalitatea stivelor dintr-un cloroplast constituie **grana**. Într-un cloroplast există între 30 și 80 de granum, în funcție de specie și de condițiile ecologice.
- b) Vezicule alungite, cu aspect lamelar sau tubular, flexibile, dispuse paralel cu axa longitudinală a cloroplastului și care trec de la un granum la altul conectându-le; se numesc **lamele stromatice**, tilacoide stromatice, tilacoide/lamele intergranale.

Atât veziculele tilacoidale, cât și lamelele stromatice prezintă cavități, toate fiind interconectate rezultând un sistem membranar tridimensional cu o cavitate unică, **spațiul tilacoidal**. Pe suprafața membranelor tilacoidale se observă particule sferoidale/proeminente cu diametru de 10-20 nm, numite **cuantosomi**; aceștia reprezintă **unitățile funcționale** ale procesului fotochimic care se desfășoară în faza fotodependentă a fotosintezei și corespund complexelor supramoleculare formate din pigmenți asimilatori și proteine, numite **fotosisteme** (vezi Mecanismul fotosintezei).

În membrana tilacoidală, atât a veziculelor granale, cât și a lamelelor stromatice, se găsesc pigmenții asimilatori, proteinele (enzime, transportori) și alți compuși implicați în reacțiile fazei fotodependente a fotosintezei. Aceste molecule se organizează în complexe supramoleculare, reprezentate de **fotosisteme** (fotosistemul I – PSI și fotosistemul II – PSII) și de **catene transportoare de electroni** (CTE), care sunt implicate în procesele și reacțiile fazei fotodependente a fotosintezei (vezi Mecanismul fotosintezei).

Rol principal. Cloroplastele reprezintă sediul unuia dintre cele mai importante procese metabolice de pe Pământ – **fotosinteza**. Acest proces metabolic, biochimic și fiziologic este acela care face posibilă viața pe Pământ, prin captarea energiei solare și conversia ei în energie chimică (aproape întreaga cantitate de energie din biosferă provine de la Soare și intră în sistemele biologice prin fotosinteză) și prin sinteza consecutivă de compuși organici din CO₂, care vor susține trofic toate sistemele biologice.

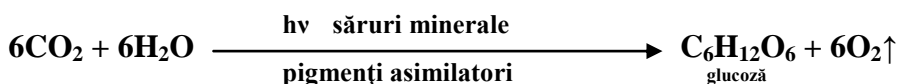
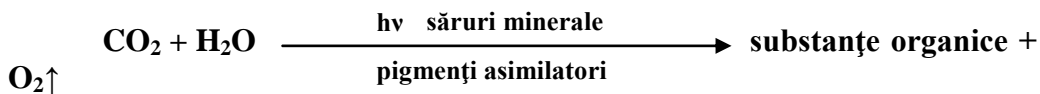
Alte roluri. Biosinteza acizilor grași, a fosfolipidelor, a clorofilei, reducerea nitraților și în metabolismul (degradare și sinteză) amidonului.

Biogeneză. Cloroplastele sunt organite semiautonome, având genom și aparat de biosinteză proteică proprii și capacitate de diviziune prin fisiune, modalitate prin care se și multiplică. Provin din proplastide care, sub influența luminii, devin cloroplaste. Cloroplastele senescente devin gerontoplaste.

FOTOSINTEZA

Definiție. Este procesul biochimic, metabolic și fiziologic prin care organismele fotoautotrofe (majoritatea plantelor și alte câteva grupe de organisme³) își sintetizează compușii organici specifici din compuși anorganici (CO₂ și H₂O), folosind lumina (hv) ca sursă de energie, săruri minerale și pigmenți asimilatori drept catalizatori, rezultând și O₂ ca produs rezidual.

Ecuatie



Pigmenți asimilatori

Spectrul luminii vizibile cuprinde radiații/unde electromagnetice cu lungimea de undă λ cuprinsă între 380 și 750 nm și conține șapte culori/radiații fundamentale – Roșu, Oranj, Galben, Verde, Albastru, Indigo și Violet (ROGVAIV), observabile în urma dispersiei luminii albe printr-o prismă; radiația roșie are cea mai mare lungime de undă, iar radiația violet – cea mai mică. Din punct de vedere energetic, radiația violet are o energie aproape de două ori mai mare decât radiația roșie, relația dintre lungimea de undă și cantitatea de energie conținută fiind de inversă proporționalitate ($\epsilon = hv = h/\lambda$, unde h este constanta lui Planck, $h = 6,626\ 068\ 96(33) \times 10^{-34}$ J.s = 4,135 667 33(21) $\times 10^{-15}$ eV.s).

Modelul luminii ca undă (caracter ondulatoriu) nu explică anumite fenomene fizice și de aceea Albert Einstein a propus, în 1905, modelul luminii ca particulă (caracter corpuscular). Conform acestui model lumina este alcătuită din și se comportă în anumite cazuri ca particule discrete – fotoni – care conțin o cantitate fixă de energie (cuantă). Energia unui foton ϵ este invers proporțională cu lungimea de undă și direct proporțională cu frecvența ($\epsilon = hv = h/\lambda$).

Când lumina vizibilă întâlnește materie, diversele lungimi de undă se comportă în trei moduri posibile – unele **străbat** materia, altele sunt **absorbite**, iar altele se **reflectă**.

Pentru ca energia luminoasă să fie folosită de organismele vii, trebuie mai întâi să fie absorbită. O substanță care absoarbe anumite radiații luminoase/lungimi de undă din spectrul vizibil și este străbătută sau/și le

³ Cianobacteriile, câteva eubacterii, majoritatea algelor, lichenii

reflectă pe celelalte se numește **pigment**. Culoarea respectivei substanțe este dată de radiațiile reflectate sau de cele care o străbat, deoarece acestea pot ajunge la fotoreceptorii de la nivelul ochiului. Frunza este verde deoarece pigmentii pe care îi conține (clorofilele) **absorb** radiațiile albastră-violet și roșie și **reflectă** sau sunt **străbătuți** de radiația verde.

Energia radiațiilor absorbite de pigment determină trecerea pigmentului din starea fundamentală (de joasă energie, stabilă) în stare excitată (cu energie înaltă, instabilă). Această energie fonică este absorbită de anumiți electroni din molecula pigmentului, care sunt propulsați temporar pe niveluri cu energie mai mare și se spune că sunt (ca și pigmentul în ansamblu) în stare excitată. Starea excitată este instabilă, iar electronii vor reveni rapid pe propriile lor niveluri energetice (cu energie mai scăzută), adică la starea fundamentală, cedând energia suplimentară absorbită.

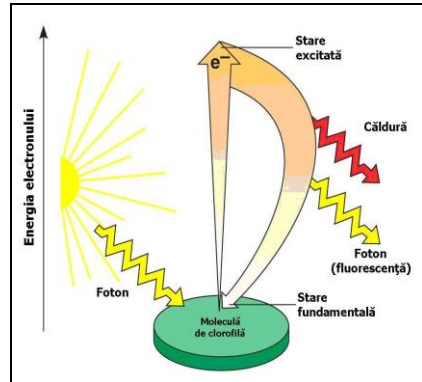


Figura 4. Excitarea clorofilei, emisia de căldură și fluorescența (după Campbell & Reece, 2009)

Energia absorbită de la radiația incidentă de unii electroni ai pigmentului are trei posibilități:

1. Este transformată total în căldură sau o parte este transformată în căldură și cea mai mare parte este eliberată sub formă de radiație luminoasă, dar cu lungimea de undă puțin mai mare decât radiația absorbită inițial, deci cu mai puțină energie. Acest fenomen se numește **fluorescență** sau dicroism (clorofila iluminată cu radiație albastră va emite radiație roșie) (Fig. 4).
2. Energia, nu și electronii, este transferată de la molecula de pigment excitată la o moleculă învecinată, care astfel este excitată, iar molecula inițială, pierzând surplusul de energie, revine la starea fundamentală. Acest proces se numește **transfer energetic prin rezonanță** (Figura 5).
3. Electronii excitați înșiși pot fi transferați unei molecule învecinate – un acceptor de electroni (Fig. 6), deci un oxidant, care este parte a unui lanț

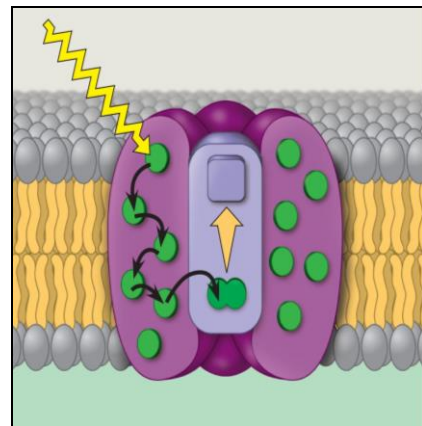


Figura 5. Fotosistemul și transferul energetic prin rezonanță (după Campbell & Reece, 2009)

transportor de electroni; ca urmare, în molecula inițială de pigment rămâne o „gaură de electroni”, iar această moleculă, deoarece trebuie să-și completeze lipsa prin acceptarea de electroni, adică să se reducă, devine un puternic oxidant pentru altă substanță din care va extrage electronii necesari.

Din punct de vedere *structural* există trei mari categorii de pigmenți asimilatori:

I. Clorofile

Clorofilele sunt insolubile în apă, dar solubile în solvenți organici (alcool, acetonă etc.). Elementul structural comun este reprezentat de un nucleu porfirinic tetrapirolic care coordonează central un atom de Mg. Prin înlocuirea, în mediu acid, a atomului de Mg cu doi atomi de H, rezultă feofitina – pigment brun.

Există cel puțin patru tipuri de clorofile, care diferă între ele prin detalii de structură moleculară și prin proprietățile de absorbție – clorofila a, clorofila b, clorofila c și clorofila d – unele având subtipuri (de exemplu, clorofila c₁, clorofila c₂ etc.).

Clorofila a este cea mai răspândită clorofilă, fiind prezentă la toate eucariotele fotosintetizante și la cianobacterii și proclorobacterii. În soluție alcoolică are culoarea verde-albăstrui. Rezultă prin transformarea protoclorofilei a sub influența luminii.

Clorofila b are este prezentă la plante, la algele verzi, la euglenofite, la clorarahniofite și la proclorobacterii. În soluție alcoolică are culoarea verde-gălbui. Rezultă prin transformarea protoclorofilei b sub influența luminii.

Clorofila c este prezentă la unele alge – alge brune, diatomee, dinoflagelate, criptofite, haptofite, crizofite, cloromonadofite, unele xantofite.

Clorofila d este prezentă doar la unele rodofite (alge roșii).

II. Carotenoizi

Carotenoizii sunt pigmenți liposolubili, derivați de la izopren (2-metil-1,3-butadienă); au culoare galbenă, portocalie sau roșie. Sunt prezenți la toate organismele fotosintetizante. Se împart în două categorii: **caroteni** – au culoare roșie (licopen/licopină) sau portocalie (α -, β -, γ -caroten) și **xantofile** – au culoare galbenă (luteina, zeaxantina, violaxantina, neoxantina, diatoxantina, dinoxantina, diadinoxantina, sifonoxantina etc.) sau brună (fucoxantina).

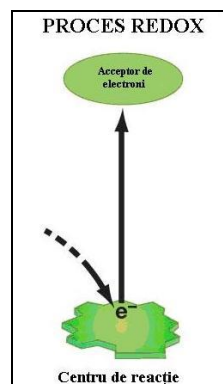


Figura 6. Transferul electronului excitat

III. Ficobiline/ficobiliproteine

Pigmenții ficobilinici sunt hidrosolubili și au culoare roșie sau albastră. Sunt de două categorii – ficoeritrină (roșie) și ficocianină (albastră) și se întâlnesc la algele roșii, la criorofite și la cianobacterii.

La eubacteriile fotosintetizante se întâlnesc pigmenți particulari – **bacterioclorofile** (a-g) și **bacterioviridină** (**clorobium-clorofilă**) – care absorb radiațiile UV. Aceste bacterii fac fotosinteză anoxigenică (nu rezultă oxigen).

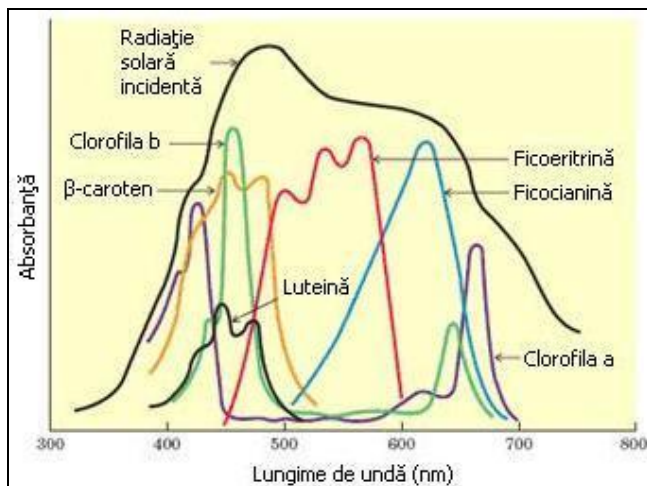


Figura 7. Spectrul de absorbție al unor pigmenți asimilatori

Din punct de vedere **funcțional** există două categorii de pigmenți asimilatori:

- **Pigmenți activi**, reprezentați de unele molecule speciale de clorofilă a (cele din centrele de reacție ale fotosistemelor) la majoritatea organismelor fotosintetizante (excepție – eubacteriile fotosintetizante); aceste molecule de clorofilă a sunt notate a_{700} (P_{700}) și a_{680} (P_{680}), în funcție de lungimea de undă la care absorbanta este maximă.
- **Pigmenți accesori**, reprezentați de clorofile (inclusiv clorofila a), carotenoizi și ficobiline; toți pigmenții accesori se găsesc la nivelul complexelor-antena din cadrul fotosistemelor și au ca rol captarea energiei luminoase cu diverse lungimi de undă și transferul acesteia prin rezonanță, din pigment în pigment, până la pigmentul activ din centrul de reacție, singurul capabil să inițieze reacțiile fotochimice; au două roluri: (1) de a lărgi spectrul de radiații utile în fotosinteză (absorbând alte radiații decât clorofilele), adică **spectrul de acțiune al fotosintezei** (Fig. 7) și (2) de antioxidanți, prevenind leziunile provocate de lumină pigmentilor clorofilieni (asigură protecție împotriva fotooxidării clorofilelor – în cazul iluminării intense, absorb și disipă energia în exces, care ar putea afecta pigmenții activi).

Pigmenții asimilatori se organizează în unități discrete, numite **fotosisteme**, localizate în membrana tilacoidală. Un fotosistem este constituit din două componente strâns conectate – un **centru de reacție (fotocentru)** și

un **complex-antena (antena colectoare)**, care conțin împreună 230-400 molecule de pigment.

Centrul de reacție conține două molecule speciale de clorofilă a, cu rol de pigment activ, complexate cu proteine membranare specifice care contribuie la eficientizarea captării energiei luminoase de către acestea, menținându-le în poziția optimă. Aceste molecule de clorofilă a sunt singurele capabile să realizeze conversia energetică fotochimică, adică transformarea energiei luminoase în energie chimică.

Antena colectoare este formată din pigmenți accesori. Aceștia captează radiații luminoase cu diferite lungimi de undă și transferă prin rezonanță energia acestora, din pigment în pigment, până la moleculele de clorofilă a din centrul de reacție.

Astfel, pigmenții activi pot fi excitați pe două căi – **direct** de radiația luminoasă incidentă (din care sunt utile în principal radiația roșie și, într-o mai mică măsură, cea albastră-violet) și **indirect**, pe seama pigmenților accesori care, având un spectru de absorbție mai larg, fac posibilă utilizarea mai multor lungimi de undă în fotosinteză, crescând eficiența/randamentul procesului.

În membrana tilacoidală au fost identificate două tipuri de fotosisteme, **PS I** și **PS II**, denumite în funcție de cronologia descoperirii lor. PS I conține în centrul de reacție două molecule de clorofilă a care au un maxim de absorbție la 700 nm și în consecință au fost denumite P₇₀₀ sau a₇₀₀. În cazul lui PS II, cele două molecule de pigment activ au maximum de absorbție la 680 nm și deci se numesc P₆₈₀ sau a₆₈₀.

Cele două fotosisteme sunt conectate funcțional printr-o catenă transportoare de electroni (CTE) formată dintr-o succesiune de molecule cu potențiale redox descrescătoare: **plastoquinone** (PQ_A și PQ_B), **complexul citocromic b₆/f** (conține o proteină Rieske cu Fe-S, citocrom b și citocrom f) și **plastocianină** (PC).

Mecanismul fotosintezei

Fotosinteza este un complex proces redox (de oxido-reducere) în care CO₂ este redus la compuși organici (convențional glucoză, C₆H₁₂O₆) de către H cedat de apă, care astfel se oxidează la O₂.

Acest proces se desfășoară în două **faze** – faza I, **fotodependentă** („de lumină”, fotochimică, fizico-chimică, Hill) și faza a II-a, **fotoindependentă** („de întuneric”, biochimică, metabolică, enzimatică, termochimică, Blackman), care se petrec în compartimente diferite ale cloroplastului.

Faza fotodependentă a fotosintezei

Faza I se petrece în membranele tilacoidale și în spațiul tilacoidal și implică două procese care se desfășoară concomitent: **conversia energetică fotochimică** și **fotoliza apei**.

A. Conversia energetică fotochimică

În urma excitării clorofilei a_{680} din PS II, electronii energizați sunt preluați de **feofitină** (clorofilă în care atomul central de Mg a fost înlocuit de doi atomi de H), care reprezintă **acceptorul primar de electroni** al PS II și este localizată la nivelul centrului de reacție. Clorofila a_{680} se oxidează (devine clorofilă a_{680}^+), iar feofitina se reduce.

Acest simplu proces redox (de cedare, respectiv acceptare de electroni) reprezintă **conversia energetică fotochimică** – **energia radiantă** absorbită de electronii pigmentului activ nu este cedată de aceștia sub formă de lumină (fluorescență) sau/și de căldură, ci este păstrată sub forma energiei suplimentare a electronilor excitați, determinând și participând la transferul electronilor energizați de la o moleculă la alta (reacții **chimice** de oxido-reducere), adică **a devenit energie chimică**.

De la feofitină electronii intră în CTE, fiind preluați de PQ_A (care de asemenea face parte din centrul de reacție al PS II), care îi transferă lui PQ_B ; PQ_B se reduce la PQ_B^{2-} , formă în care va lega doi H^+ din stromă (devenind PQH_2 – plastohidrochinonă, plastoquinonă redusă) pe care îi va transporta prin membrana tilacoidală și îi va elibera în spațiul tilacoidal. Simultan PQ_B^{2-} se oxidează la PQ_B cedând electronii suplimentari componentelor **complexului citocromic b_6/f** , care vor folosi energia electronilor pentru a transporta și mai mulți H^+ din stromă în spațiul tilacoidal, în colaborare cu PQ. De la complexul citocromic b_6/f electronii sărăciți în energie, cu potențial redox normal, ajung la PC, (o metaloproteină cu Cu, hidrosolubilă, atașată feței interne a membranei tilacoidale), care îi transportă la PS I și îi cedează clorofilei a_{700} oxidate de la nivelul centrului de reacție al acestuia (Fig. 8 și 9).

A.1. Fotofosforilarea (sinteza de ATP fotodependentă)

În cloroplast, sinteza ATP se realizează după aceleași principii ca și în mitocondrie: energia dintr-o sursă externă este folosită pentru generarea unui gradient electrochimic între două compartimente separate de o membrană, iar descărcarea controlată a acestui gradient este cuplată cu fosforilarea ADP la ATP și deci are loc înmagazinarea unei părți din energia gradientului în legătura fosfat-macroergică a ATP.

Cele două compartimente sunt spațiul/lumenul tilacoidal și stroma, separate de membrana tilacoidală.

În lumenul tilacoidal se acumulează H^+ din două surse:

- Din **stromă**, transportat de către PQ_B prin membrana tilacoidală în cursul reacțiilor redox la care participă. Activitatea de pompă de H^+ a PQ_B este energizată de fluxul de electroni excitați, a căror energie suplimentară (care provine de la **lumină**) este folosită tocmai în acest transport de H^+ . Ca să lege și să transporte H^+ prin membrana tilacoidală, PQ_B trebuie să fie redusă la PQ_B^{2-} , iar electronii necesari pentru reducere provin din **două surse, pe trei căi**: (1) PQ_B îi primește de la **clorofila a_{680}** , trecând prin feofitină și PQ_A ; (2) PQ_B îi primește de la **clorofila a_{680}** , trecând prin feofitină, PQ_A , PQ_B , complexul citocromic b_6/f și din nou la PQ_B ; astfel, prin intermediul căilor (1) și (2), la fiecare patru electroni excitați ejectați de clorofila a_{680} , sunt transportați șase H^+ din stromă în spațiul tilacoidal; (3) în anumite condiții, PQ_B îi primește de la **clorofila a_{700}** (vezi *Reducerea $NADP^+$*), trecând prin A_0 și de la acesta, în loc să ajungă la A_1 , la FNR și, în final, la $NADPH+H^+$, electronii sunt șuntați către un acceptor din CTE dintre cele două fotosisteme, probabil PQ_B sau complexul citocromic b_6/f , susținând astfel transportul de H^+ prin membrana tilacoidală și deci generarea gradientului electrochimic; de la PQ_B electronii trec prin complexul citocromic b_6/f , PC și înapoi la clorofila a_{700} . Căile (1) și (2) reprezintă **fluxul aciclic/liniar de electroni** prin CTE de la clorofila a_{680} la clorofila a_{700} ; acest flux este cuplat cu sinteza a șase molecule de ATP la șase perechi de electroni transportate. Calea (3) reprezintă fluxul ciclic de electroni, care se petrece în anumite condiții și susține sinteza a încă trei molecule de ATP.
- Din **apă**, consecutiv fotolizei, proces care se desfășoară în spațiul tilacoidal (vezi mai jos). Complexul enzimatic care catalizează fotoliza apei este localizat pe fața internă/luminală a membranei tilacoidale și protonii rezultați din reacție sunt eliberați în lumenul tilacoidal.

În ambele cazuri, acumularea de H^+ în spațiul tilacoidal este energizată indirect de lumină.

Ca urmare a acumulării de H^+ în spațiul tilacoidal, apare un **gradient electrochimic de protoni** între cele două compartimente separate de membrana tilacoidală: spațiul tilacoidal – concentrație mare de H^+ , iar fața luminală a membranei tilacoidale este încărcată electric pozitiv; stroma – concentrație mică de H^+ , iar fața stromatică a membranei tilacoidale este încărcată electric negativ. Acest **gradient** a înmagazinat **energia** electronilor (folosită la transportul transmembranar al H^+), deci indirect a **luminii**, și se poate descărca/disipa controlat (prin difuzia protonilor din spațiul tilacoidal în stromă,

în gradient electrochimic) doar printr-un complex enzimatic din membrana tilacoidală, numit **ATP-sintază** (F_0F_1 -ATP-ază, CF_0 - CF_1). Ca și la mitocondrie, gradientul electrochimic al protonilor constituie o **forță proton-motrice**, iar **ATP-sintaza** funcționează ca o turbină – este pusă în mișcare de fluxul de H^+ generat de descărcarea gradientului și folosește energia acestuia pentru a **sintetiza ATP** prin fosforilarea ADP.

Astfel, cloroplastele și mitocondriile generează ATP prin același mecanism de bază – cuplajul chemiosmotic (teoria chemiosmotică a lui Mitchell).

Deoarece **fosforilarea** (proces consumator de energie) este cuplată cu procesele redox de la nivelul CTE, prin care este eliberată treptat **energia luminoasă** captată de pigmenți și înmagazinată în gradientul electrochimic de H^+ , se numește **fotofosforilare**.

Gradientul de protoni generat prin **fluxul aciclic de electroni** de la clorofila a_{680} la clorofila a_{700} și în final la $NADPH+H^+$ va susține sinteza a șase molecule de ATP, iar procesul se numește **fotofosforilare aciclică**. Gradientul de protoni generat prin **fluxul ciclic de electroni** de la clorofila a_{700} la PQ_B și înapoi la clorofila a_{700} va susține sinteza a trei molecule de ATP, proces numit **fotofosforilare ciclică**.

În urma fotofosforilării rezultă ATP, care a înmagazinat o parte din energia luminoasă captată de pigmenți și se acumulează în **stromă**.

A.2. Reducerea $NADP^+$

În urma excitării clorofilei a_{700} din PS I, electronii energizați sunt preluați de un **acceptor primar de electroni**, numit A_0 și considerat a fi o **moleculă de clorofilă**. De la A_0 electronii ajung la un al doilea acceptor, numit A_1 , reprezentat de o moleculă de **quinonă** (**filoquinona**, **vitamina K_1**). De la A_1 electronii trec printr-o serie de proteine cu Fe-S (numite și **centre Fe-S**), asociate membranei tilacoidale – **FeS_X** , **FeS_A** și **FeS_B** . Toate aceste componente ($A_0 \rightarrow FeS_B$) ale catenei transportoare de electroni fac parte din centrul de reacție al PS I. De la FeS_B electronii ajung la **ferredoxină (Fd)**, o proteină hidrosolubilă cu Fe-S atașată feței stromatice a membranei tilacoidale, care astfel se reduce (**Fd^-**). **Fd^-** se reoxidează cedând electronii suplimentari enzimei **ferredoxin-NADP-reductaza (FNR)**, o flavoproteină atașată membranei tilacoidale. **FNR** folosește **electronii** cu potențial energetic înalt, primiți direct de la Fd^- și indirect de la clorofila a_{700} excitată, și **H^+** din stromă pentru a reduce $NADP^+$ la **$NADPH+H^+$** , care **se acumulează în stromă**.

Fd^- are și alte funcții în cloroplast – este sursă de potențial/agent reducător pentru reducerea nitratului și este implicată în reglarea unor enzime ale ciclului Calvin.

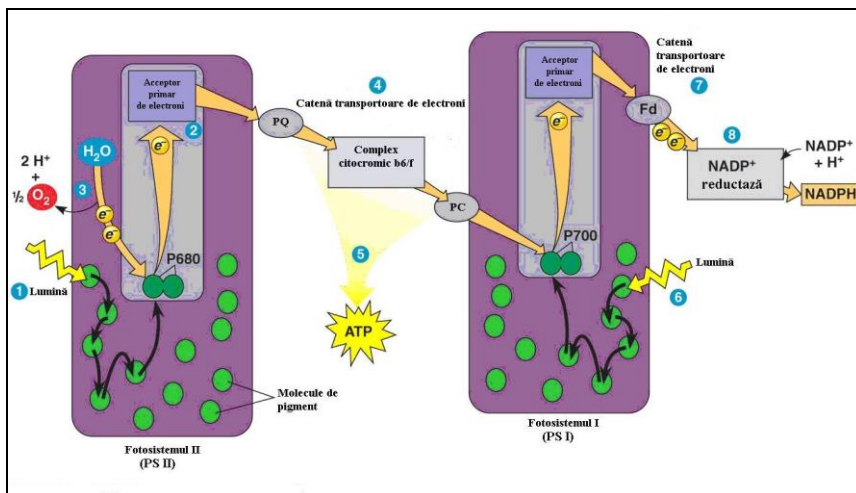


Figura 8. Schema în Z a fazei fotodependente a fotosintezei (după

Clorofila a_{700}^+ se reduce la clorofilă a_{700} pe seama electronilor cu potențial electric normal primiți direct de la plastocianină și indirect de la clorofila a_{680} din centrul de reacție al PS II.

Prin reprezentarea schematică într-un sistem de axe ortogonale a componentelor celor două fotosisteme și ale catenelor transportoare de electroni, cu poziționarea fiecăruia astfel încât pe abscisă să fie marcat fluxul liniar de electroni de la apă la $\text{NADPH} + \text{H}^+$, iar pe ordonată potențialele lor redox, se obține o linie frântă cu aspectul literei „Z” răsturnat – motiv pentru care schema obținută a fost numită „schema în Z” (Fig. 8).

B. Fotoliza apei (reacția Hill)

Clorofila a_{680}^+ din centrul de reacție al PS II este în **stare oxidată** deoarece a cedat feofitinei electronii energizați pe seama radiației luminoase absorbite; în această stare clorofila a_{680}^+ este cel mai puternic oxidant natural cunoscut și foarte instabilă. Această clorofilă se va reduce (și deci va reveni la starea fundamentală stabilă) pe seama electronilor cu potențial redox normal pe care îi va extrage din molecula de apă.

Molecula de apă, sub influența oxidantă a clorofilei a_{680}^+ , se va scinda în H^+ , e^- și O , proces numit **fotoliză** (scindare oxidativă fotodependentă) și catalizat de **complexul enzimatic generator de O_2** , care folosește Mn drept cofactor.

Ecuția fotolizei este: $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- + \text{O}_2\uparrow$

În procesul de oxidare a apei și formare de O_2 , Mn^{2+} trece prin mai multe stări de oxidare, numite **stări S** – S_0, S_1, S_2, S_3, S_4 ; de asemenea, au rol esențial și ionii Cl^- și Ca^{2+} .

Electronii extrași din molecula de apă au potențial redox normal și vor fi preluați de la **complexul generator de O_2** de un transportor de electroni, numit **Y_Z** , care îi va ceda clorofilei a^+_{680} care astfel se reduce la clorofilă a_{680} (clorofilă în stare fundamentală).

Ionii de hidrogen vor fi acceptați, în final, de un transportor de echivalenți de reducere – **$NADP^+$** – care se va reduce la **$NADPH+H^+$** (vezi *Reducerea $NADP^+$*) (Fig. 8 și 9).

Faza fotoindependentă a fotosintezei

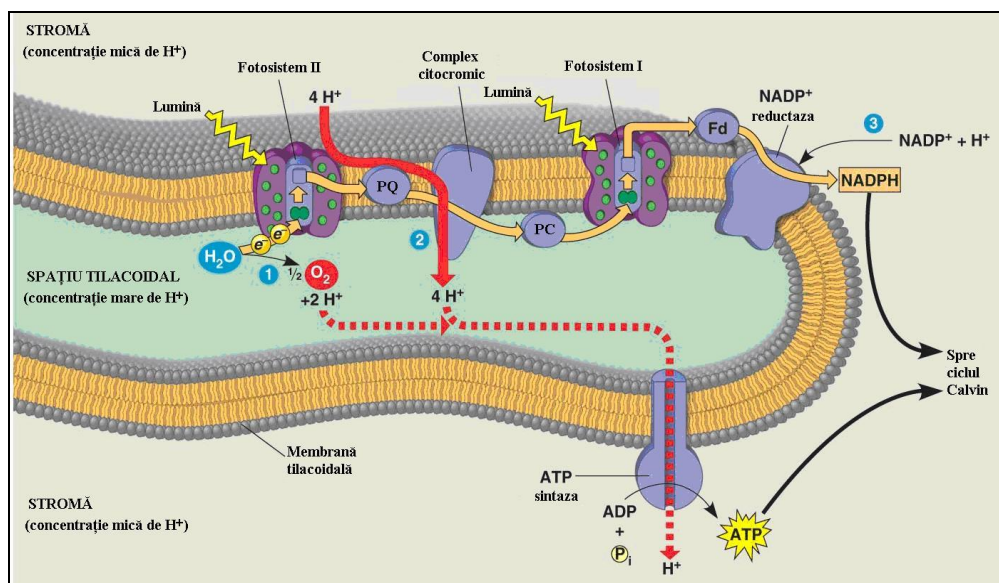


Figura 9. Faza fotodependentă a fotosintezei – sinteză (după Campbell & Reece, 2009)

În a doua serie de reacții fotosintetice, ATP și $NADPH+H^+$, generate prin reacțiile de lumină, sunt utilizate pentru **fixarea (asimilarea)** și reducerea carbonului din CO_2 și pentru sintetizarea glucidelor simple.

Carbonul este disponibil pentru celulele fotosintetizante în forma CO_2 . Pentru alge și cianobacterii, acest CO_2 se găsește dizolvat în apa înconjurătoare. La majoritatea plantelor, CO_2 ajunge la celulele fotosintetizatoare prin deschideri speciale – stomate – de la nivelul frunzelor și tulpinilor verzi.

Fixarea și reducerea C se petrec în stroma cloroplastelor prin intermediul unei serii de reacții anabolice numită ciclul Calvin-Benson-

Bassham (denumire dată după descoperitorii ei – Melvin Ellis Calvin (1911-1997), Andrew Alm Benson (1917-) și James Alan Bassham (1922-) au cercetat faza fotoindependentă în intervalul 1946-1953; M. Calvin a primit premiul Nobel în 1961 pentru această descoperire).

Ciclul Calvin este analog altor căi metabolice ciclice prin faptul că, la finalul fiecărui tur de ciclu, compusul de start se regenerează. Compusul de start în ciclul Calvin este un glucid cu cinci atomi de carbon [5C] – **acceptor primar de dioxid de carbon – RuBP**, ribulozo-1,5-bisfosfat.

Ciclul Calvin se desfășoară în trei faze:

- 1. Fixarea CO₂ (carboxilarea acceptorului de CO₂).** CO₂ este un compus anorganic cu un atom de C, deci poate fi simbolizat [1C]; la fiecare ciclu Calvin un CO₂ este legat covalent la RuBP (acceptor primar de CO₂, compus organic cu cinci atomi de C, deci [5C]), proces catalizat de enzima RuBisCO (**ribulozo-bis-fosfat carboxilaza/oxigenaza**). Rezultă, în final, din trei molecule de CO₂ [1C] și trei molecule de acceptor de dioxid de carbon [5C], șase molecule cu câte trei atomi de C fiecare [3C] – șase APG (acid 3-fosfogliceric, 3-PG).
- 2. Reducerea C fixat**, folosindu-se ca agent reducător șase molecule de **NADPH + H⁺**. Este un proces endergonic și de aceea se consumă și șase molecule de **ATP**. Rezultă șase molecule de GAP/G-3-P (gliceraldehid-3-fosfat), fiecare cu câte trei atomi de C. Dintre aceste șase molecule de GAP, una iese din ciclu și va fi folosită pentru sinteza de zaharoză, amidon sau alți compuși organici necesari plantei.
- 3. Regenerarea acceptorului primar de CO₂.** Cele cinci molecule de GAP rămase în ciclu, fiecare cu trei atomi de C, intră într-o serie de reacții biochimice complexe și își reordonează atomii de C, rezultând în final cele trei molecule inițiale de RuBP cu câte cinci atomi de C. $5[3C] \rightarrow 3[5C]$. În acest proces se mai consumă trei molecule de **ATP**.

Tabelul 1. Ciclul Calvin-Benson-Bassham

	Reacții	Enzime
1.	$3\text{RuBP} + 3\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 6(3\text{-PG}) + 6\text{H}^+$	RuBisCO
2.	$6(3\text{-PG}) + 6\text{ATP} \rightarrow 6(1,3\text{-bis-PG}) + 6\text{ADP}$	3-PG-kinaza (PGK)
3.	$6(1,3\text{-bis-PG}) + 6\text{NADPH} + 6\text{H}^+ \rightarrow 6\text{GAP} + 6\text{NADP}^+ + 6\text{P}_i$	NADP-GAP-DH (GAPDH)
4.	$2\text{GAP} \leftrightarrow 2\text{DHAP}$	Triozofosfat-izomeraza (TPI)
5.	$\text{GAP} + \text{DHAP} \rightarrow \text{Fru-1,6-bis-P}$	Aldolaza (FBA)
6.	$\text{Fru-1,6-bis-P} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fru-6-P} + \text{P}_i$	Fru-1,6-bis-fosfataza (FBPaza)
7.	$\text{Fru-6-P} + \text{GAP} \rightarrow \text{Eritrozo-4-P} + \text{Xilulozo-5-P}$	Transcetolaza (TKL)
8.	$\text{Eritrozo-4-P} + \text{DHAP} \rightarrow \text{Sedoheptulozo-1,7-bis-P}$	Aldolaza (FBA)
9.	$\text{Sedoheptulozo-1,7-bis-P} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Sedoheptulozo-7-P} + \text{P}_i$	Sedoheptuloză-1,7-bis-fosfataza (SBPaza)
10.	$\text{Sedoheptulozo-7-P} + \text{GAP} \rightarrow \text{Ribozo-5-P} + \text{Xilulozo-5-P}$	Transcetolaza (TKL)
11.	$2\text{Xilulozo-5-P} \rightarrow 2\text{Ribulozo-5-P}$	Ribulozo-5-P-epimeraza (RPE)
12.	$\text{Ribozo-5-P} \rightarrow \text{Ribulozo-5-P}$	Ribozo-5-P-izomeraza (RPI)
13.	$3\text{Ribulozo-5-P} + 3\text{ATP} \rightarrow 3\text{RuBP} + 3\text{ADP} + 3\text{H}^+$	Ribulozo-5-P-kinaza (PRK)
<p>Bilanțul producerii unei molecule de GAP</p> $3\text{CO}_2 + 9\text{ATP} + 6\text{NADPH} + 5\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{GAP} + 9\text{ADP} + 8\text{P}_i + 6\text{NADP}^+ + 3\text{H}^+$		

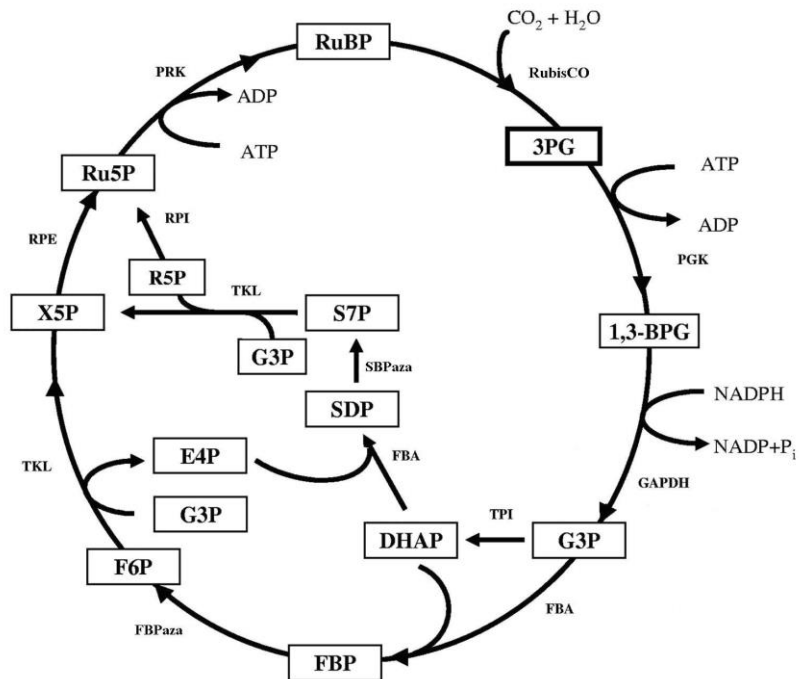


Figura 10. Ciclul Calvin-Benson-Bassham – reprezentare schematică

Legendă

- RuBP = ribulozo-1,5-bisfosfat
- 3-PG = 3PG = 3-fosfoglicerat
- 1,3-bis-PG = 1,3-BPG = 1,3-bisfosfoglicerat
- GAP = G3P = gliceraldehid-3-fosfat/3-fosfogliceraldehidă
- DHAP = dihidroxiacetonfosfat
- Fru-1,6-bis-P = FBP = fructozo-1,6-bisfosfat
- Fru-6-P = F6P = fructozo-6-fosfat
- E4P = eritrozo-4-fosfat
- SDP = sedoheptulozo-1,7-bisfosfat
- S7P = sedoheptulozo-7-fosfat
- R5P = ribozo-5-fosfat
- X5P = xilulozo-5-fosfat
- Ru5P = ribulozo-5-fosfat
- NADP⁺/NADPH+H⁺ = niacinamid-adenin-dinucleotid-fosfat oxidat/reduc
- P, Pi = fosfat

Cu toate că de obicei glucoza este reprezentată drept produsul glucidic al fotosintezei în ecuația generală, în realitate foarte puțină glucoză liberă este produsă în celulele fotosintetizatoare. În schimb, majoritatea C asimilat este convertită în **zaharoză/sucroză** – principalul glucid **transportat** prin plantă sau în **amidon** – principalul glucid de **depozit** de la plante.

O parte din GAP produs prin ciclul Calvin este exportată în citosol unde, printr-o serie de reacții chimice, este transformată în **zaharoză**. Cea mai mare parte a GAP care rămâne în cloroplast este transformată în amidon, care este depozitat temporar pe durata perioadei cu lumină, sub formă de granule de amidon, în stromă. Noaptea, din amidon este produsă zaharoză și exportată din frunză, prin fasciculele conducătoare, în alte părți ale plantei.

Deoarece primul compus organic sintetizat în ciclul Calvin consecutiv fixării CO₂ este un compus cu trei atomi de C – acidul 3-fosfoglicerat sau 3-fosfogliceratul, 3PG – această cale de sinteză mai este numită și calea C₃ de asimilare a carbonului, iar plantele care o folosesc sunt plante tip C₃.

Au fost descoperite și alte căi metabolice de asimilare a carbonului caracterizate prin faptul că, printre altele, primul compus sintetizat este un compus cu patru atomi de C (acid oxaloacetic, acid malic, acid aspartic) care va ceda ulterior unul dintre atomii de C ciclului Calvin; aceste căi de asimilare a carbonului sunt caracteristice plantelor de tip C₄ și CAM (*Crassulacean Acid Metabolism*) și reprezintă adaptări fiziologice la condiții ecologice particulare.

Bibliografie selectivă

1. ALBERTS B., JOHNSON A., LEWIS J., RAFF M., ROBERTS K. & WALTER P. 2008. *Molecular biology of the cell*, 5th ed. New York: Garland Science, Taylor & Francis Group, LLC.
2. ANASTASIU PAULINA. 2008. *Taxonomie vegetală*. București: Edit. Universității din București.
3. ANDREI M. & PREDAN GEN'. M. I. s.a. *Practicum de morfologia și anatomia plantelor*. București: Edit. Științelor Agricole.
4. ANDREI M. 1978. *Anatomia plantelor*. București: Edit. Didactică și Pedagogică.
5. ANDREI M. 1997. *Morfologia generală a plantelor*. București: Edit. Enciclopedică.
6. ARSENE G.-G. 2004. *Botanica 1. Citologia, Histologia, Organele vegetative*. Timișoara: Edit. Brumar.
7. ATANASIU L. & POLESCU L. 1988. *Fotosinteza sau cum transformă plantele lumina soarelui*. București: Edit. Albatros.
8. ATANASIU L. 1984. *Ecofiziologia plantelor*. București: Edit. Științifică și Enciclopedică.

9. CAMPBELL N. A. & REECE B. J. 2005. *Biology*, 7th edition. San Francisco: Pearson Education, Inc.
10. CAMPBELL N. A. & REECE B. J. 2009. *Biology*, 8th edition. San Francisco: Pearson Education, Inc.
11. FUTUYMA D. J. 2005. *Evolution*. Sunderland, Massachusetts USA: Sinauer Associates, Inc.
12. GRAHAM E. L. & WILCOX L. W. 2000. *Algae*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, Inc.
13. GRAHAM E. L., GRAHAM J. M. & WILCOX L. W. 2006. *Plant Biology*, 2nd ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall, Inc.
14. GRINȚESCU I. 1985. *Botanica*, ediția a II-a revizuită și îmbunătățită sub coordonarea dr. Andrei M. și dr. Rădulescu-Mitroiu N. București: Edit. Științifică și Enciclopedică.
15. GURECITCH J., SCHEINER S. M. & FOX G. A. 2006. *The ecology of plants*, 2nd ed. Sunderland, Massachusetts USA: Sinauer Associates, Inc.
16. LEE R. E. 2008. *Phycology*, 4th ed. New York: Cambridge University Press
17. MIHĂESCU G., CHIFIRIUC CARMEN & DIȚU L. M. 2007. *Microbiologie generală*. București: Edit. Universității din București.
18. MILICĂ C. I., DOROBANȚU N., NEDELICU P., BAIA V., SUCIU T., POPESCU F., TEȘU V. & MOLEA I. 1982. *Fiziologie vegetală*. București: Edit. Didactică și Pedagogică.
19. NABORS M. W. 2004. *Introduction to botany*. San Francisco: Pearson Education, Inc.
20. NEAMȚU G., CÂMPEANU G. & SOCACIU C. 1995. *Biochimie vegetală*. București: Edit. Didactică și Pedagogică, R.A.
21. RAVEN P. H., EVERT R. F. & EICHHORN E. S. 2005. *Biology of Plants*, 7th ed. New York: W. H. Freeman and Company.
22. ȘERBĂNESCU-JITARIU G. & TOMA C. 1980. *Morfologia și anatomia plantelor*. București: Edit. Didactică și Pedagogică.
23. TAIZ L. & ZEIGER E. 2006. *Plant Physiology*, 4th ed. Sunderland, Massachusetts USA: Sinauer Associates, Inc.
24. TIȚĂ I. 2000. *Celula vegetală*. Craiova: Edit. Sitech
25. TORTORA G. J., FUNKE B. R. & CASE L. C. 2007. *Microbiology – an introduction*, 9th ed. San Francisco: Pearson Education, Inc.
26. VOICA C. 1983. *Fiziologia plantelor*, vol. I și II. București: Tipografia Universității din București.
27. www.wikipedia.org

POLUAREA APELOR DUNĂRII CU CIANURI ÎN SECTORUL GIURGIU DANUBE POLLUTION WITH CYANIDES IN THE GIURGIU SECTOR

Angela BUCUR*, Călina STĂNIȘTEANU**

Abstract

The water is vital for human and ecosystems life and health, but is also a basic necessity for the economic development of countries of the world. Until now, numerous studies and research shows that the general trend of water resources, both quantitatively and qualitatively, is not optimistic.

Key words: water, Danube, cyanides

Organizația Meteorologică Mondială consideră că principalele probleme legate de această tendință în secolul XXI sunt că apa:

- Va cauza severe inundații și secete;
- Va fi în cantitate insuficientă;
- Va fi sub amenințarea crescândă a poluării;
- Va trebui să constituie grija întregii comunități.

Monitorizarea Dunării se efectuează de multă vreme, dar, după 1985, țările riverane au semnat „Declarația de la București”, care prevede o supraveghere sistematică a calității apei fluviului.

Poluarea Dunării cu cianuri s-a produs în februarie 2000, accident ce a constituit cel mai grav eveniment de acest fel petrecut pe teritoriul României, atât prin consecințe, cât și prin durată și desfășurarea lui în spațiu.

Deversarea digului de la „SC Aurul SA Baia Mare” a început pe data de 30.01.2000, la ora 22.00, iar prin breșa creată s-au evacuat circa 100.000 mc. Prin canalele de desecare au avut loc scurgeri care au poluat apele râurilor Lăpuș, apoi Someș, Tisa și fluviul Dunărea. Având în vedere propagarea și intensitatea unde de poluare, începând cu data de 16.02.2000 s-au luat măsuri privind interzicerea în perioada 21-23.02.2000 a alimentării cu apă, a pescuitului industrial și sportiv, adăpatul animalelor și consumului de pește.

* Prof. Grupul Școlar Naval „Viceamiral Ioan Bălănescu”, Giurgiu

** Biolog, Sistemul de Gospodărire al Apelor, Giurgiu

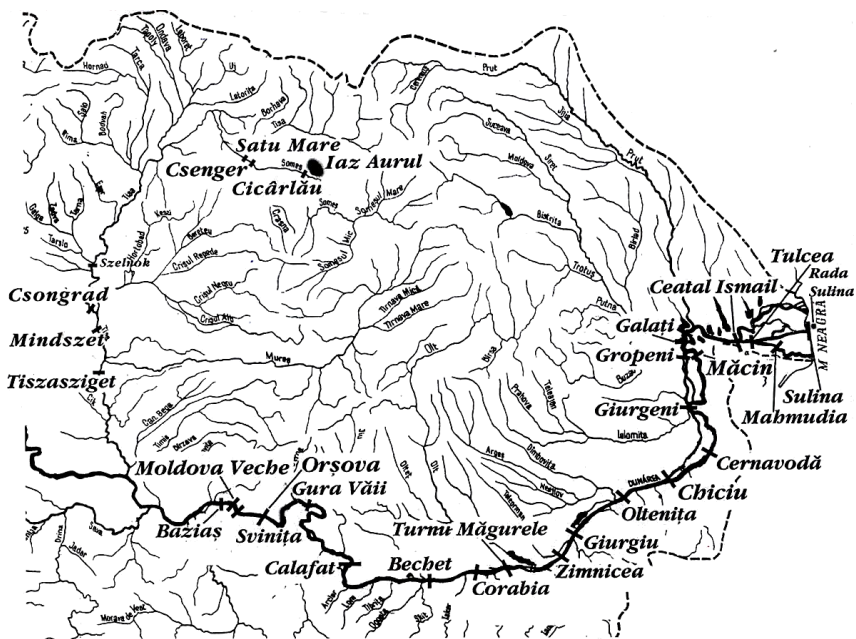


Figura 1. Puncte de monitorizare a calității apei pe Someș, Tisa și Dunăre

Secțiunile de monitorizare a unei poluante pe Dunăre au fost alese în amonte de prizele de apă, astfel încât să se poată lua decizia de închidere a acestora în momentul în care concentrația de cianuri depășea limita de 0,01 mg/l conform STAS 4706/1988.

Pe fluviul Dunărea, concentrația maximă a unei poluante a fost de 0,342 mg/l la Baziaș pe data de 15.02.2000. Fenomenul de diluție și difuzie a determinat scăderea concentrației maxime a unei poluante pe măsura propagării în aval.

Vârful acestei unde a pătruns în județul Giurgiu în noaptea de 21.02.2000 ora 22.00.

Valorile analizelor pe 21.02.2000 efectuate în paralel de Agenția pentru Protecția Mediului Giurgiu și Sistemul de Gospodărire a Apelor Giurgiu sunt relevate în tabelul de mai jos.

	Secțiunea	Data	Ora	U.M.	Rez. anal.
A.P.M. Giurgiu	Giurgiu Port km 493 mal stâng	21.02.2000	9 ⁰⁰	mg/dm ³	0,0036
S.G.A. Giurgiu	Giurgiu Port km 493 mal stâng	21.02.2000	9 ⁰⁰	mg/dm ³	0,0031

EVOLUȚIA CONCENTRAȚIEI IONILOR CIAN (CN)
LA INTRAREA ÎN JUDEȚUL GIURGIU - KM 515

Data	Secțiunea	Ora	SGA Giurgiu		APM Giurgiu		CMA-STAS 4706/88 mgCN/l
			Valoare mgCN/l	Metoda utilizată	Valoare mgCN/l	Metoda utilizată	
0	1	2	3	4	5	6	7
21.02.2000	Vedea km 515 mal stâng	16.00	0,0034	Aquanal	-	-	0,01
		19.00	0,009	Aquanal	0,008	Drell	
		20.00	0,01	Aquanal	-	-	
		22.00	0,028	Aquanal	0,023	Drell	
		23.00	0,035	Aquanal	-	-	
	Vedea km 515 mal drept	23.00	0,034	Aquanal	-	-	

Tabelul 1. Localități în care a fost întreruptă alimentarea cu apă din Dunăre

Nr. crt	Localitatea	Populația (nr locuitori)	Captare Dunăre Q zi med. (l/s)	Captare subteran Q zi med. (l/s)	Nr. foraje (puturi)
0	1	2	3	4	5
1	Moldova Nouă	15700	-	154	19 puturi amplasate langă Dunăre
2	Svinita	1600	6,6	izvoare	
3	Tr. Severin	118000	837,1	-	
4	Calafat	21400	117,2	-	
5	Turnu Măgulele	36000	140,0		
6	Oitenița	31900	168,0	-	
7	Calarasi	77900	312	-	
8	Slobozia	56925	380,0	-	
9	Făurei	4600	9,5	9,5	4 puturi
10	Ianca ^X	12600	70	-	
11	Brăila	235000	1400	540	30 puturi
12	Galati	331400	1666	1420	32 puturi
13	Măcin	12000	21	8,3	puturi
14	Tulcea	98000	937,5	-	
15	Sulina	5300	60	-	
16	Sf. Gheorghe	524	5,5	-	
17	Maliuc	374	7,06	-	
18	Chilia Veche	1823	6,0	-	
19	Crisan	627	4,2	-	
20	Mla 23	348	0,7	-	-
21	Pardina	870	4,4	-	-
22	Mahmudia	2870	17,1	-	-

LA KM 493

Data: 23.02.2000 – ora 14.00 – 16.00

Nr. probă	Locul recoltării	Viteză (m/s)	[CN] mg/l	Adâncime
1	Mal românesc	1,56	0,034	0 m
2	Centru	1,44	0,039	0 m
3	Mal bulgăresc	0,81	0,029	0 m
4	Centru 02	1,52	0,028	2 m
5	Centru 04	1,42	0,022	4 m
6	Centru 06	1,36	0,030	6 m
7	Centru 08	1,14	0,027	8 m
8	Centru - fund	1,02	0,029	10 m

Aria secțiunii: 7650 m²
Adâncime totală: 10,3 m
Debit: 8800 m³/s
Temperatură: 3°C

Pe data de 22.02.2000 la km 495, concentrația maximă la Giurgiu a fost de 0,095 mg pe litru. Măsurătorile efectuate au relevat faptul că nu au fost constante concentrațiile în secțiuni ceea ce a arătat ca amestecul apă și cianură nu a fost omogen. Fenomenul a fost determinat de aportul de apă proaspătă al afluenților ce se vărsa în Dunăre. De asemenea, măsurătorile au arătat o creștere semnificativă a concentrațiilor de cupru, zinc, plumb, fier pe râurile Lapuș și Someș. Pe fluviul Dunărea, depășirile cele mai importante s-au înregistrat la cupru secțiunea Baziaș.

Efectele poluării cu cianuri asupra ecosistemelor s-au manifestat în mod diferit. Deși poluarea a afectat fondul piscicol pe râul Someș, pe Dunăre nu s-a semnalat mortalitate piscicolă. Nu au fost semnalate cazuri de mortalitate nici la om, mamifere și pasări.

Pe data de 23.02.2000, concentrația maximă la Giurgiu a fost de 0.039 mg/l.

Caracteristicile unei poluante cu cianuri în principalele secțiuni de pe sectorul românesc

Secțiunea	Km	Distanța între secțiuni (Km)	Momentul culminației		Concentrația maximă (mg/l)	Q (mc/s)	Durata de propagare (ore)	Viteza de propagare (m/s)
			Data	ora				
Bazias	1075	-	15.02	14.00	0,342	8700	-	-
Gura Văii	941	134	17.02	18.00	0,158	8600	52	0,71
Calafat	795	146	19.02	19.00	0,112	8500	49	0,83
Bechet	679	116	20.02	21.00	0,106	8600	26	1,23
Corabia	635	44	21.02	9.00	0,103	8680	12	1,01
Turnu Măgurele	597	38	21.02	20.00	0,103	8810	11	0,96
Zimnicea	554	43	22.02	8.00	0,10	8840	12	0,99
Giurgiu	495	59	22.02	22.00	0,095	8860	16	1,02
Oltenița	430	65	23.02	15.00	0,95	9025	17	1,06
Chiciu	375	55	24.02	5.00	0,093	9120	14	1,10
Gropeni (Brăila)	197	178	26.02	5.00	0,086	-	48	1,03
Galati	159	38	26.02	15.50	0,075	10000	10,5	1,01
Tulcea	71	91	27.02	16.00	0,059	4100	24,5	1,03
Sulina	3	68	28.02	10.00	0,049	-	18	1,05

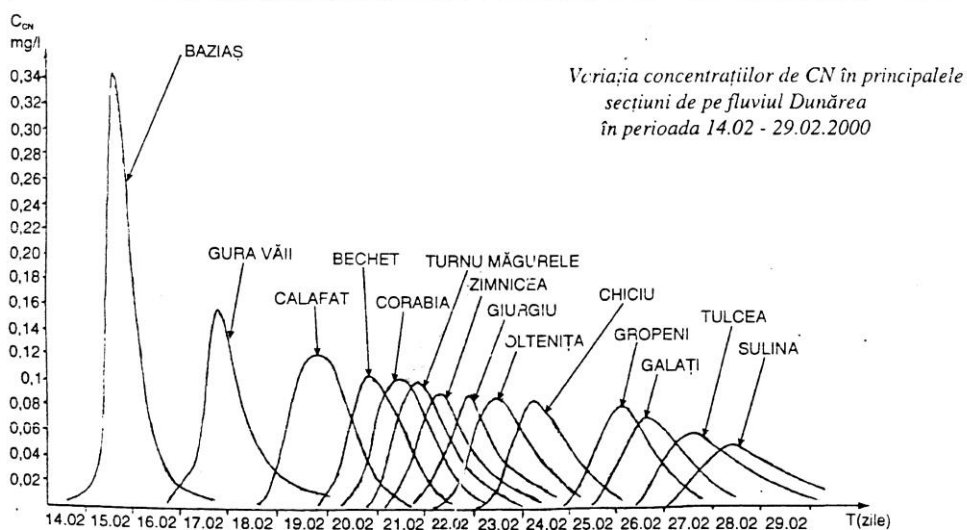


Figura 2. Caracteristicile unei poluante cu cianuri în principalele secțiuni de pe sectorul românesc

Pe Dunăre însă, a scăzut densitatea fitoplanctonului în momentul culminației unei poluante. În secțiunea Chiciu (Ostrov), în aval de Giurgiu, densitatea fitoplanctonului a scăzut la 26% în momentul culminației unei poluante.

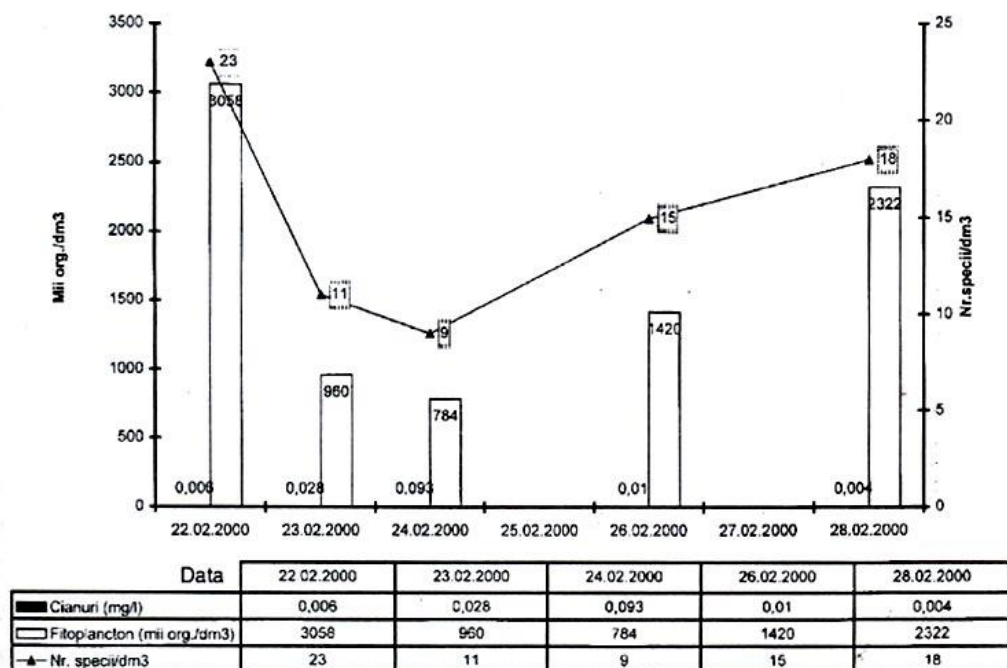


Figura 3. Corelația între valorile concentrațiilor de cianuri, numărul de organisme și specii de fitoplancton în secțiunea Chiciu, în aval de Giurgiu în perioada 22.02 - 28.02.2000

După trecerea unei poluante, fitoplanctonul și zooplanctonul s-au regenerat în proporție de 60-80%. Aceasta a fost posibil pentru că parametrii de calitate ai apei s-au încadrat în limitele admise de lege. Valorile înregistrate ulterior au fost sub limita de detecție a metodei de lucru, valori care se mențin și astăzi.

Pentru protejarea calității apelor Dunării conform OUG 195/2005, art.58, persoanele fizice și juridice au următoarele obligații...

a) să execute toate lucrările de refacere a resurselor naturale, de asigurare a migrării faunei acvatice și de ameliorare a calității apei, prevăzute cu termen în avizul sau autorizația de gospodărire a apelor, precum și în autorizația de mediu, și să monitorizeze zona de impact;

b) să se doteze, în cazul deținerii de nave, platforme plutitoare sau de foraje marine, cu instalații de stocare sau de tratare a deșeurilor, instalații de epurare a apelor uzate și racorduri de descărcare a acestora în instalații de mal sau plutitoare;

c) să amenajeze porturile cu instalații de colectare, prelucrare, reciclare sau neutralizare a deșeurilor petroliere, menajere sau de altă natură, stocate pe

navele fluviale și maritime, și să constituie echipe de intervenție în caz de poluare accidentală a apelor și a zonelor de coastă;

d) să nu evacueze ape uzate de pe nave sau platforme plutitoare direct în apele naturale și să nu arunce de pe acestea nici un fel de deșeuri;

e) să nu spele obiecte, produse, ambalaje, materiale care pot produce impurificarea apelor de suprafață;

f) să nu deverseze în apele de suprafață, subterane și maritime ape uzate, fecaloid menajere, substanțe petroliere, substanțe prioritare/prioritar periculoase;

g) să nu arunce și să nu depoziteze pe maluri, în albiile râurilor și în zonele umede și de coastă deșeuri de orice fel și să nu introducă în ape substanțe explozive, tensiune electrică, narcotice, substanțe prioritare/prioritar periculoase.

Pentru a pune bazele unui control eficient al poluării, Directiva Cadru pentru Apa (2000/60/CE) prevede ca obiectiv comun pentru toate statele membre - atingerea calității economice și chimice bune a apelor până în anul 2015.

Bibliografie selectivă

1. BOTNARIUC N., VĂDINEANU A. 1982. *Ecologie*, Ed. Didactică și Pedagogică, București.
2. BRAN Florina. 2003. *Ecologie generală și protecția mediului*, Ed. ASE, București.
3. IONESCU Al., MISCHIE Gh. 1991. *Ecologie și protecția mediului – Constanta*.
4. NEACȘU P. 1984-1986. *Ecologie și protecția mediului*, Univ. București,
5. ȘERBAN P. 2000. *Poluarea accidentală cu cianură a râurilor Lapuș, Someș, Tisa și a fluviului Dunărea*, Revista Hidrotehnică, nr.5-6,
6. *Legea nr. 137/ 1995 – Legea protecției mediului*
7. *OUG 195/2005 privind protecția mediului*
8. *Raportul Companiei Naționale Apele Române SA. Sistemul de Gospodărire a Apelor Giurgiu pe anul 2000*
9. *Raportul de mediu al Agenției pentru Protecția Mediului Giurgiu pe anul 2009*

LEVĂNȚICA – SECRETUL CULTURII LAVENDER- CULTURE SECRET

Ala APOSTOL*, Alexandru CIUBOTARU**

Abstract

Fragrance and flavor inimitable properties are to be preferred lavender garden, of an amateur, or on the summer terrace gardens to any cultivation on an industrial scale. The species most common and suitable for growing in pots, terraces, balconies, curbs or different compositions are *Lavandula x intermedia* and *Lavandula angustifolia*, is a natural hybrid discovered in Alps blades, which are derived from a cross of two species (*L.angustifolia* and *L.latifolia*), vigorous but sterile, commonly grown in France dates from 1820.

Key words: lavender, culture

În limbajul floricol lavanda este asociată cu devotament, respect și iubire. Grație parfumului său, a proprietăților tonice și antiseptice ne însoțește în istorie de peste 2000 de ani. Egiptenii o utilizau în procesul de mumificare, românii o apreciau pentru proprietățile curative. În Evul Mediu și în perioada renașterii era utilizată pentru a stopa răspândirea ciumei și a altor epidemii. În Marea Britanie tinctura de levănțică a servit timp de sute de ani, ca remediu în tratamentul paraliziei, ca antiseptic în bandajarea rănilor și contra moliilor.



Figura1. Levănțica *Lavandula latifolia* L.

Lavandula angustifolia L.

* Biolog drd. Grădina Botanică “D.Brandza”, Bucuresti

**Academician Grădina Botanică (Institut) A.Ș.M, Chișinău

Parfumul cu proprietăți și arome inimitabile, fac levănțica să fie preferată începând din grădina unui amator, sau de pe terasa de vară a oricărei grădini până la cultivarea pe scară industrială.

Speciile cele mai comune și mai potrivite pentru cultura la ghiveci, pentru terase, balcoane, borduri sau diverse compoziții sunt *Lavandula angustifolia* și *Lavandula intermedia*, acesta este un hibrid natural descoperit la poalele munților Alpi, care derivă dintr-o încrucișare a două specii (*L. angustifolia* și *L. latifolia*), viguros însă steril, frecvent cultivat în Franța datează din anul 1820.

Specia este raspadită în zona muntoasă a țărilor din bazinul mediteranean, unde își are și originea. Arealul preferat al speciei se situează în Alpii francezi, la altitudine cuprinsă între 600-900m, și se extinde până în Italia, Grecia, Rusia, Ucraina. În România lavanda a fost introdusă în cultură în anul 1950 și a luat amploare după anul 1970.



Lavandula x intermedia Grosso

Lavanda este o specie subarbustivă, cu tulpina în patru muchii mult ramificată, încât ia aspect de tufă globuloasă, înalta de 50-100 cm. Sistemul radicular este format din rădăcină principală lemnoasă și ramificații superficiale destinate absorbției elementelor nutritive. Baza tufei formează an de an porțiuni lemnoase. Frunzele sunt sesile, de forma lanceolată, dispuse opus, persistente, de culoare verde-cenușiu. Toată planta are miros puternic, placut datorită trichomilor glandulari cu celule secretoare de uleiuri esențiale.

Se cultivă pentru florile care conțin ulei volatil (*Aetheroleum Lavandulae*), cu componentul principal linalol (circa 60%). Uleiul se întrebuințează în industria farmaceutică și foarte mult în industria cosmetică.

Lavanda este folosită ca plantă medicinală din vremuri îndepărtate, dar proprietățile terapeutice ale uleiului volatil extras din această plantă au fost descoperite la începutul secolului XX, acestea fiind: antidepresiv, antiseptic general, antiseptic pulmonar, antimigrenos, vermifug, calmant (unul dintre cele mai eficiente în cazul nevrozelor, psihozelor, depresiilor), insecticid, bactericid, antireumatic. În componența uleiului volatil au fost identificate peste 40 de componente, care atribuie lavandei virtuți vindecătoare pentru mai bine de 70 boli.

Având o durată lungă de înflorire și nectar bogat în zahăr este și o valoroasă plantă meliferă. În același timp este și o plantă decorativă.

Adevăratul secret al culturii este tunderea anuală. O tundere corectă și punctuală este necesară pentru a menține forma globuloasă, pentru a asigura o lungă vitalitate în grădină și pentru a obține recolte bogate și de calitate atunci când o cultivăm în scop industrial. Plantele netunse sau tunse în mod greșit îmbătrânesc planta și o dezgolesc la bază. În primul an plantele tinere se tund primăvara, toate ramurile se scurtează la jumătate pentru a favoriza o bună vegetație compactă. Numai în primul an de vegetație se taie toate inflorescențele, indiferent de stadiul de înflorire pentru a se asigura ramificarea tufei. Nu trebuie tăiate ramurile lemnoase, pentru că, lavanda are o capacitate foarte mică de a produce muguri pe aceste tipuri de ramuri. Se tund ramurile anuale prin scurtarea lor cu 3-7 centimetri.

Dupa 7-12 ani de exploatare, tufele de lavandă încep să se usuce și producția de inflorescențe scade. Regenerarea plantei constă în tăierea ramurilor la înălțimea de 2-4 cm de la sol, în perioada de repaos (luna februarie), sau toamna (luna noiembrie), după oprirea vegetației. În cazul în care tăierea se face toamna, plantele se acopera cu pamant.

Tăierile de întreținere și menținerea culturii în bune condiții contribuie la lungirea vieții plantelor de lavandă până la 20-30 ani.

Perioada de înflorire începe după 15 iunie, și cuprinde patru faze:

- Butonizarea (inflorescențele ‘inmugurite’)
- Începutul înfloririi (25% din flori înflorite)
- Înflorire deplină (50% din flori Miorite)
- Sfârșitul înfloririi (85% din flori trecute)

Cum înflorirea decurge eșalonat se are în vedere ca recoltarea să se termine într-o perioadă în care se asigură cea mai mare producție de ulei volatil cu conținut corespunzător în substanțe active. Epoca cea mai productivă este în faza de înflorire 75%. Timpul optim stabilit de recoltare în timpul zilei se

cuprinde între orele 10-12. În mod obișnuit, inflorescențele de lavandă se recoltează prin tăiere cu secera, având în vedere ca lungimea tijeii florale sub ultimul vertical cu flori, să nu depășească 12 cm. Tăierea mai lungă ar cuprinde și porțiuni de frunze fapt cu consecințe negative asupra producției din anul următor. Inflorescențele recoltate se așează în coșuri, fără să fie presate.

O cultură de lavandă se exploatează aproximativ 15 ani.

Lavanda se poate înmulți atât generativ, prin producerea de răsad din semințe, cât și vegetativ, prin butasi, sau prin mușuroirea și despărțirea tufelor bătrâne.

Recoltarea butașilor se face toamna, în lunile septembrie-octombrie sau primăvara în lunile martie-aprilie, în timpul perioadei de repaos vegetativ. Butașii se recoltează de la plante sănătoase, bine dezvoltate în vârsta de 3-5 ani, cu lungimea de 5-7cm.

Lavanda este o plantă specifică biotopurilor uscate și a climei calde, având și caractere morfogenetice adecvate care și dau posibilitatea să suporte bine seceta. Cultivată în locuri cu exces de umiditate lavanda suferă prin putrezirea rădăcinilor, ceea ce determină îmbătrânirea și uscarea rapidă a tufelor.

Bibliografie selectivă

1. ANGHEL Gh., CHIRILEI H., TODOR I., 1956, Botanica Ed. Agro- Silvica de Stat, București.
2. BUIUKLI M., 1969, Lavanda i ee kultura v SSSR, Izd-vo "Kartea moldovenească", Kișinev.
3. CIUBOTARU A. A., 1992, Citologo-embriologiceskie issledovania vâșșih rasteonii. Sbornik naucinâh trudov. t.113. Ialta.
4. MAȘANOV V. I., POKROVSKII A.A., 1991, Priano- aromaticske rasteenia. Moskva. Izd-vo "Agropromizdat".
5. RABOTEAGOV V. D., 1992, Izucenie zakonomernostei izmencivosti masloobrazovatelinoogo proțessa pri mejvidovoi gibridizații u lavandâ. // Citologo-embriologiceskie issledovania vâșșih rasteonii. Trudâ Nikit. Botan. sada.- t.113.- p.91-101.
6. LAZA A., RACZ G., 1975, Plante medicinale si aromatice, Ed.Ceres București.
7. V. D. RABOTEAGOV, 1992, Allotriploidnâe formâ v rode Lavandula L. // Citologo-embriologiceskie issledovania vâșșih rasteonii. Trudâ Nikit. Botan. sada.- t.113.- p. 102-114.

IV. PLANTA ȘI SĂNĂTATEA

VEGETALELE CRUDE, HRĂNESCU ȘI VINDECĂ SIMULTAN RAW VEGETABLES, FEED AND HEAL SIMULTANEOUSLY

Cosmina Monica DOBRE*, Angela DRAGUȚ-SCAPIN*

Abstract

The authors recommend eating raw vegetables in gastrointestinal disorders and cancers.

Key words: vegetables, raw, health

Oferim cititorilor revistei posibilitatea de a folosi alimente de origine vegetală, crude, pentru prevenirea și vindecarea oricărei boli, pornind de la maxima Hipocratică: „Alimentele voastre să fie medicamente și medicamentele voastre să fie alimente”.

Cruditățile de origine vegetală au capacitatea să curețe organismul, să elimine surplusul de acizi și să confere acestuia forța vitală atât celor bolnavi cât și celor sănătoși. După două, trei săptămâni de folosire a crudităților vegetale vom simți că am scăpat de oboseală și, spre satisfacția noastră, și de depozitele de grăsimi inutile.

Secretul acestei schimbări se află în viața pe care o primim prin consumul de crudități vegetale. Alimentația obișnuită pune în libertate în organism până la 80% substanțe acide în loc de 20% cât ar putea neutraliza metabolismul uman; diferența devine cauza principală a tuturor bolilor; hiperaciditatea constantă care se instalează în organism favorizează îmbolnăvirea acestuia.

Singura hrană aproape lipsită de aciditate, ce poate neutraliza și favoriza eliminarea acizilor depozitați în diferite organe, este reprezentată de vegetalele crude (nefierte).

Afecțiunile gastro-intestinale se tratează direct printr-o cură de sucuri de zarzavaturi proaspete (în nici un caz conservate) obținute din două părți varză și o parte cartofi; se bea din jumătate în jumătate de oră câte o jumătate de pahar.

Un renumit medic american nu dădea nimic altceva pacienților săi grav bolnavi de cancer, decât 10 pahare de suc de morcovi pe zi.

* Medici M.F., București

Amestecul de sucuri constă din suc de morcovi, în cea mai mare parte, restul putând fi de varză, sfeclă roșie, ceapă, cartofi și alte zarzavaturi. Odată cu renunțarea la mesele obișnuite, se bea din acest amestec câte un pahar și chiar mai mult la fiecare oră. Unii specialiști recomandă laptele nefiert în amestec cu sucurile de zarzavat. Dacă se face o rezervă de sucuri de vegetale crude, atunci acestea se păstrează la rece, dar nu mai mult de o oră, sau la congelator timp de câteva zile. În acest fel enzimele își păstrează capacitatea catalitică. Amintim că enzimele sunt proteine specializate în cataliza (acțiunea care grăbește/încetinește reacțiile chimice) reacțiilor biologice. Activitatea normală a enzimelor este dată de pH-ul biologic neutru sau ușor bazic al substratului (alimentelor) și de o temperatură moderată. Majoritatea enzimelor sunt inactive la peste 55-60 °C (cazul alimentelor fierte).

În caz de boală în plină evoluție se recomandă o alimentație bazată pe alimente vitale (enzime) care să fie bazice, adică să aibă cât mai multe săruri minerale și cât mai puțini acizi. Acest tip de alimentație este reprezentată, în cea mai mare parte, de sucul proaspăt de zarzavaturi plin de viață.

Bolnavilor de cancer le recomandăm o cură de două luni cu sucuri de crudități, continuată cu o alimentație de crudități.

Se știe că boala canceroasă produce mari dureri; în loc să otrăvim corpul, și așa plin de toxine, cu narcotice și diferite calmante, recomandăm comprese reci cu frunze de varză sau cataplasme cu argilă/lut. Compresele cu frunze de varză crudă se mai pot asocia cu ceapă mărunțită în cubulețe sau cu hrean proaspăt. Frunzele de varză se prepară presând nervurile frunzei cu o sticlă până când din ele apare un suc/lichid, după care se aplică pe părțile dureroase.

Pe lângă alimentația menționată, recomandăm ceaiuri din amestecuri de plante, în proporții egale. Iată o rețetă folosită cu rezultate foarte bune:

Anghinare (*Cynara scolymus*);
Obligeamă (*Acorus calamus*);
Virnaț (*Ruta graveolens*);
Bănuței (*Bellis perennis*);
Gălbenele (*Calendula officinalis*);
Urzică (*Urtica dioica*).

Oricare acidificare și fermentație are urmări nefavorabile. Cantități mici de varză acră sunt sănătoase, deoarece conținutul lor bogat în calciu tamponează aciditatea în exces din organism.

Hrana nefiartă, spre deosebire de cea fiartă, nu provoacă aciditate.

În concluzie, pentru vindecarea unei boli canceroase sunt necesare: o alimentație dozată, moderată, fără acizi, bogată în enzime, lipsită de toxicitate (vegetale obținute în agricultura ecologică). Singura hrană care îndeplinește primele 4 condiții este reprezentată de sucurile de zarzavaturi crude (chiar și

cartofii cruzi, tărațele și laptele crud). O astfel de hrană poate să neutralizeze și să distrugă toxinele acide excedentare.

Chiar și într-un regim de crudități nu trebuie să împovărăm organismul mâncând prea mult; cumpătarea este răspunsul în aceste cazuri.

Noi recomandăm suspecților de cancer să înceapă tratamentul cu o perioadă de două luni de post (fără carne), urmată de un regim de crudități.

Bibliografie selectivă:

1. GÜUNTER E. 1995. Hrana vie, o speranță pentru fiecare. Edit. Venus, București și Edit. Știința Chișinău.
2. LUST J. 1985. The herb book, Bantam books, Toronto, New Zork, London, Sydney, Auckland.

Știați că?

.... în medie numai 0,25% din energia solară incidentă la suprafața uscatului și oceanului planetar și 0,5% din energia solară absorbită de către producătorii primari este concentrată în biomasa lor (A. Vădineanu)

V. RECENZII, MANIFESTĂRI ȘTIINȚIFICE

G. ZARNEA & O. V. POPESCU (2011)
DICȚIONAR DE MICROBIOLOGIE GENERALĂ ȘI BIOLOGIE
MOLECULARĂ
DICTIONARY OF GENERAL MICROBIOLOGY AND MOLECULAR
BIOLOGY

Edit. Acad. Române, București, 1331 pagini, numeroase figuri și scheme.

Aurel ARDELEAN*, Marin ANDREI**

Așteptat cu mult interes de către biologi, în special, dar și de mulți alți specialiști, cadre didactice, studenți ș.a., dicționarul reprezintă o concentrare de profesionalism, erudiție și respect pentru cuvântul scris.

Dicționarul menționat este o operă științifică cu aproximativ 10.000 de termeni, rod al informației, la zi, din domeniile științelor biologice și a altor domenii nebiologice: medicină, agricultură, diverse ramuri ilustrate utilizatoare de biotehnologii, chimice, biochimie, biofizică ș.a.

Nu putem trece fără să subliniem limbajul științific select, dar ușor de înțeles, precum și peste experiența în domeniu al celor doi autori care cu migală și responsabilitate au pus la dispoziția cititorilor o carte demult așteptată ancorată în realitate și de mare valoare științifică și didactică.

Prin "forma, greutatea", dar mai ales prin conținut, cartea nu este concepută pentru a sta pe raft, ci de ținut pe masa de lucru a celor ce trudesc în domeniile respective. Comparativ cu alte discipline apărute în țară, autorii menționează și nume de personalități din țară și din lume care s-au ocupat cu diferite domenii ale biologiei.

Ilustrația deosebit de bine aleasă și deosebit de clară face ca lucrarea să capete un plus de valoare instructivă. Dicționarul celor doi academicieni vine să actualizeze câteva domenii de vârf ale biologiei îndemnând la seriozitate și profesionalism.

Efortul imens al celor doi autori pentru a pune la dispoziția celor interesați un material de mare utilitate îl "răsplătim" cu un respectuos "mulțumim domnilor academicieni".

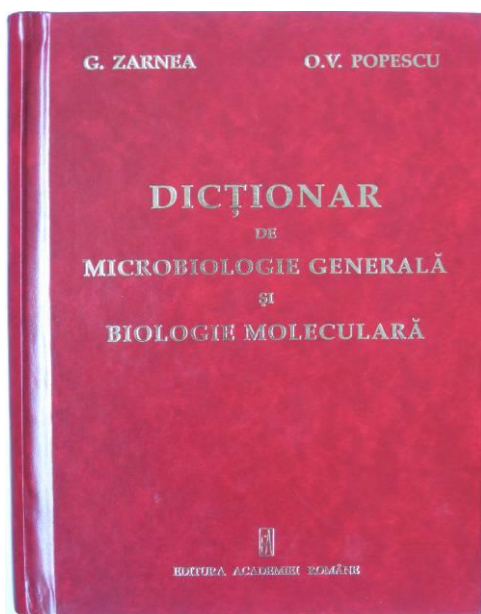
* Profesor Dr. Facultatea de Biologie, Universitatea de Vest "Vasile Goldiș" din Arad

** Profesor Dr. Facultatea de Biologie, Universitatea București

**DICTIONAR DE MICROBIOLOGIE GENERALĂ ȘI BIOLOGIE
MOLECULARĂ
DICTIONARY OF GENERAL MICROBIOLOGY AND MOLECULAR
BIOLOGY**

Autori: G. Zarnea și O.V. Popescu, Editura Academiei Române, 2011,
1331 pagini cu addenda + 1 planșă, ISBN 978-973-27-2135-3

Gabriela PASCALE*



O lucrare de importanță deosebită pentru lumea științifică românească, rodul colaborării între două personalități din domeniul biologiei de la noi din țară, Prof. dr. Gheorghe Zarnea și Prof. dr. Octavian I. Popescu, *Dicționarul de microbiologie generală și biologie moleculară* vine să completeze în mod fericit zona insuficient acoperită a terminologiei de microbiologie și biologie moleculară în condițiile evoluției spectaculoase a acestor două domenii în ultimii ani.

Numărul impresionant de termeni (aproximativ 10.000) și de pagini recomandă acest dicționar ca o sursă completă și necesară pentru toți cercetătorii care activează în domeniile: microbiologiei, biologiei celulare, biochimiei, biologiei moleculare, biofizicii, fiziologiei, geneticii, dar și pentru biologii, medicii, cadrele didactice, studenții interesați de domeniul biologiei.

Lucrarea este după cum recunosc și autorii în „Cuvânt introductiv” rezultatul unei experiențe de mai multe decenii de activitate în domeniile microbiologiei și biologiei moleculare.

Pentru o utilizare cât mai adecvată a dicționarului imediat după cuvântul introductiv este un „Ghid de utilizare a dicționarului” unde sunt prezentate elementele folosite pentru descrierea termenilor, ușurând astfel accesarea de către cititori a vastului material conținut în paginile acestuia.

* Asistent univ. drd., Facultatea de Biologie, Universitatea din București

După acest ghid urmează termenii în ordine alfabetică, unii dintre ei, atunci când s-a dovedit necesar, fiind explicați prin text, dar și cu ajutorul tabelelor, formulelor chimice și/sau figurilor.

Semnalăm această apariție editorială ca fiind o lucrare de mare interes, care nu trebuie să lipsească dintr-o bibliotecă de biologie. Pentru noi tinerele cadre didactice apariția acestei lucrări vine în sprijinul pregătirii noastre profesionale, a racordării la ultimele achiziții în domeniile menționate anterior.

Vor beneficia de informațiile conținute în cei peste 10.000 de termeni cu precădere studenții facultăților de biologie, medicină, farmacie ș.a.

Mulțumim celor două mari personalități pentru lucrarea pe care ne-au pus-o la dispoziție.

Știați că?

*.... ciuperca denumiă științific *Mycena chlorophos*, descoperită abia în anii '90 în Japonia și în Parcul Național Ribeira din Brazilia, și asta pentru ca specia se dezvoltă în zone salbatice, greu accesibile oamenilor produce lumină. Bioluminescența neobisnuită se produce în special în nopțile de vară, atunci când energia chimică naturală produsă în micul organism vegetal este transformată în energie luminoasă.*

PRIMA ENCICLOPEDIIE NAȚIONALĂ DE ECOLOGIE THE FIRST NATIONAL ENCYCLOPEDIA OF ECOLOGY

Grigore GRIGORESCU*

Tezaurul științific și cultural național a fost completat cu o excepțională filă de către Acad. **Dr. ION DEDIU** prin cele 5 volume de *Ecologie Teoretică (Introducere în Ecologie-2006, Ecologia populațiilor – 2007, Ecologie Sistemică- 2007, Biosferologie- 2007, și Tratat de Ecologie teoretică- 2007)*, "care reprezintă cea mai valoroasă operă ecologică scrisă în limba română" (Prof. Dr. Gheroghe Mustașă, Universitatea "Al. I. Cuza" din Iași), iar autorului i-a fost decernat prestigiosul Premiu al Academiei Române "Grigore Antipa" în 2009.

Dar numai după trei ani, la ultimul *Salon Internațional de Carte*, prof. Dr. Ion Dediu ne surprinde cu încă trei opere fundamentale: *Enciclopedia de Ecologie; Axiomatica, principiile și legile ecologiei; Bazele ecologiei analitice* (216 p.) și *Tezaurul terminologic al ecologiei: Glosar etimologic român-rus-englez* (284 p.), lansate în 2010.

Aici ne vom referi la *Enciclopedia de Ecologie*- lucrare de pionerat în mediul academic național și internațional. Volumul se impune, inclusiv, și prin dimensiunile sale- are formatul A4, include 835 de pagini, bibliografia este constituită din circa 840 de titluri.

Conceput acum 50 de ani, proiectul *Enciclopedia de Ecologie*, evaluează aproape exhaustiv și integral fondul lexical modern al ecologiei ca știință, urmărind scopul de a conferi o ordine științifică, unificată și univocă, atribuind tuturor definițiilor un sens exact, cuprinzător și laconic. Fiecare articol (termen, noțiune sintagmă) are un sens enciclopedic, dar și academic. Autorul demonstrează că ecologia dispune de un suficient ansamblu de criterii (axiome, teoreme, principii, reguli, legi, ipoteze, indici) cuantificabile care legitimează dreptul de a fi clasificată drept știință exactă, precum sunt matematica, fizica, chimia...este sugestivă și captivantă argumentarea cu titlul unei ipoteze adecvate formulată de către exeget: "Am constatat că volumul total terminologic se apropie, surprinzător de 12 mii de termeni (în Dicționarul nostru din 1989 constatasem circa 8 mii), care se dovedește a fi comparabil cu acel al matematicii, fizicii, chimiei- științe exacte clasice, mult mai vechi decât ecologia, întrecând fondurile terminologice ale altor științe biologice, cum sunt: botanica, zoologia, sistematica, anatomia, microbiologia, biologia celulară, genetica, biologia evoluționistă, biofizica etc. Nu mai vorbim de majoritatea științelor nebiologice- geografia, geologia, mineralogia, pedologia, hidrologia,

* Membru al Academiei Naționale de Științe Ecologice din R.P. Moldova

climatologia, paleontologia etc. În ceea ce privește termenii discutabili, străini de percepția strict științifică (academică) a ecologiei, în lucrarea de față le-am dat o interpretare semantică critică".

În prefața lucrării, autorul menționează: «Definițiile termenilor, exemplele neclare, interconexiunile semantice, aparatul și metodele matematice, unele aspecte metodologice (conceptuale) și socio-economice (privind noțiunile din domeniul ambientalisticii, managementului și dreptului de mediu, ecologiei globale etc.) sunt coroborate cu ultimele realizări ale științei și practicii de protecție a mediului înconjurător». "Acad. Ion Dediu nu este de fapt la prima "încercare" de acest fel. În 1989, apărea la Chișinău în premieră în spațiul fostei U.R.S.S. un prim dicționar *Dicționar enciclopedic de ecologie*, semnat de același autor.

Enciclopedia de ecologie este o lucrare de actualitate sub toate raporturile, gândită să cuprindă practic întreaga terminologie cu care se operează în acest domeniu. Este o muncă de-a dreptul sisifică! pe potriva unui insititut întreg" (Victor Gherman). Indiscutabil, elaborarea unui tratat novațional poate fi doar rodul unei munci titanice, reprezentând finalitatea academică a savantului "...zidit ca Ana Meșterului Manole în acest templu". Numai facultățile unui romantism nobil, intelectualizat, în cele din urmă-pragmatizat, generează și guvernează plăsmuirea operelor ca un triumf personal-general, ele fiind răspunsul adecvat la criza ecologică mondială-declășată în a doua jumătate a mileniului trecut.

Din consemnarea în prefața studiului, aflăm că la elaborarea lui a contribuit, pe parcursul anilor, colectivele de Zoologie, Botanică, Ecologie și Protecția Mediului a U.S.M, a Institutului Național al R. Moldova, Insititului de Ecologie și Geografie a A.Ș.M, asistentele A. Stamati, R. Boicu și E. Cardaniuc, redactorul V. Gherman, procesoarele (computerizate) A. Druță și M. Mardare, lectorul V. Solovei, tehnoredactorului A. Bostan. La pregătirea lucrării pentru tipar a muncit colectivul de profesioniști ai Editurii Știința (director Dr. Gheorghe Pini) și apoi a fost imprimată la *Tipografia Serebia* (director Nicolae Roscot), iar suportul financiar fiind oferit generos de către *Fondul Ecologic Național* (miniștii Dr. Hab. Constatin Mihăilescu și **Gheorghe ȘALARU**). Pentru seria respectivă de lucrări (8 volume). "avocatului mediului înconjurător" i-a fost decernat (2011) *Premiul de Stat* în domeniul științei. Cum se spune, sfârșitul încununează opera: pentru merite deosebite în dezvoltarea ecologiei sociale, contribuția la promovarea politicii de mediu și activitate metodico-științifică prodigioasă Acad. Ion Dediu i s-a conferit distincția statală supremă- *Ordinul Republicii*.

În ultimă instanță, urăm domnului Ion I. Dediu mulți ani și toți rodnici, iar noi vom fi în așteptarea altor opere fundamentale, care vor urma și ne vor bucura. La mulți ani Domnule Profesor!

Bob Seed

Lucian CORTIN

Bobul e începutul universului
Își macină esența
În două
În patru
În opt
În șaizecișipatru ...
Sacrificiu exponențial
Întru-plămădirea ființei
În brazdele spațiului
La mijloc de haos
Universul a fost la-nceput
Tot un bob.

Își macină orgoliul de bob
În două
În patru
În opt
În șaizecișipatru ...
Metamorfoză a inertului către universal
Gravitație a ființei
Către ființare cu scopul de bob
Astfel bobul reinventează universul.

Abecedarul universului începe cu B!

HISTOIRE DE L' ASSOCIATION “LES AMIS DE VIISOARA”

Jaques PLAYNET*, Marin ANDREI**

En décembre 1989, la Roumanie se libère de la dictature. Des Roumains s'expriment dans la presse, ils souhaitent avoir des correspondants Français. Nous répondons favorablement et recevons l'adresse de 2 personnes. L'une d'elle souhaite recevoir un dictionnaire franco/roumain. Un ami traduit la lettre, le 20 mai 1990 nous recevons la première lettre. Il y a 22 ans !

Juin 1992 nous répondons à leur invitation de venir les visiter. Nous avons été impressionnés par leur accueil chaleureux. Nous avons compris l'importance que représentait pour eux les liens avec des Français. De retour en France, nous avons réuni des amis et avons créé une association déclarée en janvier 1993.

Commence alors une longue période de 10 ans, pendant laquelle nous faisons connaissance avec nos amis, avec leur environnement social, politique et culturel. La confiance entre nous s'établit par le courrier. L'une d'entre nous suit les cours de langue et civilisations roumaines à Paris. En 1993, ils déclarent une association de droit roumain qui gère et distribue le matériel que nous apportons ou que nous expédions.

Nous sommes allés à Viisoara tous les ans, en camionnette, nous apportons du matériel pour les écoles, le dispensaire, du matériel indispensable à «l'émancipation», machines à écrire pour la mairie, livres, textes législatifs, constitution française etc.

Août 1997 nous recevons, à Paris, une délégation de 14 personnes du village. Le fil conducteur pour notre association a été la compétence et le dévouement des professeurs dans les écoles, de la maternelle au collège. Leur travail éducatif est toujours imprégné de la richesse culturelle de cette région moldave: Enescu, violoniste, compositeur, chef d'orchestre né à Liveni; Eminescu, né à Ipotesti, poète national qui est l'un des lyriques les plus représentatifs du monde entier. Paris l'honore par une statue au 26 rue des écoles.

Nous avons bénéficié de cet apport culturel par toutes les visites qu'ils nous proposaient chaque année. Cette proximité nous a amené à faire des recherches à Paris sur «un enfant du pays» né à Viisoara (anciennement Bivol), savant botaniste qui a obtenu son diplôme de docteur à Paris, à Sorbonne en 1869. Le dossier d'étudiant de Dimitrie Brandza retrouvé aux Archives Nationales à Paris ainsi que sa thèse de doctorat sur l'histoire botanique et

* Paris, France

** Professeur Univ. Dr. Facultatea de Biologie, Universitatea București

thérapeutique des gentianacées employées en médecine et d'autres publications, ont permis à nos amis de faire connaître et de l'honorer par un buste au centre de la commune, devant la mairie. Nous avons réalisé un document en français et en roumain «Hommage à Dimitrie Brandza» et nous avons eu le plaisir de découvrir le Jardin Botanique de Bucarest qui porte son nom.

Juin 2002 17 personnes de l'association française font connaissance avec la commune de Viisoara. C'est la fête ! Un chêne est planté dans le jardin de l'école qui porte maintenant le nom de Dimitrie Brandza. C'est aussi l'occasion pour la délégation d'être reçue au Jardin Botanique à Bucarest par les membres de l'Association de Botanique Dimitrie Brandza qui s'est créée le 13 mars 2002.

Par nos échanges, nos confrontations, nous comprenons qu'il est nécessaire de respecter le rythme de nos amis pendant la mise en place des nouvelles organisations de la commune, du département etc. Nous mettons à profit ces années pour expliquer la nécessité de rédiger des projets, de présenter des devis, de prendre des initiatives.

La bibliothécaire nous demande de l'aider à remettre en état la bibliothèque communale, et d'y adjoindre une salle de lecture. Elle nous propose un projet, et accepte de faire une formation dans le cadre de la bibliothèque départementale avec diplôme du Ministère roumain de la Culture. Aujourd'hui nous sommes conscients que cela a été l'origine d'une nouvelle étape dans nos relations avec le maire et les habitants de la commune.

2003. Des amis attirent notre attention sur des élèves de famille pauvres qui ne peuvent pas continuer leur scolarité en école professionnelle à une dizaine de km de Viisoara. Nous aidons 2 élèves pour les frais de transport.

2004. Réhabilitation de la bibliothèque avec création d'une salle de lecture et d'un point d'eau.

2005. Aide financière à un élève orphelin pour l'hébergement, à la semaine, dans la ville où est situé le lycée, à une vingtaine de km.

2007/2008 Aménagement d'un terrain insalubre au centre de la commune, parc, kiosque, toilette, aire de jeux pour les enfants.

2007, la Roumaine devient membre de L'Union Européenne. Pour nos amis roumains c'est un immense espoir d'amélioration de leur situation.

L'association doit s'adapter à ce changement, nos partenaires institutionnels nous informent que dorénavant nous devons nous adresser à l'Union Européenne.

Heureusement, les crédits promis pour la réhabilitation en totalité du dispensaire ne sont pas remis en cause par nos partenaires publiques. Mise aux normes, toilettes, évacuation des eaux usées, chauffage central, isolation des fenêtres sont réalisés grâce au suivi et à compétence de la doctoresse, nommée

par le Ministère de la Santé, qui selon la nouvelle loi ouvrir un « Cabinet médical » à son nom dans le dispensaire.

Pendant cette période où nous nous attachons à aider à la réalisations des 3 équipement nous sommes constamment interpellés par la situation des élèves qui terminent au collège de Viisoara : leur scolarisation en lycée ou école professionnelle nécessite un hébergement onéreux, à la semaine, à une vingtaine de km, car depuis 1990 l'internat est fermé.

Pour la rentrée scolaire 2007 nous prenons la décision de donner la priorité à l'aide à la scolarisation par notre contribution aux frais d'hébergement. Cette année scolaire 2011/2012 nous aidons 15 élèves répartis sur les 4 classes du lycée.

Julliet 2011 s'est déroulé un raid-vélo organisé par OVRI (Opération Villages Roumains International) avec une étape à Viisoara. La thématique de ce raid «rivières et frontières», avec comme d'encrage l'accès à l'eau, était particulièrement pertinente pour la commune Viisoara :

- la distribution de l'eau à tous les habitants n'est pas réalisée,
- les frontières sont omniprésentes qui se trouvent à la limite Est de l'Union Européenne,
- le lac, alimenté par la rivière Volovat a été vendu par un précédent maire pour être aménagé, mais il resté à l'abandon.



Qu'en est-il maintenant ? les grenouilles ne croassent plus, il n'ya plus de vols de cigognes le soir. Les habitants ne parlent plus de poissons du lac et de plus des animaux nuisibles viennent faire du ravage dans les poulaillers.

Quelle autorité compétente pourrait conduire une réflexion pour protéger cette zone humide ? Elle pourrait être classée dans les étangs d'eau douce à vocation piscicole. Ce serait une possibilité de nourriture pour habitants et de développement économique.

Bon anniversaire à l'association de Botanique Dimitrie Brandza qui aura 10 ans en ce mois de mars ! La Multi Ani !

Din partea Asociației de botanică "D. Brandză" - România

Cu câțiva ani în urmă am cunoscut o echipă de 3 oameni deosebiți: Doamna Marcelle, Domnii Jaques și Sorin. Am aflat atunci că aceștia reprezintă "sufletul" Asociației «Amicii Vișoarei» locul unde s-a născut marele botanist român Dimitrie Brandză, ctitorul Grădinii Botanice din București.

Am realizat atunci că asociația «Amicii Vișoarei» și asociația de Botanică «D. Brandză» din România au un numitor comun: profesorul «D. Brandză» dar am constatat atunci că «Amicii Vișoarei» sunt legați, în plus și de soarta locuitorilor din Vișoara, cu toate problemele lor sociale, culturale, educaționale etc.

Considerăm că respectarea umanității în persoana fiecărui individ din această localitate reprezintă esența legilor moralei. S-au împlinit 20 de ani de activitate a Asociației «Amicii Vișoarei» prilej cu care doresc să exprim, în numele asociației noastre de botanică, sincere și respectuoase felicitări echipei menționate.

«Amicii Vișoara» s-a dedicat localității Vișoara cu o înaltă răspundere, devotament și generozitate de care sunt capabili numai oamenii înzestrați cu o mare lumină interioară, ilustrând astfel noblețea speciei umane. Nu pot să nu apreciez și ajutorul pe care l-a primit Asociația Botanică prin înzestrarea bibliotecii acesteia cu reviste de specialitate, prin preocupările privitoare la protecția rezervației naturale «Pădurea Letea» din Delta Dunării etc. În acest fel «Amicii Vișoarei» au devenit și «Amicii Asociației de Botanică din România».

Bucuria mea cea mai mare este aceea de a ura prietenilor noștri, și cu acest prilej, sănătate și prosperitate și îi asigurăm de înalta noastră prețuire.

*Prof. univ. Dr. Marin Andrei, Președintele Asociației de botanică "D. Brandză"
- România*