

CARACTERE GENERALE ALE ALGELOR

– pg. 17-18 –

Algele sunt organisme unicelulare sau pluricelulare, fotosintetizante. Pentru convertirea energiei luminoase în energie chimică algele folosesc ciclul Calvin. Sunt însă și câteva specii de alge parazite sau simbiote.

Ele pot fi libere sau fixate, mișcarea realizându-se cu ajutorul unor vacuole contractile, benzi proteice sau, mai frecvent cu ajutorul flagelilor al caror număr și dimensiune variază în funcție de specie.

Algele prezintă unul sau mai mulți cloroplasti în fiecare celulă, și pirenoidi. Pirenoizii sunt structuri primitive, bogate în proteine, caracteristice algelor, care conțin enzime ce catalizează prima etapă a ciclului Calvin. Numărul, forma și dispunerea cloroplastilor sunt foarte diversificate și reprezintă importante caractere de determinare.

Cloroplastii sunt delimitați de un număr diferit de membrane, număr care variază de la un grup taxonomic la altul, reprezentând chiar un important caracter de determinare. Numărul diferit de membrane care delimitează cloroplastii la diferite filumuri de alge sugerează că aceștia au luat naștere prin 1-3 etape endosimbiotice. Astfel algele roșii și verzi au cloroplasti delimitați de 2 membrane, euglenofitele și dinofitele au cloroplasti delimitați de 3 membrane (cea mai externă, numită reticul endoplasmic cloroplastidial, provine din RE al celulei heterotrofe), iar algele brune au cloroplasti cu 4 membrane, ceea ce sugerează evoluția acestor cloroplasti în trei etape endosimbiotice (endosimbioza cu etapă terțiară).

Pigmentul fotosintetizant activ este întotdeauna clorofila **a**. Ca pigmenti accesori folosesc și alte tipuri de clorofilă: **b** (*Chlorophyta*, *Euglenophyta*), **c** (*Phaeophyta*, *Chrysophyta*), **d** (*Rhodophyta*), sau alți pigmenti (xantofile, carotenoizi, ficobiline), pigmenti care determină și culoarea talului.

Substanța de rezervă este extrem de diversificată (amidon intra- și extraplastidial, crizolaminarina, laminarina, paramilon etc.) de la un grup sistematic la altul, reprezentând și un important caracter de determinare. Substanța de rezervă se poate depozita în pirenoidi sau în citoplasmă.

Unele alge prezintă un complex de pigmenti fotosensibili, care funcționează ca “receptor de lumină”. Acesta poate fi însoțit de “pata oclară” (stigma), structură pigmentată care dozează și direcționează lumina captată. Funcționarea sincronă a acestor două structuri face posibilă transmiterea “informației” către aparatul flagelar, reușind astfel să orienteze celula în funcție de sursa de lumină.

Fiind eucariote algele sunt capabile de mitoză și meioză. Ele prezintă reproducere sexuată și reproducere asexuată. Reproducerea asexuată se poate realiza prin spori, fragmente de tal etc. Gametii și sporii se formează în organe specializate, numite gametocisti și respectiv sporocisti, organe veziculare, lipsite de un perete pluricelular propriu.

Algele trăiesc în ape dulci, curate, în ape sărate din mari, oceane, lacuri sărate, pe sol.

BRYOBIONTA (MUSCHI VEGETALI, BRIOFITE)

– pg. 33-34 –

Cele 4 filumuri de plante avasculare, cunoscute în sens larg ca muschi sau briofite, sunt grupate în subregnul Bryobionta.

Se cunosc cca 25 000 de specii actuale de briofite. Acestea sunt plante autotrofe, de dimensiuni reduse, de la cca 1 cm până la, rar, cca 50 cm (*Dawsonia*). Muschii vegetali sunt membri de interes vital în comunitățile de plante actuale.

Ei prezintă o mare importanță filogenetică, susținută în principal de asemănările pe care le prezintă pe de o parte cu algele și pe de altă parte cu plantele vasculare. În schimb importanța lor practică este destul de redusă.

Primele fosile de organisme eucariote, pluricelulare, terestre (probabil hepatice) datează cu 450 mil. ani în urmă. Cele mai vechi fosile de muschi vegetali, aparțin lui *Hepaticites devonicus* (ord. Metzgeriales) și datează cu 360 mil. ani în urmă.

Mediul terestru oferea o serie de avantaje, cum ar fi lumina solară abundentă și un substrat bogat în minerale, avantaje care vor avea o influență majoră asupra cuceririi uscatului de către plante și asupra evoluției acestora. Gametii lor sunt flagelați, deci este necesară prezența apei sau a mediului umed pentru a-și desăvârși fecundatia.

Muschii prezintă o toleranță ridicată față de condițiile de mediu, ceea ce le conferă un important rol ecologic. Sub influența condițiilor stationale, multe briofite s-au adaptat ulterior la cele mai variate medii, în habitate cu umiditate ridicată sau în orice alt tip de habitat, în toate regiunile geografice, de la Ecuator la Poli.

Se consideră că primele forme terestre de plante au evoluat din specii de alge verzi ajunse pe uscat și obligate să supraviețuiască în noile condiții. Ele au căpătat adaptări cu valoare de supraviețuire care s-au transmis genetic. Aceste adaptări includ probabil diferențierea unei porțiuni caulinare supraterane, cu geotropism negativ (viitoarea tulpina) și a unei porțiuni subterane, specializată în absorbția apei și a nutrienților, cu geotropism pozitiv (viitoarea rădăcină). Cucerirea uscatului de către plante pare să fi fost „ajutată” foarte mult de relațiile simbiotice pe care acestea le-au stabilit cu fungii, originea acestora fiind mult mai veche.

Din cauza consistenței lor fine s-au păstrat doar foarte puține fosile care să justifice eventualele ipoteze privind evoluția muschilor. Datele moleculare arată că briofitele ar fi apărut cu mai mult de 700 mil. ani în urmă, deci mult mai mult decât susțin fosilele găsite. De asemenea, studiile moleculare susțin și originea muschilor (plante avasculare) și a plantelor vasculare din același ancestor, reprezentat de un grup de alge verzi. Între cele trei stadii de evoluție, alge – plante avasculare – plante vasculare, au existat probabil numeroase forme intermediare care din păcate nu s-au păstrat ca fosile, sau nu au fost găsite încă.

Caracterele specifice nivelului de organizare al briofitelor se pot aminti:

- Sunt plante avasculare – nu au sistem de transport al sevei (tesuturi conducătoare: xilem și floem)
- Prezintă tesuturi adevărate, ± diferențiate, predominant parenchimatice. Doar la unii dintre cei mai evoluți mușchi se întâlnesc celule speciale numite hidrocite, reunite într-un hadrom, țesut cu rol de conducere a apei, și celule speciale numite leptocite, reunite în leptom, țesut cu rol de conducere a substanțelor nutritive. Dar trebuie precizat că nici hidrocitele și nici leptocitele nu pot fi omologate cu elementele lemnoase și respectiv liberiene din structura țesuturilor conducătoare specifice cormului.
- Nu au rădăcina, tulpina, frunze adevărate, care sunt organe specifice sporofitului la cormofite (reprezentat de corm). Organele cormului sunt diploide, în timp ce rădăcina, tulpina și frunzulețele muschilor sunt haploide și aparțin gametofitului. Deci corpul vegetativ al muschilor este un pseudocorm (tal cormoid) și este reprezentat de generația gametofitica.
- Rizoizii briofitelor (care înlocuiesc rădăcinile cormului) au doar secundară funcția de absorbție, deoarece absorbția se realizează prin toată suprafața talului.
- Briofitele au dimensiuni reduse, deoarece fragilitatea țesuturilor lor, lipsa țesuturilor mecanice, nu le permite o dezvoltare mai mare. În general mușchii se dezvoltă în asociații dense, de dimensiuni reduse, care le conferă totuși o mai mare rezistență.
- Organele gametogene și cele sporogene sunt delimitate de perete pluricelular, astfel ca vorbim pentru prima dată de gametangi și respectiv sporangi. La cele mai evoluțate sporangele (arhespor) este închis în capsulă (urna) și susținut de țesut steril (columela).
- Zigotul germinează „in situ”, în gametangele ♀, al cărui perete crăpa odată cu dezvoltarea embrionului și diferențierea sporofitului;
- Meioza sporogena (are loc la formarea sporilor) astfel ca sporii (briospori) sunt haploizi.

Trebuie să arătăm că dintre alge, charofitele par să aibă un rol esențial în filogenia plantelor terestre, și ca urmare vom aminti câteva dintre caracteristicile comune briofitelor și charofitelor: Characeele prezintă tal evoluat, cladomial, articulat, asemănător chiar cu cormul unor cormofite tipice (Equisetaceae); Structura complexă a talului de la charofite; Perete celular celulozic; Tilacoide grupate în grana; Fitocrom prezent; Pigmentii asimilatori comuni: clorofila a și b, carotenoizi; Produs de asimilație comun: amidon intraplastidial; Anterozoizi flagelați, cu flageli egali.

Inmulțirea briofitelor este asexuată, prin organe pluricelulare, vegetative sau prin organe specializate (spori), și sexuată, prin zigotul rezultat în urma fecundăției.

1. Reproducerea vegetativă se realizează prin: **a)** Fragmentarea protonemei; **b)** Fragmente de gametofit; **c)** Propagule izolate pe marginea talului sau grupate în structuri cupuliforme (cosulete cu propagule); **d)** Bulbii = corpi de germinare care se detașează de gametofit, devenind planta independentă.
2. Asexuat, mușchii se înmulțesc prin spori caracteristici, numiți briospori.
3. Reproducerea sexuată se realizează prin oogamie, care are loc între gameti ♂ mobili (anterozoizi) și ♀ imobili (oosfere), formați în gametangi pedunculati sau nu, protejați de structuri complexe (ex. perichetiu).

Ciclul de viață al briofitelor este digentic haplo-diplofazic, cu generații heteromorfe, cu gametofit dominant, independent și sporofit dependent de gametofit.

CARACTERIZAREA GENERALĂ A SPOROFITULUI (CORMULUI) LA FERIGILE ACTUALE

– pg. 42-43 –

Sporofitul reprezintă planta propriu-zisă. El este independent, reprezentat de corm. Cormul ferigilor actuale este în general erbaceu, dar poate fi și arbustoid, arborescent sau lianoid. Dimensiunile cormului variază

de la cativa cm până la zeci de m. Ramificatia este dichotomică, pseudodichotomică, rar verticilată sau monopodială.

Rădăcina principală lipseste la maturitate, fiind înlocuită de rădăcini adventive, cu piloriză, care se formează pe rizom.

Tulpina este în general subterană (rizom) mai rar supraterană, la ferigile arborescente și lianoide. Cilindrul central (stel) este foarte variabil: protostel – eustel – atactostel, iar xilemul este primitiv, alcătuit din traheide, rar trahee.

Frunzele sunt compuse sau, mai rar, simple, cu forme și dimensiuni variabile. În funcție de rolul pe care-l îndeplinesc frunzele ferigilor pot fi: **a)** Trofofile (sterile, verzi); **b)** Sporofile (brune, fertile; la heterospore se diferențiază macrosporofile și microsporofile); **c)** Trofosporofile (rol dublu, trofic și de protecție a sporangilor). Prefoliația este circinată.

În funcție de origine, structura și dimensiuni frunzele pot fi:

1) Enatii (emergente nevascularizate ale telomului);

2) Microfile (frunze primitive, mici, uninerve). Unicul fascicul vascular al protostelului se desprinde din stel fără a provoca întreruperea acestuia, deci fără lacuna foliară.

Cf. teoriei enatiei microfilele au origine axială și s-au diferențiat inițial ca emergente (enatii, solzi, scvame) ale axului telomic, în mai multe etape:

Etapa **I**. Enatii nevascularizate, emergente (*Psilophyton*);

Etapa **II**. Un fascicul vascular înaintează numai până la baza emergentei care va fi parțial vascularizată (*Asteroxylon*);

Etapa **III**. Microfila este vascularizată până în varf, de un singur fascicul, neramificat.

3) Macrofile (frunze de regulă compuse, mai mari). În ele pătrund și se ramifică mai multe fascicule vasculare, realizând o nervatie (nervatiune). La desprinderea fascicului vascular foliar din stelul tulpinal se formează o lacună foliară (întrerupere). Nervatia este mai des penată, mai rar palmat-ramificată.

Cf. teoriei telomice macrofilele s-au format prin aplatizarea și lățirea ramificațiilor dichotomice ale axelor, care continuă să crească lateral, foliarizându-se, în mai multe etape:

➤ Una dintre axe crește mai mult, “depășind-o” pe cealaltă;

➤ Telomii se orientează într-un singur plan

➤ Telomii dichotomic ramificați concresec lateral

➤ Spațiul dintre ramificații se umple cu țesut

Pe sporofitul ferigilor se diferențiază sporangii cu perete pluricelular. Aceștia au origine caulinară, atestată de poziția lor în varful axelor telomice la ferigile fosile. Evoluția lor se explică tot prin teoria telomică, un rol important având fenomenele de “depășire” și “reducere” a telomilor în cursul dezvoltării și evoluției lor.

Sporangii pot fi solitari sau grupați în sori sau sorocarpi (sporocarpi).

Sporangii pot fi:

A. Eusporangiați, primitivi, cu pereți groși, pluristratificați. Aceștia se dezvoltă dintr-un grup de celule meristematice foliare.

B. Leptosporangiați, la ferigile mai evoluat. Aceștia prezintă perete subțire, unistratificat și se formează de la o singură celulă inițială.

Sorii sunt grupe de izosporangii dispuse pe marginea sau pe fața inferioară a macrofilelor. Ei pot rămâne individualizați, acoperiți sau nu cu induzie, sau pot să conflueze, fiind protejați de marginea rasfrântă a frunzei (*Pteridium aquilinum*) de scvame (*Asplenium ceterach*) etc.

Sporocarpii sunt grupări de sporangii, caracteristici ferigilor acvatice (Hydropterididae), heterospore. Un sporocarp poate fi format numai din microsporangii (se numește microsporocarp) sau numai din macrosporangii (se numește macrosporocarp), sau poate fi mixt, cu micro- și cu macrosporangii. Sporocarpii sunt delimitați de un perete pluricelular de origine diferită.

Forma sorilor, sporangilor și sporocarpilor este variabilă, funcție de specie.

Sporii sunt haploizi, imobili, izospori sau heterospori (diferențiați în microspori formați în microsporangii și macrospori formați în macrosporangii). Heterosporia este rară la speciile actuale dar are importanță filogenetică, la spermatofite devenind un caracter generalizat. Sporii sunt protejați de o sporodermă alcătuită din: **a)** Exospor (situat la exterior, mai gros, ornamentat); **b)** Perispor (invelis de natură gelatinoasă, dispus peste exospor, care în contact cu apa se gelifică; el protejează sporul de uscăciune); **c)** Endospor (dispus la interior, subțire).

ORIGINEA ȘI FILOGENIA FERIGILOR

– pg. 41 –

Încă de la începutul secolului trecut era acceptată teoria conform căreia plantele vasculare fără semințe și briofitele, ca și celelalte plante terestre de altfel, au origine comună, într-un strămos algal (Bower, 1908),

probabil din fil. *Chlorophyta* (fig. 5). Mai mult decat atat, talul articulata, cu ramificatie verticilata de la *Charophyceae* – *Chara* este foarte asemanator cormului de la *Equisetum* (Sphenophyta). Unii considera ca aceasta asemanare este suficienta pentru a accepta originea ferigilor dintr-un ancestor charoficean.

Evolutia ar fi putut urma doua cai:

1. Fie ca s-a pornit de la o alga cu gametofit dominant (deci corp vegetativ haploid) in ciclul sau de viata si prin evolutie au luat nastere plantele avasculare.

2. Fie ca s-a pornit de la o alga cu sporofit dominant (deci corp vegetativ diploid) in ciclul sau de viata, caz in care evolutia a condus la aparitia plantelor vasculare. Aceasta varianta nu ar sustine insa originea ferigilor din charoficee deoarece acestea au ciclul de viata monogenetic hapofazic, deci talul este haploid, in timp ce cormul ferigilor este diploid.

Ferigile sunt primele plante care, alaturi de muschi, au cucerit uscatul, evoluand si dominandu-l apoi cca. 100 milioane ani. Se poate presupune ca au aparut in urma cu cca. 430 mil. ani (cf. datelor fosile), sau cu cca. 700 milioane ani (cf. datelor moleculare). Nu exista fosile din perioada intermediara. Plantele au atins apogeul dezvoltarii lor cam cu 350 mil. ani in urma.

Primele regiuni de uscat colonizate au fost cele cu climat umed, ploios, zonele inundabile etc. In Carbonifer, zona ecuatoriala era acoperita de paduri intinse, avea o clima calduroasa, umeda, raspunzand cel mai bine cerintelor noilor ocupanti.

Speciile erau numeroase si foarte diversificate (erbacee, lemnoase – arborescente, cu inaltime de peste 1 m, liane) si produceau o cantitate mare de biomasa. Diversificarea si cresterea lor era favorizata de lipsa competitiei, resurse nelimitate de nutrienti si lumina din belsug.

Se pare ca supravietuirea si dezvoltarea plantelor terestre a fost influentata si de factori biotici, reprezentati de fungi si animale (insect, amfibieni). Fungii au jucat un rol important in colonizarea uscatului deoarece intrau in asociatii simbiotice cu plantele carora le asigurau absorbtia, umectarea corpurilor vegetative.

Evolutia ferigilor a fost gradata. Ultima etapa a evolutiei algelor (evolutia talului algal) si prima etapa a evolutiei plantelor (aparitia cormului) a fost marcata de aparitia stelului. Acesta avea structura primitiva, fiind reprezentat de protostel, alcuit dintr-un cilindru lemnos dispus central, si inconjurat de liber. Prezenta protostelului a dus la aparitia telomului (corp vegetativ vascularizat). Aceasta este teoria telomica, conform careia cormul are origine telomica.

Primele resturi fosile de plante vasculare provin din Devonian si au fost descoperite in 1859, de catre John Dawson, in Quebec (Canada). Cormofite fosile (intregi) au fost descoperite in anul 1917, la Rhynie (Scotia), ca impresiuni in roca granitica. Acestea erau reprezentate de tulpini fotosintetizante de cca. 1 m inaltime, ramificate dichotomic, cu sporangi terminali, ce cresteau in mlastini acide. Ex. *Rhynia major*, *Cooksonia*, *Horneophyton*.

PLANTE VASCULARE CU SEMINTE (SPERMATOPHYTA)

– pg. 49 –

Spermatofitele (plante cu samanta) reprezinta marea majoritate a plantelor actuale (cca 251 000 specii).

In evolutie samanta apare relativ tarziu, dupa cca. 100 milioane ani de la aparitia primelor plante din algele verzi. Aceasta perioada a fost marcata de dominanta briofitelor si ferigilor care au beneficiat primele de avantajele vietii terestre. Aparitia lor, spre sfarsitul Carboniferului, avea loc la cca 319 milioane ani de la aparitia vietii terestre. Samanta este o planta in miniatura (embrionul) insotita de un supliment nutritional, totul inclus intr-un invelis protector (tegumentul seminal). Ea reprezinta legatura biologica sexuala intre cele 2 generatii, si in acelasi timp legata intre trecut si viitor (protejeaza genele ce trebuie transmise generatiei viitoare).

Aparitia semintei prezinta o serie de avantaje selective, dintre care: **a)** Permite plantei sa supravietuiasca unor conditii vitrege; **b)** Tegumentul seminal nu permite atacul fungilor, bacteriilor; **c)** Are rezerve nutritionale pentru embrion si plantula; **d)** Adesea au adaptari specifice pentru diseminare, contribuind la raspandirea speciei.

Aparitia spermatofitelor este marcata la randul sau avantaje adaptative, dintre care pe primul loc este prezenta tubului polinic, care asigura transportul spermatiei spre ovul. Alte avantaje semnificative sunt reprezentate de faptul ca gametofitul este protejat in interiorul sporofitului, iar embrionul este protejat in samanta.

Evolutia semintei este indeaproape legata de evolutia sporangilor si sporofitelor de la ferigi. Primele plante vasculare aveau telomi fara frunze, cu sporangii terminali. Apoi au luat nastere enatiile nevascularizate, care au devenit treptat microfile uninerve, si apoi macrofile, formate din ramificatii telomice scurte, aplatizate, unite intre ele prin tesut.

Odată cu apariția enatiilor și microfielelor și mai târziu a macrofielelor, sporangii coboară din vârful axelor în axila unor sporofite, grupate sau nu în strobili, pentru că în final să se grupeze în sori pe marginea sau pe dosul macrofielelor.

Trecerea de la ferigi care aveau gametofit independent, la spermatofitele cu gametofiti dependenți și chiar incluși în sporofit s-a realizat treptat, paralel cu evoluția sporangilor, în mai multe etape.

Apariția semintei a fost marcată de 2 caracteristici esențiale. Pe de o parte heterosporia, prezintă la ferigi din ord. *Lepidodendrales*, *Selaginellales*, *Isoetales*, se generalizează la gimnosperme. Pe de altă parte dezvoltarea endosporică a gametofitului, prezintă la câteva ferigi heterospore, va fi și ea generalizată la gimnosperme. Din păcate formele intermediare, care ar putea să traseze etapele și succesiunea evoluției semintei au dispărut (sau nu au fost găsite încă!).

CARACTERE GENERALE ALE SPERMATOFITELOR ACTUALE

– pg. 49-50 –

Spermatofitele actuale sunt plante lemnoase (arbori, arbusti, liane), erbacee (anuale, bisanuale, perene) și exclusiv heterospore; monoice sau dioice. Ele prezintă organe și grupări de organe vizibile, specializate în reproducere (deci sunt fanerogame), iar cele mai evoluate dintre ele prezintă flori cu sau fără periant (sunt antofite).

Macrosporangele este evoluat, numit nucela, înconjurat de macrosporofite modificate care alcătuiesc integumentul (sunt deci angiosporangiate). Structura nou apărută, nucela este închisă în integument și în felul acesta se formează un organ nou, numit ovul (sunt deci ovulate). Sămanta se formează din ovul în urma fecundăției.

Macrosporul nu se desprinde de planta-mamă, el germinează în nucelă (deci în ovul), dând naștere gametofitului ♀ (macrogametofit, macroprotal). Pe macroprotal se formează arhegoane (deci sunt arhegoniate). Dezvoltarea gametofitului ♀ fiind endosporă, spermatofitele sunt endoprotaliat.

La spermatofite sacii polinici (microsporangii, la ferigile heterospore) sunt dispusi pe stamine sau solzi staminali (microsporofitele de la ferigi). În general gametii ♂ ai spermatofitelor sunt neflagelati (spermatii), excepție făcând doar unele grupe de gimnosperme primitive.

Fecundăția se realizează cu ajutorul unui tub polinic, fiind o sifonogamie. La germinarea zigotului se formează un embrion. Deci sunt embriofite sifonogame.

Sunt producătoare de seminte, de unde derivă chiar denumirea de spermatofite care se atribuie acestui grup. Spermatofitele includ cca. 760 specii de gimnosperme și aproape 250 000 specii de angiosperme.

CARACTERIZAREA SPOROFITULUI LA GIMNOSPERME

– pg. 51-54 –

Generația sporofitică este dominantă ca durată și volum, reprezentată de planta propriu-zisă, cu corm complet, independent. Cormul este autotrof, fotosintetizant, ades micorizant.

Gimnospermele sunt exclusiv lemnoase, cu meristeme secundare prezente. Xilemul este alcătuit din traheide cu punctuațiuni areolate (Pinales), scalariforme, spiralate (Cycadophyta), sau (numai la Gnetophyta) din trahee inelate. Floemul este lipsit de celule anexe. Ramificația este monopodială, rar simpodială (Ginkgophyta), sau dichotomică la formele primitive.

Rădăcina prezintă structură endarhă (xilemul se maturează centrifug) și ramificație monopodială sau simpodială.

Tulpina poate fi un stip neramificat, foliat doar terminal (Cycadophyta), diferențiată în trunchi și coroană, lianoidă (*Gnetum*), un butuc redus prin neotenie, neramificat (*Welwitschia*), foarte scurtă, un cotor de numai câțiva cm (*Ephedra*) etc. Ramificația tulpinii este monopodială (Pinophyta) sau simpodială (Ginkgophyta). Tulpina poate fi articulată (*Ephedra*) sau nu, cu ritidom bine dezvoltat, iar scoarta și măduva reduse (excepție *Cycas* la care măduva este dezvoltată, cu structură parenchimatice, îndeplinind și rol de depozitare a amidonului). Uneori xilemul secundar formează un duramen pronunțat. Razele medulare sunt dispuse omogen. Unele prezintă canale rezinifere ("rășinoase" – Pinophyta), altele canale secretoare de gome (Cycadophyta).

Ramurile pot fi a) Macroblaste (dolicoblaste), sau b) Microblaste (brachiblaste). Uneori ramurile sunt articulate (*Ephedra*).

Frunzele sunt uneori reduse, scvamiforme (*Ephedra*), sau alteori pot avea o morfologie foarte variată: aciculare (Pinaceae), solziforme (Cupressaceae), lățite, eliptice (*Cordaites*, *Gnetum*, *Podocarpus*), bilobate sau în forma de evantai (*Ginkgo biloba*), bandiforme (*Welwitschia mirabilis*), penat-divizate (Cycadophyta, Bennettiales), pteroid, asemănătoare ferigilor (Pteridosperme). Au dimensiuni variabile, de la cca. 1 cm (*Ephedra*) până la câțiva cm și chiar 1–2 m (Cycadophyta, *Welwitschia*).

În general frunzele cad pe rând, la intervale de 2–12 (uneori 50) ani, fiind considerate sempervirente. La *Welwitschia* frunzele trăiesc cca. 2000 ani, cât întreaga plantă și își mențin lungimea relativ constantă (cca. 2

m) datorită unui meristem de creștere situat bazal. Uneori frunzele cad împreună cu microblastul pe care sunt inserate (*Taxodium*). Sunt și specii cu frunze caduce anual (*Larix*, *Ginkgo*, *Taxodium distichum*, *Metasequoia*).

De obicei frunzele sunt simple, rar compuse, dispuse: solitar, fasciculat (*Pinus*), altern (*Taxus*), spiralat (*Picea*), opus (*Ephedra*), verticilat (*Juniperus*), imbricat (*Thuja*) etc. Nervatia este uninerva la frunzele aciculare, dichotomica la *Ginkgo biloba*, penata la *Gnetum*, paralela la *Welwitschia*.

Adesea frunzele prezintă adaptări la uscăciune: au epiderma bogat cutinizată, cerată, au stomate situate sub nivelul epidermei (stomate "în criptă"), au mezofil bogat în cloroplaste, și canale secretoare.

Organele reproducătoare se formează pe sporofit. Pentru prima dată în seria evolutivă organele reproducătoare sunt complexe și superior organizate, adesea asemănându-se unor flori veritabile (Gnetophyta). La nivelul lor se formează sporii. Sunt exclusiv unisexuate (exceptie Bennettitaleles fosile !!), monoice sau dioice. Uneori sunt însoțite de elemente sterile, cum sunt solzii bracteați (*Pinus*), sau cele 2 bractee concreșcute de la *Ephedra*, ce pot fi considerate chiar un periant primitiv. Aceste organe reproducătoare reprezintă un lăstar scurt, de obicei terminal, mai rar axilar, pe care sporofitele sunt dispuse spirociclic.

Organele reproducătoare de la gimnosperme au în general conformație strobilară, fiind reunite în conuri.

Chiar dacă la gimnosperme nu putem vorbi încă de „floare” ca organ de reproducere specializat, este evident că organele lor de reproducere sunt structuri specializate, premergătoare „florii adevărate”, cu ajutorul cărora se poate explica originea evolutivă a florii.

Organele de reproducere la gimnosperme se pot omologa cu cele de la ferigi. Deci în alcătuirea lor întâlnim: sporofitele și sporangi.

Sporofitele. Deoarece gimnospermele sunt heterospore, se diferențiază:

a. Microsporofitele (solzi staminali, „stamine” primitive), care corespund microsporofitei de la ferigile heterospore și protejează microsporangii cu microspori, care vor forma microgametofiti (microprotale sau gametofiti ♂). De regulă sunt grupate în conuri ♂ mici care pot fi la rândul lor grupate către varful ramurilor.

Forma și dimensiunile microsporofitelor sunt foarte variate. Ele pot fi mari, penat-divizate (Pteridospermales, Bennettitales), peltate (*Taxus*), solziforme, cu 2-n saci polinici (Pinaceae, Cycadaceae) etc. Microsporofitele pot fi filamentoase, scurte de numai câțiva mm, neramificate (*Ginkgo*), sau filamentoase, ramificate (*Ephedra*).

Solzii staminali sunt dispusi spiralat, formând conuri (Cycadophyta, Pinales), sau alții formează complexe reproducătoare amentiforme, laxe (*Ginkgo*). Pe solzii staminali sunt dispusi câte 1–2 sau mai mulți saci polinici în care se formează granulele de polen.

Sacii polinici corespund microsporangilor de la ferigile heterospore. Pentru a elibera polenul sacii polinici crapa longitudinal (*Abies*) sau transversal. Granulele de polen unicelulare corespund microsporului de la ferigile heterospore

b. Macrosporofitele (solzi carpelari, „carpele” primitive) corespund unor sporofite ce protejau macrosporangii la ferigile heterospore. Ele pot fi grupate sau nu în conuri ♀, de regulă mai mari decât cele ♂, și solitare.

Forma solzilor carpelari este variată: cupa (*Ginkgo*, *Taxus*), solziforma (Pinaceae), foliacee, diferențiată într-o parte fertilă, bazal, și una sterilă, spre varf (*Cycas*). La *Caytonia* macrosporofila este răsucită în jurul ovulului pe care-l încheie într-o cavitate. (Nu se omologhează ovarului care se formează prin răsucirea longitudinală a sporofitei).

Atât la conurile ♂ cât și la cele ♀, sporofitele sunt dispuse spirociclic, pe un ax care poartă la baza elemente protectoare, sterile (complex bracteaț, bractee).

Ovulul apare pentru prima dată în seria evolutivă la gimnosperme. La formarea lui participă atât macrosporofila (corespunde celei de la ferigi!) cât și macrosporangele care suferă modificări importante. Macrosporofila concrește cu sporofitele vecine, înconjură și încheie macrosporangele, formând integumentul, care lasă doar o mică deschidere numită micropil, care permite patrunderea gametului ♂ și fecundatia. Macrosporangele închise în integument devine acum nucela.

Heterosporii se formează în nucela (macrospor) și respectiv în sacii polinici (microspori). Ei sunt meiospori (haploizi), formându-se prin meioză (meioză sporică). Macrosporul rezultă din diviziunea celulei-mame macrosporală din nucelă. El nu parasitează nucela, se formează, germinează, se dezvoltă și se transformă în gametofit în nucela, deci în interiorul ovulului. Microsporul este reprezentat de granulul de polen unicelular (pană la prima diviziune). Apariția granulului de polen reprezintă o modificare evolutivă semnificativă. Forma granulei de polen este mai des elipsoidală sau sferică. Granula de polen este protejată de un involuș pluristratificat, care corespunde sporodermei de la ferigi.

ORIGINEA ȘI EVOLUTIA ANTOFITELOR

Se cunosc ca fosile abia cu 135 – 145 mil. ani in urmă dar unele caractere au fost evidentiaste la fosile de cca. 200 mil. de ani vechime. Evolutia lor a fost favorizată de dezvoltarea si diversificarea insectelor (Cretacic, Jurassic) → facilitează polenizarea incrucisată → favoriza aparitia mutatiilor. In Neozoic gimnospermele intră in declin → angiospermele ating maximul de expansiune, pozitie pe care o păstrează si astăzi. Dovezile moleculare sugereaza ca angiospermele s-au desprins de alte spermatofite cu cel puțin 280 mil. ani in urma. Acestea sunt sustinute si de dovezi biochimice: in sedimente vechi de 290 – 235 mil. ani s-a descoperit oleanan, produs numai de angiosperme nu si de gimnosperme.

Evolutia angiospermelor a fost favorizată de o serie de caractere, cum ar fi:

- Capacitatea de a forma seminte; Fecundatia sifonogama – prin tub polinic;
- Fecundatia dubla care duce la formarea endospermului secundar ce hraneste embrionul;
- Ovule inchise in ovar (gr. “angios”=inchis; “sperma”=samanta);
- Ovarul provine din modificarea macrosporofitei de la gimnosperme (solz carpelar);
- Samanta inchisa in fruct. Fructul este un ovar ajuns la maturitate. Fructele protejeaza semintele dar ajuta si la diseminare, uneori avand adaptari specifice.
- Elemente vasculare evolute (trahee) – cresc eficienta transportului sevelor.
- Caderea frunzelor confera o utilizare mai eficienta a apei, astfel ca in perioadele critice supravietuirea are loc cu consum energetic minim.
- Aparitia si chiar dominanta polenizarii incrucisate, entomogame, zoogame, favorizata de numarul tot mai mare de animale terestre si in special insecte, diversificarea florilor (culori, forme, mirosuri) etc.

Originea si evolutia florii. Florile reprezinta axe (lastari) cu crestere definita, special structurate pentru reproducere. In legatura cu aceasta au fost elaborate mai multe teorii. Cf. teoriei telomice (caulinara) – floarea este constituita dintr-un complex de axe latite, modificate, unele sterile (sepale, petale), altele specializate pentru reproducere (stamine, carpele).

Sporofitele care protejau microsporangii la ferigi iar la gimnosperme devenisera solzi staminali, la angiosperme au evoluat in **stamine**. Sporofitele care protejau macrosporangii la ferigi, iar la gimnosperme devenisera solzi carpelari, la angiosperme au format **carpelele**.

Sepalele si petalele au evoluat din frunze sterile asociate cu sporofitele fertile.

Florile pot fi lipsite de unul sau altul dintre tipurile de sporofite sterile (sepale, petale) dar intotdeauna exista cel puțin unul dintre tipurile de sporofite fertile (stamine sau carpele).

Diferentierea si diversificarea componentelor florii poate fi urmarita in evolutie la multe specii actuale (ex. trecerea stamine – petale la *Nymphaea alba*). Sepalele si petalele evolueaza de la forme asemanatoare, identice (periant simplu, homiochlamideu) spre forme diferite (periant dublu, heterochlamideu).

Carpelele la inceput libere, fuzioneaza treptat intre ele formand gineceul sincarp. In evolutie numarul elementelor florale se reduce si se stabilizeaza treptat (5 – 4 – 3).

Disponerea elementelor florale evolueaza de la spirociclica pana la verticilata, ciclica.

Simetria radiara a periantului face loc, la formele mai evolute, simetriei bilaterale, zigomorfe.

Floarea atinge la acest nivel max. dezvoltarii si diversificarii. Ea confera angiospermelor avantajul ca ambii gametofiti (♂ si ♀) se formeaza in majoritate pe aceeasi planta si in aceeasi structura specializata. Ca urmare Floarea **bisexuata** este considerată floare perfecta deoarece aceeasi structura adaposteste ambii gametofiti, iar floarea **unisexuata** este considerată floare imperfecta, incompleta, deoarece adaposteste numai un gametofit, ♂ sau ♀.

Evolutia si specializarea extrema a florii gimnospermelor pana la nivelul angiospermelor actuale a fost influentata de conditiile climatice de la sfarsitul Jurasicului. Acestea au impus:

- Protejarea: Sacilor polinici (a luat nastere antera); Ovulului (a luat nastere ovarul); Semintei (a luat nastere fructul – dubla protectie a embrionului).

- Formarea endospermului secundar care reprezinta un supliment nutritiv pentru embrion .

Ipoteze privind evolutia florii complexe a angiospermelor din floarea gimnospermelor:

A. Ipoteza pseudantieii = a florii false: a derivat prin simplificare din floarea unor gnetofite stravechi. Deci prima floare a fost unisexuata, si cel mai primitiv grup = *Hamamelidae*.

B. Ipoteza euantieii: a derivat din floarea unui gimnosperm bisexuat (*Bennettitales*). Deci prima floare a fost bisexuata, iar cel mai primitiv grup = *Magnoliidae*.

C. Ipoteza ce sustine originea polifiletica a angiospermelor din mai multe grupe de gimnosperme.

CARACTERIZAREA SPOROFITULUI LA ANTOFITE

– pg. 61-63 –

Sporofitul este dominant, independent, de dimensiuni variabile, reprezentat de corm complet, diferentiat in radacina, tulpina si frunze. Are structura complexa. Consistenta sa poate fi **lemnosa** la: (**a**) arbori cu tulpina diferentiata in trunchi (neramificat) si coroana (partea ramificata), sau cu stip (tulpina neramificata,

frunzele dispuse in buchet terminal); **b**) arbustoizi (*Cydonia, Cornus*); **c**) arbusti (*Spiraea, Rosa*); **d**) Subarbusti sau semiarbusti (*Rubus, Vaccinium*); **e**) liane cu tulpini volubile (*Hedera helix*) sau cataratoare (*Vitis*) etc.); erbacee sau suculenta (foarte longevive; succulența este o adaptare la condițiile de mediu).

Longevitatea sporofitului este variata, de la cateva saptamani → zeci, sute si chiar mii de ani. Speciile lemnoase sunt perene. Cele erbacee pot fi:

- Anuale – ciclul lor de viata se desfasoara pe parcursul unui singur an;
- Efemere – isi termina ciclul de viata primavara devreme, in cateva saptamani (*Galanthus nivalis*)
- Bisanuale – ciclul lor de viata se desfasoara pe parcursul a doi ani (*Daucus carota, Allium cepa*);
- Vivace – infloresc si fructifica o singura data dupa mai multi ani de vegetatie, apoi mor (*Agave americana* poate trai cca. 100 ani)
- Perene – *Cirsium, Medicago*.

Dimensiuni variabile de la cativa mm in Ø (*Wolffia, Lemna*) până la câteva sute de m lungime (*Calamus draco* – liana de > 300 m L).

Rădăcina: Subterane, acvatice, supraterane (asimilatoare), adventive. D.p.d.v. morfologic radacinile pot fi: pivotante (*Brassicaceae*), firoase (*Poaceae*), fasciculate (arbori). Variabilitatea sa este adesea determinata de adaptarea la mediu. Xilem alcatuit din trahee si floem din tuburi ciuruite cu celule anexe (lipseau la gym!).

Tulpina: Subterane (rizom, tuberculi, bulbi, bulbotuberi), supraterane, acvatice. In functie de modul de crestere pot fi: ortotrope (erecte), plagiotrope (repente), ascendente, procumbente. Tulpinile pot fi neramificate sau ramificate. Ramificatie laterala, monopodiala, simpodiala, mixta, infratire. Ramificatia poate duce la formarea de microblaste (brachiblaste, ramuri scurte, ramuri de rod) si macroblaste (dolicoblaste, ramuri lungi, ramificate). Xilem cu trahee, foarte rar traheide cu punctuatiuni areolate (la primitive), cu xiloholozid specific angiospermelor.

Mugurii sunt formatiuni totipotente cu structura embrionara care asigura formarea florilor, frunzelor si ramificarea tulpinii. Pot fi: vegetativi (foliari), florali (floriferi), micști. Mai pot fi: acoperiti de catafile sau nuzi. Pot fi sesili sau pedicelati. Pot fi: terminali (apicali); laterali (axilari); suplimentari; dorminzi; adventivi.

Frunza prezinta mare variabilitate morfologica si anatomica. Frunzele pot fi caduce sau persistente (cad gradat). O frunza completa este formata din:

◆ Limb (lamina) – se caracterizeaza prin forma, margine, baza, varf, nervatiune. In functie de limb frunzele pot fi: **a**) simple sau **b**) compuse (din foliole dispuse pe rahis) – palmat compuse sau penat compuse. Nervatiunea reprezinta modul de ramificare a nervurilor; poate fi: palmata; penata; paralela; arcuata etc. Marginea limbului poate fi: intreaga; cu incizii mici, sau cu incizii mari.

◆ Petiol – cand lipseste frunza e sesila. Frunzele sesile pot fi: amplexicaule, decurente, perfoliate, conate.

◆ Baza frunzei – se fixeaza pe tulpina. Poate forma teaca (*Poaceae, Cyperaceae*) sau vagina (*Apiaceae*).

Anexele foliare – insotesc frunzele. Ele pot fi: Stipele (*Rosaceae, Fabaceae*), Ochree (*Polygonaceae*), Ligula (*Poaceae*).

Filotaxia reprezinta modul de dispunere a frunzelor pe tulpina; poate fi: **a**) Alterna; **b**) Opusa; **c**) Verticilata; **e**) Rozeta bazala.

Sexul florii: Unisexuate (♀ si ♂) sau Bisexuate (hermafrodite). In functie de sexul florilor sale, o specie poate fi: **a**) Monoica; **b**) Dioica; **c**) Trioica, sau **d**) Poligama.

Alcatuirea florii:

a. Pedicel floral; cand lipseste florile sunt sesile.

b. Receptacul = portiunea apicala, mai dilatata a pedicelului. Pe el se insera toate celelalte elemente ale florii. Poate fi: plan, concav, convex.

c. Periant (invelis floral) simplu (perigon petaloid sau sepaloid) sau dublu; cand lipseste florile sunt achlamideice. Este reprezentat de Caliciu (**K**) – totalitate sepale, si Corola (**C**) – totalitate petale.

d. Organele reproducatoare: Androceu (**A**) – totalitate stamine (Stamina alcatuite din filament, conectiv, antera); Gineceu (**G**) – totalitate carpele (Carpela alcatuite din ovar, stil, stigmat).

Ovulul este alcatuit din: **a**) 2 integumente (extern, intern), uneori 1 (*Apiaceae*), sau absent (parazite); **b**) micropil si **c**) nucela initial 2n, reprezentand macrosporangele.

In functie de lungimea stilului florile pot fi brevistile sau longistile. Stigmatul are glande care secreta viscina ce retine polenul pe suprafata.

Elementele florii pot fi dispuse: spirociclic, hemiciclic sau ciclic. In functie de numarul de elemente din fiecare ciclu florile pot fi 3-mere, 4-mere, 5-mere, polimere.

Inflorescentele pot fi:

• Racemoase, monopodiale – florile au dezvoltare centripeta: racem, corimb, spiculet, umbela, spadix, capitul, calatidiu, ament.

• Cimoase, simpodiale – florile au dezvoltare centrifuga: monochaziu (cima unipara), dichaziu (cima bipara), pleiochaziu (cima multipara).