

Botanică – Morfologia plantelor

**ELENA SĂVULESCU**

**BOTANICĂ**

**MORFOLOGIA PLANTELOR**

**USAMVB – BUCUREȘTI**

**2009**



## CUPRINS

INTRODUCERE .....	5
CAP. 1. CITOLOGIA VEGETALA.....	7
1.1. COMPONENTELE CELULEI VEGETALE EUCARIOTE.....	8
1.2. DIVIZIUNEA CELULELOR.....	18
CAP. 2. HISTOLOGIA VEGETALĂ.....	23
2.1. ȚESUTURI MERISTEMATICE (FORMATIVE).....	23
2.2. ȚESUTURI DEFINITIVE.....	26
2.2.1. ȚESUTURI DE APĂRARE.....	26
2.2.2. ȚESUTURI FUNDAMENTALE (PARENCHIMURI) .....	30
2.2.3. ȚESUTURI CONDUCĂTOARE.....	32
2.2.4. ȚESUTURI MECANICE .....	35
2.2.5. ȚESUTURI SECRETOARE .....	37
2.2.6. ȚESUTURI SENZITIVE.....	39
CAP. 3. ORGANOGRAFIA.....	43
3. 1. RĂDĂCINA (RADIX) .....	44
3.2. TULPINA (CAULIS) .....	56
3.3. FRUNZA (FOLIUM) .....	72
3.4. FLOAREA (FLORES) LA ANGIOSPERME.....	90
3.5. SĂMÂNȚA (SEMEN) .....	112
3.6. FRUCTUL (FRUCTUS).....	119



## INTRODUCERE

**Biologia (de la grec. bios = viață și logos = știință)** este știința care se ocupă cu studiul tuturor organismelor care trăiesc pe pământ.

Aceasta cuprinde două mari ramuri: **Botanica** și **Zoologia**.

**Botanica (de la grec. botane = iarbă, plantă)** este știința care se ocupă cu studiul plantelor sub diverse aspecte, cum ar fi: organizarea externă și internă a plantelor, clasificarea și răspândirea lor pe glob, modul lor de asociere în funcție de cerințele plantelor față de condițiile mediului și importanța lor.

Diversitatea mare de probleme, cu care se ocupă botanica, a condus la formarea unor discipline cum ar fi:

**Morfologia plantelor (de la grec. morphe = formă și logos = știință)** studiază forma exterioară și structura internă a organismelor vegetale, variațiile formei și structuri sub influența factorilor de mediu.

**Sistematica sau Taxonomia (de la grec. taxis = rânduială, nomos = lege)** se ocupă cu identificarea, descrierea plantelor și clasificarea lor în unități sistematice de diferite valori, alcătuind un sistem natural de clasificare. Din această ramură s-au separat: *Virusologia*, care studiază virusurile, *Bacteriologia*, studiază bacteriile, *Micologia*, studiază ciupercile, *Algologia* se ocupă de studiul algeilor, *Lichenologia* se ocupă cu studiul lichenilor, *Briologia* studiază mușchii.

**Fitocologia** studiază relațiile dintre plante și comunitățile de plante cu mediul.

**Fitocenologia (Fitosociologia)** se ocupă cu modul de asociere a plantelor în unități de vegetație și raporturile care se stabilesc între acestea și factorii mediului.

**Fitogeografia** studiază răspândirea speciilor și a comunităților de plante pe care acestea le alcătuiesc în diferite zone ale globului.

**Paleobotanica** studiază resturile vegetale, fosile provenite din erele geologice.

**Fiziologia** se ocupă cu studiul proceselor biochimice la plante și cu funcțiile organelor, manifestări prin care se realizează schimbul de substanțe și de energie între plante și mediul înconjurător (metabolismul).

**Fitopatologia** studiază bolile plantelor sub raportul cauzelor (agenților) care le provoacă și a răspunsului organismului atacat.

**Genetica** se ocupă cu studiul eredității și a variabilității caracterelor în succesiunea generațiilor.

Între botanică și științele agricole există o legătură foarte strânsă, întrucât stabilirea modului de cultură a plantelor presupune în primul rând cunoașterea temeinică a biologiei acestora, lucrările de pregătire a solului, ca și cele de întreținere a plantelor cultivate au un singur scop și anume, acela de a crea condiții ecologice cât mai apropiate de nevoile optime pentru creșterea și fructificarea plantei luate în cultură. Astfel, botanica are legături strânse cu o serie de științe agricole: *Fitotehnie, Viticultura, Pomicultura, Legumicultura, Floricultura, Ameliorarea plantelor, Fitopatologia etc.*

Cunoscând biologia plantei se poate elabora o tehnologie de cultură adecvată. De asemenea numai dacă se cunosc îndeaproape buruienile dintr-o cultură se poate face combaterea lor cu rezultate bune.

În procesul de ameliorare, pentru a se imprima plantei anumite caractere, care direct sau indirect contribuie la ridicarea producției, trebuie bine cunoscută structura organelor plantei, caracterele morfologice, precum și cerințele față de factorii ecologici.

La îmbunătățirea pajiștilor, cunoștințele de botanică, nu numai că sunt de un real folos ci fără ele nu se poate acționa.

## CAP. 1. CITOLOGIA VEGETALA

**Cuvinte cheie:** Celula, perete celular, membrane plasmatică, citoplasma, organite celulare;

**Obiective:**

- Definiția celulei vegetale;
- Morfologia și structura celulei;
- Cunoașterea și importanța diviziunii celulare directe și indirecte (mitoza și meioza)

Citologia se ocupă cu studiul structurii celulei și a organelor sale.

Celula reprezintă unitatea morfologică, structurală și funcțională a plantelor. Ea a fost văzută pentru prima dată la microscop de către Robert Hooke, în anul 1667, când a analizat o secțiune subțire printr-un dop de plută și a observat numeroase cămăruțe (celule). Aceste celule erau moarte și prezentau numai perete celular. Pe măsură ce s-a perfecționat microscopul, s-au descoperit treptat noi constituenți celulari.

**Forma** celulelor este foarte variată, datorită funcțiilor pe care o îndeplinesc, a originii și a poziției pe care o ocupă în plantă. La plantele unicelulare (inferioare), celulele pot fi: *sferice, ovoidale, cilindrice, fusiforme, stelate* etc. La plantele pluricelulare, celulele pot fi: *poliedrice, sferice, reniforme, fusiforme, stelate, halteriforme* etc. (fig. 1).

După raportul dintre lungime și lățime, celulele se împart în două categorii: *parenchimatică* sau izodiametrică (sferice, ovoidale), cu lungimea aproximativ egală cu lățimea, cu pereții celulari subțiri și celule *prozenchimatică* (cilindrice, fusiforme) la care lungimea depășește cu mult lățimea, cu pereții îngroșați.

**Mărimea** celulelor variază foarte mult, de exemplu la bacterii și alge albastre, sunt cuprinse între 0,2-2,5 μm. La dicotiledonate, celulele au mărimi cuprinse între 30-50 μm, iar la monocotiledonate între 50-100 μm. Se întâlnesc și celule mai mari, cum ar fi: fibrele de cânepă au 4-5 mm, perii unicelulari de pe semințele de bumbac au 3-6 cm lungime, celulele endocarpului (pulpei) de lămâi și portocal au 20 mm lungime, perii absorbantși se pot vedea cu ochiul liber.

Din punct de vedere structural se disting două tipuri de celule: procariote și eucariote.

Organismele procariote, inferioare, sunt unicelulare (bacterii, alge albastre), în timp ce organismele mai evoluate, eucariotele, sunt pluricelulare.

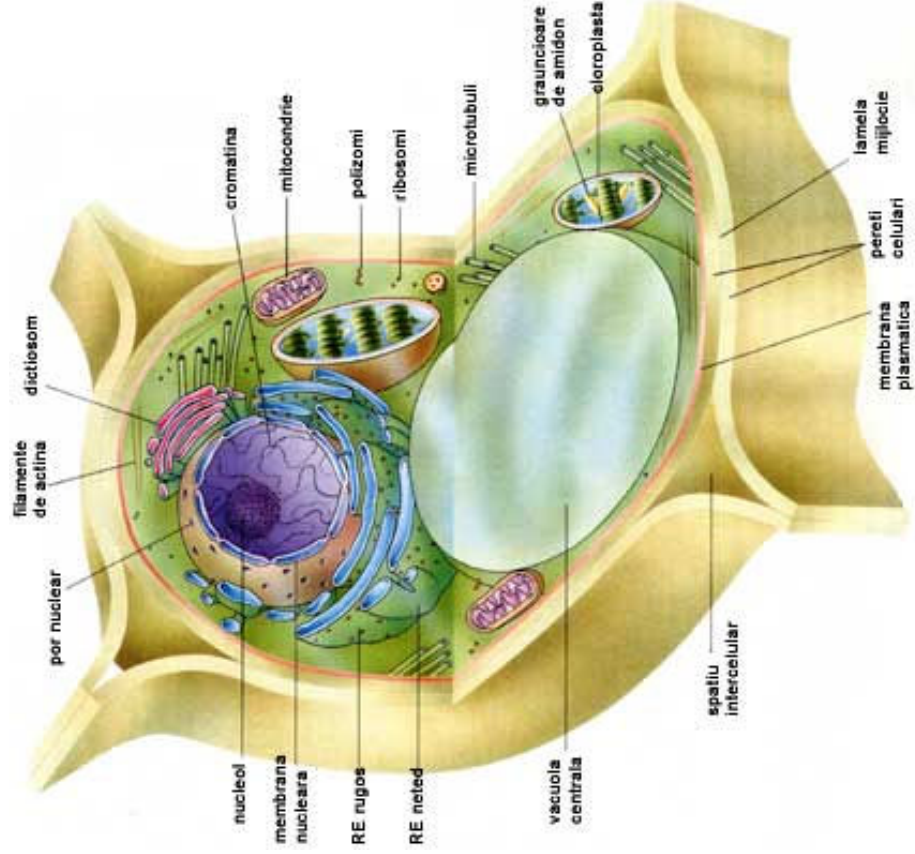


Fig. 1. Structura celulei vegetale

### 1.1. COMPONENTELE CELULEI VEGETALE EUCARIOTE

Celula vegetală este alcătuită din *perete celular*, *membranele plasmactice*, iar la interior se află o masă coloidală hialină, numită *citoplasmă*. În citoplasmă se găsesc organele celulare, vii și nevi: *nucleul*, *plastidele*, *mitocondrii*, *reticulul endoplasmatic*, *complexul Golgi*, *ribozomii*, *peroxizomii*, *lizozomii*, *glioxizomii*, *sferozomii*, *microtubulii*, *cilii și flagelii*, *una sau mai multe vacuole și incluziuni ergastice* (fig. 1).

**Peretele celular** protejează la exterior celula și dă formă acesteia. Acesta se formează în timpul diviziunii celulare. În procesul formării peretelui celular, structura lui se modifică, fiind prezente anumite stadii.

*Peretele primitiv* sau *fragmoplastul* constă în depunerea de substanțe pectice și hemicelulozice, rezultând *lamela mediană*, fiind proprie ambelor celule, cu rol de liant între celule, datorită pectinelor pe care le conține. Lamela poate fi distrusă pe cale naturală prin acțiunea fermenților sau prin fierbere prin tratarea țesuturilor cu acizi, baze.



*Peretele celular primar* este alcătuit din microfibrile celulozice, hemicelulozice, proteice și substanțe pectice, fiind elastic, aparține celulelor tinere, meristemate. Prin intercalarea de noi microfibrile de celuloză printre cele existente are loc creșterea în suprafață prin *intussuscepțiune* a peretelui primar.

După încetarea creșterii celulei în volum, se formează *peretele secundar* prin depuneri de material (microfibrile celulozice și lignine) peste peretele celular primar. Depunerea de material se realizează în straturi succesive, de regulă trei, spre interiorul peretelui primar, având loc creșterea în grosime prin procesul de *apozitie* (creștere centripetă). Peretele format este alcătuit din celuloză, hemiceluloză, pectine, lignină, predominând celuloza.

În timpul îngroșării peretelui, rămân porțiuni neîngroșate numite pori (punctuațiuni), la nivelul cărora trec plasmodesmele (fire subțiri de citoplasă) de la o celulă la alta, care facilitează schimburile de substanțe între celule. Punctuațiunile pot fi simple și areolate.

Punctuațiunile simple au formă eliptică, ovală sau circulară, fiind prezente mai ales în țesuturile parenchimatiche.

Punctuațiunile areolate se întâlnesc în țesutul conducător lemnos (trahee, traheide), fiind formate din îngroșarea lamelei mediane și a pereților celulari în dreptul porilor.

În afară de substanțele specifice peretelui celular, se depun și alte substanțe, cum ar fi: *cutină, suberină, ceară, lignină, substanțe minerale*, rezultând o serie de modificări secundare ale peretelui celular: *cutinizarea, suberificarea, cerificarea, lignificarea, mineralizarea, gelificarea, lichefiera*.

#### Modificările secundare ale peretelui celular

*Cutinizarea* constă în depunerea unei substanțe lipidice, numită *cutină*, la exteriorul epidermei, formând un strat continuu numit cuticulă, cu rol în reducerea permeabilității peretelui celular.

*Suberificarea* reprezintă depunerea stratificată cu *suberină* (o substanță grasă) pe fața internă a pereților celulari, aceștia devenind elastici, impermeabili pentru apă, gaz, cum ar fi suberul la cartof sau la plantele lemnoase, fiind un țesut cu rol de apărare.

*Cerificarea* constă în acoperirea pereților celulelor epidermice cu *ceară* sub forma unor perișori (la trestia de zahăr), plăci stratificate (la palmierul de ceară) sau a unui strat subțire, numit pruină (la fructele de prun, măr), cu rol impermeabil.

*Lignificarea* este modificarea cea mai importantă pe care o suferă pereții celulari și constă în impregnarea acestora cu *lignină*. Aceasta imprimă duritate, rezistență la atacul microorganismelor, fiind întâlnită la țesutul conducător lemnos, în sclerenchim.

*Mineralizarea* constă în impregnarea pereților celulari cu *substanțe minerale* (bioxid de siliciu, carbonat de calciu). Bioxidul de siliciu este prezent în tulpinile gramineelor, iar carbonatul de calciu la plantele din fam. *Cucurbitaceae*. Prin mineralizare, peretele celular capătă o rezistență mecanică sporită.

*Gelificarea* constă în depunerea, în exces, de *substanțe pectice* în pereții celulari. Pereții gelificați au o mare capacitate de absorbție a apei, în prezența apei, se umflă, se transformă în gume sau mucilagii. De cele mai multe ori, sub influența rănilor, la prun, cireș, are loc gelificarea pereților celulari.

*Lichefterea* reprezintă procesul de biodegradare totală a pereților celulari. Pe această cale iau naștere vasele lemnoase (la trahee); formarea lacunelor pe cale lisenă prin distrugerea celulelor; căderea frunzelor, petalelor; deschiderea fructelor etc.

Importanța peretelui celular:

- datorită rigidității pe care o prezintă, dă formă celulelor;
- asigură transportul apei și al substanțelor dizolvate prin spațiile dintre microfibrilele celulozice din pereții celulari;
- constituie o barieră fizică la atacul agenților patogeni.

**Membranele plasmactice** sunt reprezentate de *plasmalemă* și *tonoplast*.

Plasmalema este o peliculă fină situată între peretele celular și citoplasmă, iar tonoplastul tot o peliculă care separă vacuola de citoplasmă. Cele două membrane plasmactice au o structură identică, după Singer și Nicolson (1972), acestea sunt alcătuite dintr-un strat dublu de fosfolipide, care reprezintă o matrice fluidă cristalină în care sunt înglobate proteine globuloase.

Plasmalema are un rol important în reglarea schimburilor osmotice dintre celulă și mediul extracelular, prezentând o *semipermeabilitate selectivă*.

La nivelul plasmalemei are loc procesul de pinocitoză, care constă în includerea de material extracelular (în special apa) în interiorul celulei prin formarea unor vezicule numite pinocite. Din plasmalemă se formează plasmodesmele, la nivelul porilor, care reprezintă fire fine de citoplasmă, care au în centru porțiuni de reticul endoplasmatic. Acestea se continuă de la o celulă la alta asigurând continuitatea citoplasmei și unitatea funcțională a întregului organism.

Membranele plasmactice prezintă o *semipermeabilitate selectivă*, permit trecerea apei, constituind o barieră pentru substanțele dizolvate.

**Citoplasma** este masa fundamentală a celulei, cu aspect hialin, translucid, în care se găsesc organele celulare. Ea este protejată la exterior de plasmalemă.

Substanțele componente citoplasmei alcătuiesc o structură fină sub forma unei rețele alcătuită din lanțuri polipeptidice. În ochiurile acestei rețele se află o soluție apoasă de glucide solubile, substanțe minerale, aminoacizi etc.

Citoplasma îndeplinește următoarele funcții:

- asigură deplasarea organelor celulare în interiorul celulei și transportul substanțelor de la un organit la altul, prin intermediul curenților citoplasmatici;
- reprezintă mediul în care au loc numeroase reacții de biosinteză și biodegradare (a glucozei, fructozei, zaharozei);
- reprezintă situsul de biosinteză a unor vitamine și a numeroase substanțe volatile care participă la formarea aromelor, dar și a unor substanțe secundare.

În citoplasmă sunt dispersate **organitele celulare**, cum ar fi: nucleul, plastidele, mitocondrii, reticulul endoplasmatic, complexul Golgi, peroxizomii, ribozomii, lizozomii, glioxizomii, sferezomii, microtubulii, cilii și flageli, una sau mai multe vacuole, incluziuni ergastice, care îndeplinesc diferite funcții.

**Nucleul** este prezent la organismele eucariote, fiind organitul cel mai important al celulei. El conține materialul genetic și reprezintă centrul de coordonare a proceselor vitale care au loc la nivel celular. Are formă sferică, la celulele tinere, fiind situat în partea centrală a celulei sau elipsoidală, la celulele mature, fiind situat în apropierea peretelui celular. Mărimea lui este cuprinsă între 5-50 μm, fiind organitul celular cu cea mai mare dimensiune.

Majoritatea celulelor conține un singur nucleu. Există celule care au mai mulți nuclei, de exemplu sifonoplastul ciupercilor din clasa *Phycomycetae* sau laticiferele.

Nucleul este alcătuit din: *membrana nucleară dublă*, *carioplasmă*, *cromatină*, *nucleoli* (fig.2)

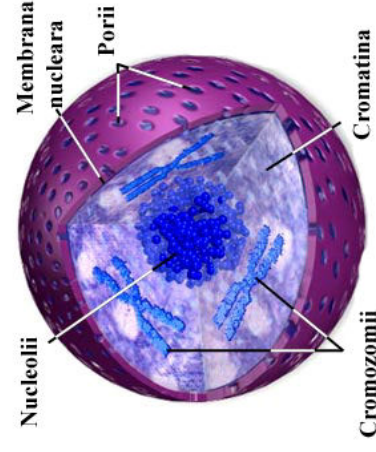


Fig. 2. Structura nucleului

*Membrana nucleară dublă* se află la exteriorul nucleului și este de natură lipo-proteică, fiind prevăzută cu pori, care sunt puși în legătură cu canalele reticulului endoplasmatic, asigurând schimburile dintre nucleu și citoplasmă. Pe fața externă a membranei sunt fixați un număr mare de ribozomi.

*Carioplasma* se află în interiorul nucleului, fiind masa fundamentală, constituită din proteine, fosfolipide, ADN liber, ARN, enzime, glucide.

În carioplasmă se găsește *cromatina*, substanța nucleară, cu aspect granular, care este alcătuită din ADN, proteine și o cantitate mică de ARN. Din cromatină se formează, în timpul diviziunii celulare, cromozomii, purtători ai genelor, care controlează proprietățile ereditare ale organismului.

Cromozomii au forme diferite: bastonaș, litera V, cu brațe egale sau inegale. Brațele cromozomilor sunt unite prin centromer. La microscopul electronic, structura cromozomului apare destul de complicată. Astfel, într-un cromozom se distinge o masă fundamentală cu rol de matrice. În ea se află două cromatide fibrilar-spiralate. Fiecare cromatidă este constituită din două cromoneme. Cromonemele sunt structurate din ADN și proteine.

Numărul, forma și dimensiunile cromozomilor din celulele somatice (corpul plantei: rădăcină, tulpină, frunză) formează o garnitură cromozomală caracteristică fiecărei specii.

În celulele somatice, garnitura de cromozomi este dublă ( $2n$ ), ex. la vița de vie – *Vitis vinifera*,  $2n = 38$

Celulele reproducătoare (gameții) sunt prevăzute cu o garnitură simplă de cromozomi ( $n$ ), adică sunt haploide. La vița de vie, gameții au  $n = 19$ .

*Nucleolii* sunt corpusculi sferici, care se găsesc în carioplasmă. Aceștia sunt formați din proteine și ARN. Ei dispar în timpul diviziunii nucleului și reapar în nucleii rezultați din diviziune. În carioplasmă se găsesc unul sau mai mulți nucleoli. Nucleolii participă la sinteza proteinelor nucleare, a proteinelor ribozomale și a ARN-ului ribozomal. Ei au o importanță vitală, deoarece celulele care și-au pierdut nucleolul nu pot supraviețui.

Principalele funcții ale nucleului sunt:

- membranele nucleare, prin intermediul porilor, controlează schimbul de substanțe dintre nucleu și citoplasmă;
- cromozomii asigură transmiterea informației genetice la urmași;
- ARNm, rezultat din duplicarea ADN-ului, ajuns în citoplasmă prin porii membranei nucleare, se fixează pe suprafața poliribozomilor, unde codifică sinteza proteinelor;

- coordonează funcțiile vitale ale celulei, constituind centrul cinetic care declanșează diviziunea celulară.

**Plastidele** sunt organele celulare specifice celulei vegetale.

După natura substanțelor pe care le elaborează, se întâlnesc următoarele plastide: *leucoplaste, cromoplaste și cloroplaste*.

Leucoplastele sunt plastide incolore, cu rol în depozitarea substanțelor de rezervă. Prin acumularea diferitelor substanțe, acestea se pot transforma în: *amiloplaste* (acumulează amidon), *proteoplaste* (acumulează proteine) și *oleoplaste* (acumulează uleiuri). Leucoplastele sunt prezente în organele subterane ale plantelor (rădăcini, bulbi, tuberculi) și în petalele florilor albe.

Cromoplastele sunt plastide colorate în roșu-portocaliu, datorită prezenței pigmentilor, carotina și xantofila, inactiv în fotosinteză. Acestea au diferite forme: sferică, poliedrică, elipsoidală, fiind prezente în fructele coapte (tomate, ardei), în rădăcini (la morcovul cultivat), în petalele florilor.

Cromoplastele rezultă din leucoplaste sau cloroplaste îmbătrânite prin distrugerea clorofilei și acumularea pigmentilor carotenoizi.

Cloroplastele sunt plastide verzi, întâlnite la plantele superioare, în toate organele verzi, mai ales în frunze. Acestea conțin pigmentul verde asimilator, clorofila, cu rol în procesul de fotosinteză.

*Forma și numărul* cloroplastelor diferă în funcție de grupul de plante.

La plantele inferioare (alge verzi), cloroplastele se numesc cromatofori, sunt foarte mari, de forme variate (panglică, cupă, stelată etc) și se găsesc 1-2 în celulă.

La plantele superioare, cloroplastele sunt mici (3-10 μm), au formă sferică, lenticulară, iar numărul lor în celulă este mare (până la 50).

Din punct de vedere structural, cloroplastul prezintă la exterior o *membrană dublă*, lipo-proteică, iar la interior se găsește masa fundamentală numită *stromă*, în care se află ribozomi, enzime, ARN și ADN.

Membrana externă este netedă, iar cea internă formează pliuri, numite *tilacoide*. Intre tilacoide se găsesc formațiuni sub forma unor discuri suprapuse, ca monedele într-un fișic, numite *grana-tilacoidei* (fig.3).

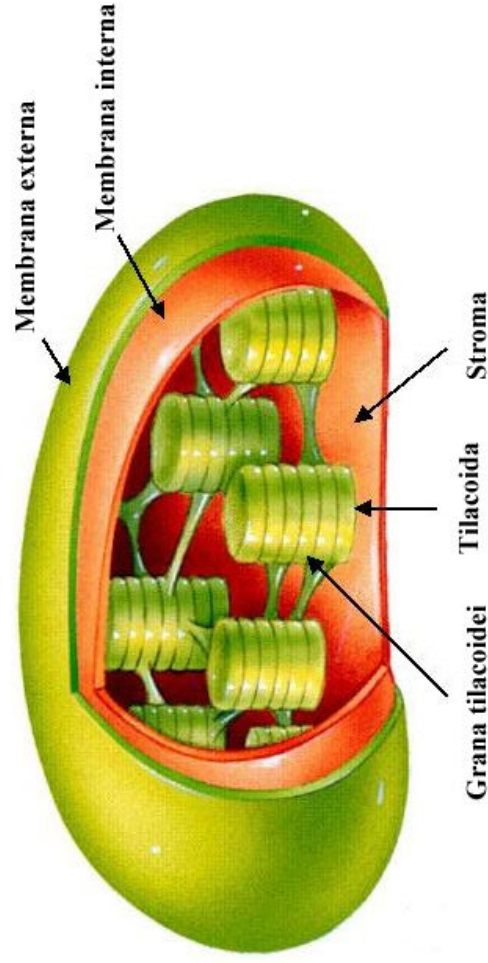


Fig. 3. Structura cloroplastului

Pe aceste discuri se află clorofila, pigmentul asimilator, cu rol în fotosinteză.

Cloroplastele se pot transforma în cromoplaste, acest lucru poate fi observat toamna când frunzele îngălbenesc sau în timpul coacerii fructelor.

**Mitocondriile** sunt organele celulare de diferite forme (sferică, ovală, drepte, bastonaș) și mărimi, cuprinse între 0,3-10 μm.

Mitocondria este delimitată la exterior de o *membrană dublă* lipo-proteică. Membrana externă este netedă, iar cea internă prezintă numeroase pliuri, numite *criste*. Pe

fața internă a cristelor se găsesc corpuscule care reprezintă suportul enzimelor respiratorii. La interior se află masa fundamentală numită *matricea*, în care se găsesc ribozomi, acizi nucleici și numeroase enzime (fig.4).

Mitocondriile reprezintă sistemul energetic al celulei, ele conțin toate enzimele ciclului Krebs, principala funcție a acestuia este cea a procesului de respirație.

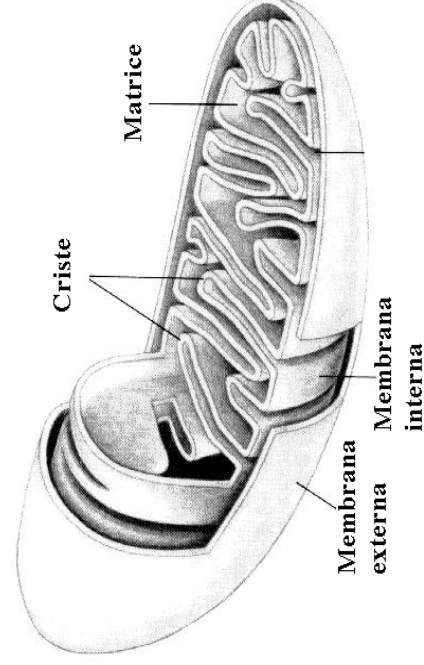


Fig. 4. Structura mitocondriei

**Reticulul endoplasmatic** este un component citoplasmatic important, fiind alcătuit dintr-un sistem tridimensional de canalicule și vezicule, care formează o rețea ce împânzește citoplasma de la nucleu până la plasmalemă. Prin aceste canalicule și vezicule circulă diferite substanțe organice (glucide, enzime).

Din punct de vedere structural se diferențiază *reticul endoplasmatic rugos*, când pe fața externă a membranelor se atașează ribozomi, fiind situat în apropierea nucleului și *reticul endoplasmatic neted*, lipsit de ribozomi, fiind situat spre complexul Golgi, (fig. 5).

Reticulul endoplasmatic are rol în sinteza proteinelor și a unor uleiuri eterice.

### **Complexul Golgi (dictiozomii)**

Totalitatea dictiozomilor dintr-o celulă formează complexul Golgi.

Dictiozomii au fost descoperiți în celula animală, în anul 1898, de către italianul Camillo Golgi. Un dictiozom este alcătuit din 3-20 cisterne, aplatizate, suprapuse, unite în partea centrală, cu capetele dilatate, de unde se pot desprinde vezicule mici, numite vezicule golgiene (fig. 6). Ei au rol în sinteza polizaharidelor, în formarea lamelei mediane și a peretelui celular.

### **Ribozomii** (corpusulii lui Palade)

Ribozomii au fost descoperiți de G. Palade, în anul 1953. Sunt organele celulare de formă granulară, de dimensiuni foarte mici, 150-200Å, fiind prezenți în toată celula (citoplasmă, cloroplaste, reticul endoplasmatic, mitocondrii).

Ei pot fi izolați și se numesc *monoribozomi* sau pot fi grupați și se numesc *poliribozomi*.

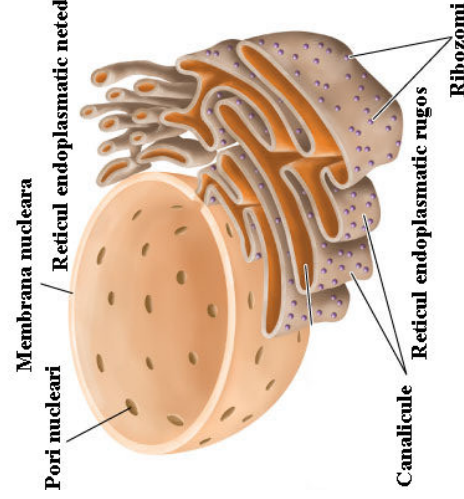


Fig. 5. Structura reticulului endoplasmatic

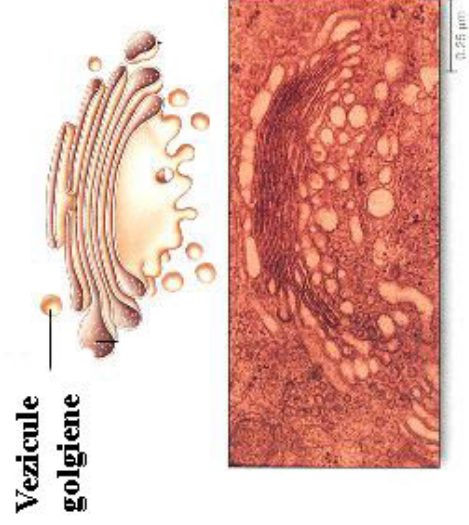


Fig. 6. Complexul Golgi

Din punct de vedere chimic sunt formați din proteine, ARN și fosfolipide, având rol în sinteza proteinelor.

**Peroxizomii** sunt organite de formă sferică, elipsoidală, de dimensiuni mici (0,1-1,5μm). Aceștia prezintă la exterior o membrană simplă, iar la interior o matrice fin granulară care conține incluziuni cristaline (peroxidaze cristalizate) și numeroase enzime, cu rol în respirația celulară, asigurând oxidarea parțială a glicolatului, produs în procesul de fotosinteză.

**Glioxizomii** sunt organite caracteristice celulelor din endospermul și cotiledoanele embrionului unor semințe în care se înmagazinează lipide de rezervă. Ei conțin enzime care participă la transformarea lipidelor în glucide în procesul germinației semințelor.

**Lizozomii** sunt organite celulare sferice, cu diametrul de 0,4-1 μm, fiind delimitați la exterior de o membrană simplă de natură lipoproteică, iar la interior conțin granule care constituie suportul enzimelor. Aceștia au rol în digestia intracelulară a materialului pătruns în celule prin pinocitoză (a virusurilor, bacteriilor). Ca urmare, lizozomii contribuie la eliberarea celulei de părțile moarte, rezultate în procesul de senescență naturală și la formarea spațiilor lizigene.

**Microtubulii** sunt formațiuni tubulare prezente în citoplasmă, nucleu, în cili și flageli. Ei formează fusul de diviziune în timpul mitozei, intră în alcătuirea citoscheletului, având rol în deplasarea veziculelor transportoare, orientează direcția de formare a microfibrilelor celulozice din pereții celulari. Sunt prezenți mai ales în celula animală.

**Sferozomii** sunt organite sferice, de dimensiuni mici (0,5-1 μm), provenite din reticulul endoplasmatic neted. La exterior sunt delimitați de o membrană simplă, iar la interior se găsesc depozitate lipide de rezervă. Aceștia au rol în sinteza lipidelor.

**Cilii și flagelii** sunt organite locomotorii prezente la bacterii, flagelate, zoospori, gameții bărbătești de la mușchi (anterozoizi), ferigi și gimnosperme inferioare. Ei sunt alcătuiți din fibrele proteice spiralate, contractile.

**Vacuomul** reprezintă totalitatea vacuolelor dintr-o celulă. Acestea rezultă din veziculele reticulului endoplasmatic, pinocite și veziculele golgiene.

Vacuolele sunt delimitate la exterior de o membrană semipermeabilă, numită *tonoplast*.

În celulele tinere vacuolele sunt mici și numeroase, iar în celulele mature confluează și formează o vacuolă mare, centrală, care ocupă aproape 95% din volumul celulei.



În vacuolă se află sucul vacuolar, care conține apă, glucide, aminoacizi, glicozizi, alcaloizi, taninuri, acizi organici, pigmenți antocianici, flavone și substanțe anorganice.

Importanța vacuolei:

- depozitează substanțe osmotice active (ioni, glucide solubile, acizi organici), care generează presiunea osmotică și potențialul de membrană;
- prin modificarea turgescenței vacuolei, are loc închiderea și deschiderea stomatelor;
- la unele plante, cu fructe bogate în zaharuri (struguri, cireșe), în vacuolă se depozitează glucide reducătoare cu rol de rezervă;
- vacuolele sunt considerate rezervoare pentru substanțele secundare, cu efect toxic asupra citoplasmei;
- prin acumularea acizilor fenolici în vacuolă, fructele capătă un gust astringent, iar prin acumularea acizilor organici, conferă gustul acid, caracteristic fructelor nemature;
- acumularea pigmentilor flavonoizi în vacuolele celulelor unor flori și fructe, determină culoarea acestora.

**Incluziunile ergastice** sunt formațiuni incluse în citoplasmă sau vacuolă și servesc ca materii de rezervă sau sunt substanțe de excreție pe care planta le scoate din circuitul nutritiv.

Ele se pot prezenta în stare *lichidă*, cum ar fi uleiurile din semințele plantelor oleaginoase (floarea soarelui, rapiță) sau în stare *solidă*, cum ar fi *grăunciorii de amidon*, *aleurună* și *cristale minerale*.

*Grăunciorii de amidon* sunt cele mai răspândite incluziuni ergastice solide. Ei reprezintă amidonul de rezervă pe care plantele îl depun în amiloplastele din rădăcini, tuberculi, bulbi, semințe.

Un grăuncior de amidon apare în amiloplast sub forma unui corpuscul dens numit *hil*. Peste hil se adaugă straturi noi de amidon, grăunciorul crescând în volum și rămâne învelit de membrana plasmatică.

Prezența unui singur hil într-un amiloplast duce la formarea unui grăuncior simplu (grâu, porumb), iar prezența mai multor hili, determină formarea grăunciorilor compuși (fig. 7), la ovăz, orez.

Forma, mărimea grăunciorilor de amidon, variază în funcție de specie și reprezintă un criteriu bun în sistematica plantelor și cu importanță practică pentru determinarea făinurilor în laboratoare.

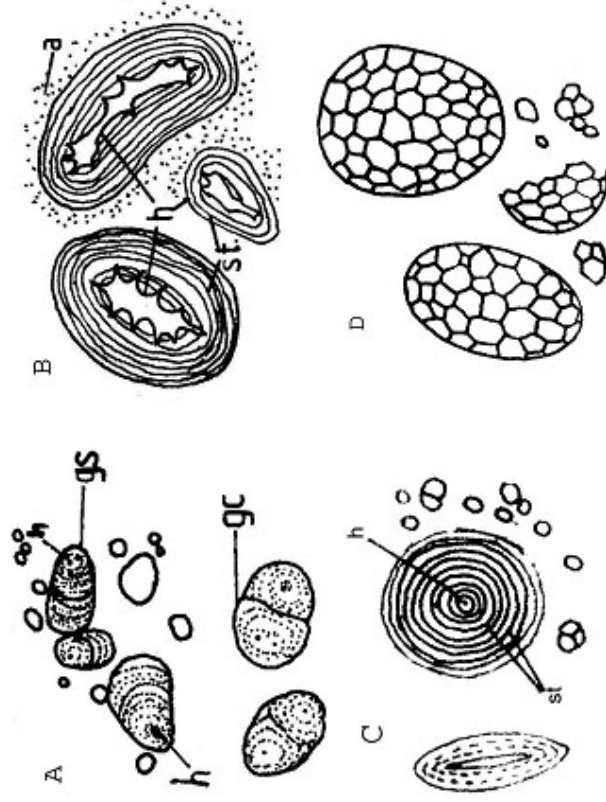


Fig. 7. Forme de graunciori de amidon:

A - la cartof; B - la fasole; C - la grau; D - la ovaz.

h - hil; gs - grauncior simplu; gc - grauncior compus; st - straturi de amidon

a - aleurona

*Aleurona* este o substanță amorfă de natură proteică care ia naștere în endospermul semințelor prin deshidratarea vacuolelor.

*Cristalele minerale* apar ca incluziuni în vacuole, constituind substanțe de excreție (fig.8.). De exemplu, oxalatul de calciu, se prezintă sub formă de cristale mari, izolate, fie cristale aciculare grupate în fascicule, numite *rafidii* (în frunza de viță de vie) sau grupate globulos și se numesc *ursini* (în frunza de Begonie).

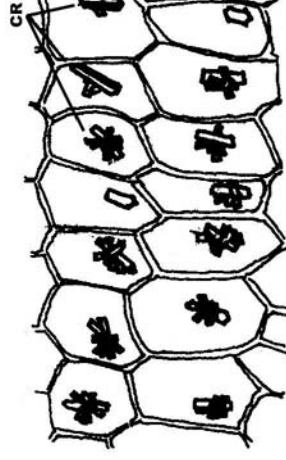


Fig. 8. Cristale minerale

## 1.2. DIVIZIUNEA CELULELOR

Înmulțirea celulelor se realizează prin diviziune.

La plante se întâlnesc două tipuri de diviziuni: **directă** și **indirectă**.

Tipul de diviziune depinde de gradul de evoluție a plantelor.

La plantele inferioare (procariote) se întâlnește diviziunea directă, care constă în scindarea (ruperea) celulei în două, rezultând astfel două celule fiice.

**Diviziunea indirectă** este specifică eucariotelor și constă mai întâi în diviziunea nucleului (cariochineza), urmată de diviziunea celulei (citochineza).

Diviziunea indirectă poate fi tipică sau ecvațională, purtând numele de **mitoză** și heterotipică sau reduțională, numită **meioza**.

**Mitoza** sau diviziunea ecvațională este întâlnită la plantele superioare, în vârfurile de creștere ale tulpinii și rădăcinii și anume în celulele meristematice. Aceasta constă în aceea că dintr-o celulă diploidă sau haploidă rezultă două celule fiice cu același număr de cromozomi.  $1(2n) = 2(2n)$  sau  $1(n) = 2(n)$ .

Diviziunea unei celule durează între 30 de minute și 5 ore.

Mitoza se desfășoară în 4 faze: *profaza*, *metafaza*, *anafaza*, *telofaza* (fig.9.)

*Profaza* este faza cea mai lungă ca durată și se caracterizează prin apariția în nucleu a cromozomilor. Aceștia apar la început subțiri, încolățiți ca un ghem (filamente). Treptat cromozomii se scurtează, se spiralizează, iau forma caracteristică speciei. Dispar apoi nucleolii, membrana nucleară, iar citoplasma se amestecă cu carioplasma formând mixoplasma. La cei doi poli opuși ai celulei, apar două calote de la care pornesc spre centrul celulei filamente subțiri. Cromozomii se despică în două jumătăți (cromatide), care rămân unite prin centromer.

*Metafaza* constă în unirea filamentelor care vin de la cele două calote în partea centrală a celulei, alcătuind fusul nuclear. Cromozomii despicați se dispun prin centromer pe filamentele fusului nuclear, în partea lui ecuatorială, formând o figură asemănătoare unei stele (aster).

*Anafaza* constă în separarea completă a cromatidelor prin clivarea (despicare) centromerului. La ceapă – *Allium cepa*, în celulele somatice, gamitura de cromozomi este egală cu 16, prin clivare rezultă 32 de cromatide (16 la un pol, 16 la polul opus).

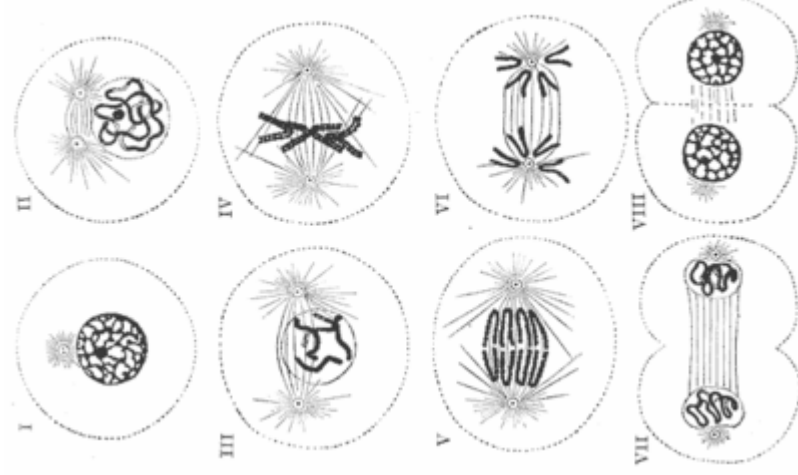


Fig. 9. Mitoza

I – profaza II – profaza;

III, IV – metafaza; V – anafaza;

VI, VII – telofaza; VIII - citochineza

*Telofaza* este faza în care se formează doi nuclei la cei doi poli ai fusului nuclear, fiecare nucleu având același număr de cromozomi ca și celula mamă. Cromozomii se despiralizează, apar nucleolii, se reface membrana nucleară. În partea ecuatorială a fusului nuclear apar niște vezicule, care vor da naștere fragmoplastului (placa celulară), care va despărți celula mamă în două celule fiice. Acest proces se numește chitochineză.

**Meioza** este diviziunea netipică (reducțională), proprie celulelor mame ale sporilor și gameților, care au un număr simplu de cromozomi ( $n$ ). Meioza este o succesiune de două diviziuni, una reducțională, numită meioza I, cealaltă ecvațională sau mitoza haploidă tipică, numită meioza II.

Prin meioză dintr-o celulă mamă diploidă se formează 4 celule haploide.

$$1(2n) \rightarrow 4(n).$$

Meioza se desfășoară în 4 faze: *profaza*, *metafaza*, *anafaza* și *telofaza* (fig. 10).

*Profaza* este destul de complicată și de lungă durată. Într-o celulă diploidă (celula mamă a microsporilor, a grăunciorilor de polen), nucleul trece printr-o serie de transformări cum sunt: apariția cromozomilor sub forma unor filamente fine, gruparea lor în perechi (reducerea numărului de cromozomi), scurtarea cromozomilor, dispariția nucleilor, dispariția membranei nucleare, formarea mixoplasmiei, formarea fusului nuclear.

*Metafaza* în care perechile de cromozomi se dispun în placa ecuatorială a fusului nuclear.

*Anafaza* reprezintă momentul când cromozomii fiecărei perechi se separă, îndreptându-se unul spre un pol, celălalt spre polul opus, de exemplu la ceapă, 8 cromozomi ajung spre un pol și 8 spre polul opus.

*Telofaza* este atunci când cromozomii întregi ajung la cei doi poli, iau naștere doi nuclei cu un număr de cromozomi redus la jumătate, adică haploizi. Cele două celule se pot separa sau nu prin fragmoplast.

Urmează diviziunea a doua, adică mitoza. Astfel, cele două celule rezultate trec prin cele 4 faze ale unei mitoze obișnuite.

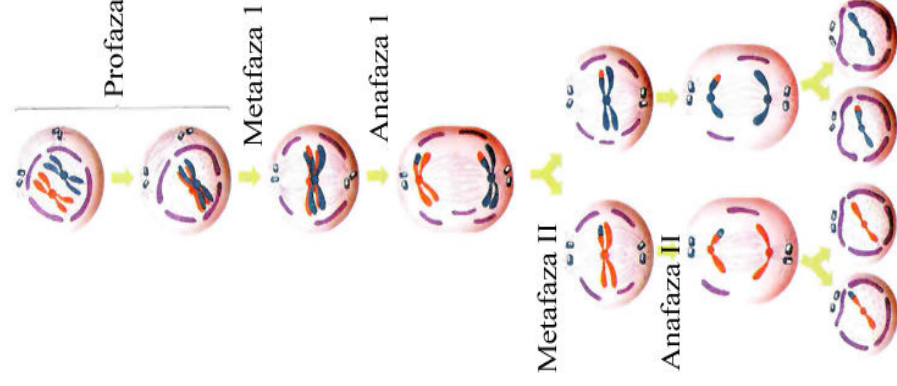


Fig. 10. Fazele meiozei

Din grăunciorii de polen (microspori) se vor forma gameții bărbătești (haploizi), care se vor uni cu gameții femeiești (haploizi) și vor forma prin fecundație celula ou (zigotul), diploidă.

### Rezumat

*Celula reprezintă unitatea morfologică, structurală și funcțională a plantelor.*

*Aceasta este alcătuită din perete celular, membrane plasmatică și citoplasma. În citoplasmă se găsesc dispersate organele celulare: nucleul, plastidele, mitocondrii, reticulul endoplasmatic, complexul Golgi, ribozomii, peroxizomii, lizozomii, glioxizomii, sferozomii, microtubulii, cilii și flagelii, una sau mai multe vacuole și incluziuni ergastice.*

*Peretele celular protejează la exterior celula și dă formă acesteia, fiind alcătuit din microfibrile celulozice, hemicelulozice, microfibrile proteice și substanțe pectice.*

*Preretele celular suferă unele modificări secundare, cum ar fi: cutinizarea, suberificarea, cerificarea, lignificarea, mineralizarea, gelificarea.*

*Membranele plasmatică sunt plasmalema și tonoplastul. Plasmalema este situată între peretele celular și citoplasmă, iar tonoplastul separă vacuola de citoplasmă. Acestea sunt semipermeabile, permit trecerea apei, constituind o barieră pentru substanțele dizolvate.*

*Citoplasma este masa fundamentală a celulei în care se găsesc organele celulare. Aceasta este alcătuită dintr-o rețea de lanțuri polipeptidice. În ochiurile acestei rețele se află o soluție apoasă de glucide solubile, substanțe minerale, aminoacizi etc.*

*Citoplasma asigură deplasarea organelor celulare prin intermediul curenților citoplasmatici, reprezintă mediul în care au loc numeroase reacții de biosinteză și biodegradare.*

*Înmulțirea celulelor se realizează prin diviziune.*

*La plante se întâlnesc două tipuri de diviziuni: directă și indirectă. La plantele inferioare se întâlnește diviziunea directă, care constă în scindarea celulei în două, rezultând astfel două celule fiice.*

*Diviziunea indirectă poate fi tipică sau ecvațională, purtând numele de mitoză și heterotipică sau reduțională, numită meioza.*

***Mitoza** este specifică celulelor somatice și constă în aceea că dintr-o celulă diploidă sau haploidă rezultă două celule fiice cu același număr de cromozomi. Aceasta se desfășoară în 4 faze: profaza, metafaza, anafaza, telofaza.*

*Meioza este diviziunea netipică, reduțională, proprie celulelor mame ale sporilor și gameților, care au un număr simplu de cromozomi (n). Prin meioză dintr-o celulă mamă diploidă se formează 4 celule haploide.*

**Intrebări:**

1. Ce este celula?
2. Ce rol are peretele celular și care sunt modificările secundare ale acestuia?
3. Care sunt membranele plasmactice și ce rol au?
4. Care sunt organele celulare și ce rol îndeplinesc?
5. Care sunt caracteristicile diviziunii celulare?

**Bibliografie**

1. Anghel, I. Toma, 1985. Citologie Vegetală. Edit. Univ. București
2. Arsene Gicu Gabriel, 2004. Botanică I, Citologia, Histologia, Organele vegetale, Ed. Brumar, Timișoara.
3. Bădulescu Liliana, 2009. Botanică și Fiziologia plantelor, Edit. Elisavaros.
4. Burzo I., Dobrescu, A., Delian E., 1997. Curs de biologie celulară. Centrul editorial-poligrafic, U.S.A.M.V, București
5. Dobrescu Aurelia, 2002. Botanică și Fiziologia plantelor, Edit. Ceres.
6. Grințescu I., 1965. Botanică
7. Palanciuc Vasilica, 2006. Morfologia și anatomia plantelor. Edit. Elisavaros.
8. Toma și colab, 1997. Celula vegetală. Edit. Univ. Al. I. Cuza, Iași.
9. Ungurean Livia, 1996. Morfologia plantelor. AMC-U.S.A.M.V București.

## CAP. 2. HISTOLOGIA VEGETALĂ

**Cuvinte cheie:** țesut vegetal, meristem, stomate, parenchim, fascicul conductor

Obiective: - Definiția țesuturilor vegetale;

- Clasificarea țesuturilor și rolul acestora în viața plantelor.

Histologia se ocupă cu studiul țesuturilor la plante.

Țesuturile vegetale sunt grupări de celule, care au aceeași formă, structură și îndeplinesc aceleași funcții. Ele se întâlnesc la plantele pluricelulare și sunt mai variate și mai perfecte cu cât planta este mai evoluată.

Țesuturile se împart în mai multe categorii: după forma celulelor, după origine, după gradul de diferențiere a celulelor și după rolul lor în plantă.

După forma celulelor țesuturile sunt **parenchimatic** și **prozenchimatic**.

**Țesuturile parenchimatic** sunt formate din celule izodiametrice, cu pereții celulari subțiri și cu spații intercelulare, de exemplu, parenchimul cortical al rădăcinii.

**Țesuturile prozenchimatic** sunt formate din celule alungite, cu pereții celulari îngroșați, lignificați, fără spații intercelulare, cum ar fi sclerenchimul fibros.

După origine, țesuturile sunt **primare** (epiderma) și **secundare** (suberul).

După gradul de diferențiere a celulelor, țesuturile se împart în **meristematic** sau de diviziune și **țesuturi definitive**, formate din celule a căror formă și structură depind de funcția la care s-au adaptat.

După rolul țesuturilor în plantă acestea se împart în: *țesuturi meristematie, țesuturi de apărare, țesuturi fundamentale, țesuturi conductoare, țesuturi mecanice, țesuturi secretoare și țesuturi senzitive.*

### 2.1. ȚESUTURI MERISTEMATICE (FORMATIVE)

Țesuturile meristematie sunt cele mai tinere țesuturi din corpul plantelor. Ele se mai numesc și țesuturi de diviziune sau formative, pentru că celulele lor se divid continuu. Din Ele se formează toate celelalte țesuturi definitive ale plantei. Aceste țesuturi sunt formate din celule mici, cu pereții celulari subțiri, fără spații intercelulare, cu citoplasmă densă, bogată în ribozomi, cu nucleu mare dispus central. Rolul principal al acestor celule este acela de a se divide, de a forma noi celule.

**După poziția** pe care o ocupă în plantă, meristemele se împart în trei categorii: *apicale, intercalare și laterale.*

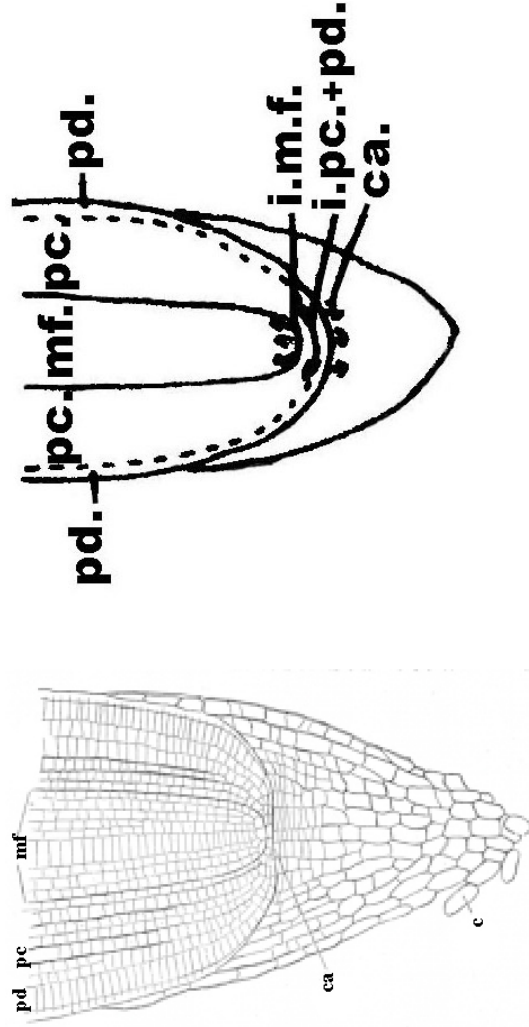


Fig. 11. Apexului rădăcinii (structura și schemă):

c. - caliptra; ca- caliprogen; i.pc+pd – inițialele procambiului și protodermei; imf – inițialele meristemului fundamental; pd. protodermă; pc- procambiu; mf – meristem fundamental

**Meristemele apicale** sunt localizate în vârfurile de creștere ale rădăcinii, tulpinii și ale ramificațiilor acestora, determinând creșterea în lungime..

**Meristemele intercalare** sunt situate la baza internodurilor și a limbului foliar la *Gramineae*, între țesuturi definitive, au o activitate limitată și determină creșterea în lungime. Acestea se pot prezenta și sub forma unor celule izolate în epidermă formând meristemoidale, care dau naștere stomatelor, perilor protectori etc.

**Meristemele laterale** sunt situate lateral față de axa organului, paralele cu suprafața rădăcinii și tulpinii, au formă de cilindri, determinând creșterea în grosime. Acestea se mai numesc și zone generatoare, fiind reprezentate de *cambiu și felogen*.

**După origine și gradul de dezvoltare,** meristemele se clasifică în: *primordiale, primare și secundare*.

**Meristemele primordiale** provin din diviziunea zigotului, fiind localizate în vârful rădăcinii și tulpinii. Ele sunt constituite din celule mici, complet nediferențiate, numite *inițiale*, alături de care se află *derivatele*, rezultate din diviziunea lor. Derivatele își

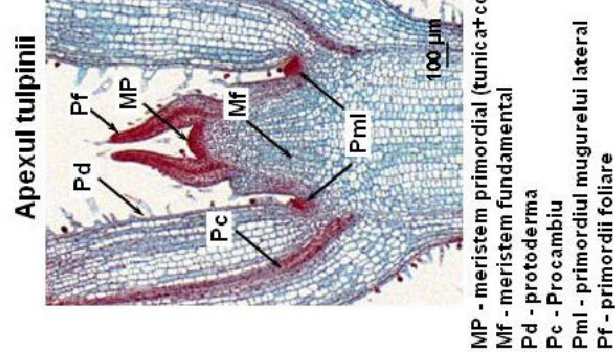


Fig. 12. Meristeme primare în apexul tulpinii

MP - meristem primordiale (tunicat+corpus)  
 Mf - meristem fundamental  
 Pd - protodermă  
 Pc - Procambiu  
 Pml - primordii mugurelui lateral  
 Pf - primordii foliare



păstrează un timp capacitatea de diviziune, dar treptat se diferențiază și pe măsură ce se depărtează de meristem, devin definitive. La rădăcină meristemul primordial este protejat de caliptră, iar la tulpină este învelit de primordiile frunzei.

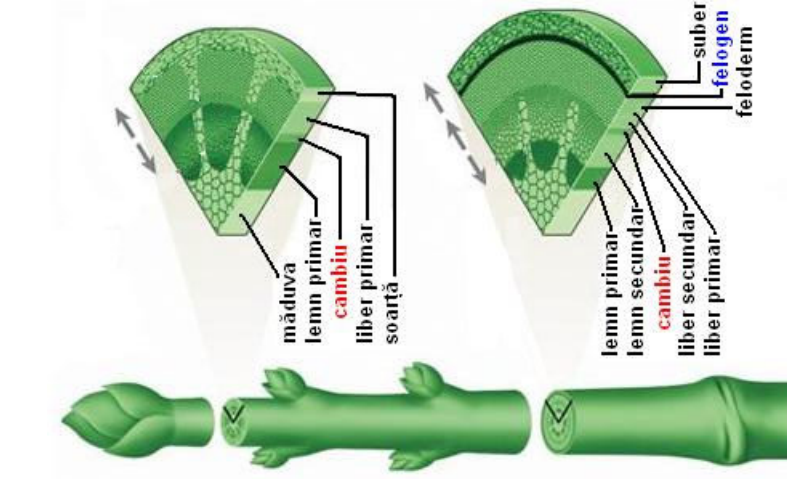


Fig. 13 Meristeme secundare și țesuturi secundare.

meristemul medular formează parenchimul medular, la tulpină.

**Meristemele secundare** se formează din țesuturi definitive, printr-un proces de dediferențiere, ceea ce presupune redobândirea însușirii de diviziune, redevenind meristeme. Acestea sunt reprezentate de *cambiu* și *felogen*, care se mai numesc și zone generatoare. Cambiul și felogenul sunt prezente la plantele din clasa dicotiledonate, în special la cele lemnoase (fig.13).

Cambiul, numit și *zonă generatoare libero-lemnoasă*, se formează intrafascicular (între fasciculele conducătoare), fiind format dintr-un singur rând de celule inițiale, cu derivate pe partea externă și internă, care generează la exterior țesut liberian secundar, iar la interior lemn secundar, pe care le intercalează între țesuturile primare, determinând creșterea în grosime.

Meristemele primare se formează din meristemele primordiale. Aceste meristeme prin activitatea lor vor forma structura primară a rădăcinii și tulpinii, care este întâlnită pe tot parcursul vieții la monocotiledonate, iar la dicotiledonate un timp relativ scurt.

Meristemele primare sunt alcătuite din *caliptrogen*, *protodermă*, *meristem fundamental* și *procambiu*, la rădăcină (fig. 11) și din *protodermă*, *meristem fundamental*, *procambiu* și *meristem medular*, la tulpină (fig.12), care vor da naștere la țesuturi primare definitive.

Din protodermă se formează rizoderma, la rădăcină și epiderma, la tulpină, din meristemul fundamental se formează scoarța, iar din procambiu rezultă țesuturile conducătoare.

Caliptrogenul formează caliptra, la rădăcină, iar meristemul medular formează parenchimul medular, la tulpină.

Felogenul, numit și *zonă generatoare subero-felodermică*, se formează la periferia tulpinii sau rădăcinii, fiind format dintr-un singur rând de celule, care dau naștere spre exterior la suber secundar, iar spre interior la felodermă sau scoarță secundară.

Tesuturile generate de meristemele secundare contribuie la formarea structurilor secundare ale rădăcinii și tulpinii.

## 2.2. ȚESUTURI DEFINITIVE

Celulele acestor țesuturi nu se mai divid, ele sunt specializate în îndeplinirea diferitelor funcții.

### 2.2.1. ȚESUTURI DE APĂRARE

Tesuturile de apărare sunt situate la exteriorul organelor plantelor și au rolul de a proteja plantele de variațiile dăunătoare ale factorilor de mediu.

**După origine**, țesuturile de apărare pot fi *primare* și *secundare*

#### Țesuturi de apărare primare

Aceste țesuturi s-au format din meristemele primare, fiind reprezentate de *epidermă*, *exodermă* și *caliptră*.

**Epiderma** se află la exteriorul organelor aeriene (tulpină, frunză, floare), fiind alcătuită dintr-un singur rând de celule parenchimatiche, fără spații intercelulare, cu pereții exteriori de obicei cutinizați, cerificați.

În celulele epidermice se găsesc leucoplaste, cromoplaste. Cloroplastele lipsesc, fiind prezente numai la plantele de umbră și de apă.

În epidermă se găsesc stomate și peri (fig. 14).

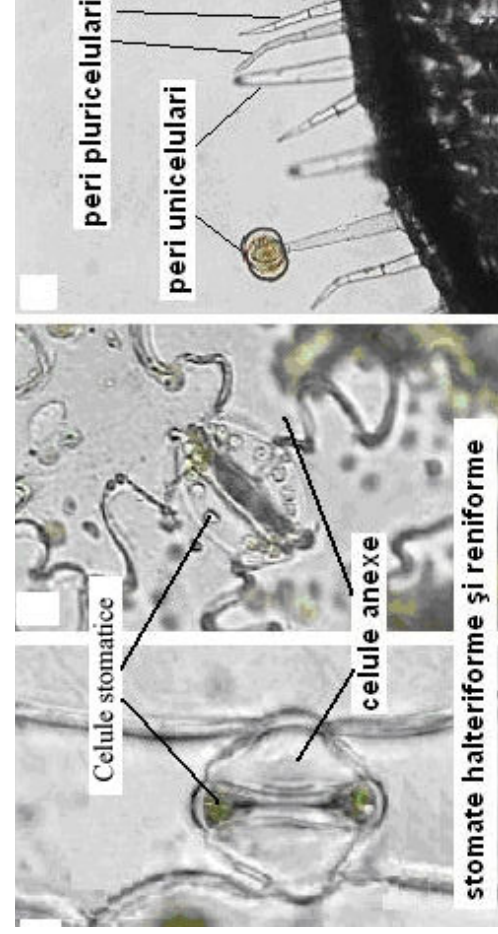


Fig. 14 Epiderma, stomate și peri.

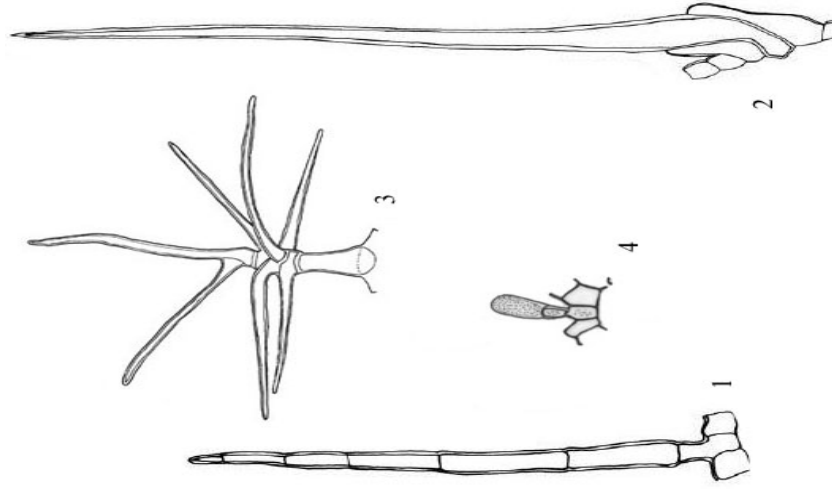


Fig. 15. Tipuri de peri

- 1 – Păr pluricelular;
- 2 – Păr unicelelar
- 3 – Păr unicelelar ramificat
- 4 – Păr secretor

*Stomatele* sunt formațiuni epidermice, care prin funcția lor asigură schimbul de gaze între plantă și mediu. O stomată este formată din două celule stomatice reniforme sau halteriforme (la *Gramineae*), situate față în față, între care se află o deschizătură numită ostiolă. Celulele stomatice conțin cloroplaste și au pereții inegal îngroșați, cei dinspre ostiolă sunt îngroșați. Celulele din jurul celulelor stomatice se numesc *celule anexe*, luând parte la funcția acestora, împreună formează aparatul stomatic. Ele sunt de mărimi diferite și număr variabil, în funcție de specie. De exemplu, la varză – *Brassica oleracea*, aparatul stomatic este de tip anizocitic, adică cu 3 celule anexe inegale; la vița de vie – *Vitis vinifera*, aparatul stomatic este de tip anomocitic, cu celulele anexe asemănătoare cu celulele epidermale; la specii de magnolii, aparatul stomatic este paracitic, cu două celule anexe situate paralel

cu celulele stomatice; la garoafă – *Dianthus caryophyllus*, aparatul stomatic este diacitic, cu două celule anexe, situate perpendicular pe celulele stomatice.

Sub stomată se află un spațiu plin cu aer numit cameră substomatică.

Numărul stomatelor este variabil, în funcție de specie, între 100-300/mm<sup>2</sup>.

La plantele xerofile (de uscăciune), stomatele sunt adâncite în cripte, iar la plantele hidrofile (de apă) sunt deasupra nivelului epidermei .

*Perii* sau *trichomii* se află în epidermă, luând naștere prin alungirea pereților externi. Ei pot fi protectori, secretori, agățători, senzitivi, unicelelari sau pluricelulari, simplii sau ramificați, stelați, vii sau morți (fig. 15).

Perii au un rol foarte important în taxonomie, la determinarea unor specii, dar totodată rol de protecție a plantelor contra insolăției puternice, a transpirației, a gerurilor și atacul animalelor. Unii peri servesc la diseminarea fructelor și semințelor (exemplu la salcie, plop).

De exemplu peri unicelelari, cu rol protector contra animalelor, se întâlnesc la urzică – *Urtica dioica*.

Peri unicelelari, dar morți, se întâlnesc pe sămânța de bumbac – *Gossypium hirsutum*.

La traista ciobanului – *Capsella bursa-pastoris*, perii sunt unicelelari și stelați.

Peri pluricelelari sunt de asemenea diferiți. Ei pot fi simplii la cartof – *Solanum tuberosum* sau ramificați (stelați) la salcia mirositoare – *Elaeagnus angustifolia*.

**Exoderma** este prezentă la rădăcină, sub rizodermă, fiind formată din 2-4 rânduri de celule impregnate cu suberină. Are rol de protecție după distrugerea perișorilor absorbantți, în zona aspră a rădăcinii, în care are loc exfolierea rădăcinii (fig. 16).

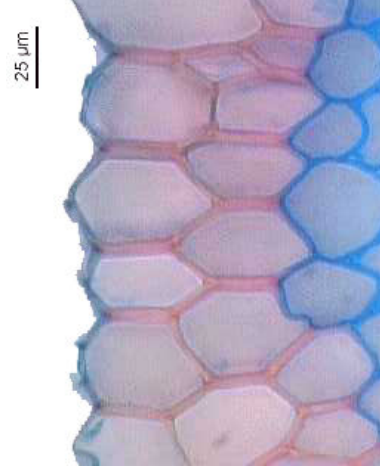


Fig. 16. Exoderma

**Caliptra** este un țesut care protejează vârful rădăcinii, are formă de degetar, este parenchimatică, se distruge la exterior prin frecare cu solul și se reface la interior din caliptrogen.

La unele plante acvaticе, vârful rădăcinii nu se mai distruge și nu se reface, deoarece este protejat de rizomită.

### Țesuturi de apărare secundare

Aceste țesuturi rezultă din activitatea meristemului secundar, numit felogen, fiind reprezentate de *suber* și *ritidom*.

**Suberul** este un țesut mort, format din mai multe straturi de celule turtite, dispuse radiar, fără spații intercelulare, cu pereții impregnați cu suberină (fig. 17).

El este moale, elastic, cu rol în reducerea evaporării apei din organele plantelor, puțin permeabil față de apă, gaz, împiedică pătrunderea unor dăunători, este un bun izolator termic, fiind prezent pe tulpini, ramuri, rădăcini, tuberculi, de exemplu tuberculul la cartof – *Solanum tuberosum*, este protejat la exterior de suber (coaja).

În situația în care suberul ar înconjura tulpina complet, schimburile dintre țesuturile vii ale tulpinii cu mediul exterior ar fi imposibile. Pentru a se realiza acest schimb, pe ramurile tinere ale arborilor, dar și pe fructe, apar formațiuni numite lenticile. Lenticilele

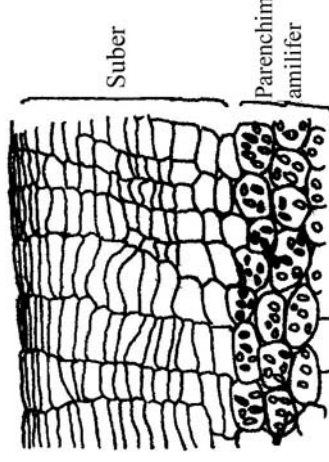


Fig. 17. Suberul la cartof

au aspect lenticular și se formează în dreptul fostelor stomate, în care felogenul produce spre exterior un țesut afânat, format din celule sferice, cu spații intercelulare, care rupe epiderma, favorizând schimbul de gaze (fig.18).

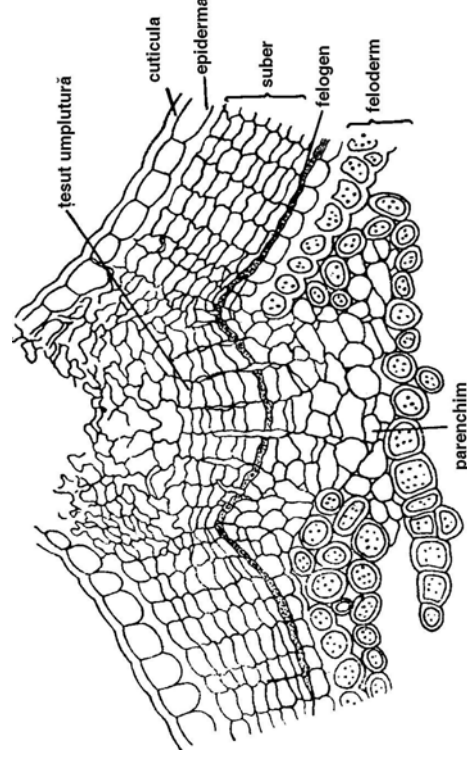


Fig. 18. a,b – lenticelele; c – structura lenticelei

**Ritidomul** este ansamblu de țesuturi moarte (suber, felogen, felodermă), care se află la exteriorul rădăcinii și tulpinii plantelor lemnoase, rezultate din activitatea multianuală a felogenului. Suberul, felogenul și felodermă formează periderma.

Ritidomul poate să fie neted și persistent la fag, brăzdat la stejar sau se poate exfolia sub formă de plăci, la platan, fâșii longitudinale, la vița de vie și fâșii circulare la cireș.

### 2.2.2. ȚESUTURI FUNDAMENTALE (PARENCHIMURI)

Țesuturile fundamentale sunt cele mai răspândite țesuturi în plante. Ele sunt formate din celule parenchimatic (izodiametrice), cu pereții subțiri, celulozici și cu spații intercelulare. Aceste țesuturi se mai numesc și parenchimuri.

După rolul pe care îl au în plantă se diferențiază în: *parenchimuri de absorbție*, *parenchimuri asimilatoare* și *parenchimuri de depozitare*.

#### Parenchimuri de absorbție

Parenchimurile de absorbție au rolul de a absorbi apa cu sărurile minerale din sol și de a o conduce la vasele lemnoase. Acestea sunt reprezentate de: *rizoderma* cu *perisorii absorbanți*(fig. 19), *endoderma* cu *celulele de pasaj* (fig. 20), *epiderma cotiledonului de la Gramineae*, care are rolul de a absorbi substanțele hidrolizate de enzime din endospermul seminței și de a le transmite embrionului pentru a germina.]

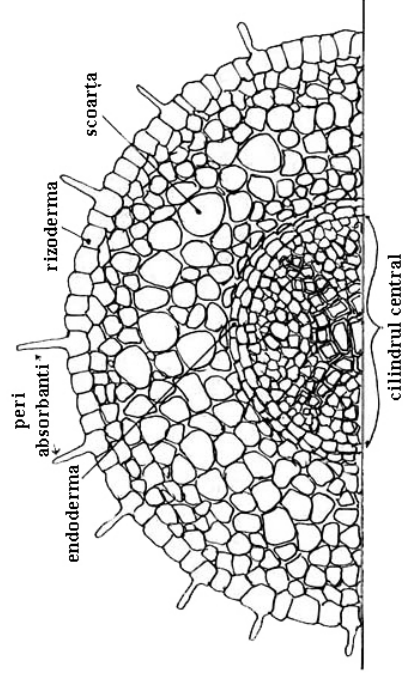


Fig. 19. Rizoderma cu peri absorbanți

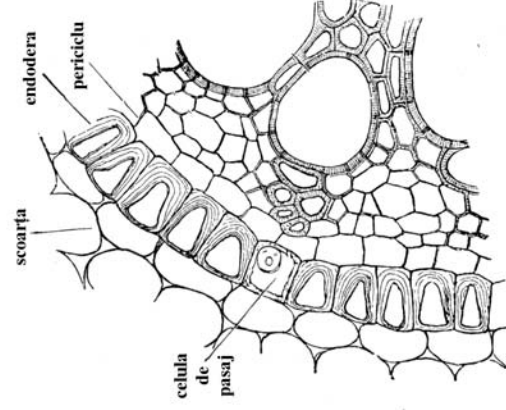


Fig. 20. Endoderma cu celule de pasaj

Un tip special de parenchim de absorbție este întâlnit în rădăcinile aeriene ale unor plante din ținuturile tropicale (orhidee), numit *velamen radicum*. Rădăcinile aeriene nu au peri absorbanți, dar au velamen. Velamenul este pluristratificat, fără spații intercelulare. Celulele au îngroșări spiralate sau reticulate, celulozice, care funcționează ca vase capilare, care rețin apa.

La plantele parazite și semiparazite, lipsite de rădăcini propriu-zise, există *haustori* (sugători), care la plantele parazite se înfig în tulpina sau rădăcina plantei gazdă până la vasele liberiene, de unde absorb seva elaborată, iar în cazul plantelor semiparazite, pătrund până la vasele lemnoase, de unde absorb seva brută.

### Parenchimuri asimilatoare (clorofilene)

Parenchimurile asimilatoare au rol în fotosinteză, fiind prezente în țesuturile verzi ale plantei, în special frunză, dar și în tulpinile tinere. Acestea sunt reprezentate de țesuturile frunzei – *țesutul palisadic* și *țesutul lacunos*, bogate în cloroplaste, care formează *mezofilul frunzei* (fig. 21). Astfel, la frunza de viță-de-vie, între cele două epiderme se află mezofilul, de tip *bifacial*, format din țesut palisadic și țesut lacunos.

*Țesutul palisadic* se află sub epiderma superioară, fiind format din 1-2 rânduri de celule alungite, dispuse perpendicular pe epiderma superioară, cu un conținut ridicat în cloroplaste .

*Țesutul lacunos* se află între țesutul palisadic și epiderma inferioară, fiind format din 4-5 rânduri de celule izodiametrice, cu spații intercelulare, care au un conținut mai redus în cloroplaste.

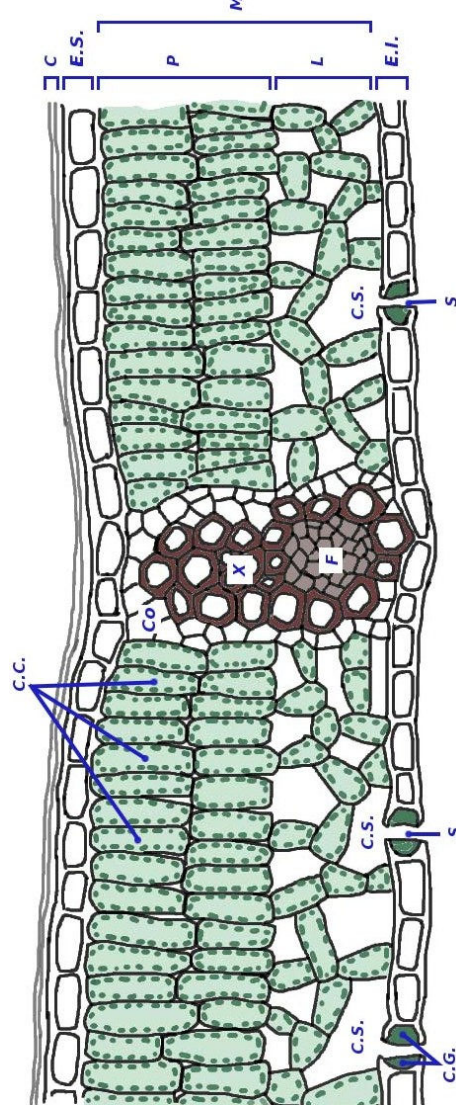


Fig. 21. Parenchim asimilator în frunza

e.s. – epiderma superioară; p – țesut palisadic; l – țesut lacunos; c.c. – celule clorochimaticice; m – mezofil; c.s. – camera substomatică; s – stomata; c.g. – celule de gardă; x – xilem; f – floem; c.o. – colenchim; e.i. – epiderma inferioară

### Parenchimuri de depozitare

Parenchimurile de depozitare sunt acelea care acumulează în celulele sale cantități mari de substanțe organice (glucide, protide, lipide), apă sau aer. Acestea se întâlnesc în organele cu rol în depozitare (rădăcini tuberizate, tuberculi, rizomi, semințe, fructe). Astfel, parenchimurile în care se acumulează amidonul se numesc *parenchimuri amidifere*, fiind prezente în semințe, tulpini subterane. Țesuturile în care se acumulează apă, poartă numele de *țesuturi acvifere*, fiind specifice plantelor succulente (cactuși).

În spațiile intercelulare ale unui parenchim se poate acumula cantități mari de aer, acesta purtând numele de *aerenchim* (fig. 22), specific plantelor de apă sau locuri umede (rădăcina la chiparosul de baltă – *Taxodium distichum*).

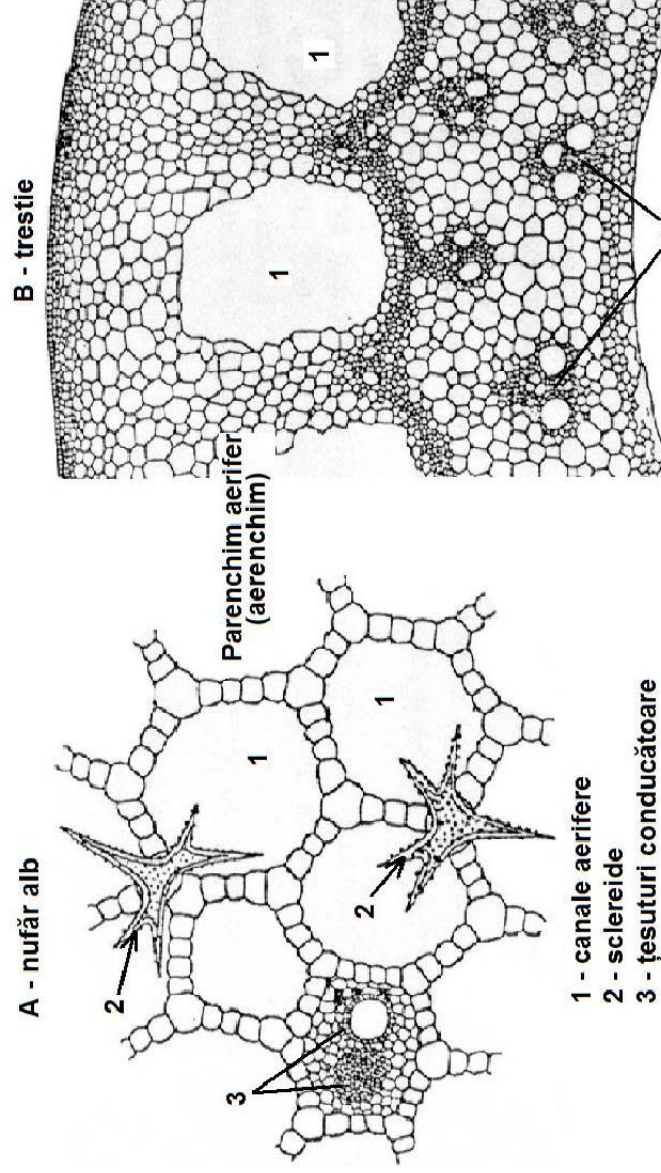


Fig. 22. Parenchimuri aerifere

### 2.2.3. ȚESUTURI CONDUCĂTOARE

Țesuturile conducătoare sunt specifice plantelor vasculare, cu corpul diferențiat în rădăcină, tulpină, frunză. Acestea sunt alcătuite din celule specializate, care au rolul de a conduce circulația apei și a sărurilor minerale (seva brută) de la rădăcină până în frunze și a substanțelor organice sintetizate (seva elaborată) de la frunze la toate celelalte organe consumatoare ale plantei, diferențiindu-se în *țesut conducător lemnos* și *țesut conducător liberian*.

#### Țesutul conducător lemnos (xilemul sau lemnul)

Țesutul conducător lemnos are rolul de a conduce seva brută în sens ascendent, fiind format din *vase lemnoase*, *parenchim lemnos* și *fibre lemnoase*.

**Vasele lemnoase** sunt formate din celule alungite, cilindrice, cu pereții lignificați, lipsite de conținut viu.

Vasele lemnoase sunt de două feluri: *traheide* și *trahee*.



*Traheidele*, numite și vase închise sau imperfecte, sunt formate din celule prozenchimatice, așezate cap la cap, cu pereții transversali prezenți și adesea oblici. Circulația sevei se face greu prin aceste vase, prin punctuațiuni. Ele sunt caracteristice plantelor mai puțin evolute (ferigi, gimnosperme).

*Traheele* se mai numesc și vase deschise sau perfecte, fiind formate din celule lungi așezate cap la cap, sub forma unor tuburi, la care pereții transversali s-au resorbit. Prin aceste vase seva brută circulă rapid. Traheele sunt specifice plantelor superioare, având lungimi diferite, de la câțiva milimetri până 3-5 m, la liane.

Pereții vaselor lemnoase sunt îngroșați cu lignină sub forma unor inele, la vasele înelate, sub forma unor spirale, la vasele spiralate, sub forma unor rețele, la vasele reticulate sau lignina acoperă complet peretele intern al vasului, rămânând neîngroșați numai porii, la vasele punctiforme (fig. 23).

Traheele funcționează mai mulți ani, după care ele se astupă cu *tile*, expansiuni veziculoase ale plasmalemei. Tilele asigură o conservare mai bună vasului, împiedicând pătrunderea apei, aerului și a unor ciuperci parazite.

**Parenchimul lemnos** însoțește vasele lemnoase, fiind format din celule vii în care se acumulează substanțele de rezervă.

**Fibrele lemnoase** sunt fibre de sclerenchim, cu rol mecanic și sunt prezente mai ales în lemnul secundar.

Țesutul conducător lemnos este de origine primară, rezultat din procambiu și de origine secundară, rezultat din cambiu.

#### **Țesutul conducător liberian (floemul sau liberul)**

Țesutul conducător liberian are rolul de a conduce seva elaborată în sens descendent și este format din: *vase liberiene*, *celule anexe*, *parenchim liberian*, *fibre liberiene*.

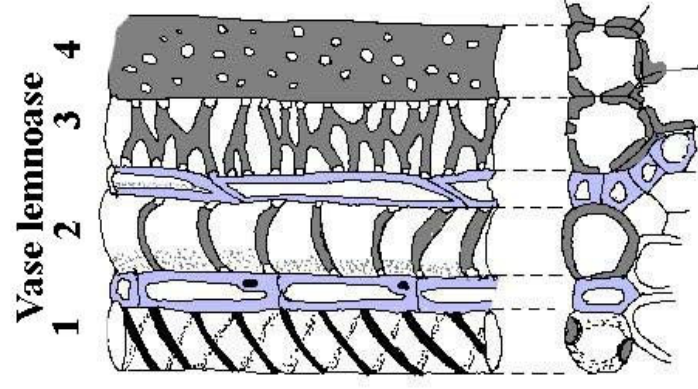


Fig. 23. Trahee

- 1 – vase spiralate;
- 2 – vase înelate
- 3 – vase reticulate;
- 4 – vase punctiforme

**Vasele liberiene** sunt formate din celule vii, așezate cap la cap, cu pereții transversali perforați, formând placa ciuruită. La sfârșitul perioadei de vegetație, vasele liberiene se astupă cu *caloză*, iar primăvara redevin funcționale prin dizolvarea și resorbția calozei. Astfel, vasele liberiene funcționează doar în timpul perioadei de vegetație, dar nu mai mult de 2-4 ani.

**Celulele anexe** însoțesc vasele liberiene, sunt vii și au rolul de a reface vasele liberiene.

**Parenchimul liberian** este format din celule vii, cu rol în depozitarea substanțelor de rezervă, în special amidon.

**Fibrele liberiene** sunt fibre de sclerenchim, cu rol mecanic, fiind prezente în liberul secundar, constituind liberul tare.

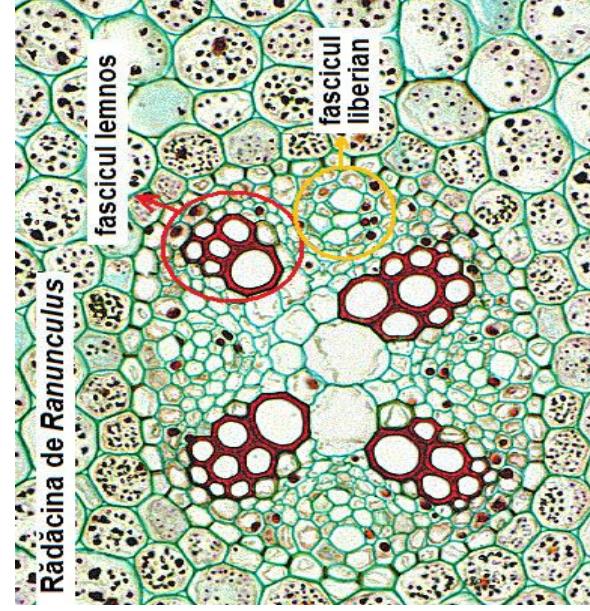
Țesutul liberian este de origine primară, rezultat din procambiu și de origine secundară, rezultat din cambiu.

#### **Fasciculele conducătoare și poziția lor în interiorul organelor plantei**

Țesuturile conducătoare formate din mai multe vase, parenchim, fibre, formează *fasciculele conducătoare*.

În rădăcină și în tulpină, fasciculele conducătoare sunt situate în cilindrul central, numit stel. Fasciculele conducătoare pot fi *simple* și *mixte*.

**Fasciculele conducătoare simple** sunt formate dintr-un singur tip de fascicul, respectiv lemnos și liberian. Acestea sunt prezente în structura primară a rădăcinii, fiind dispuse în alternață (fig. 24).



În tulpină și frunză se găsesc fascicule mixte.

**Fasciculele conducătoare mixte** sunt libero-lemnoase, fiind formate din cele două tipuri de fascicule conducătoare, așezate față în față, numite și *colaterale*.

*Fasciculele colaterale* sunt formate din țesut liberian la exterior și din țesut lemnos la interior, în cazul tulpinii, iar în frunză, cu țesut lemnos la exterior și țesut

liberian la interior. Acestea pot fi:

Fig. 24. Fasciculele conducătoare simple

*colateral închise, colateral deschise, bicolaterale, concentrice.*

*Fasciculele colateral închise* se caracterizează prin aceea că între fasciculul liberian și lemnos lipsește cambiu, cum ar fi la monocotiledonate (fig. 25).

*Fasciculele colateral-deschise* se caracterizează prin prezența cambiumului între fasciculul liberian și lemnos, cum ar fi la plantele lemnoase și la unele dicotiledonate (fig. 26).

#### Secțiune prin tulpină Monocotiledonate

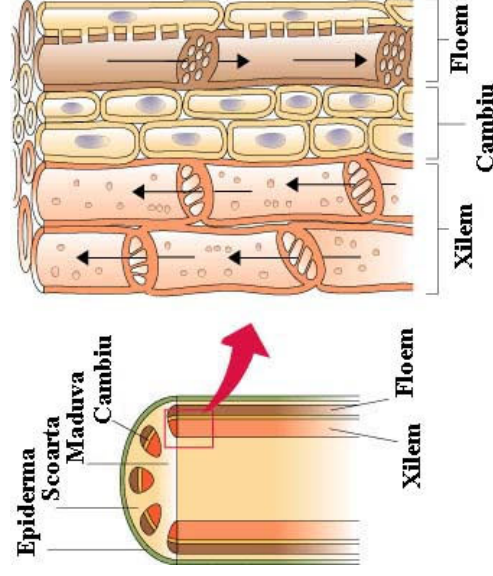
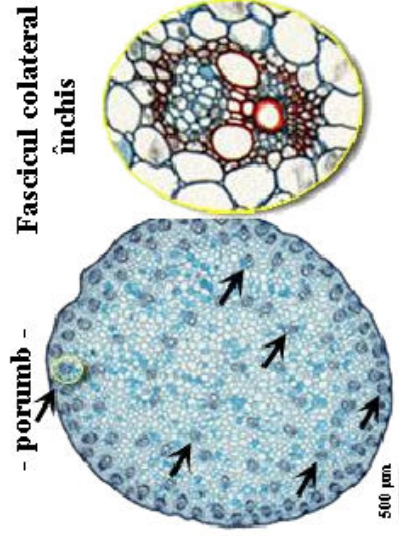


Fig. 25. Fascicul colateral închis

*Fasciculele bicolaterale* prezintă pe lângă țesutul liberian extern și un țesut liberian intern, între care se află lemnul, cum ar fi la *Cucurbitaceae*, *Scrophulariaceae* (fig. 27).

*Fasciculele concentrice* pot fi: *hadrocentrice*, cu țesutul lemnos înconjurat de țesut liberian, întâlnit la ferigi și *leptocentrice*, cu țesut liberian înconjurat de cel lemnos, cum ar fi la lăcrămioare – *Convallaria majalis*.

Fig. 26. Fascicul colateral deschis în tulpină.

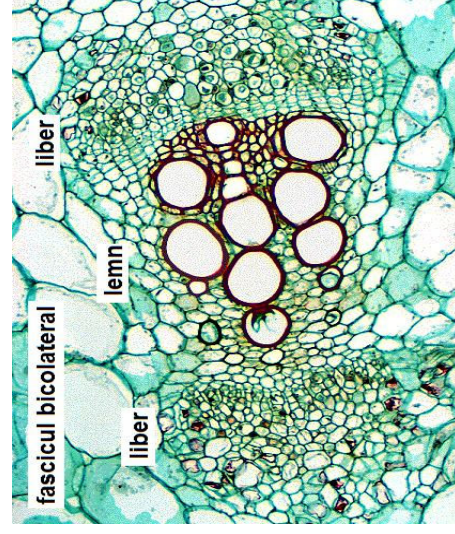


Fig. 27. Fascicul bicolateral

#### 2.2.4. ȚESUTURI MECANICE

Țesuturile mecanice sunt specializate în susținerea plantelor, fiind formate din celule prozenchimatice, cu pereții celulari îngroșați, conferind plantelor rezistență, flexibilitate, elasticitate la acțiunea factorilor de mediu (vânt, ploaie, zăpadă).

Există două categorii de țesuturi mecanice: *colenchimul* și *sclerenchimul*.

**Colenchimul** este format din celule prozenchimatice vii, cu pereții celulari inegal îngroșați cu celuloză și substanțe pectice.

După modul de îngroșare a pereților celulari, se cunosc trei tipuri de colenchim: *angular*, *tabular* și *lacunar*.

Colenchimul angular sau unghiular se caracterizează prin aceea că celulele prezintă îngroșări numai în colțuri, ca la dovleac - *Cucurbita pepo* (fig.28).

Colenchim tabular este format din celule cu pereții tangențiali (externi și interni) îngroșați sub formă de plăci (în tulpina de tei, curpen de pădure, soc).

Colenchim lacunar prezintă spații intercelulare, celulele fiind îngroșate în dreptul spațiilor intercelulare, cum ar fi la plantele din fam. *Asteraceae*.

Colenchimul este un țesut mecanic adaptat pentru funcția de susținere a organelor în curs de creștere, fiind de origine primară.

**Sclerenchimul** este format din celule prozenchimatice moarte, cu pereții uniform îngroșați cu lignină.

El se poate întâlni în toate organele plantelor mature, fie sub formă de benzi continui (exemplu în tulpina de dovleac), fie sub formă de fragmente, arcuri.

După forma celulelor, sclerenchimul se poate diferenția în *sclerenchim fibros* și *sclerenchim scleros*.

Sclerenchimul fibros este alcătuit din celule prozenchimatice lungi, ascuțite la capete, cu pereții puternic îngroșați (fig. 29). El este prezent în periciclu sau în fasciculele conducătoare, formând liberul tare sau lemnul secundar (exemplu fibrele de in și cânepă).

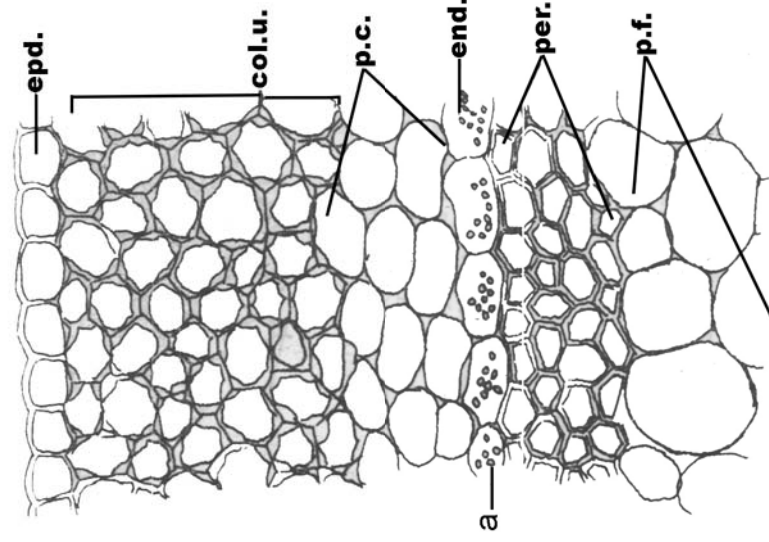


Fig. 28. Colenchimul și sclerenchimul în tulpina de dovleac.

epd. – epiderma; col.u. – colenchim unghiular; p.c. – parenchim cortical; end – endoderma; a – amidon; per. – periciclu (sclerenchim); p.f. – parenchim fundamental;

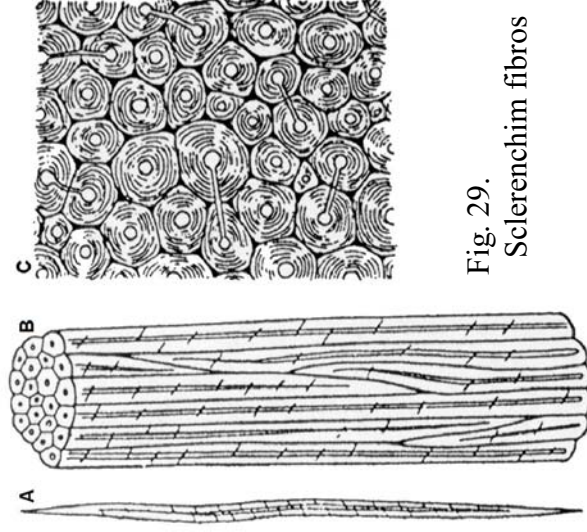


Fig. 29.  
Sclerenchim fibros

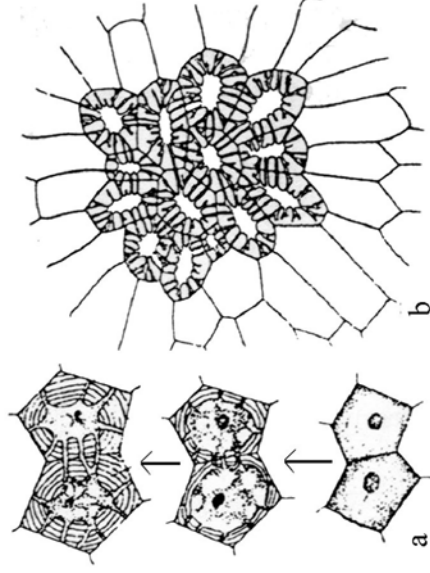


Fig. 30. Sclereide:  
a – fazele îngroșării peretelui celular;  
b – sclereide în nodulul fructului de păr

Sclerenchimul scleros este alcătuit din celule izodiametrice, cu pereții puternic îngroșați cu lignină, străbătuți radial de canalicule ramificate, purtând numele de *sclereide* sau celule pietroase. Acestea se întâlnesc în fructele de gutui, păr, în endocarpul (sâmburele) la prun, cireș (fig.30).

### 2.2.5. ȚESUTURI SECRETOARE

Țesuturile secretoare sunt formate din celule care sunt specializate în producerea sau eliminarea unor substanțe rezultate ale proceselor metabolice (uleiuri eterice, balsamuri, taninuri, rășini, nectar, mucilagii, gume, latex etc).

După locul de depunere a substanțelor secrete, țesuturile secretoare se împart în: *țesuturi cu secreție externă, țesuturi cu secreție intercelulară și țesuturi cu secreție intracelulară.*

**Țesuturile cu secreție externă** elimină substanțele elaborate în afara plantei, fiind reprezentate de: *papile secretoare, peri secretori, solzi secretori, glande nectarifere, glande salivare, glande digestive, hidatodele.*

Papilele secretoare sunt celule ale epidermei în formă de con, întâlnite pe petalele unor flori (trandafiri, lăcrămioare, panseluțe), care dau aspectul de catifelat (fig. 31). Ele secretă un ulei volatil, mirositor.



Fig. 31. Papile secretoare în petalele de panseluțe

Perii secretori sunt prezenți în epiderma frunzei, tulpinii, fiind formați din 1-4 celule, ultima celulă fiind secretoare (fig. 32).

Solzii secretori sunt formați din celule secretoare așezate în formă de rozetă, de asemenea prezenți în epidermă (hamei, mentă - fig. 33).

Glande nectarifere sunt structuri specializate care secretă un lichid dulce, numit nectar, consumat de insecte, participând astfel la polenizare. Ele se formează în floare, fiind numite *glande intraflorale*, la baza petalelor, staminelor, ovarului sau pe organe vegetative, fiind numite *glande extraflorale*, situate la baza pejiolului frunzei de piersic și la baza limbului foliar la cireș.

Glande saline se întâlnesc pe frunzele unor plante de sărături. Ele elimină surplusul de apă prin gutație activă. După eliminarea apei sărurile rămân pe frunză sub forma unui strat pufos.

Glande digestive se întâlnesc la plantele carnivore. Sunt structuri a căror celule secretă enzime proteolitice, cu ajutorul cărora digeră corpul insectelor, cum ar fi la *Drosera rotundifolia* – Roua cerului și *Nepenthes* spp..

Hidatodele sunt structuri care elimină apa sub formă de picături, fenomen numit gutație.

**Tesuturi cu secreție intercelulară** elimină substanțele secretate în spațiile intercelulare, fiind reprezentate de *buzunare secretoare* și *canale secretoare*.

Buzunarele secretoare reprezintă spații intercelulare, de formă sferică, căptușite cu celule secretoare, în care se acumulează substanțele secretate. Acestea sunt prezente în parenchimuri, în coaja de portocal, în frunza de sunătoare – *Hypericum perforatum* (fig. 34).

Canale secretoare sunt spații intercelulare tubuloase, căptușite cu celule secretoare, care secretă rășini, uleiuri eterice, cum ar fi la conifere, în fructele umbeliferelor (fig. 35).

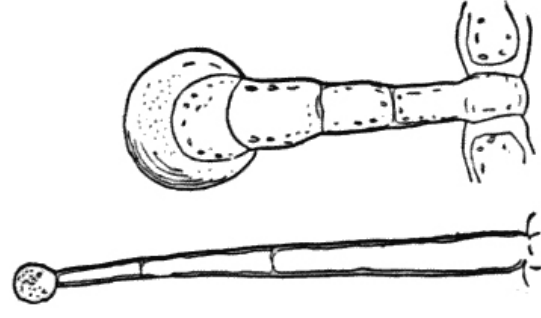


Fig. 32. Perii secretori

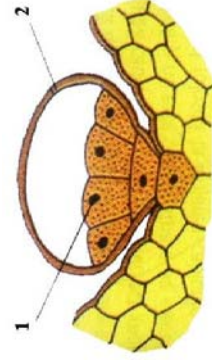


Fig. 33. Solz secretor  
1 - celula secretoare;  
2 - cuticula



Fig. 34. Buzunar secretor

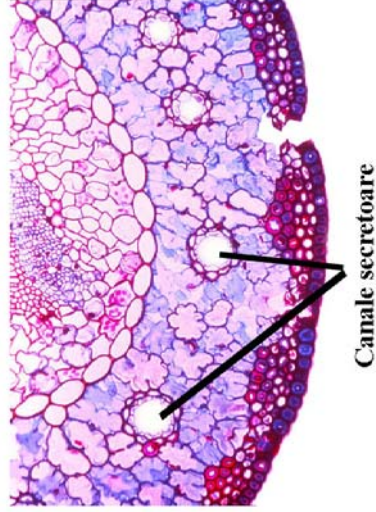


Fig. 35. Canale secretoare în frunza de pin (*Pinus nigra*)

**Tesuturi cu secreție intracelulară** elimină substanțele secretate în interiorul celulelor, fiind reprezentate de *laticifere*.

Laticiferele sunt celule mari, simple sau ramificate, care secretă latex (suc lăptos).

Laticiferele pot fi *articulate* sau *nearticulate*.

*Laticiferele articulate* sunt formate din celule puse cap la cap, cu pereții transversali resorbiți. Acestea pot fi simple, neramificate, ca la rostopască – *Chelidonium majus* sau ramificate, ca la păpădie – *Taraxacum officinale*.

*Laticiferele nearticulate* prezintă o singură celulă alungită, cu numeroși nucleoli, cum ar fi la laptele căinelui – *Euphorbia cyparissias* (fig. 36).

#### 2.2.6. ȚESUTURI SENZITIVE

Plantele răspund la stimuli sub influența factorilor excitanți (lumină, gravitație, substanțe chimice, stimuli tactili) prin mișcări sau prin modificarea intensității funcțiilor vitale.

Tesuturile senzitive se împart în 3 categorii:

- țesuturi senzitive pentru excitanți mecanici;
- țesuturi senzitive față de gravitație;
- țesuturi senzitive față de lumină.

#### Tesuturi senzitive pentru excitanți mecanici

Tesuturile senzitive pentru excitanți mecanici sunt reprezentate de *papile senzitive* și *peri senzitivi*.

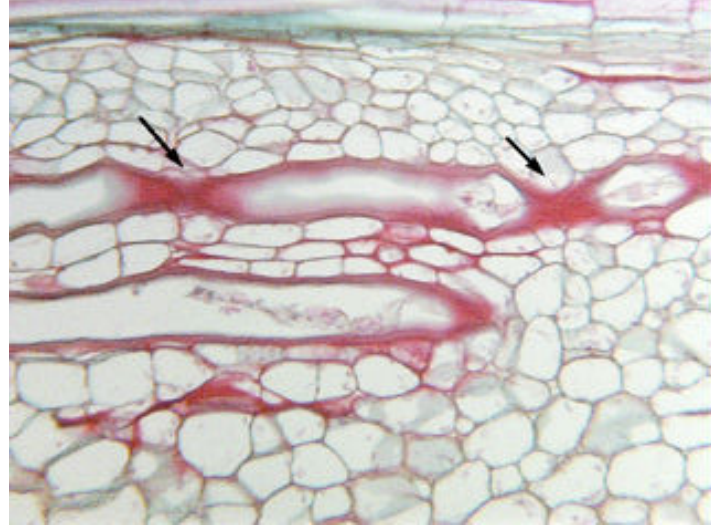


Fig. 36. Laticifere nearticulate la *Euphorbia cyparissias*

Papilele senzitive se găsesc pe cărceii plantelor din familia *Cucurbitaceae* (castravete, dovleac). Acestea sunt celule dispuse printre celulele epidermei cărceilor, cu pereții externi foarte îngroșați și prevăzuți cu o scobitură. În această scobitură pătrunde citoplasma, în care se găsește un cristal de oxalat de calciu. La atingere sau prin lovire, citoplasma primește un stimul, cărcelul curbându-se pe suport, executând o mișcare de rotație.

Papile senzitive se mai întâlnesc la baza filamentelor staminelor de la dracilă - *Berberis vulgaris*. La atingerea staminelor de către insecte, filamentele se curbează brusc, antera lovește stigmatul, realizându-se polenizarea.

Perii senzitivi se întâlnesc la plantele carnivore, având rol în prinderea insectelor (la *Drosera rotundifolia* – roua cerului). Când insectele ating unul din perii senzitivi, situați pe fața superioară a frunzei, frunza se pliază.

La *Mimosa pudica*, zona sensibilă este baza pețiolului, datorită unor peri rigizi situați la baza pețiolului pe partea inferioară. Atingerea bazei pețiolului, determină imediat aplecarea frunzei, mișcare numită *seismonastie*.

### **Tesuturi senzitive față de gravitație**

Rădăcina are o creștere în sensul forței gravitaționale, având un geotropism pozitiv, în timp ce tulpina crește de jos în sus, având un geotropism negativ. Tulpinile care nu au țesuturi mecanice dezvoltate, cresc la orizontală, numindu-se plagiotrope.

### **Tesuturi senzitive față de lumină**

Tesuturile sensibile față de lumină sunt reprezentate de *papile* și *ocel*.

Papilele senzitive sunt celule epidermale, cu pereții externi bombați, funcționând pe principiul unei lentile, care focalizează razele luminoase în interiorul celulei.

Ocele reprezintă celule epidermice inegale și suprapuse, în care celula mică este cea care primește excitația în momentul în care frunza își schimbă poziția față de lumină, favorizând redresarea ei.

## **Rezumat**

*Țesuturile sunt grupări de celule care au aceeași formă, structură și îndeplinesc aceeași funcții.*

*După forma celulelor, țesuturile sunt: parenchimatic, formate din celule izodiametrice, cu pereții celulari subțiri și cu spații intercelulare și prozenchimatic formate din celule alungite, cu pereții celulari îngroșați, lignificați.*



*După origine, țesuturile sunt primare, când se formează din meristeme primare și secundare când provin din meristemele secundare.*

*După gradul de diferențiere a celulelor, țesuturile se împart în: meristemate formate din celule tinere, nediferențiate, cu pereții subțiri, fără spații intercelulare, cu rol de diviziune și țesuturi definitive care provin din țesuturile meristemate, a căror formă și structură depind de funcția la care s-au adaptat.*

*După rolul pe care îl au în plantă, țesuturile se împart în: țesuturi meristemate, țesuturi de apărare, țesuturi fundamentale, țesuturi mecanice, țesuturi conducătoare, țesuturi secretoare și țesuturi senzitive.*

*Tesuturile meristemate au rolul de a se divide, de a forma noi celule.*

*După poziția pe care o ocupă în plantă, meristemele sunt situate în apexul rădăcinii și tulpinii, determinând creșterea în lungime; lateral față de axa organului, determinând creșterea în grosime și intercalar situate la baza internodurilor și a limbului foliar la Gramineae, printre țesuturi definitive, determinând creșterea în lungime.*

*După origine, meristemele sunt: primordiale, primare și secundare.*

*Tesuturile de apărare sunt situate la exteriorul organelor plantelor și au rolul de a proteja plantele de variațiile dăunătoare ale factorilor de mediu.*

*După origine, țesuturile de apărare sunt primare (epiderma, exoderma și caliptra) și secundare (suberul și ritidomul).*

*Parenchimurile sunt țesuturi formate din celule cu pereții subțiri, cu spații intercelulare, cu diferite funcții: de absorbție, asimilatoare și de depozitare.*

*Tesuturile conducătoare sunt specifice plantelor vasculare, fiind reprezentate de țesutul conducător lemnos, cu rol în conducerea sevei brute în sens ascendent și țesutul conducător liberian, care conduce seva elaborată în sens descendent.*

*Tesuturile mecanice sunt specializate în susținerea plantelor, fiind formate din celule prozenchimatice, cu pereții celulari îngroșați, conferind plantelor rezistență, flexibilitate, elasticitate la acțiunea factorilor de mediu.*

*După modul în care se îngroașă peretele celular, plantele prezintă două categorii de țesuturi mecanice: colenchimul și sclerenchimul.*

*Colenchimul este format din celule prozenchimatice vii, cu pereții inegal îngroșați cu celuloză și substanțe pectice, acesta fiind angular, tabular și lacunar.*

*Sclerenchimul este format din celule moarte, cu pereții uniform îngroșați cu lignină. După forma celulelor, sclerenchimul poate fi fibros și scleros.*

*Țesuturile secretoare secretă și excretă diverse substanțe: uleiuri eterice, nectar, taninuri, rășini, apă, gume, în afara plantei, în spațiile intercelulare și în interiorul celulei.*

*Plantele răspund stimulilor din mediul extern prin mișcări sau prin modificarea ritmului și intensității funcțiilor vitale.*

### **Intrebări**

1. Ce sunt țesuturile?
2. Caracterizați țesuturile meristemice și precizați rolul lor.
3. Care sunt țesuturile de apărare primare?
4. Care sunt țesuturile de apărare secundare?
5. Ce sunt parenchimurile și ce funcții îndeplinesc?
6. Precizați țesuturile conducătoare: structură și ce rol au?
7. Care sunt diferențele între colenchim și sclerenchim?
8. Ce rol au țesuturile secretoare și senzitive în viața plantelor?

### **Bibliografie**

1. Anghel, I. Toma. 1985. Citologie Vegetală. Edit. Univ. București.
2. Arsene Gicu Gabriel. 2004. Botanică I, Citologia, Histologia, Organele vegetale. Ed. Brumar, Timișoara.
3. Bădulescu Liliana, 2009. Botanică și Fiziologia plantelor, Edit. Elisavaros.
4. Douglas Houghton Campbell, 2007. Elements of Structural and Systematic Botany. TYPOGRAPHY BY J. S. CUSHING & CO., BOSTON, U.S.A.
5. Grințescu I. 1985. Botanică (ed. 2). Ed. St. și Encicl. București.
6. King B., 1986. Cell Biology, Allen & Unwin, London – Boston - Sidney
7. Moore, Randy, et al. *Botany*, 2nd ed. New York: McGraw-Hill, 1999.
8. Toma și colab. 1997. Celula vegetală. Edit. Univ. Al. I. Cuza, Iași.
9. Serbănescu Jitariu G., Toma C. 1980. Morfologia și anatomia plantelor. Ed. Did. și Ped. București.
10. Ungurean Livia, 1996. Morfologia plantelor. AMC-U.S.A.M.V București.

### CAP. 3. ORGANOGRAFIA

Organografia se ocupă cu morfologia externă, structura și dezvoltarea ontogenetică a organelor plantelor.

Organele sunt părți ale corpului plantei, care sunt alcătuite din mai multe țesuturi, cu formă și structură adaptate la îndeplinirea unor funcții speciale, cum ar fi de nutriție și de reproducere. Ca urmare, plantele prezintă organe *vegetative* și de *reproducere*.

**Organele vegetative** sunt întâlnite la plantele vasculare, numite și cormofite, fiind reprezentate de *rădăcină, tulpină, frunză*, care asigură viața plantei.

**Organele de reproducere**, în care se formează celulele reproducătoare, fiind reprezentate de *floare, sămânța și fructul*, care asigură perpetuarea speciei.

#### Înșușirile generale ale organelor plantelor

Organele vegetative și de reproducere prezintă următoarele însușiri: *polaritatea, simetria, orientarea în spațiu, metamorfozarea*.

**Polaritatea** reprezintă deosebirea morfologică și fiziologică dintre cele două extremități ale unui organ. Toate organele au un pol bazal și unul apical, care nu se pot transforma unul în altul. Astfel, butașii de salcie, garoafă, mușcată, viță-de-vie, puși în apă, vor forma totdeauna la bază rădăcini, iar în partea superioară ramuri și frunze. Această însușire stă la baza practicii înmulțirii plantelor prin butășire.

**Simetria** este însușirea organelor de a fi alcătuite din părți asemănătoare, egale. Linia de împărțire a organului în două părți simetrice se numește plan de simetrie. În funcție de numărul de planuri de simetrie care se pot duce printr-un organ, acesta poate prezenta: *simetrie radiară, bisimetrie, monosimetrie, asimetrie*.

*Simetrie radiară* se caracterizează prin aceea că organul poate fi împărțit în părți egale prin mai multe planuri de simetrie (rădăcina, tulpina). Florile cu simetrie radiară se numesc *actinomorfe* și se notează cu semnul \*.

*Bisimetrie* atunci când se pot duce două planuri de simetrie notate cu semnul +, perpendicular unul pe celălalt, exemplul floarea la familia *Brassicaceae*.

*Monosimetria* se întâlnește la organele prin care se duce un singur plan de simetrie, exemplul frunza. Florile monosimetrice se numesc *zigomorfe* și se notează cu /, exemplul floarea de mazăre – *Pisum sativum*.

*Asimetria* este întâlnită la acele organe care nu pot fi împărțite prin niciun plan de simetrie în părți egale. Organe asimetrice sunt frunza de ulm, tei, precum și floarea de *Canna indica*.

**Orientarea în spațiu** reprezintă însușirea organelor plantelor de a crește într-o anumită poziție față de verticală, cum ar fi rădăcina și tulpina cresc vertical, în jos și respectiv în sus, numindu-se organe *ortotrope* (drepte). Există și organe care fac un unghi cu verticala (rizomi, stoloni, tulpini târâtoare) și se numesc *plagiotrope*.

**Metamorfozarea** constă în schimbarea formei, structurii și funcției organelor sub influența factorilor de mediu. Prin metamorfozare pot rezulta diferențieri între organele cu origine comună și asemănări între cele deosebite din punct de vedere genetic, ca de exemplu tulpina, care poate lua forma și funcția frunzei. Există *organe omoloage* și *organe analoage*.

*Organele omoloage* au aceeași origine, dar forma și funcția sunt diferite, de exemplu spini de la *Berberis vulgaris* – dracila și cărceii de la *Lathyrus tuberosus* - sângele voinicului, au origine foliară.

*Organele analoage* au origine diferită, dar prezintă aceleași forme și funcții, exemplu spini de dracilă au origine foliară, iar cei de la salcâm sunt stipele modificate sau cărceii la mazăre au origine foliară, iar cei de la vița de vie au origine din tulpină.

### 3. 1. RĂDĂCINA (RADIX)

**Cuvinte cheie:** rădăcina, morfologie, ramificare, rădăcini metamorfozate, anatomie

**Obiective:** - Clasificarea rădăcinilor după origine și funcțiile lor.

- Cunoașterea morfologiei și anatomiei rădăcinii și importanța practică.

Rădăcina este primul organ vegetativ al plantei, care apare în procesul de germinație din rădăcula embrionului. Ea crește de regulă în sol și are rol de absorbție a apei și sărurilor minerale și de fixare a plantei în sol. Este un organ drept, crește în jos, având un geotropism pozitiv, are formă cilindrică și prezintă simetrie radială.

După origine și funcțiile lor, rădăcinile se împart în:

**Embrionare**, care se dezvoltă din radícula embrionului și care îndeplinesc funcțiile amintite. Aceste rădăcini au o durată de viață diferită: câteva zile la cuscută, 10-20 zile la graminee, câteva luni la plantele erbacee anuale, iar la plantele lemnoase mulți ani;

**Adventive**, care se formează pe tulpini, frunze. La monocotiledonate, rădăcina embrionară are o durată de viață scurtă, după care moare, fiind înlocuită de rădăcini adventive;

**Metamorfозate**, care își modifică forma, structura, îndeplinind alte funcții decât cele specifice.

### Morfologia rădăcinii

În cazul unei plantule, de la vârful rădăcinii până la colet (zona de trecere între rădăcină și tulpină), se disting 4 zone: *caliptra*, *zona netedă*, *zona perișorilor absorbanți* și *zona aspră* (fig. 37).

**Caliptra** (piloriza sau scufia) este un țesut parenchimatic, în formă de degetar, care protejează vârful rădăcinii. Vârful rădăcinii are 2-3 mm lungime și este compus din celule inițiale, care formează meristemul primordial. Caliptra se distruge la exterior prin frecare cu solul, dar se reface la interior din caliptrogen. O caracteristică a acesteia o constituie prezența și distribuția grăuncioarelor de amidon pe pereții transversali ai celulelor din vârf, numite *statoliti*, care au rol în mișcările geotropice.

**Zona netedă** este zona de creștere în lungime a rădăcinii. În această zonă celulele nu se mai divid, ele își măresc volumul prin alungire, încep să se specializeze. Ea are o lungime de 5-10 mm.

**Zona piliferă** sau a perișorilor absorbanți, în care celulele încep să se specializeze, formându-se țesuturi definitive primare. Această zonă ajunge până la 1 cm lungime. Perișorii absorbanți sunt unicelulari și rezultă din alungirea celulelor rizodermei spre exterior. Ei se formează permanent în partea inferioară și mor treptat în partea superioară, astfel că această zonă are tot timpul cam aceeași lungime. Numărul perilor absorbanți diferă de la o specie la alta, fiind cuprins între 200-400/mm<sup>2</sup> și au o durată de viață scurtă, 10-20 zile. Ei au rolul de a absorbi apa cu sărurile minerale din sol.

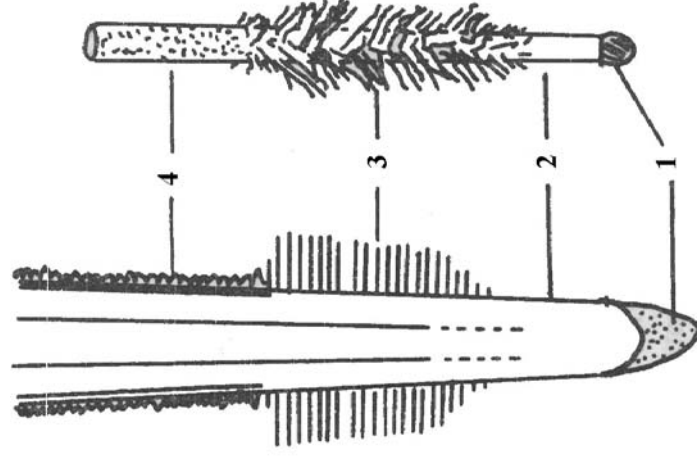


Fig. 37. Zonele rădăcinii

**Zona aspră** se află deasupra zonei pilifere prin distrugerea perişorilor absorbanţi, care imprimă rădăcinii un aspect aspru la pipăit. În structura rădăcinii se formează exoderma, alcătuită din 2-4 rânduri de celule impregnate cu suberină, cu rol de protecţie.

### Tipuri morfologice de rădăcini

Forma rădăcinilor este caracteristică pentru anumite specii de plante. Astfel, după gradul de dezvoltare a ramificaţiilor laterale (radicele), faţă de rădăcina principală se disting următoarele tipuri de rădăcini: *pivotante*, *rămuroase* şi *fasciculate*.

**Rădăcini pivotante** au rădăcina principală foarte bine dezvoltată, în comparaţie cu radicelele, exemplu la morcov – *Daucus carota*, mazăre – *Pisum sativum* (fig. 38).

**Rădăcini rămuroase** sunt specifice arborilor, la care radicelele sunt la fel de groase ca şi rădăcina principală, uneori mai lungi decât aceasta, formând rădăcini trasante (fig. 39).



Fig. 38. Rădăcina pivotantă la morcov

**Rădăcini fasciculate** au origine adventivă, se formează de la nodurile bazale ale tulpinii, au aspect de fascicul, fiind în număr mare, cu lungimi şi grosimi aproximativ egale. Se întâlnesc la plantele monocotiledonate (grâu, ceapă, fig.40)

### Rădăcini metamorfozate

Rădăcinile unor plante îndeplinesc alte funcţii principale, pe lângă cele specifice rădăcinii, ca atare acestea îşi schimbă forma şi structura, cum ar fi: *rădăcini*

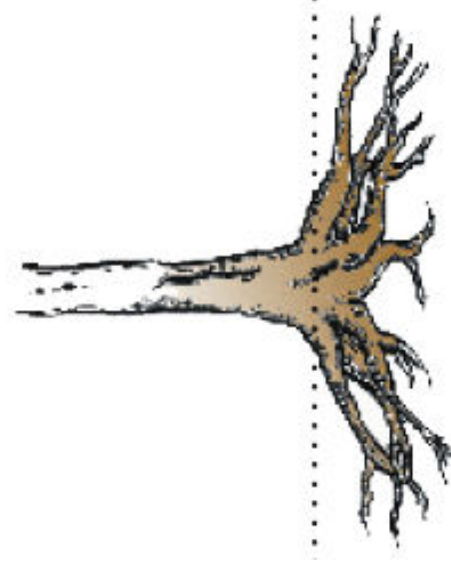


Fig. 39. Rădăcina rămuroasă

tubерizate, rădăcini drajonante, rădăcini fixatoare, rădăcini respiratorii, rădăcini simbiote și haustorii.

**Rădăcini tuberizate** au ca funcție principală înmagazinarea substanțelor de rezervă. Ele își pierd de timpuriu creșterea în lungime și încep să se îngroașe, proces cunoscut sub numele de tuberizare. Astfel, la sfecla de zahăr - *Beta vulgaris*, se tuberizează rădăcina principală, la ridiche- *Raphanus sativus*, rădăcina principală și hipocotilul, la dalie - *Dahlia variabilis*, se tuberizează radicelele (fig.41)

**Rădăcini drajonante** se întâlnesc la unele plante, care formează muguri pe rădăcini, din care apar lăstari numiți drajoni, cu rol în înmulțirea vegetativă a plantei, cum ar fi la pălămidă – *Cirsium arvense*, salcâm – *Robinia pseudoacacia* etc (fig. 42).

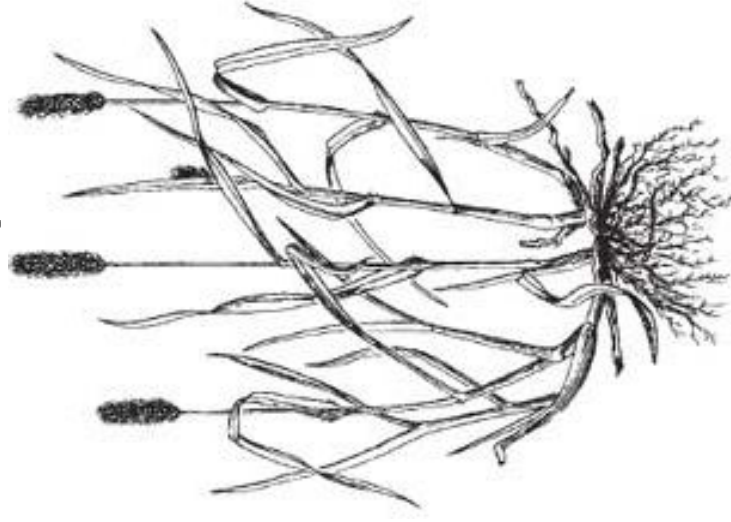


Fig. 40. Rădăcina fasciculată la mohor

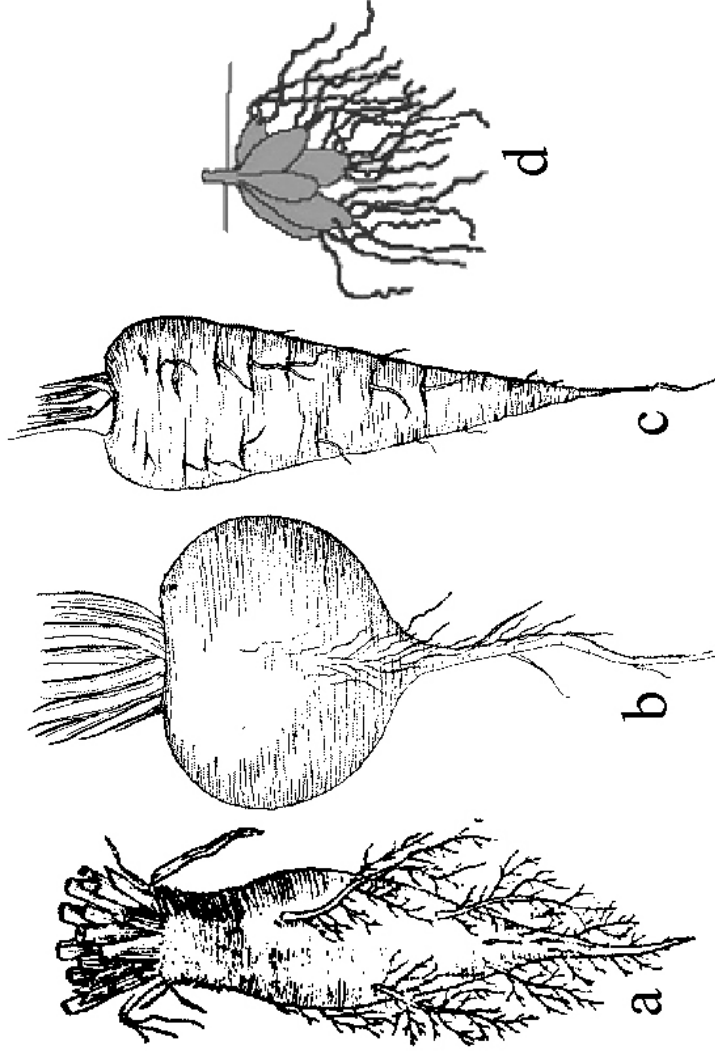


Fig. 41. Rădăcini tuberizate: a – sfeclă, b – ridiche; c – morcov; d - dalie

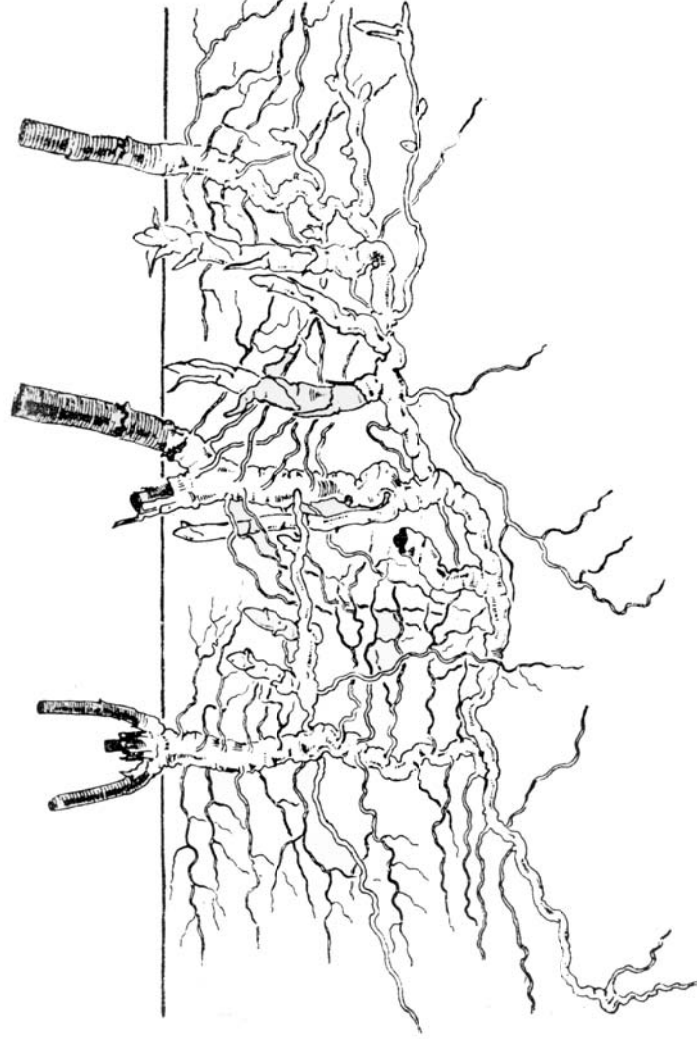


Fig. 42. Rădăcină drajonantă la pălămidă

**Rădăcini fixatoare** sunt caracteristice multor liane, exemplu la iederă – *Hedera helix*. Aceste plante pe lângă rădăcinile obișnuite, pe care le au în sol, prezintă pe tulpina lor rădăcini adventive, care au rolul de a fixa tulpinile pe trunchiul copacilor sau pe suport (fig. 43).

**Rădăcini respiratorii** (cu pneumatofori) sunt întâlnite la unele plante de mlaștină, cum ar fi la chiparosul de baltă – *Taxodium distichum*. Rădăcinile acestor plante emit niște ramificații numite *pneumatofori*, cu aerenchimuri, care cresc în sus până la suprafața apei, asigurând respirația (fig. 44).

**Rădăcini simbiote** sunt rădăcini care trăiesc în simbioză cu bacteriile sau ciupercile.

*Bacterioriza* sunt rădăcini care trăiesc în simbioză cu bacteriile fixatoare de azot, fiind întâlnită la plantele din fam. *Leguminosae* (soia, mazăre, trifoi). Pe rădăcinile acestora sunt prezente niște

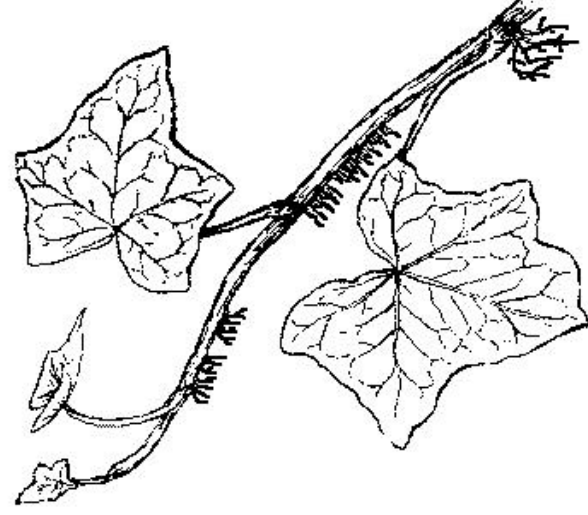


Fig. 43, Rădăcini fixatoare la iederă



umflături, numite *nodozități*, în care se găsesc bacteriile fixatoare de azot (fig. 45). Astfel, planta gazdă folosește compușii minerali cu azot, iar bacteria glucidele pe care le sintetizează planta gazdă. Aceste bacterii fac parte din genurile: *Rhizobium*, *Bradyrhizobium* și *Azorhizobium*.



Fig. 44. Pneumatofori la chiparosul de baltă

*Micoriza* sunt rădăcini care trăiesc în simbioză cu ciupercile (fig. 46), care sporesc capacitatea de absorbție a rădăcinii, înlocuind în activitatea lor perii absorbantși dispăruți (stejar, alun, pin etc.). Ciupercă se poate fixa la exteriorul rădăcinii formând un manșon păslos de hife (arțar, stejar), numindu-se *micoriză ectotrofă*; se poate fixa în interiorul rădăcinii (de exemplu la nuc, vița-de-vie) și se numește *micoriză endotrofă*; poate trăi atât la exteriorul rădăcinii, cât și la interior și se numește *micoriză ecto-endotrofă* sau mixtă. Acest tip este cel mai frecvent întâlnit în natură.

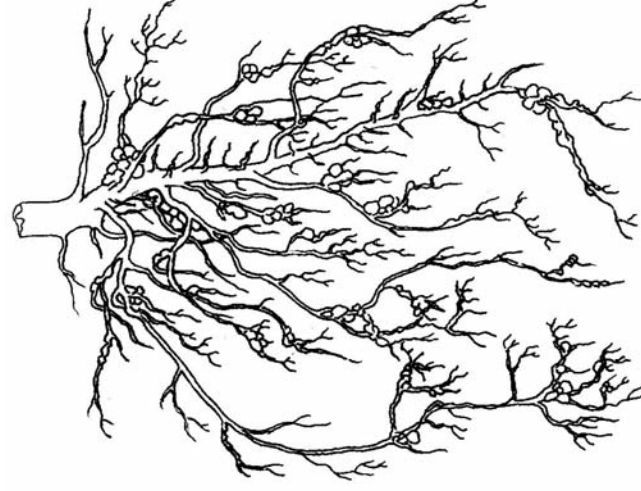


Fig. 45. Rădăcini cu nodozități

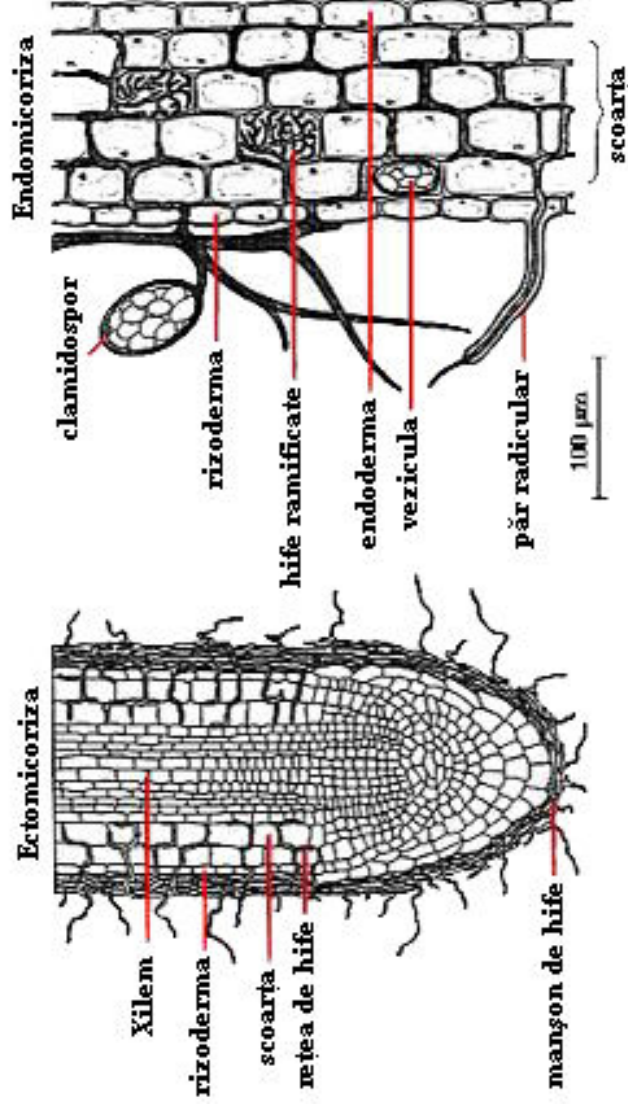


Fig. 46. Tipuri de micorize

**Haustorii** sunt specifici plantelor parazite și semiparazite. Aceștia sunt rădăcini reduce, numite și sugători, adaptate să preia de la planta gazdă seva elaborată, în cazul plantelor parazite și seva brută, în cazul plantelor semiparazite.

#### Ramificarea rădăcinii

Rădăcina plantelor se ramifică dând naștere la ramificații laterale, numite radicele. Aceasta se poate ramifica în două moduri: *dihotomic* și *monopodial*.

*Ramificarea dihotomică* se întâlnește rar, la unele ferigi și constă în bifurcarea vârfului rădăcinii principale în două radicele, procesul repetându-se.

*Ramificarea monopodială* este cel mai frecvent întâlnită. În această situație, rădăcina principală crește continuu și dă naștere la ramificații laterale (radicele) de ordinul I. Pe acestea se formează radicele de ordinul II, care la rândul lor vor forma radicele de ordin III etc (fig. 47).

#### Anatomia rădăcinii

Structura rădăcinii poate fi analizată pe secțiuni transversale și longitudinale subțiri.

Aceasta diferă cu vârsta plantei, dar și de la

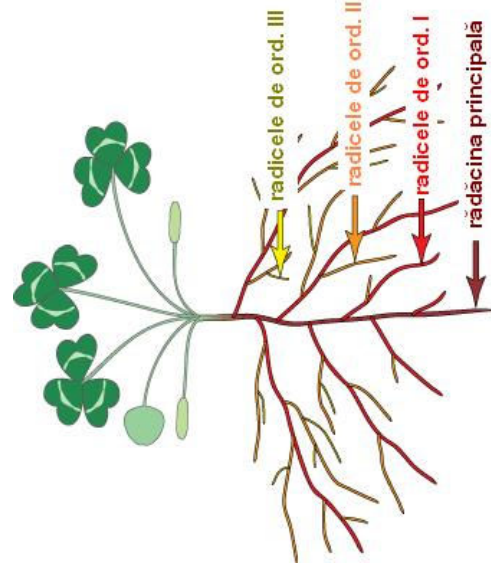


Fig. 47. Ramificare monopodială

o specie la alta. În cursul dezvoltării sale, rădăcina prezintă două structuri succesive: *structura primară*, rezultată din meristemele primare și *structura secundară*, generată de meristemele secundare.

### Structura primară a rădăcinii

Structura primară reprezintă ansamblul de țesuturi primare, care iau naștere din meristemele primare.

Ea se păstrează toată viața la ferigi și monocotiledonate. Într-o secțiune transversală prin rădăcină, la nivelul regiunii pilifere, se disting 3 zone: *rizoderma*, *scoarța* și *cilindrul central* (fig. 48).

**Rizoderma** se află la exteriorul rădăcinii și este formată dintr-un singur rând de celule parenchimice, strâns unite între ele, multe prin alungire transformându-se în perișori absorbantși. Ea are rolul de absorbție a apei cu sărurile minerale. Rizoderma este de scurtă durată.

**Scoarța** este multistratificată, diferențiată în *exodermă*, *parenchim corticală* și *endoderma*.

*Exoderma* sau *scoarța externă* este formată din 2-4 rânduri de celule poligonale, strâns unite între ele, cu pereții suberificați, cu rol de protecție după distrugerea rizodermei.

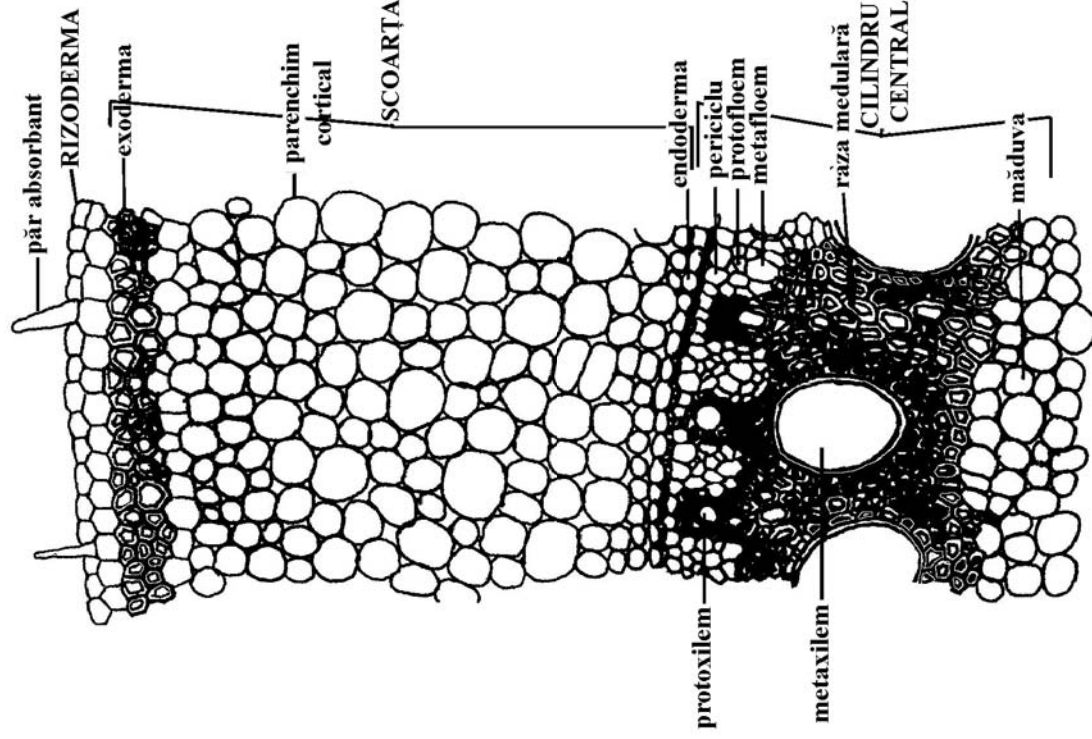


Fig. 48. Structura primară a rădăcinii de porumb

*Parenchimul cortical* sau *scoarța mijlocie* este multistratificată, formată din 10-15 rânduri de celule ovoidale, cu pereții subțiri și cu spații intercelulare. Ea are rol în acumularea substanțelor de rezervă, cum ar fi amidonul sau inulina.

*Endoderma* sau *scoarța internă* este formată dintr-un singur rând de celule, cu pereții laterali îngroșați cu suberină și lignină, sub forma unor punctuațiuni, cunoscute sub numele de benzile lui Caspary (la porumb – *Zea mays*). Ulterior pereții celulelor se lignifică în forma literei U (se îngroașă pereții laterali și interni, iar cei externi rămân subțiri). Unele celule ale endodermei rămân neîngroșate și se numesc celule de pasaj. Acestea se află în dreptul fasciculelor conducătoare lemnoase. Endoderma are rol de absorbție, apa circulă prin celulele de pasaj, acolo unde există sau prin punctuațiuni.

**Cilindrul central** ocupă centrul rădăcinii și este format din: *periciclu, fascicule conducătoare, măduva și razele medulare*.

*Periciclu* este format dintr-un singur rând de celule parenchimatice, situate în alternanță cu celulele endodermei. Din periciclu se formează radicelele, ramificațiile laterale ale rădăcinii.

*Fasciculele conducătoare sunt simple și dispuse în alternanță, respectiv fascicule conducătoare lemnoase și fascicule conducătoare liberiene.*

În cadrul fasciculelor conducătoare lemnoase (xilemul), primele vase care apar sunt situate spre periciclu, au diametrul mic și se numesc vase de *protoxilem*. Vasele mai mari, numite vase de *metaxilem*, apar mai târziu și sunt situate mai spre centru.

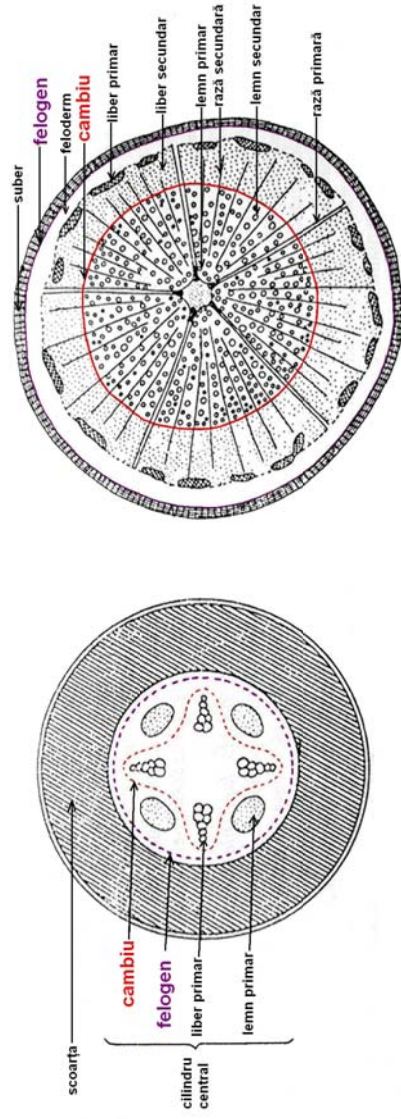
Fasciculele conducătoare liberiene (floemul), prezintă de asemenea la exterior vase liberiene mici, numite vase de *protofloem*, iar la interior vase mai mari, numite vase de *metafloem*. Ca urmare ambele tipuri de fascicule au o *dezvoltare centripetă*.

*Măduva* ocupă centrul cilindrului central, fiind formată din celule parenchimatice sau sclerificate (la iris – *Iris germanica*).

Fasciculele de vase liberiene și lemnoase sunt separate de *raze medulare*, formate din celule parenchimatice sau lignificate, care vin din măduvă.

### **Structura secundară a rădăcinii**

La plantele dicotiledonate lemnoase și la unele ierboase, rădăcina începe să se îngroașe, ca urmare a apariției în interiorul ei a meristemelor secundare (cambiul și felogenul). Aceste meristeme secundare se mai numesc și zone generatoare, deoarece generează o serie de țesuturi secundare, care se interpun printre cele primare, determinând creșterea în diametru (fig. 49).



Apariția meristemelor secundare      Formarea structurii secundare

Fig. 49. Structura secundară a rădăcinii

**Cambiu**, numit și *zona generatoare libero-lemnoasă*, ia naștere în cilindrul central, între fasciculele conducătoare, sub forma unor arcuri concave spre interiorul fasciculelor liberiene și arcuri convexe spre exteriorul fasciculelor lemnoase, care se unesc formând o structură cu contur sinuos.

Cambiu generează la exterior țesut liberian secundar, care este format din vase liberiene, celule anexe, parenchim liberian și fibre liberiene sub formă de pachete, formând liberul tare, iar spre interior lemn secundar, alcătuit din vase lemnoase largi, parenchim lemnos și fibre lemnoase, rezultând astfel *fascicule libero-lemnoase*, de tip *colateral deschise*.

Lemnul secundar este produs în cantitate mai mare, ceea ce face ca liberul să fie împins spre exterior, cambiuul căpătând o formă cilindrică.

Lemnul produs de cambiu într-o perioadă de vegetație formează un inel anual.

An de an cambiuul adaugă noi cantități de țesuturi secundare.

**Felogenul**, se mai numește și *zona generatoare subero-felodermică*, apare la exteriorul cambiuului, în scoarță sau în periciclu, sub forma unui cilindru. Felogenul este format dintr-un strat de celule, care generează pe partea externă suber secundar, cu rol de protecție, iar pe partea internă, formează scoarța secundară sau feloderma, în care se depozitează substanțele de rezervă. Ansamblu celor trei țesuturi: suber, felogen, felodermă, formează periderma.

Țesuturile primare aflate la exteriorul suberului se usucă și se exfoliază, iar la exteriorul rădăcinii rămâne suberul sau se formează ritidomul din totalitatea peridermelor, rezultate din activitatea multianuală a felogenului.

### Importanța practică a rădăcinilor

Rădăcinile unor plante prezintă unele utilizări practice, cum ar fi:

- rădăcinile tuberizate (de morcov, sfeclă, ridiche, țelină, păstârnac, pătrunjel) sunt utilizate în alimentație, datorită conținutului în substanțe nutritive, vitamine, substanțe aromatice. Unele servesc la furajarea animalelor (sfecla furajeră, napi, morcovi furajeri);
- rădăcinile unor plante au utilizări medicinale (rădăcina de odolean – *Valeriana officinalis*);
- rădăcinile leguminoaselor îmbogățesc solul în azot;
- rădăcinile moarte, prin descompunere, contribuie la îmbogățirea solului în humus;
- rădăcinile fixează solul, împotriva eroziunii sau contribuie la fixarea nisipurilor.

### Rezumat

*Rădăcina este organul vegetativ al plantei, care apare în procesul de germinație din radacina embrionului. Ea are rol de absorbție a apei și sărurilor minerale și de fixare a plantei în sol. Este un organ drept, crește în jos, având un geotropism pozitiv, are formă cilindrică și prezintă simetrie radială.*

*De la vârful rădăcinii până la colet, zona de trecere între rădăcină și tulpină, se disting 4 zone: caliptra, zona netedă, zona perișorilor absorbanți și zona aspră.*

*După origine și funcțiile lor, rădăcinile se împart în 3 categorii: embrionare, care se dezvoltă din radacina embrionului; adventive, care se formează pe tulpini, frunze; metamorfozate, adaptate la alte funcții decât cele specifice.*

*După formă există rădăcini pivotante, rămuroase și fasciculate.*

*Rădăcinile metamorfozate sunt acelea care își schimbă forma și funcția, cum ar fi: rădăcini tuberizate, cu rol în depozitarea substanțelor de rezervă; rădăcini drăjonante, cu rol în înmulțirea vegetativă; rădăcini fixatoare, cu rol de prindere, fixare; rădăcini respiratorii, cu rol în respirație; rădăcini simbioante, care trăiesc în simbioză cu bacterii sau ciuperci.*

*Rădăcina plantelor se ramifică dând naștere la ramificații laterale, numite radicele. Aceasta se poate ramifica dihatomic și monopodial.*

*Structura primară a rădăcinii reprezintă ansamblul de țesuturi primare, care iau naștere din meristemele primare și se păstrează toată viața la ferigi și monocotiledonate.*

*In secțiune transversală prin rădăcină se disting 3 zone: rizoderma, scoarța și cilindrul central.*

*Structura secundară a rădăcinii este întâlnită la plantele lemnoase și la unele dicotiledonate ierboase și reprezintă ansamblu de țesuturi secundare, generate de meristemele secundare (cambiul și felogenul), care le intercalează printre cele primare, determinând creșterea în grosime.*

*Rădăcinile unor plante prezintă diferite utilizări practice, fiind folosite în alimentația omului, în furajarea animalelor, au importanță medicinală, îmbogățesc solul în azot, sunt antierozionale.*

#### **Intrebări:**

1. Care sunt zonele rădăcinii?
2. Precizați tipuri morfologice de rădăcini.
3. Care sunt rădăcinile metamorfozate și ce rol au ele?
4. Care sunt ramificațiile rădăcinii?
6. Precizați printr-un desen structura primară și secundară a rădăcinii.
7. Care este importanța practică a rădăcinii?

#### **Bibliografie**

1. Andrei M. 1997. Morfologia generală a plantelor, Ed. Enciclopedică, București
2. Bavaru A., Bercu R., 2002. Morfologia și anatomia plantelor, Ed. Ex Ponto, Constanța
3. Coste I., 2000. Botanica. Morfologia și anatomia plantelor, Lito., U.S.A.M.V, Timișoara
4. Esau, K., 1965. Plant anatomy, John Willei, Inc., New York – London – Sidney.
5. Grințescu I. 1985. Botanică (ed. 2). Ed. St. și Encicl. București.
6. Mauseth, James D. Plant Anatomy. Menlo Park, CA: Benjamin/Cummings Publishing Co., 1988.
7. Robert D., Cateson A.M., 1990. Biologie végétale. Organization vegetative. Ed. Doin., Paris.
8. Ungurean Livia, 1996. Morfologia plantelor, AMC-U.S.A.M.V București

### 3.2. TULPINA (CAULIS)

**Cuvinte cheie:** tulpină, hipocotil, epicotil, muguraș, ramificare, anatomie

**Obiective:** - Cunoașterea morfologiei și anatomiei tulpinii;

- Clasificarea tulpinilor și importanța practică a lor.

Tulpina este un organ vegetativ articulată, fiind formată din noduri și internoduri. Ea are rolul de a conduce seva, de a produce și susține frunzele, florile și fructele. La unele plante, tulpina servește și la înmulțirea vegetativă.

Are de regulă o creștere de jos în sus, având un geotropism negativ și prezintă simetrie radială.

Din punct de vedere ontogenetic, tulpina își are originea din embrion, la formarea căreia participă mugurașul.

#### Morfologia tulpinii

La o plantă, tulpina prezintă: *hipocotil*, *epicotil* și *muguraș* (fig. 50).

**Hipocotilul** este partea de tulpină cuprinsă între colet (baza solului) și locul de inserție a frunzelor cotiledonare. Acesta poate fi lung, la plantele cu germinație epigea (cotiledoanele ies la suprafața solului), cum ar fi la fasole – *Phaseolus vulgaris* și poate fi scurt, la plantele cu germinație hipogea (cotiledoanele rămân în sol), de exemplu la mazăre – *Pisum sativum*.

**Epicotilul** este porțiunea cuprinsă între cotiledoane și primele frunze adevărate, numite protofile.

**Mugurașul**, prin activitatea meristemului apical, formează cea mai mare parte a tulpinii, formată din noduri și internoduri.

Nodurile sunt evidente, iar la nivelul lor se prind frunzele. Distanța între două noduri se numește internod. Lungimea internodurilor variază de la o specie la alta. Tulpina are în vârf un mugur terminal sau apical, iar la subsuara frunzelor se găsesc muguri laterali sau axilari.

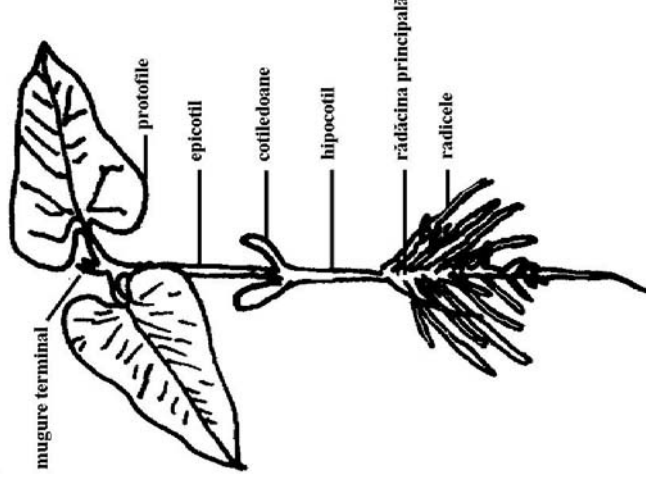


Fig. 50. Morfologia tulpinii



Mugurii sunt formațiuni tinere ale tulpinii, formați dintr-un ax longitudinal, cu internoduri scurte care poartă în vârf un meristem primordial, din care se realizează creșterea în lungime a tulpinii, formarea frunzelor și a mugurilor laterali.

Mugurii terminali, realizează creșterea în lungime a tulpinii, iar cei laterali determină formarea ramificațiilor laterale ale tulpinii.

După organele pe care le produc, mugurii sunt: *vegetativi*, *floriferi* și *micști* (fig. 51).

Mugurii *vegetativi* dau naștere la lăstari și frunze. Din categoria mugurilor vegetativi fac parte și mugurii *dorminzi*. Aceștia sunt muguri în stare latentă (în repaus) și reprezintă o rezervă potențială a plantei, în caz de îngheț, atac de insecte.

Mugurii *floriferi* formează flori sau inflorescențe, iar cei micști dau naștere atât la lăstari, cât și la flori.

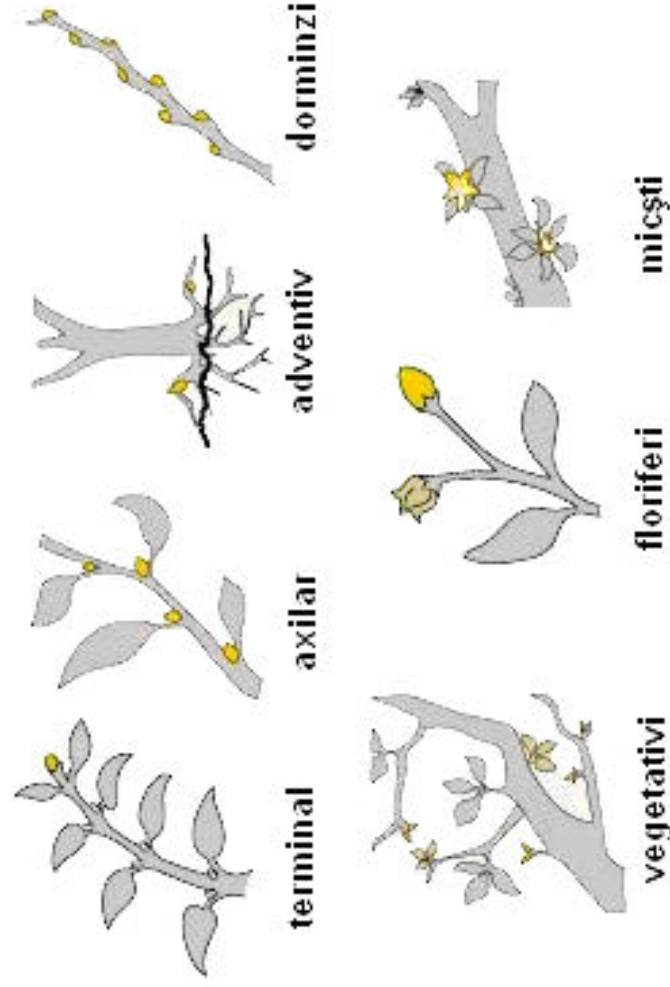


Fig. 51. Tipuri de muguri

### Ramificarea tulpinii

La cele mai multe plante tulpina se ramifică în mai multe moduri, cum ar fi: *dihotomic*, *monopodial*, *simpodial*, *mixt* și prin *înfrățire*.

**Ramificarea dihotomică** este primitivă și se întâlnește la unele gimnosperme și ferigi. Ea constă în bifurcarea repetată a vârfurilor de creștere (fig. 52).

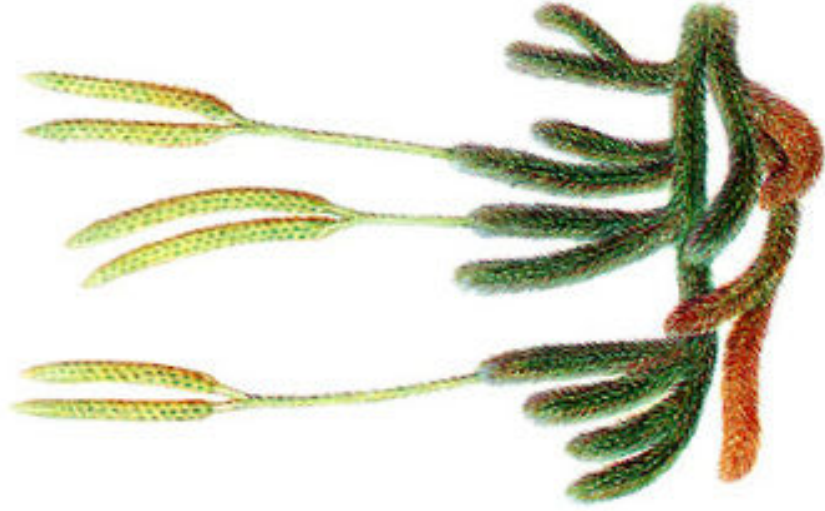


Fig. 52. Ramificare dihotomică la *Lycopodium clavatum*

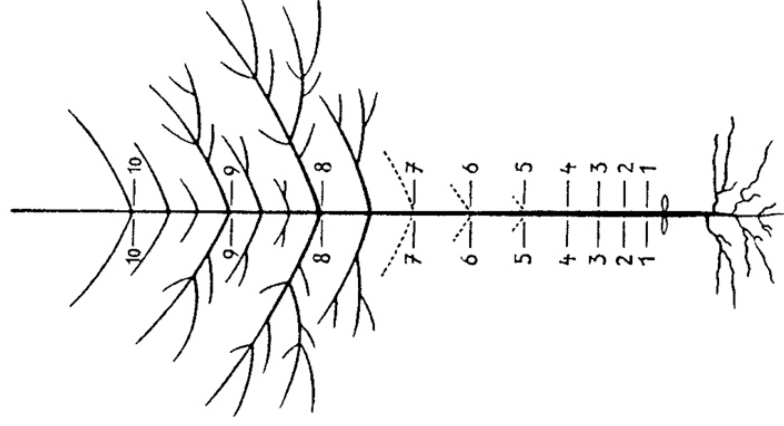


Fig. 53. Ramificare monopodială

**Ramificarea monopodială** constă în creșterea continuă a axului principal al tulpinii, prin mugurele terminal, care este vegetativ. Ca urmare, axul principal este bine dezvoltat, iar pe acesta se formează ramuri de ordin I, una sau mai multe la un nivel, pe care apar ramuri de ordin II. Acest tip de ramificație este întâlnit frecvent la conifere (fig. 53).

**Ramificarea simpodială** se caracterizează prin oprirea din creștere a tulpinii, ca urmare a dispariției mugurelui vegetativ, care dă naștere la o floare sau inflorescență, iar creșterea continuă prin mugurul axilar cel mai apropiat, care se comportă ca și tulpina principală. Se întâlnește la nuc, măr, cireș, prun etc.

**Ramificarea mixtă** constă în combinarea ramificării monopodiale cu cea simpodială, astfel, axul principal și ramurile inferioare se ramifică monopodial, iar restul ramurilor se ramifică simpodial, cum ar fi la bumbac – *Gossypium hirsutum* (fig. 54).

**Înfrățirea** este specifică gramineelor. La aceste plante de la nodurile bazale ale tulpinii se formează lăstari, numiți frați, care împreună cu tulpina principală formează o tufă (fig. 55). Frații pot rămâne între teaca frunzei și tulpina principală, rezultând o *tufă deasă* (la țepoșică – *Nardus stricta*), aceștia pot străpunge teaca, rezultând o *tufă rară* (la

iarba de gazon – *Lolium perenne*) sau tufele rare sunt legate prin rizomi, rezultând o *tufă mixtă* (la firuță – *Festuca pratensis*).

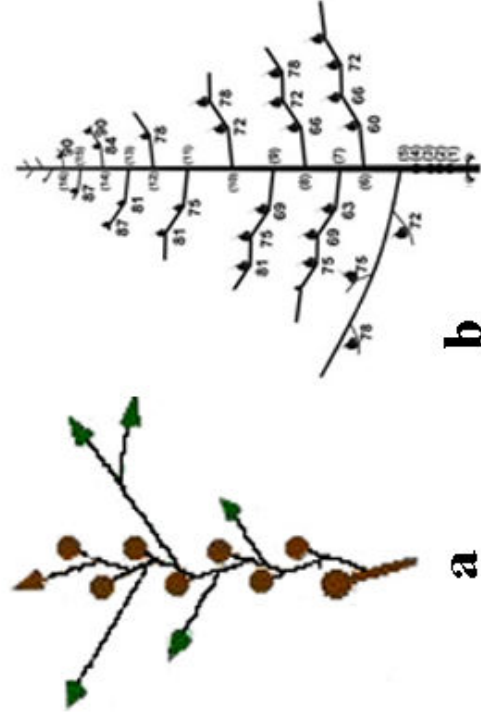


Fig. 54. Tipuri ds ramificare.

A – simpodial; b - mixt

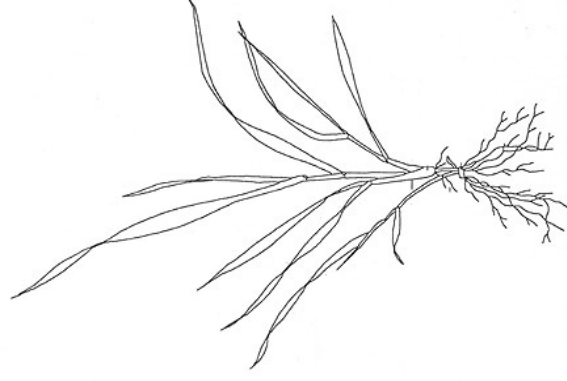


Fig. 55. Infrățirea la cereale

### Clasificarea morfologică a tulpinilor

*După mediul în care trăiesc*, tulpinile se împart în: *aeriene*, *subterane* și *acvatice*.

Tulpinile aeriene, cresc la suprafața solului, fiind cele mai răspândite.

*După consistență* acestea sunt *erbacee* și *lemnoase*.

### Tulpini aeriene erbacee

Tulpinile erbacee sunt în general verzi, au țesuturi nelignificate, moi, fiind reprezentate de: *caulis*, *culm*, *calamus* și *scap* (fig. 56).

Caulis este tulpina cel mai frecvent întâlnită. Este formată din noduri și internoduri aproximativ egale, pline cu măduvă sau fistuloase (goale), de exemplu la morcov – *Daucus carota*, floarea soarelui – *Helianthus annuus*, etc.

Culmul este tulpina specifică gramineelor, numită și pai, caracterizată prin noduri evidente, pline cu măduvă și internoduri fistuloase, rar pline, la porumb – *Zea mays*, costrei – *Sorghum halepense*.

Calamusul se caracterizează prin noduri dese și neevidente, dispuse spre baza tulpinii, iar internodurile sunt pline cu un țesut spongios, ca de exemplu la pipirig – *Juncus effusus*, rogoz - *Carex riparia*.

Scapul este tulpina care are internodurile bazale scurte și dese, ultimul internod fiind lung și se termină cu o floare sau inflorescență, la bănuței – *Bellis perennis*, păpădie, *Taraxacum officinale*.

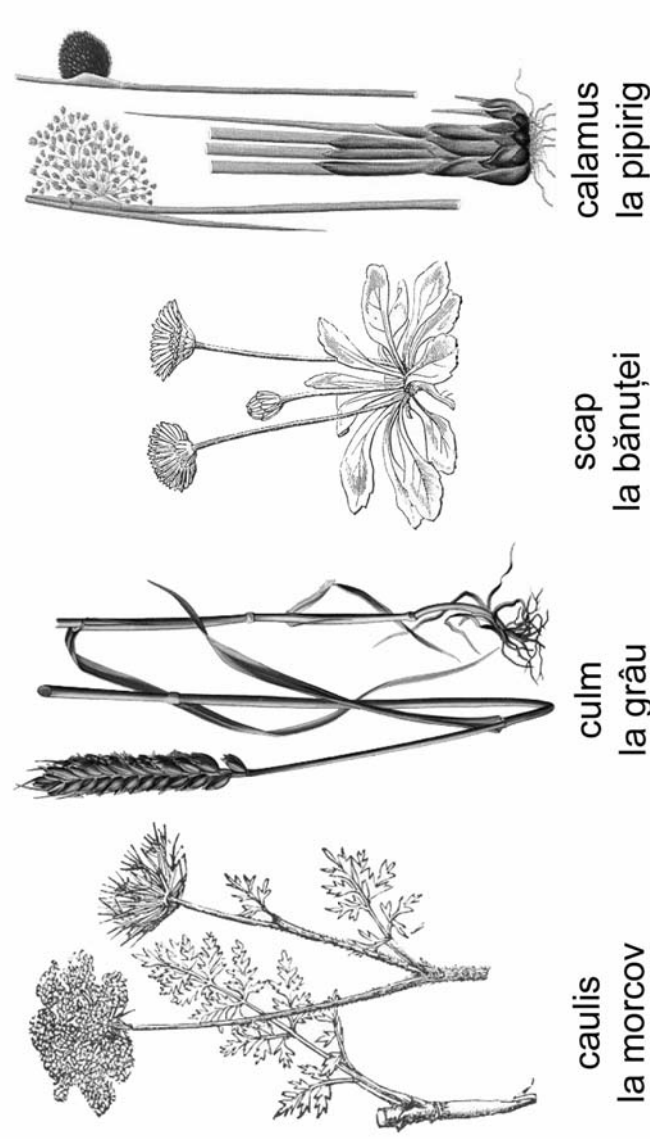


Fig. 56. Tipuri de tulpini erbacee

După durata de viață, tulpinile erbacee sunt:

- *anuale*, înfloresc și fructifică într-o perioadă de vegetație, exemplu fasolea, floarea soarelui;
- *bienale* trăiesc doi ani, în primul an de vegetație formează organele vegetative (rădăcina, tulpina, frunze), iar în anul al doilea înfloresc și fructifică, cum ar fi sfecla – *Beta vulgaris*, varza – *Brassica oleracea*;
- *perene*, care trăiesc mai mulți ani, înfloresc și fructifică de mai multe ori în viață, cum ar fi căpșunul – *Fragaria x ananassa*, lucerna – *Medicago sativa*.

După orientarea în spațiu, tulpinile sunt *ortotrope* și *plagiotrope*.

*Tulpinile ortotrope* pot fi *erecte* și *urcătoare*.

*Tulpinile erecte* se mențin singure la verticală datorită țesuturilor mecanice bine dezvoltate, din care fac parte tulpinile enumerate mai sus.

*Tulpinile urcătoare* sunt acelea care au nevoie de mijloace de susținere, acestea pot fi *volubile* (se înfășoară în jurul unui suport), cum ar fi la fasole - *Phaseolus vulgaris*, volbură - *Convolvulus arvensis* sau pot fi *agățătoare* prin intermediul cârceilor, la castravete – *Cucumis sativus* sau prin intermediul perilor, la lipicioasă – *Galium aparine* (fig. 57).

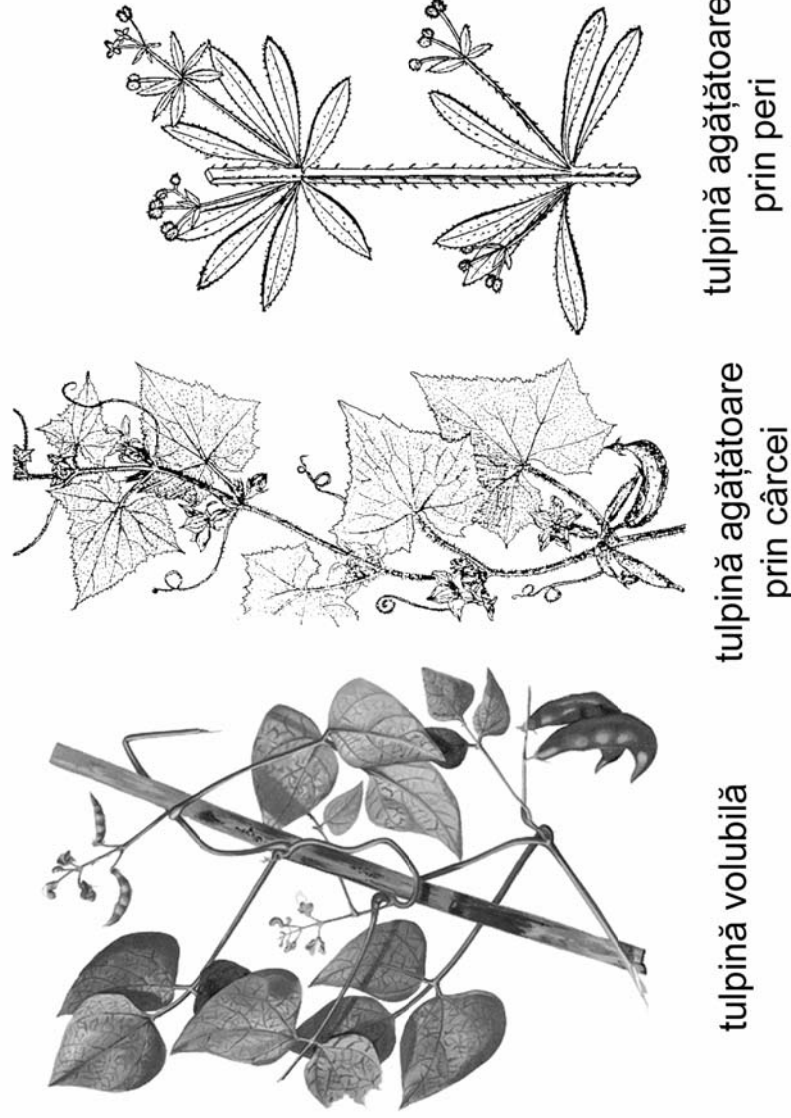


Fig. 57. Tulpini urcătoare

*Tulpinile plagiotrope* sunt acelea care cresc orizontal, deoarece nu au țesuturi mecanice suficient dezvoltate și nici organe de prindere, cum ar fi la trifoiul târător - *Trifolium repens*.

### **Tulpini aeriene lemnoase**

În structura lor secundară predomină țesuturi cu celule lignificate. Tulpinile lemnoase se întâlnesc la *arbori*, *arbuști*, *subarbuști* și *liane*.

Arborii sunt de talie mare și prezintă un trunchi și o coroană (stejar, măr, nuc etc). Trunchiul este tulpina de la suprafața solului până la punctul de ramificare. Coroana reprezintă totalitatea ramurilor.

Arbustii, spre deosebire de arbori au talia mai mică și prezintă mai multe tulpini la suprafața solului (trandafirul, alunul).

Subarbuștii sunt scunzi, au partea bazală lignificată, iar partea superioară ierboasă, care se usucă în timpul iernii (levănțica, salvia).

Lianele sunt tulpini lemnoase care se prind de alte plante prin intermediul cârceilor, rădăcinilor adventive (vița de vie, iedera).

### **Tulpini aeriene metamorfozate**

Aceste tulpini și-au modificat forma și funcția.

După funcția pe care o îndeplinesc, tulpinile metamorfozate se împart în: *tulpini asimilatoare*, *tulpini de depozitare*, *tulpini de înmulțire*, *tulpini de apărare*.

**Tulpini asimilatoare** îndeplinesc funcția de fotosinteză. Dintre acestea fac parte: *tulpini suculente*, *tulpini virgate*, *cladodii* și *filocladii*.

Tulpinile suculente sunt caracteristice cactușilor (fig. 58). Ele sunt groase, cărnoase, suculente, verzi, cu frunze reduse, transformate în spini, cu suc celular bogat în substanțe mucilaginoase, care acumulează apă în parenchimurile acvifere din scoartă și măduvă.

Tulpinile virgate au aspectul unor nuiele, sunt verzi, bogate în cloroplaste, lipsite de frunze sau frunzele sunt reduse la teci, exemplu la pipirig – *Juncus effusus*, coada calului – *Equisetum arvense*.

Cladodiile sunt tulpini lățite, verzi, cu rol în fotosinteză, întâlnite la grozământ – *Genista sagittalis*.

Filocladiile sunt ramuri lățite, cu aspect de frunze, întâlnite la ghimpe - *Ruscus aculeatus* (fig.59).

**Tulpini de depozitare** sunt adaptate la funcția de înmagazinare a substanțelor de rezervă, cum ar fi la gulie, pe zona tuberizată sunt prezente frunzele (fig. 60).

**Tulpini cu rol de înmulțire vegetativă** sunt acelea care prezintă muguri axilari, care se desprind de plantă și formează noi plante, exemplu la colțisor - *Cardamine bulbifera* (fig 61).

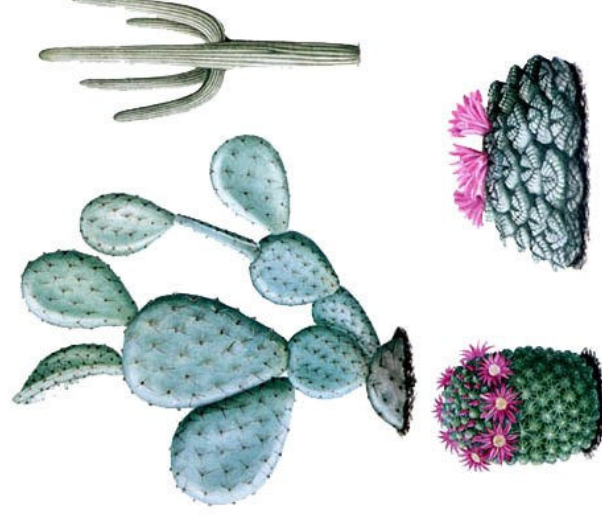


Fig. 58 Tulpini asimilatoare suculente la cactuși



Tulpini virgate

Cladodii

Filocladii

Fig. 59 Tulpini asimilatoare

**Tulpini cu rol de apărare** sunt ramuri transformate în spini, la glădiță – *Gledisia triacanthos* (fig. 62), la porumbar - *Prunus spinosa*.

**Tulpini cu rol de agățare, prindere** sunt acelea transformate în cârcei, cum ar fi la vița de vie – *Vitis vinifera* (fig. 63), dovleac – *Cucurbita pepo*.



Fig. 60. Tulpina de depozitare la gullie

Fig. 61 Tulpini cu bulbili la Cardamine

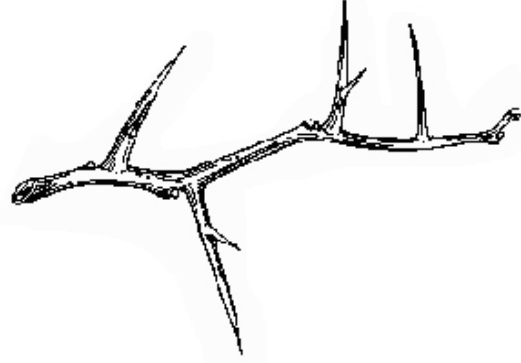


Fig. 62 Ramuri transformate în spini la Glădiță

### **Tulpini subterane**

Tulpinile subterane se formează în sol, asigurând perenitatea plantelor. Ele sunt tulpini metamorfozate, fiind adaptate la îndeplinirea funcțiilor de depozitare și de înmulțire vegetativă, fiind reprezentate de *rizomi*, *stoloni*, *tuberculi*, *bulbi*, *bulbo-tuberculi* (Fig. 64).

Rizomii sunt tulpini îngroșate, care formează la noduri rădăcini adventive, muguri și frunze reduce la solzi, asigurând înmulțirea vegetativă. Sunt simplii sau ramificați, *ortotropi*, la pădăcie - *Taraxacum officinale* sau *plagiotropi*, la stânjinel – *Iris germanica*, cu creștere monopodială sau simpodială.

Stolonii sunt ramificații ale rizomilor, cu internoduri lungi și subțiri. La noduri prezintă rădăcini adventive și muguri din care se vor forma lăstari acrieni, care asigură înmulțirea vegetativă, de exemplu la căpșun – *Fragaria x ananassa*, la cartof – *Solanum tuberosum*.

Tuberculi sunt tulpini scurte (microblaste), cărnoase, cu rol în depozitarea substanțelor de rezervă, protejați la exterior de suber (coața), de exemplu la cartof, tuberculul se formează din mugurele terminal al stolonului. Acesta prezintă pe suprafața lui muguri așezați în adâncituri, numite popular ochi.

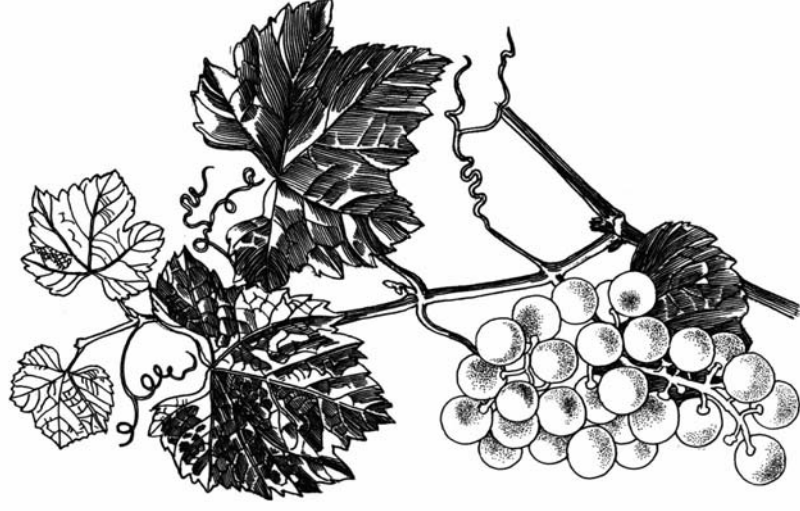


Fig. 63. Tulpină agățătoare la vița de vie



Bulbii sunt microblaste cu materii de rezervă în frunzele cărnoase și sunt protejați la exterior de catafile (frunze uscate, subțiri). Tulpina propriu-zisă are forma unui disc, prezintă în partea inferioară rădăcini adventive, în centru 1-2 muguri, din care se dezvoltă frunze cărnoase, numite tunici, cu rol de depozitare.

Bulbii pot fi *tunicați*, când frunzele cărnoase se acoperă complet, cum ar fi la ceapă – *Allium cepa* și *solzoși*, când tunicile se acoperă parțial, la crin – *Lilium candidum*.

Bulbo-tuberculi sunt tuberculi, înveliți la exterior de catafile (la gladiole, șofran).

### **Tulpini acvatice**

Sunt caracteristice plantelor iubitoare de apă, prezentând unele modificări, mai ales în structura lor. Astfel, epiderma tulpinii este subțire, lipsită de cuticulă, conțin în scoarță parenchimuri aerifere, cu spații intercelulare mari.

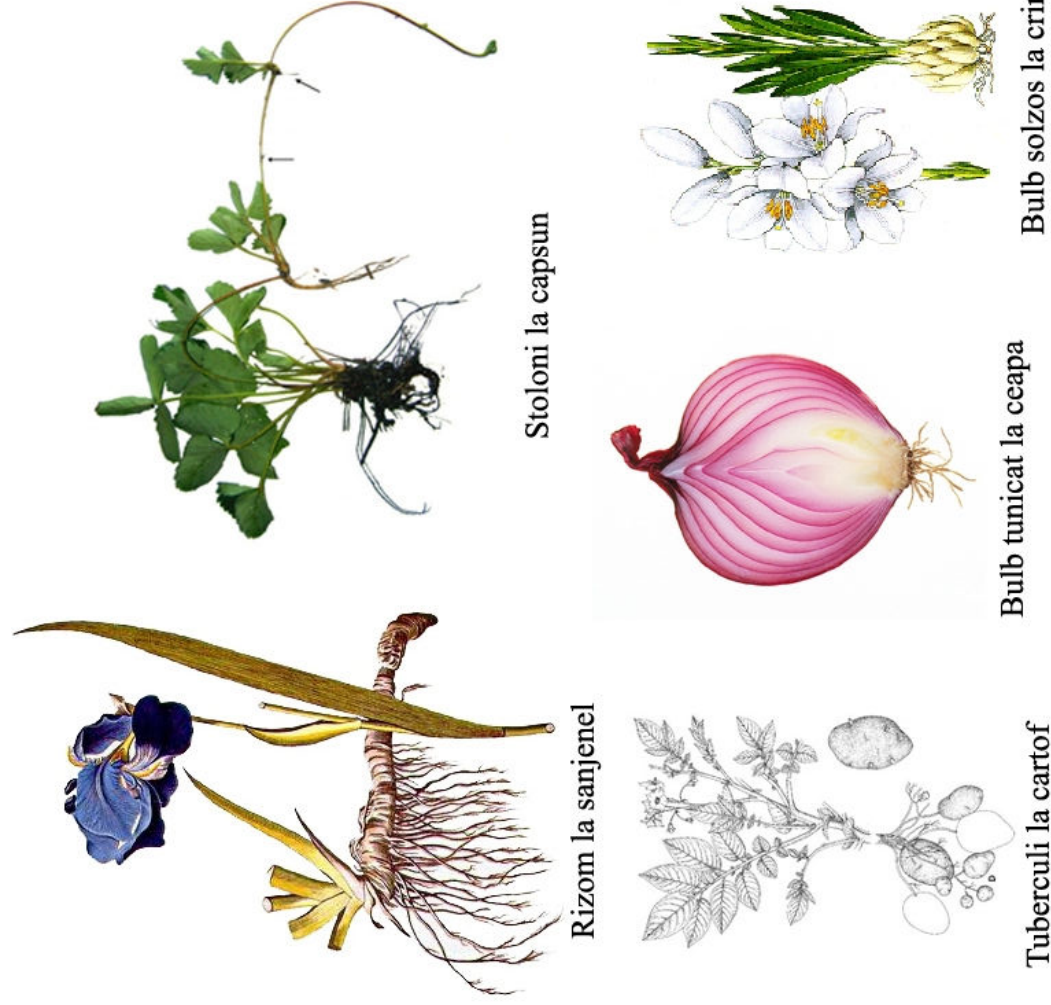


Fig. 64 Tulpini subterane

Tulpinile acvatice pot fi: *natante*, care plutesc la suprafața apei (la lintiță – *Lemna minor*); *submerse*, fiind scufundate în apă (la ciuma apelor - *Elodea canadensis*) și *amfibii*, care pot trăi atât în apă cât și pe uscat (la piperul de baltă – *Polygonum amphibium*).

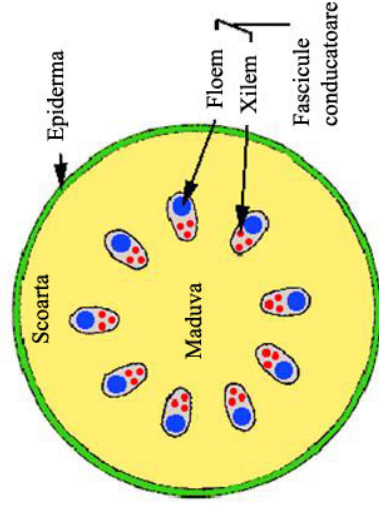
### Anatomia tulpinii

Tulpina prezintă o structură primară, rezultată din meristemele primare și o structură secundară generată de meristemele secundare (cambiul și felogenul).

### Structura primară a tulpinii

Structura primară reprezintă ansamblul de țesuturi primare, rezultate din activitatea meristemelor primare, care se păstrează toată viața la ferigi și la monocotiledonate.

În secțiune transversală printr-o tulpină tânără, la nivelul unui internod se disting trei zone principale: *epiderma*, *scoarța* și *cilindrul central* (Fig. 65).



**Epiderma** este un țesut de protecție, se află la exterior, fiind formată dintr-un singur rând de celule strâns unite între ele, cu pereții exteriori cutinizați, cerificați. În epidermă se află stomate, peri protectori sau secretori.

**Scoarța** este mai subțire decât la rădăcină, fiind formată din *parenchim cortical* și *endoderma*.

Fig. 65 Schema structurii primare a tulpinii

*Parenchimul cortical (scoarța externă)* este format din celule cu pereții subțiri și cu spații intercelulare, în care se acumulează substanțele de rezervă. Primele straturi pot conține cloroplaste (la tulpinile tinere), iar ultimele amidon. În parenchimul cortical pot fi prezente și alte țesuturi, cum ar fi sclerenchim, colenchim, țesuturi secretoare, laticifere.

*Endoderma* sau *scoarța internă* este de regulă unistratificată și acumulează amidon, ea lipsește la monocotiledonate.

**Cilindrul central** (stelul) este format din: *periciclu*, *fascicule conductoare*, *razele medulare*, *maduva*.

*Periciclu* este pluristratificat, fiind reprezentat de sclerenchim, sub forma unor pachete, mai ales în dreptul fasciculelor conductoare. La monocotiledonate lipsește.

*Fasciculele conducătoare sunt mixte, libero-lemnoase, de tip colateral închise, cu liber la exterior și lemn la interior. Numărul fasciculelor conducătoare în tulpină este variabil. La dicotiledonate, fasciculele sunt așezate pe 1-2 cercuri, iar la monocotiledonate sunt împrăștiate în tot cilindrul central, cum ar fi la porumb – *Zea mays* (fig. 66).*

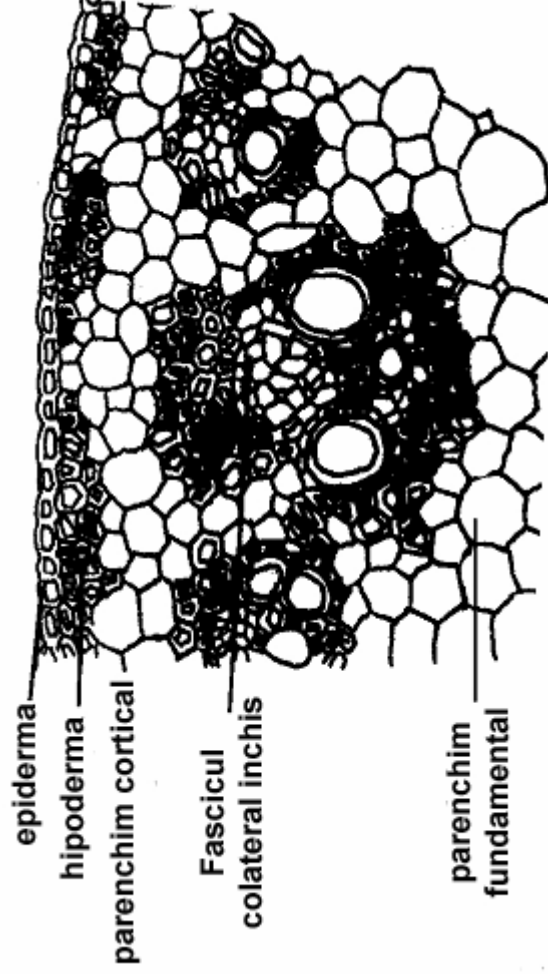


Fig. 66. Structura primară a tulpinii de porumb

Țesutul conducător liberian (floemul) este format din vase liberiene, celule anexe și parenchim liberian, având o dezvoltare centripetă, prezintă vase de protofloem spre exterior și vase de metafloem spre interior.

Țesutul conducător lemnos (xilemul) este format din vase lemnoase, parenchim lemnos, având o dezvoltare centrifugă, prezintă vase de metaxilem spre exterior și vase de protoxilem spre interior.

Fasciculele conducătoare sunt separate între ele prin razele medulare formate din parenchim.

În centrul tulpinii se află măduva formată tot din parenchim, care adesea se resoarbe formând lacuna centrală (la tulpinile fistuloase).

#### **Structura secundară a tulpinii**

La plantele lemnoase și la unele dicotiledonate ierboase, tulpinile se îngroașă prin adăugarea de țesuturi secundare, produse de cele două meristeme secundare - *cambiul* și *felogenul* (fig. 67).

*Cambiul* este primul meristem secundar care își începe activitatea, luând naștere în cilindrul central, intrafascicular. Prin diviziunea celulelor, cambiul produce spre exterior țesut liberian secundar, iar spre interior țesut lemnos secundar.

Liberul secundar este alcătuit din vase liberiene, celule anexe, parenchim liberian, care formează liberul moale și din fibre liberiene, care constituie liberul tare și care alternează cu liberul moale sub forma unor pachete.

Lemnul secundar este format din vase lemnoase, cu diametrul mare, însoțite de parenchim lemnos și fibre lemnoase, care au diametrul mai mic.

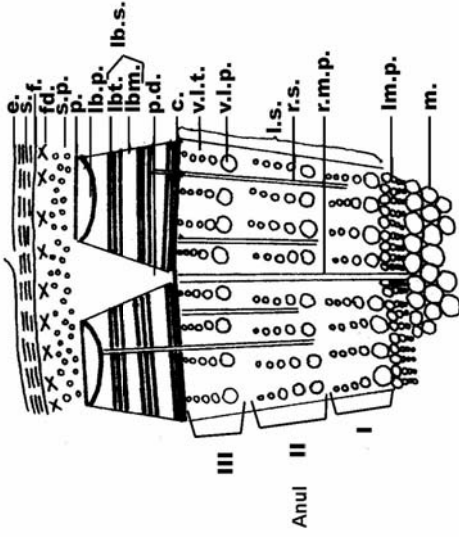


Fig. 67. Structura secundară în tulpina de tei  
 E – epiderma; s – suberul; fg – felogenul; fd – feloderma; s.p. – scoarța primară; p – periciclul; l.m – liber moale; l.t – liber tare; p.d.- parenchim de dilatare; c – cambiul; r.m.p. – rază medulară principală; r.s. – rază secundară; l.m.p. – lemn primar; m – măduva; c.c – cilindrul central; v.l.p – vas lemn primăvară; v.l.t – vas lemn toamnă.

Intre fasciculele de liber secundar,

cambiuil produce parenchim de dilatare, în care se depozitează diferite substanțe de rezervă, în special amidon.

Intre fasciculele de lemn secundar, cambiuil formează raze medulare principale

Cambiuil își păstrează întotdeauna locul, el încetează activitatea toamna și și-o reia primăvara în același loc.

*Felogenul* este cel de-al doilea meristem secundar, care apare mai târziu și se formează la exteriorul cambiuului, la nivelul scoarței.

Acesta generează spre exterior suber secundar, iar spre interior feloderma sau scoarța secundară. Ansamblu de suber, felogen, felodermă, formează periderma.

Felogenul ca și cambiuil funcționează o singură perioadă de vegetație, dar spre deosebire de cambiu, felogenul nu își păstrează locul, reappare mai spre interior, datorită suberului care este impermeabil, țesuturile rămase la exteriorul lui mor, se exfoliază.

Din activitatea multianuală a felogenului rezultă ritidomul.

### **Importanța practică a tulpinilor**

Tulpinile multor plante prezintă multiple întrebuințări, în funcție de substanțele pe care le conțin și de consistența țesuturilor pe care le prezintă.

Tulpinile unor plante sunt folosite ca legume în alimentația omului (sparanghelul, muguri de bambus, tuberculii de cartof, bulbii de ceapă, usturoi), iar altele în furajarea animalelor (graminee, leguminoase).

Tulpinile plantelor lemnoase sunt utilizate în industria mobilei (nuc, fag), la confecționarea instrumentelor muzicale, la obținerea celulozei, a unor împletituri, a fibrelor textile (în, cânepă).

Din tulpinile unor plante se obțin: pluta, cauciucul, rășini, coloranți, zahăr (trestia de zahăr), substanțe aromatice (scorțișoara), substanțe medicinale (chimina) etc.

### **Rezumat**

*Tulpina este un organ vegetativ articulată, formată din noduri și internoduri, cu rolul de a conduce seva, de a produce și susține frunzele, florile și fructele. Are de regulă o creștere de jos în sus, având un geotropism negativ și prezintă simetrie radială.*

*La o plantulă, tulpina prezintă: hipocotil, epicotil și muguraș.*

*La cele mai multe plante tulpina se ramifică în mai multe moduri: dihotomic, monopodial, simpodial, mixt și prin înfrățire.*

*După mediul în care trăiesc, tulpinile se împart în: aeriene, subterane și acvatic.*

*Tulpinile aeriene, după consistență sunt erbacee și lemnoase.*

*Tulpini aeriene erbacee sunt reprezentate de: caulis, culmi, calamus și scap.*

*Tulpini aeriene lemnoase se întâlnesc la arbori, arbuști, subarbuști și liane.*

*Tulpini subterane sunt reprezentate de: rizomi, stoloni, tuberculi, bulbi, bulbotuberculi.*

*Structura primară a tulpinii reprezintă ansamblu de țesuturi primare, rezultate din activitatea meristemelor primare, care se păstrează toată viața la ferigi și la monocotiledonate.*

*În secțiune transversală printr-o tulpină se disting trei zone principale: epiderma, scoarța și cilindrul central.*

*Structura secundară a tulpinii este întâlnită la plantele lemnoase și la unele dicotiledonate ierboase și reprezintă ansamblu de țesuturi secundare, generate de meristemele secundare (cambiul și felogenul), care le intercalează printre cele primare determinând creșterea în grosime.*

*Tulpinile multor plante prezintă multiple întrebuințări, în funcție de natura substanțelor pe care le conțin, fiind folosite în alimentația omului, în furajarea animalelor, în industria lemnului etc.*

### **Intrebări**

1. Care este morfologia tulpinii?
2. Cum se ramifică tulpina?
3. Care sunt tulpinile aeriene?
4. Care sunt tulpinile subterane și ce rol îndeplinesc?
5. Prezența printr-un desen structura primară a tulpinii.
6. Prezența printr-un desen structura secundară a tulpinii.
7. Ce utilizare practică au tulpinile?

### **Bibliografie**

1. Andrei M., 1987. Anatomia plantelor, Ed. Didactică și Pedagogică, București.
2. Ciocârlan V., 2009. Flora Ilustrată a României, Ed. Ceres, București.
3. Coste I., 1993. Curs de Botanică, Morfologia și anatomia plantelor, Lito, Timișoara.
4. Grințescu I., 1965, Botanică.

5. Morariu I., 1965. Botanică generală și sistematică, ed. a II-a, Ed. Agro-Silvică, București
6. Morlova Irina și colab, 1966. Botanică Lucrări practice, Ed. Didactică și Pedagogică, București.
7. Ozenda P., 1991. Les organismes vegetaux. Ed. Masson, Paris, Millan, Barcelona, Bonn.
8. Toma C., Gostin I., 2000. Histologie vegetală, Ed. Junimea, Iași

### 3.3. FRUNZA (FOLIUM)

**Cuvinte cheie:** frunza, limb, incizii, nervațiune, anexe, prefoliație, mezofil

**Obiective:** - Cunoașterea ontogenetică a frunzei;

- Morfologia frunzei simple și compuse;
- Anatomia frunzei;
- Importanța frunzelor.

Frunza este organul vegetativ monosimetric, cu structură dorsi-ventrală, cu creștere limitată, durată de viață scurtă, cu rol în fotosinteză, transpirație și respirație.

Din punct de vedere ontogenetic, frunza se formează din primordiile produse de zona meristematică periferică a apexului tulpinal. Primordiul prezintă două segmente: *superior* și *inferior*. Mai întâi își începe activitatea segmentul inferior, din care iau naștere teaca și stipelele, după care se dezvoltă și segmentul superior din care se formează pețiolul și limbul.

La monocotiledonate, din segmentul inferior se formează numai teaca, iar din cel superior limbul, între teacă și limb existând un meristem intercalar, care determină alungirea limbului, frunza rămâne îngustă datorită lipsei unor zone de creștere laterală.

La dicotiledonate, zona de creștere terminală determină formarea nervurii și a unei zone laterale meristemice, care contribuie la creșterea în lățime a limbului. Creșterea în grosime a limbului se datorează unui meristem ventral care apare sub epiderma superioară. Segmentarea limbului foliar se realizează datorită activității inegale a zonei laterale meristemice.

Frunzele se împart în două categorii: *simple* și *compuse*.

#### **Morfologia unei frunze simple**

O frunză simplă, completă, este formată din: *limb*, *pețiol* și *teacă* (fig. 68).

**Limb** sau lamina este partea lățită, cea mai importantă a frunzei care este străbătut de nervuri.

**Pețiolul** (codița) este un cordon cilindric, plan, convex sau concav, care susține limbul și îl expune într-o poziție favorabilă față de lumină.

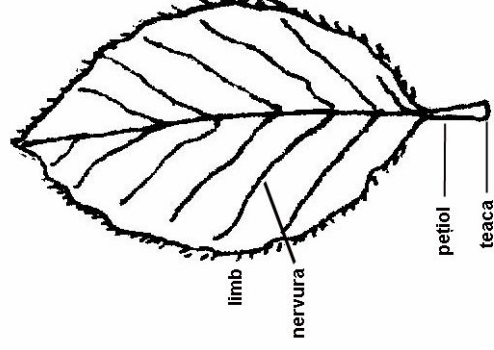


Fig. 68 frunza simplă



**Teaca** este partea bazală a pețiolului, cu ajutorul căreia frunza se prinde de nodul tulpinal. La graminee (grâu), teaca este mare, cilindrică, despiciată longitudinal, înconjoară internodul tulpinal.

Există plante care au frunze incomplete. Astfel, la graminee, frunza este formată numai din teacă și limb, la altele numai din limb, în aceste situații frunza se numește *sesilă*.

Când este formată numai din limb, frunza se prinde de tulpină prin baza acesteia și se numește *amplexicaulă*, cum ar fi la sugel – *Lanium amplexicaule* sau poate înconjura complet tulpina și se numește *perfoliată*, ca la punguliță – *Thlaspi perfoliatum*.

### **Nervațiunea frunzei**

Limbul frunzei este străbătut de nervuri. Acestea reprezintă totalitatea fasciculelor conducătoare, care pătrund din tulpină. Modul în care acestea se dispun în limb, formează *nervațiunea frunzei*.

### **Tipuri de nervațiuni**

Există frunze cu o singură nervură, cunoscute sub numele de *minerve*, cum ar fi la brad – *Abies alba* și cu mai multe nervuri (fig.69), după cum urmează:

**Nervațiune dihotomică** se caracterizează printr-o bifurcare repetată a nervurilor, fiind specifică plantelor mai puțin evaluate, cum ar fi la unele ferigi, la *Ginkgo biloba*.

**Nervațiune penată** prezintă o nervură principală, mediană, mai dezvoltată, din care pornesc nervuri secundare laterale mai subțiri, asemănătoare cu ramificațiile unei pene, la corcoduș – *Prunus cerasifera*.

**Nervațiune palmată** constă în aceea că nervurile principale pornesc din același loc, din vârful pețiolului și pătrund în limb sub diferite unghiuri, cum ar fi la vița de vie – *Vitis vinifera*, dovleac – *Cucurbita pepo*, mușcată – *Pelargonium zonale* etc.

Nervațiunile penată și palmată sunt specifice plantelor din clasa dicotiledonate.

**Nervațiune paralelă** se caracterizează prin prezența mai multor nervuri care sunt paralele între ele, cum ar fi la grâu – *Triticum aestivum*.

**Nervațiune arcuată** constă în aceea că nervurile secundare sunt ușor curbate, cum ar fi la corn – *Cornus mas*, măgăritar – *Convallaria majalis*.

Nervațiunile paralelă și arcuată sunt specifice plantelor din clasa monocotiledonate.

### **Forma limbului**

*Forma limbului* definește forma frunzei și ea se raportează la diferite forme geometrice, obiecte și organe.

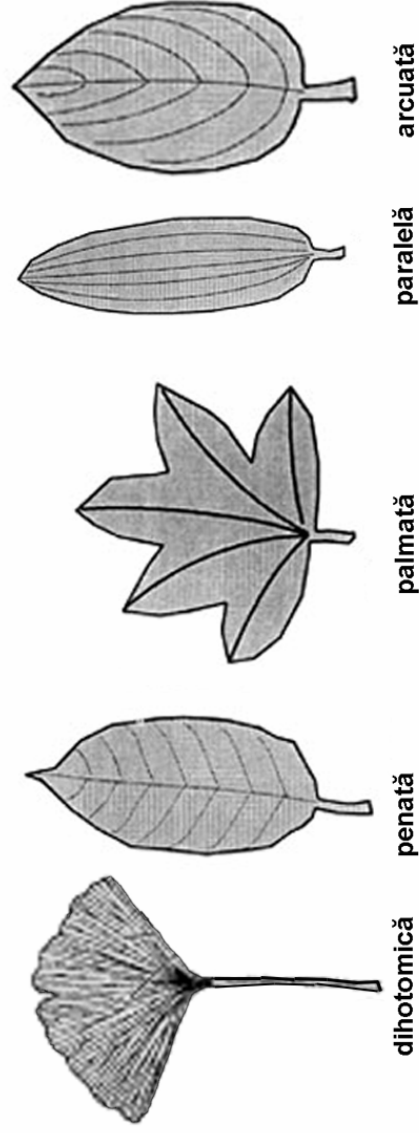


Fig. 69. Tipuri de nervațiuni

Există astfel mai multe tipuri de frunze (fig. 70):

- eliptică, asemănătoare unei elipse, cu lățimea cea mai mare la mijlocul limbului, la fag – *Fagus sylvatica*;
- ovată, la care lățimea cea mai mare se află spre baza limbului, la liliac – *Syringa vulgaris*;
- obovată sau invers ovată, cu lățimea cea mai mare spre vârf, la scumpie – *Cotinus coggygria*;
- lanceolată, în formă de lance, cu lungimea de 3-5 ori mai mare decât lățimea, la salcie – *Salix alba*;
- circulară, cu lungimea și lățimea aproximativ egale, la părul pădureț – *Pyrus pyraeaster*;
- triunghiulară, la plop- *Populus nigra*;
- romboidală, la mesteacăn – *Betula pendula*;
- liniară, la care lungimea depășește cu mult lățimea, la graminee;
- aciculară, asemănătoare unor ace, la molid – *Picea abies*;
- spatulată, asemănătoare unei spatule, la bănuței – *Bellis perennis*,
- reniformă, în formă de rinichi, cu lățimea mai mare decât lungimea și cu un sinus bazal rotunjit, la calcea calului – *Caltha palustris*;
- cordiformă, în formă de inimă, la liliac;
- fistuloasă, cilindrică, goală la interior, la ceapă – *Allium cepa*;
- ensiformă, în formă de teacă de sabie, la stânjenel – *Iris germanica*.

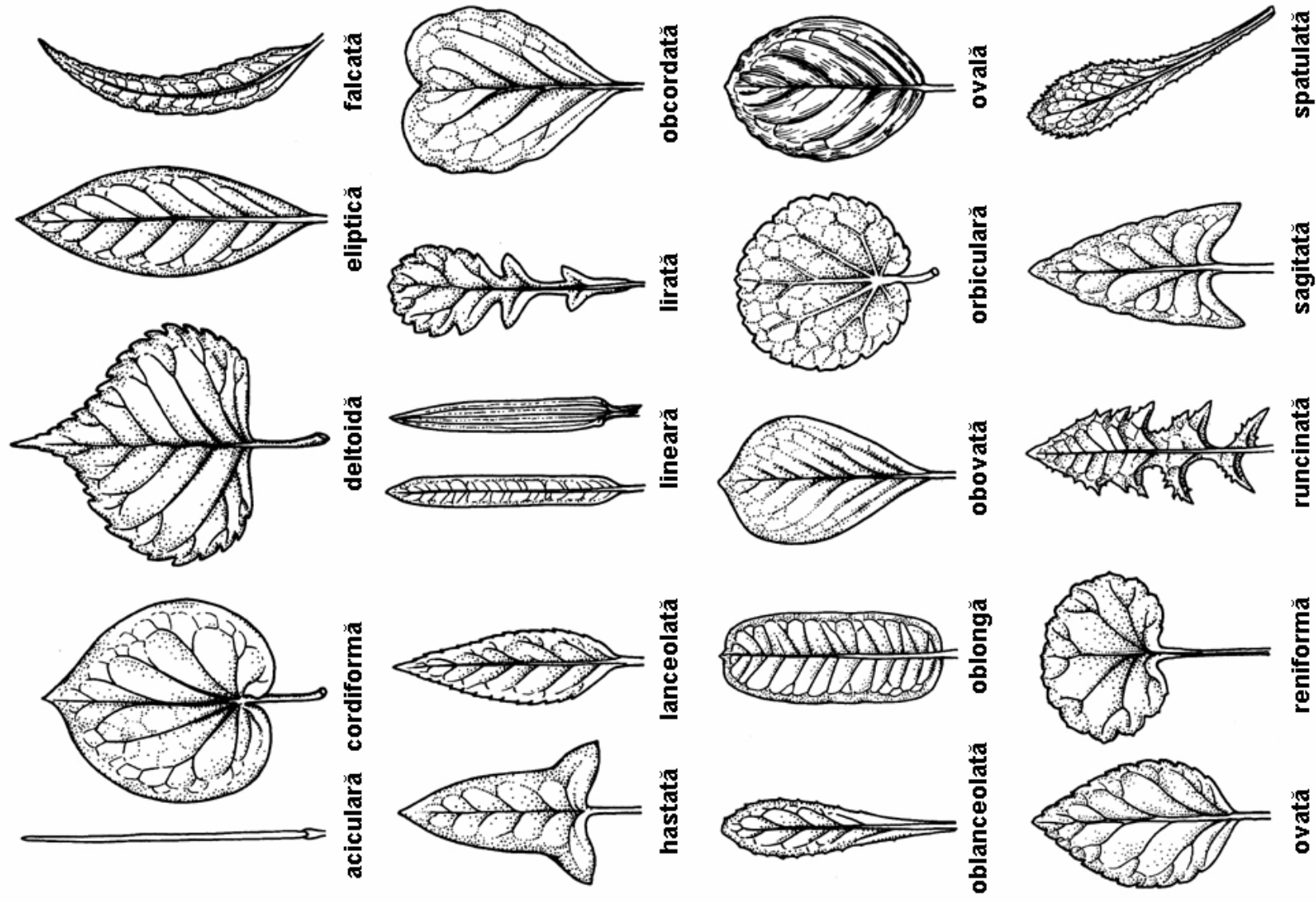


Fig. 70. Forma limbului foliar

*Culoarea limbului* este în general verde de diverse nuanțe, dar poate fi: *concolor*, colorat uniform pe ambele fețe; *discolor*, verde închis pe partea superioară și verde deschis pe cea inferioară; *variegat*, cu benzi galben-verzui sau *maculat*, cu pete mai deschise.

Limbul frunzei poate fi: *pubescent* (cu peri scurți), *glabru* (fără peri), *glauc* (acoperit de ceară), *hirsut* (cu peri lungi, drepți, rigizi), *lanat* (cu peri mățoși).

### Baza limbului

Baza limbului se prezintă sub diverse forme (fig.71), cum ar fi: cordată, în formă de inimă, la liliac; hastată, în formă de cazma, ca la volbură - *Convolvulus arvensis*; sagitată, cu doi lobi ascuțiți, la săgeata apei – *Sagittaria sagittifolia*; reniformă, în formă de rinichi, la calcea calului; cuneată, în formă de pană; asimetrică, la ulm; auriculată, cu doi lobi mici rotunzi, la stejar – *Quercus robur*; decurrentă, când se continuă în lungul tulpinii, care devine astfel aripată, cum ar fi la tătăneasă – *Symphytum officinale*; peltată, când pețiolul se prinde de mijlocul limbului, ca la ricin – *Ricinus communis* etc.

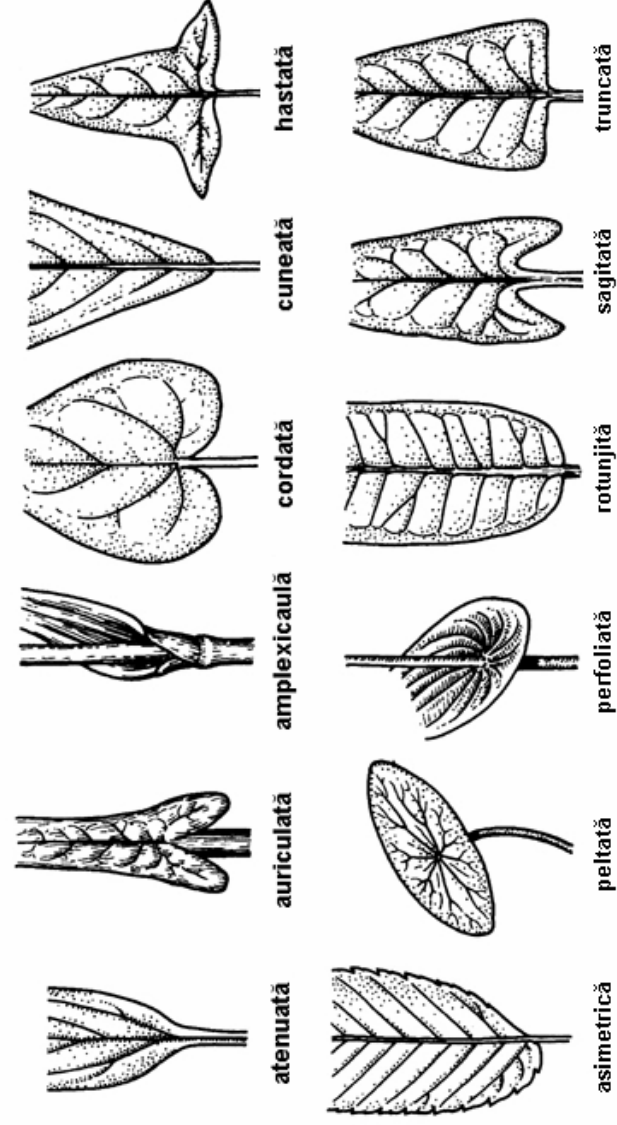


Fig. 71. Baza limbului

### Vârful limbului

Vârful limbului este de asemenea variabil (fig. 72). Acesta poate fi: ascuțit, cum ar fi la salcie – *Salix alba*; acuminat, cu vârful brusc îngustat și filiform, ca la fasole – *Phaseolus vulgaris*; rotund, ca la scumpie – *Cotynus coggygia*; trunchiat, retezat, ca la coroniște- *Coronilla varia*; emarginat, cu un sinus apical, la brad *Abies alba*; mucronat, cu o prelungire subțire în vârf, cum ar fi la foliolele de mazărice – *Vicia sativa* etc.

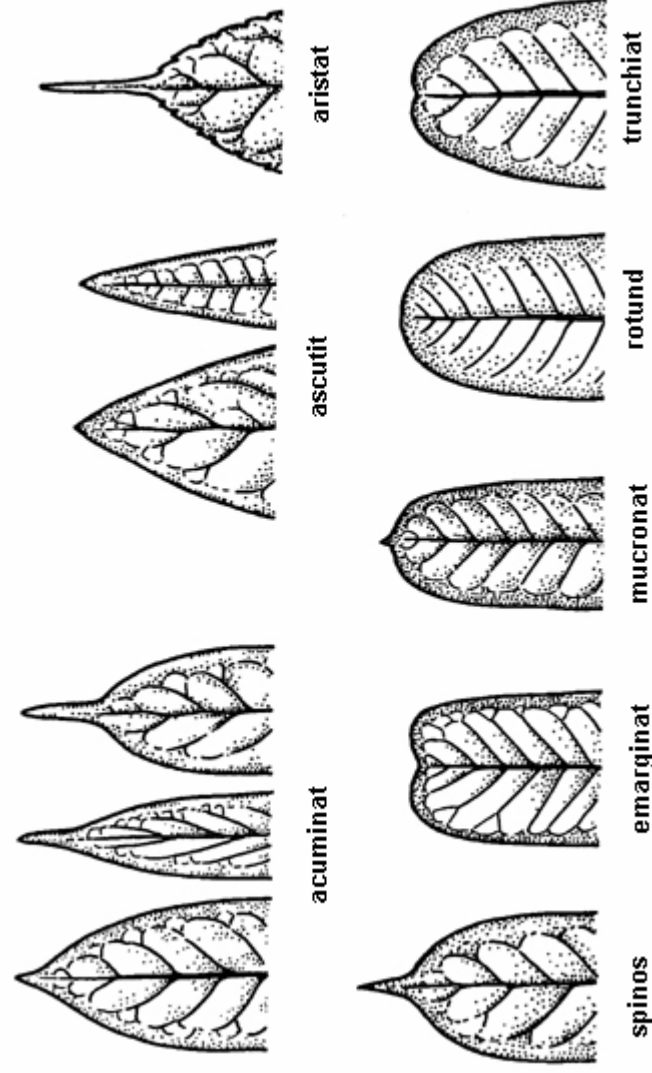


Fig. 72. Vârful limbului

### Marginea limbului

Marginea limbului poate fi întreagă, ca la liliac sau cu incizii (crestături). Inciziile pot fi mici sau mari.

**Incizii mici** sunt considerate atunci când ele pătrund superficial în limb, acestea sunt: *serată*, *dințată*, *crenată* și *sinuată* (fig. 73).

- *serată*, atunci când dințișorii sunt orientați spre vârful limbului, întâlnită la majoritatea plantelor cu incizii mici;
- *dințată*, când dințișorii sunt perpendiculari pe limb, cum ar fi la alun – *Corylus avellana*;
- *crenată*, când dințișorii sunt rotunjiți, ca la urzica moartă – *Lamium amplexicaule*;
- *sinuată*, când marginea limbului este ondulată cum ar fi la fag – *Fagus sylvatica*, porumb – *Zea mays*.

**Incizii mari** sunt considerate atunci când ele pătrund mai mult de un sfert în limb și se definesc după nervațiune și gradul de adâncire a inciziilor.

În cazul frunzelor cu nervațiune penată, inciziile sunt dispuse simetric față de nervura mediană a frunzei, iar segmentele se numesc lobi (fig. 74).

După adâncimea inciziilor, deosebim frunze *penat-lobate*, când inciziile pătrund un sfert din jumătatea limbului foliar, la stejar – *Quercus robur*; *penat-fidate*, când inciziile

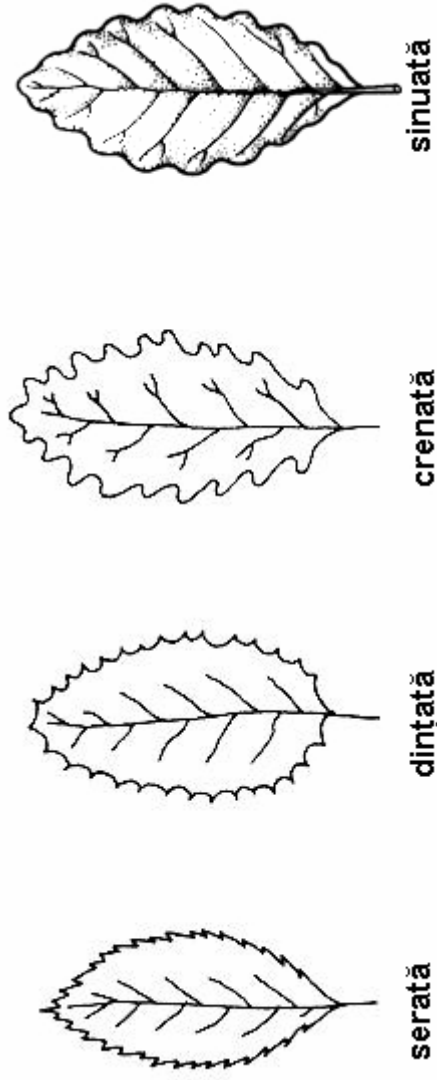


Fig. 73. Inciziile mici ale limbului frunzei

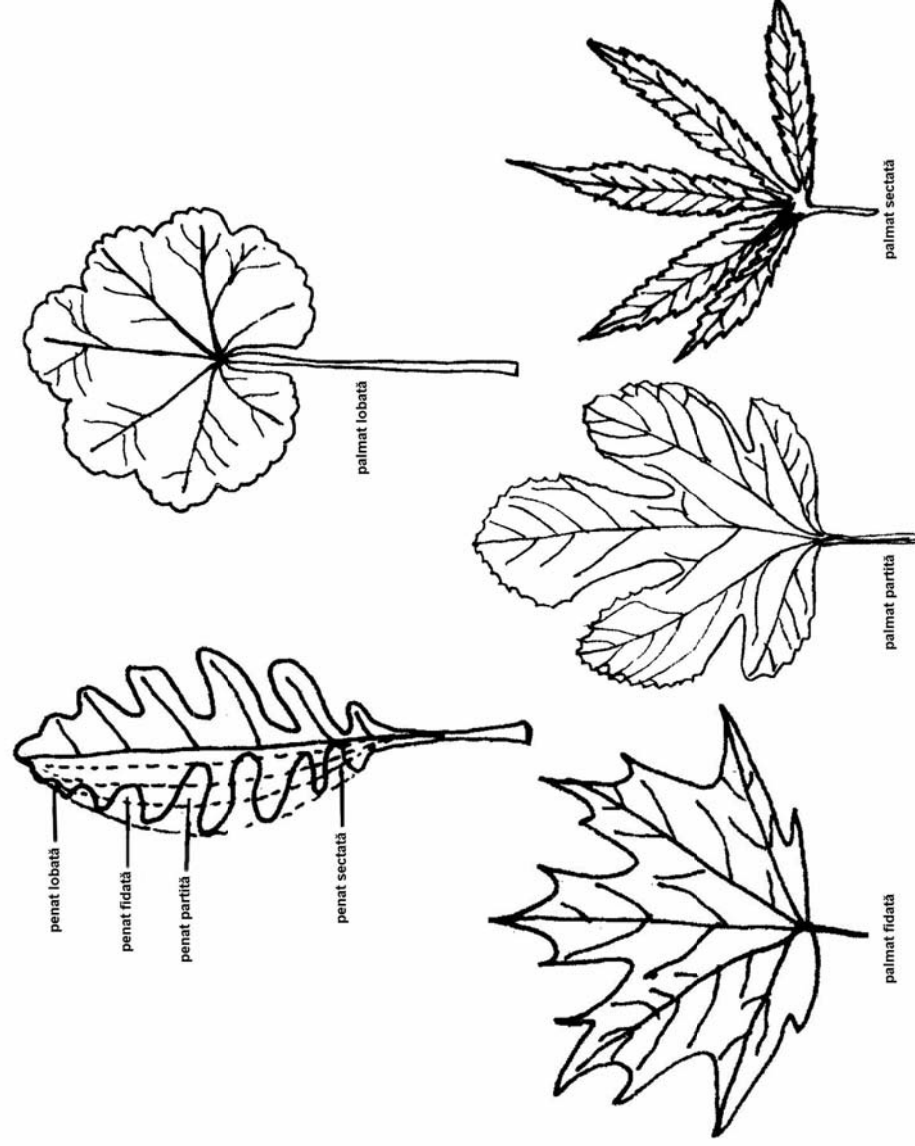


Fig. 74. Inciziile mari ale frunzei

pătrund până la jumătate în limb, la stejarul roșu american – *Quercus rubra*; *penat partie*, cu incizii până la trei sferturi, la traista ciobanului – *Capsella bursa-pastoris* și *penat-sectate*, când inciziile pătrund până la nervura principală, la măr – *Anethum graveolens*.

La frunzele cu nervațiune palmată, adâncimea inciziilor se raportează la limbul întreg, respectiv între baza și vârful acestuia. Astfel, identificăm frunze: *palmat-lobate* (1/4), la vița de vie – *Vitis vinifera*; *palmat-fidate* (1/2), la ricin – *Ricinus communis*; *palmat-paritite* (3/4), la nemțisorul de câmp – *Consolida regalis*; *palmat-sectate* (4/4), la cânepă – *Cannabis sativa*.

### Frunze compuse

Frunza compusă se formează din frunza simplă, penat-sectată sau palmat-sectată, la care segmentele se numesc *foliole* și au pețiole proprii.

Foliolele pot fi dispuse penat sau palmat, precum nervurile, rezultând frunze *penat-compuse* sau *palmat-compuse* (fig. 75).

*Frunzele penat-compuse* pot fi: *imparipenat-compuse*, când se termină cu o foliolă în

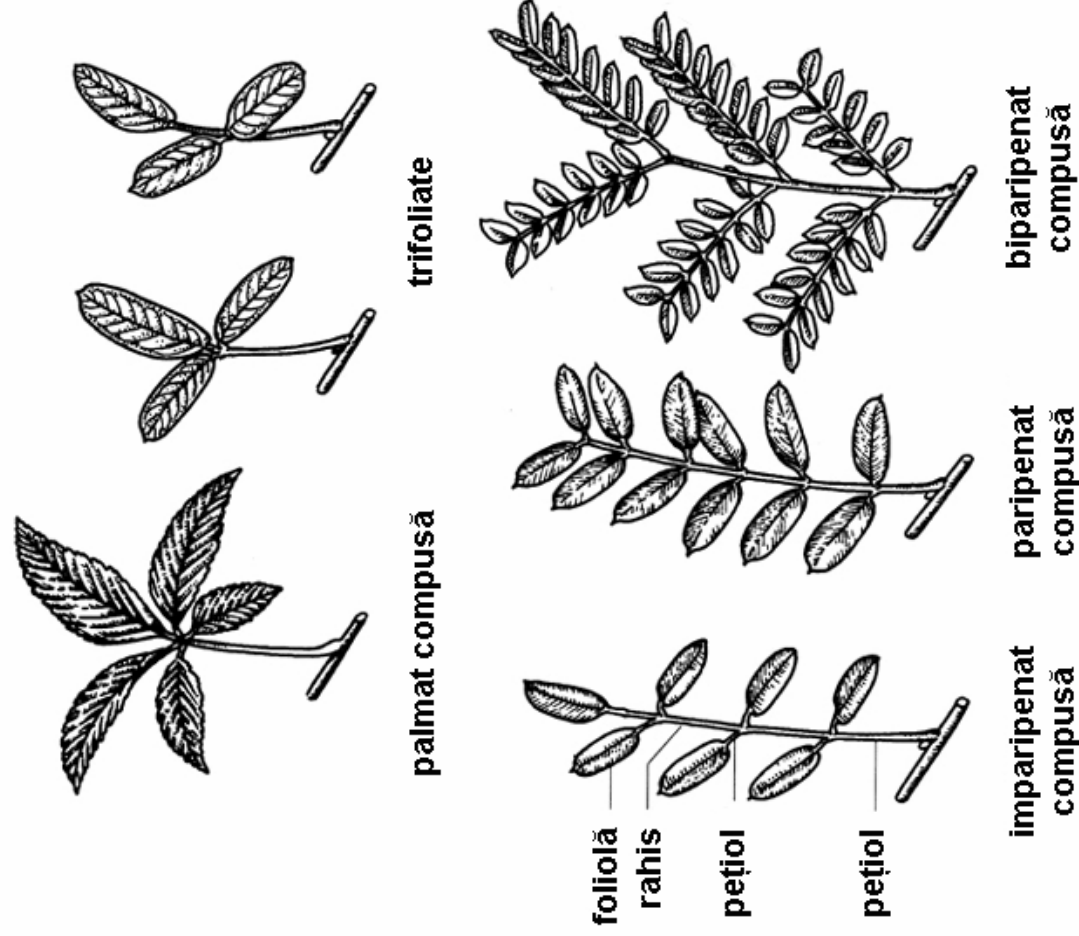


Fig. 75. Frunze compuse

vârf, ca la salcâm - *Robinia pseudoacacia* și *paripenat-compuse*, când foliola terminală lipsește sau s-a transformat în cârcel, cum ar fi la mazăre – *Pisum sativum*. Frunzele paripenat-compuse pot fi și *biparipenat-compuse*, prin ramificarea nervurii principale (rahisului), cum ar fi la *Albizia julibrissin*.

*Frunzele palmat-compuse* sunt acelea care au un număr impar de foliole, trei, cinci, șapte și toate pornesc din vârful pețiolului, exemplul la castan - *Aesculus hippocastanum*, lupin - *Lupinus polyphyllus*.

Frunzele cu 3 foliole se numesc *trifoliolate*, la fasole – *Phaseolus vulgaris*.

### **Anexele frunzelor**

Frunzele sunt însoțite adesea la bază de niște formațiuni foliacee sau membranoase numite *anexe foliare*. Acestea sunt reprezentate de: *stipele*, *ochrea*, *ligula* și *urechiușele* (fig. 76).

**Stipelele** se întâlnesc la frunzele fără teacă, sunt formațiuni pereche, așezate la baza pețiolului și sunt mai mici decât frunza. Rolul stipelelor este de a proteja mugurii. Există și stipele asimilatoare, cu rol în fotosinteză, cum ar fi la mazăre – *Pisum sativum*, care sunt mai mari decât foliolele.

**Ochrea** se întâlnește la plantele din familia *Polygonaceae*, are formă de cornet și învelește baza internodului tulpinal. Ea provine din concreșterea stipelelor.

**Ligula** este o formațiune membranoasă situată la baza limbului de la graminee. Aceasta împiedică pătrunderea apei sau a diferiților dăunători între teacă și tulpină.

**Urechiușele** se întâlnesc tot la frunzele de graminee, fiind prelungiri ale bazei limbului, care strâng frunza în jurul tulpinii.

### **Dispoziția frunzelor pe tulpină sau ramuri**

Frunzele se prind pe tulpină la noduri (fig.77).

Există trei moduri de prindere a frunzelor: *alternă*, câte o frunză la nod, cum ar fi la măr, salcâm; *opusă*, câte două frunze la același nod, la arțar - *Acer platanoides* și *verticilată*, câte 3 sau mai multe frunze la același nod, la leandru – *Nerium oleander*, sânziene – *Galium mollugo*.

### **Tipuri de frunze în dezvoltarea ontogenetică**

În dezvoltarea plantelor, de la germinație și până la înflorire, apar următoarele frunze: *cotiledoanele*, *catafile*, *nomofile* și *hipsofile*.

**Cotiledoanele** sunt primele frunze care iau naștere din embrionul seminței. Ele sunt în număr de două, la dicotiledonate și unul la monocotiledonate. În timpul germinației



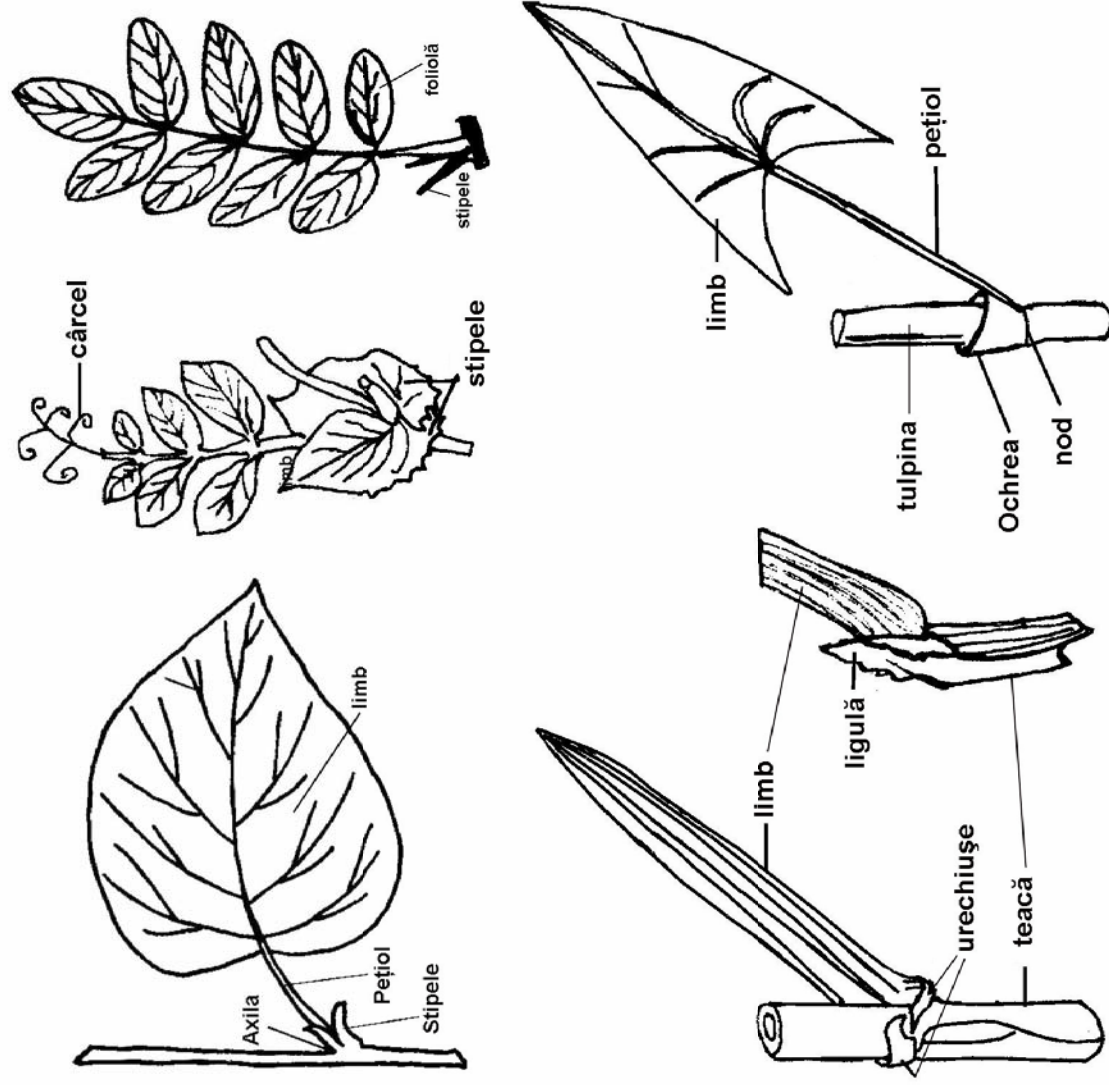


Fig 76. Anexe foliare

seminței, acestea pot ieși la suprafața solului, germinația fiind epigea, cum ar fi la fasole sau pot rămâne în sol, germinația fiind hipogea, la mazăre.

**Catafilele** sunt frunze incomplet dezvoltate, adesea reduce la teaca frunzei. Ele protejează mugurii, bulbii, bulbo-tubercului.

**Nomofilele** sunt frunze propriu-zise, cu rol în fotosinteză. Primele frunze care apar se numesc *protofile*, iar cele care apar mai târziu se numesc *metafile*.

**Hipsofilele** sunt frunze de înălțime, situate în apropierea florilor și inflorescențelor. Dintre hipsofile fac parte: *bracteea* și *bracteolele*, din axila cărora se formează flori sau inflorescențe; *involucrul* și *involucelul* de la baza inflorescenței familiei *Apiaceae*; *glumele*

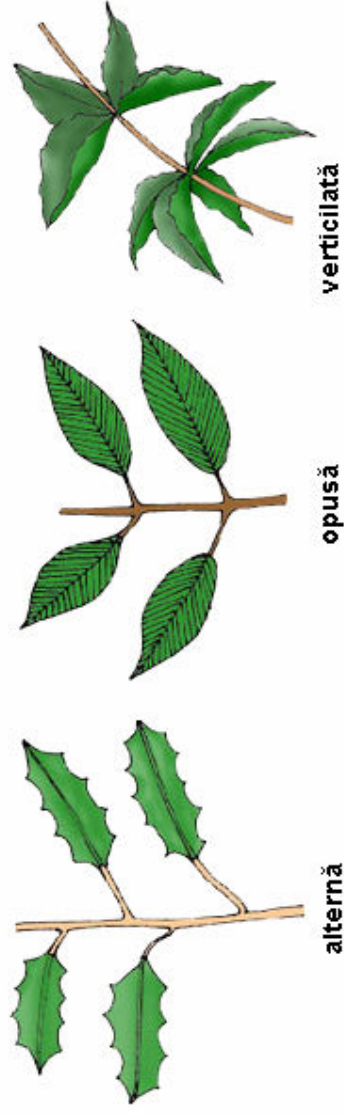


Fig. 77. Dispoziția frunzelor pe tulpină

de la *Poaceae*; *spata* care protejează înflorescența la ceapă, la floarea de narcisă; *hipsofila*, care însoțește inflorescența sau fructul teului; *hipsofilele* care formează cupa la stejar.

### **Prefoliația**

Prefoliația reprezintă modul de așezare a frunzelor în muguri. Frunzele, pentru a ocupa în muguri un spațiu cât mai redus, sunt îndoite, cutate în diferite moduri.

Prefoliația variază în funcție de specie, fiind un caracter important în recunoașterea speciilor.

Există mai multe tipuri de prefoliație, cum ar fi: *prefoliație plană*, *prefoliație conduplicată*, *prefoliație plicată*, *prefoliație involută*, *prefoliație revolută*, și *prefoliație circinată* (fig. 78).

**Prefoliația plană** este specifică frunzelor de pin, care stau în mugur câte două, față în față.

**Prefoliația conduplicată** constă în plierea celor două jumătăți ale limbului pe nervura mediană, cum ar fi la piersic – *Persica vulgaris*.

**Prefoliația plicată** constă în plierea frunzei pe nervurile laterale, exemplu la ulm – *Ulmus minor*.

**Prefoliația convolută** se realizează prin răsucirea limbului de la o margine la alta pe partea superioară, în formă de con, la măr – *Malus domestica*.

**Prefoliație involută** constă în răsucirea independentă a marginilor frunzei pe partea superioară a limbului, cum ar fi la păr – *Pyrus communis*.

**Prefoliație revolută** constă în răsucirea independentă a marginilor frunzei pe fața inferioară a limbului, ca la ștevie – *Rumex patientia*.

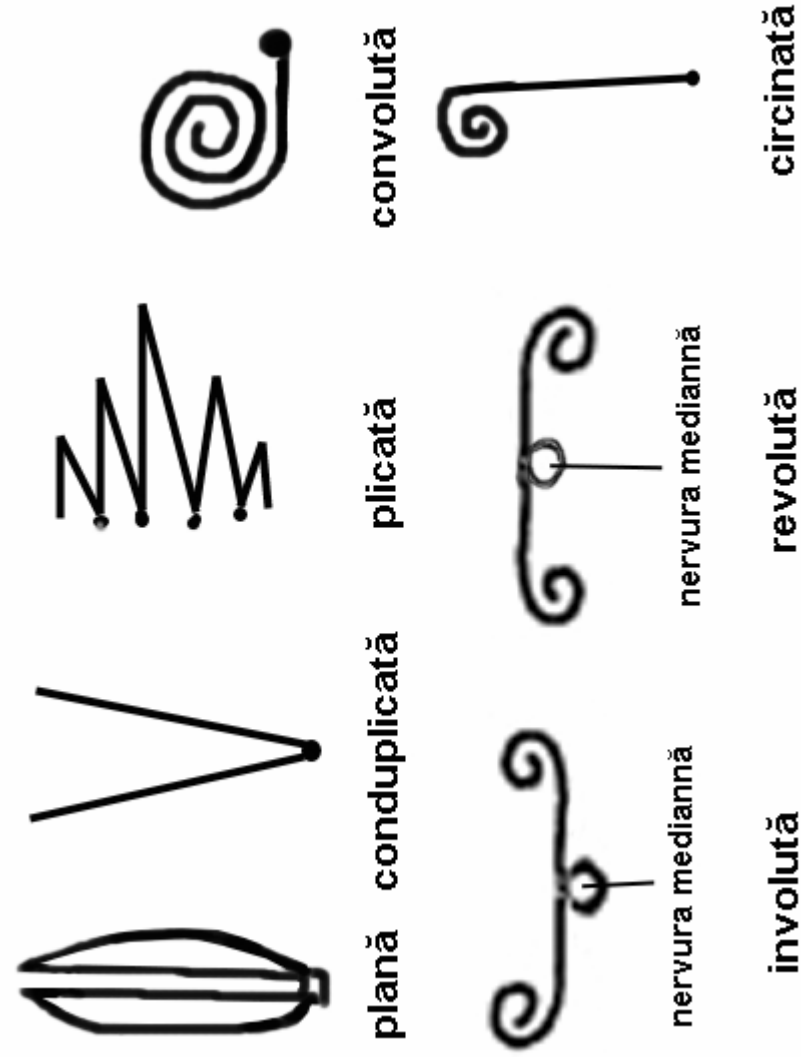


Fig 78. Tipuri de prefoliație

**Prefoliație circinată** întâlnită la ferigi, constă în aceea că vârful frunzei este răsucit în formă de spirală, cârjă.

#### **Frunze metamorfozate**

Frunzele metamorfozate sunt acelea care își modifică forma, structura, îndeplinind alte funcții decât cele specifice, cum ar fi: cu rol de protecție, agățătoare, transformate în capcane (fig. 79).

Frunzele cu rol de protecție sunt adesea transformate în spini, cum ar fi cele de dracilă - *Berberis vulgaris* sau la cactuși.

Frunzele unor plante sunt transformate în cârcei, cu rol de prindere, agățare, la mazăre – *Pisum sativum*, cârceii sunt rezultați din transformarea foliolelor terminale.

Frunzele transformate în capcane sunt specifice plantelor carnivore, fiind adaptate la prinderea insectelor, cum ar fi la *Utricularia vulgaris*, *Nepenthes*, frunzele au diferite forme, de urnă, bășici.

#### **Anatomia frunzei**

La angiosperme, structura limbului prezintă o mare variabilitate și cel mai înalt grad de diferențiere și specializare a celulelor.

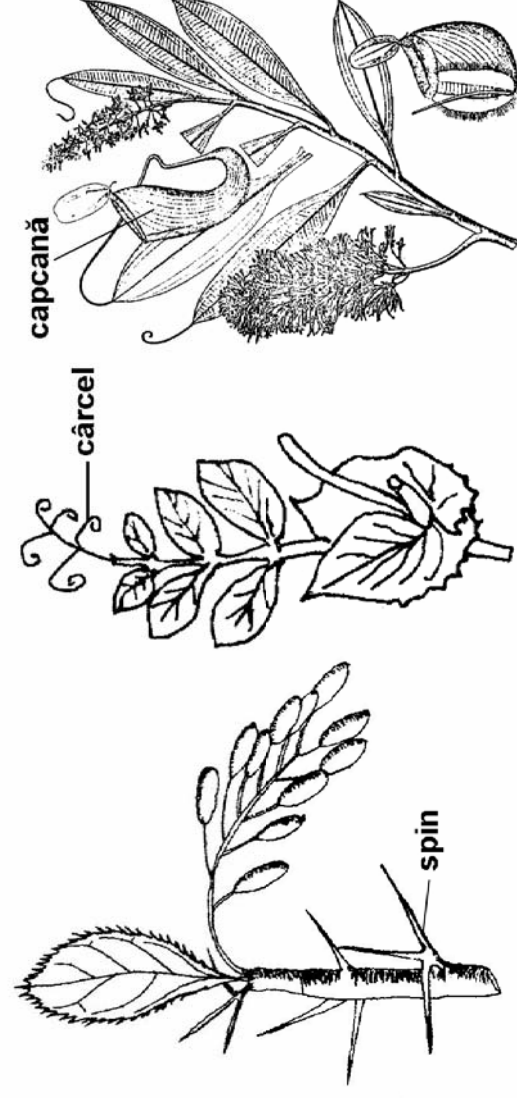


Fig.79. Frunze metamorfozate

În secțiune transversală prin limb se observă structura acestuia, formată din două epiderme: *superioară* (adaxială) și *inferioară* (abaxială), între care se află parenchimul asimilator sau *mezofilul frunzei*.

**Epiderma** se formează din protodermă, prin diviziuni anticlinale, fiind formată dintr-un singur rând de celule, cu pereții exteriori, cutinizați, cerificați sau mineralizați.

În epidermă, din activitatea meristemoidelor se formează *stomatele*, cu rol în schimbul de gaze. Stomatele sunt formate din două celule stomatice reniforme sau halteriforme (la graminee), însoțite de 2 sau mai multe celule anexe. Numărul de stomate diferă de la o specie la alta, între 100-300/mm<sup>2</sup>.

Stomatele pot fi prezente în ambele epiderme și frunza se numește *amfistomatică*, cum ar fi la graminee, fie numai în epiderma inferioară și se numește *hipostomatică*, cum ar fi la măr – *Malus domestica* sau numai în epiderma superioară și frunza se numește *epistomatică*, exemplu la plantele de baltă.

La *Gramineae*, în epiderma superioară sunt prezente celule buliforme (celule cu apă), care în timp de secetă își pierd apa, ca urmare frunza se răsucesce spre interior, micșorându-și astfel suprafața de transpirație (fig. 80).

La gimnosperme (conifere), epiderma prezintă adaptări pentru reducerea transpirației, cum ar fi o cutinizare puternică și adâncirea stomatelor în hipodermă sau chiar în mezofil.

În epidermă sunt prezenți peri protectori sau secretori, care pot fi: unicelulari sau pluricelulari, simpli sau ramificați, moi sau rigizi.

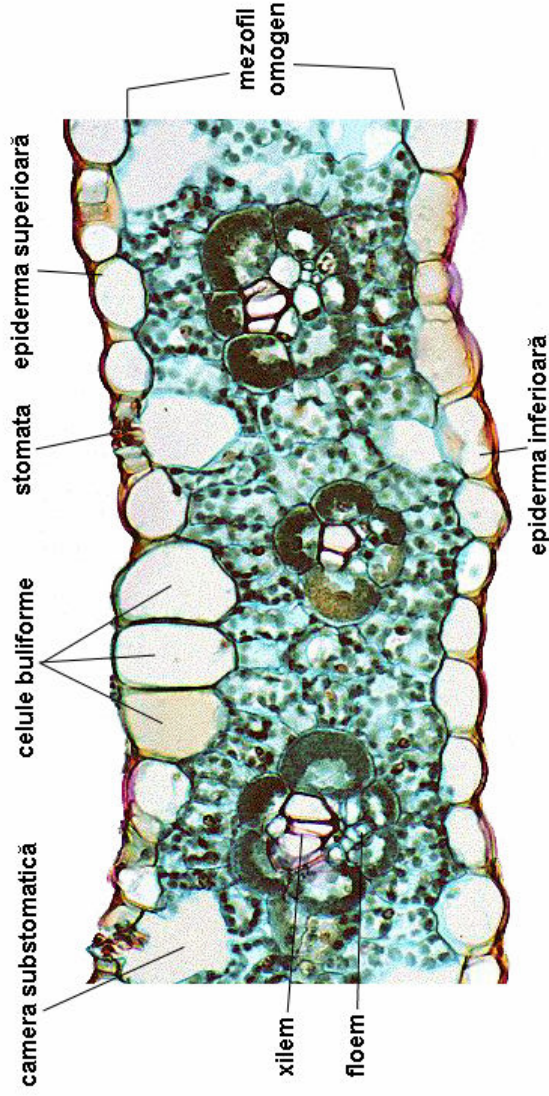


Fig. 80. Anatomia frunzei de porumb

**Mezofilul** frunzei sau parenchimul asimilator, are culoare verde, datorită conținutului în cloroplaste.

Mezofilul poate fi: *omogen*, *bifacial* și *ecvifacial* (fig. 81).

*Mezofilul omogen* se întâlnește la graminee și ferigi, fiind alcătuit din celule ovoidale, alungite, elipsoidale, cu spații intercelulare, care conțin cloroplaste, cu rol în fotosinteză.

*Mezofilul bifacial* este caracteristic dicotiledonatelor și este diferențiat în parenchim palisadic și parenchim lacunos.

Sub epiderma superioară se află parenchimul palisadic, format din 1-3 rânduri de celule alungite, dispuse perpendicular pe epidermă, cu puține spații intercelulare și cu un conținut ridicat în cloroplaste, fața superioară a frunzei fiind mai intens colorată în verde.

Între parenchimul palisadic și epiderma inferioară se află *parenchimul lacunos*, format din 4-5 rânduri de celule ovoidale, alungite, elipsoidale, cu spații intercelulare și cu un conținut mai redus în cloroplaste, fața inferioară a limbului având culoare mai deschisă.

*Mezofilul ecvifacial* se întâlnește la frunzele care au ambele fețe egal colorate, deoarece au parenchim palisadic sub ambele epiderme, ambele fețe fiind egal luminate. Între cele două parenchimuri palisadice se află un parenchim asimilator format din celule izodiametrice, cum ar fi la garoafă – *Dianthus caryophyllus*.

La gimnosperme se întâlnesc toate tipurile de mezofil, la unele specii mezofilul având celule septate (fig. 82)

Țesutul conducător este reprezentat de fasciculele conductoare de tip colateral închise, cu lemnul orientat spre epiderma superioară și liberul spre epiderma inferioară. Fasciculele

mai groase sunt însoțite de țesut mecanic, colenchim la dicotiledonate și sclerenchim la monocotiledonate, de aceea frunza se rupe mai greu la nervuri.

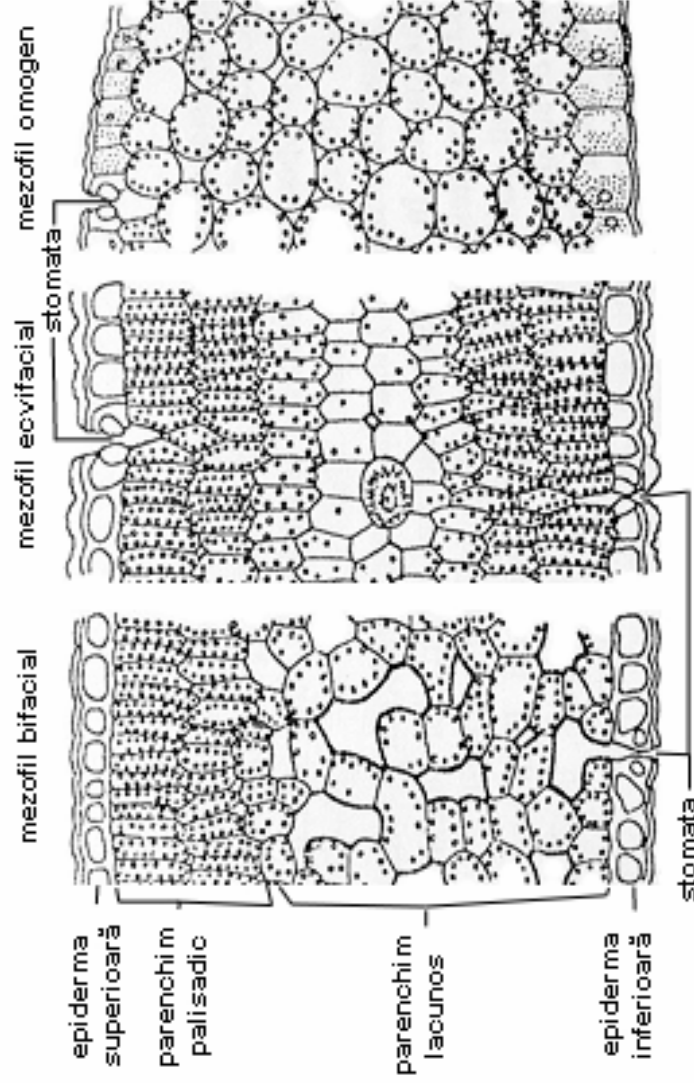


Fig. 81. Tipuri de mezofil

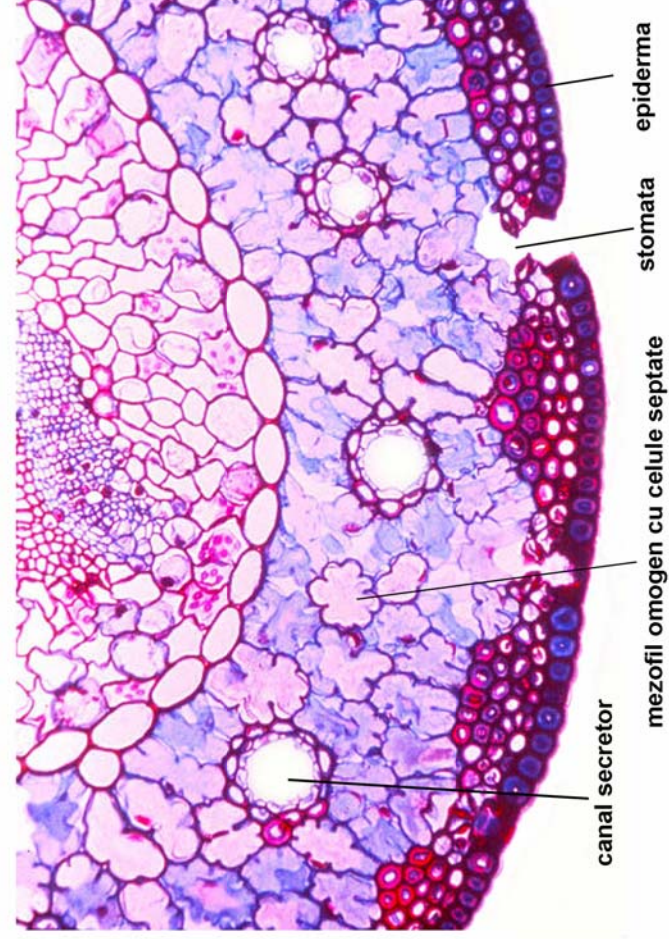


Fig. 82. Anatomia frunzei la gimnosperme (*Pinus nigra*)

### **Structura pețiolului**

În structura pețiolului se identifică: epiderma, colenchim, parenchim asimilator și fasciculele conducătoare. La unele specii fasciculele sunt separate de parenchim printr-o endodermă.

### **Căderea frunzelor**

La majoritatea speciilor din zona temperată, frunzele au o viață scurtă, sunt căzătoare, trăiesc o perioadă de vegetație și se numesc *monociclice*. Altele trăiesc un an, cum ar fi la piperul lupului și se numesc *holociclice*. Unele au frunze persistente, cum ar fi la conifere, care trăiesc 2-8 ani și se numesc *pleiociclice*.

La sfârșitul perioadei de vegetație, la speciile lemnoase din zona temperată, frunzele cad (cu excepția coniferelor). Căderea frunzelor este precedată de o serie de schimbări morfo-fiziologice, care determină senescența frunzei. Astfel, pereții celulari se impregnează cu substanțe minerale, vasele lemnoase se astupă cu țile, iar cele liberiene cu caloză. Totodată are loc îngălbenirea și înroșirea frunzelor, ca urmare a degradării clorofilei.

Din punct de vedere anatomic, căderea frunzelor se datorează formării unui suber la baza pețiolului, datorită activității meristemului secundar numit felogen. Acest suber se unește cu cel din lăstar, întrerupe legătura dintre țesuturile frunzei și ale tulpinii, cu excepția țesutului conducător. La exteriorul acestui suber se formează o zonă separatoare, alcătuită din 2-3 straturi de parenchim bogat în amidon. Între celulele acestei zone se distruge lamela mediană, frunza rămânând fixată de tulpină prin fasciculele conducătoare. Sub influența vântului și a ploii, frunzele cad.

### **Importanța economică a frunzelor**

Frunzele multor specii de plante sunt folosite în alimentația omului, cum ar fi: varza, spanacul, salata, loboda, pătrunjelul, leușteanul, mărarul etc.

Frunzele altor specii au proprietăți medicinale, cum ar fi: menta, salvia, melisa origanul.

Unele plante conțin în frunzele lor pigmenți, care sunt utilizați în vopsirea fibrelor textile, cum ar fi frunzele de nuc, de corcoduș roșu, de volbură etc.

Alte specii sunt cultivate în scop ornamental, datorită frunzelor divers colorate: corcodușul roșu, vița de Canada, stejarul roșu american, molidul argintiu etc.

Unele plante se înmulțesc vegetativ prin frunze (violetele).

Multe plante sunt cunoscute prin importanța lor furajeră (gramineele, leguminoasele).

### Rezumat

Frunza este organul vegetativ cu creștere limitată, durată de viață scurtă, cu rol în fotosinteză, transpirație și respirație.

Este monosimetrică, cu structură dorsi-ventrală. Din punct de vedere ontogenetic, frunza se formează din primordiile produse de zona meristematică periferică a apexului tulpinal.

Frunzele se împart în două categorii: simple și compuse.

O frunză simplă completă este formată din: limb, pețiol și teacă.

Limbul frunzei este străbătut de nervuri, modul în care acestea se dispun în limb formează nervațiunea frunzei. Există frunze cu o singură nervură principală și se numesc uninerve și frunze cu mai multe nervuri, cum ar fi: nervațiune dihotomică, nervațiune penată, nervațiune palmată, nervațiune paralelă și nervațiune arcuată.

Forma limbului definește forma frunzei și se raportează la diferite forme geometrice, obiecte și organe, cum ar fi: eliptică, ovată, obovată, lanceolată, circulară, triunghiulară, romboidală, liniară, aciculară, reniformă, cordiformă și fistuloasă.

Marginea limbului poate fi întreagă sau cu incizii mici sau mari.

Frunzele compuse rezultă din frunza simplă, penat-sectată sau palmat-sectată, fiind formate din mai multe foliole cu pețiole proprii.

Unele frunze pot prezenta la bază anexe foliare, cum ar fi: stipele, ochrea, ligula și urechiușele.

Frunzele se prind pe tulpină la noduri: altern, opus și verticilat.

La plante, de la germinație și până la înflorire, se disting următoarele frunze: cotiledonale, catafile, nomofile și hipsofile.

Prefoliația reprezintă modul de așezare a frunzelor în muguri, aceasta fiind: plană, conduplicată, plicată, involută, revolută și circinată.

Există și frunze metamorfozate, care îndeplinesc alte funcții decât cele specifice, cum ar fi de protecție, de agățare, pentru prinderea insectelor.

În ceea ce privește anatomia frunzei, în secțiune transversală prin limb, acesta este format din: parenchimul asimilator, numit mezofil, mărginit de două epiderme: superioară și inferioară.

Epiderma este formată dintr-un singur rând de celule cu pereții exteriori cutinizați, mineralizați sau cerificați. În epidermă se găsesc stomate și peri protectori sau secretori.



*Mezofilul poate fi: omogen, bifacial și ecvifacial.*

*Mezofilul omogen se întâlnește la graminee și ferigi.*

*Mezofilul bifacial este caracteristic dicotiledonatelor și este diferențiat în parenchim palisadic, aflat sub epiderma superioară și parenchim lacunos situat între parenchimul palisadic și epiderma inferioară.*

*Mezofilul ecvifacial este format din parenchim palisadic situat sub ambele epiderme, iar la mijloc parenchim lacunos.*

*Fasciculele conducătoare sunt de tip colateral închise, cu lemnul orientat spre epiderma superioară și liberul spre epiderma inferioară.*

*Frunzele unor plante au importanță alimentară, medicinală și furajeră.*

### **Intrebări:**

1. Care sunt părțile componente ale unei frunze simple?
2. Care sunt frunzele compuse și prin ce se deosebesc de cele simple?
3. Care sunt tipurile de nervaționi?
4. Caracterizați frunzele după forma limbului.
5. Care sunt inciziile mici și mari?
6. Care sunt anexele foliare și precizați caracteristicile acestora?
7. Precizați tipuri de prefoliație, exemple.
8. Care sunt pozițiile frunzei pe tulpină?
9. Schițați anatomia limbului foliar, prezentând cele 3 tipuri de mezofil.
10. Ce importanță au frunzele?

### **Bibliografie**

1. Catteson A.M., 1980. Les tissus vegetaux. Ultrastructure biogenesé. Ed. Gauthier, Villar, Paris
2. Esau, K., 1965. Plant anatomy, John Willei, Inc., New York – London – Sidney
3. Fahn A., 1990. Plant anatomy, Rd.Pergamon Press, Oxford, New York, Seul, Tokio
4. Grințescu I., 1965, Botanică.
5. Ungurean Livia. 1996, Morfologia plantelor. AMC-U.S.A.M.V București

### 3.4. FLOAREA (FLORES) LA ANGIOSPERME

**Cuvinte cheie:** floare, periant, perigon, androceu, gineceu, fecundație, inflorescențe

Obiective: - Cunoașterea modului de formare a florii;

- Morfologia florii;
- Polenizarea;
- Fecundația
- Inflorescențe

Floarea de angiosperme se formează din floarea de gimnosperme.

Din punct de vedere ontogenetic, floarea se formează din mugurii floriferi sau micști în urma procesului de *organogeneză florală*.

Floarea este un lăstar scurt, cu creștere limitată, cu rol în reproducerea sexuală, învelișul floral fiind frunze modificate, care adăpostesc staminele și carpellele, organele de reproducere.

La plantele erbacee, organogeneza florală se desfășoară într-un singur an.

La plantele lemnoase, organogeneza se desfășoară în două perioade de vegetație, separate prin repausul de iarnă. În primul an are loc procesul de inducție florală și de formare a primordiilor florale. Inducția florală are loc în apexul mugurelui unde se produc modificări biochimice, hormonale, fiziologice, care determină modificări morfologice ale acestuia și anume boltirea lui, alungindu-se în formă de cilindru. Pe acest apex alungit încep să se diferențieze primordiile sepalilor, petalelor, staminelor, gineceului și ovulului.

În anul următor, în primăvară, are loc înflorirea, rezultând polenul și sacul embrionar, iar apoi gameții.

#### Morfologia florii

O floare completă este formată din: *pedicel, receptacul, înveliș floral, androceul și gineceul* (fig.83).

**Pedicelul** (codița florii) servește la prinderea florii pe tulpină și este format din 1-2 internoduri. La baza pedicelului se prinde o frunză, numită *bractee*, cu rol de protecție. Pedicelul, la unele plante, poate să lipsească și floarea se numește *sesilă*, cum ar fi la floarea soarelui – *Helianthus annuus*.

**Receptaculul** este partea terminală a pedicelului pe care sunt inserate componentele florale. El poate avea diferite forme: disc, cupă, con, globulos, urceolat.

**Învelișul floral** reprezintă organele florale cu rol de apărare. Acesta poate fi dublu, numit *periant* sau simplu, numit *perigon*. În unele situații învelișul floral poate să lipsească și florile sunt nude (golașe), ca la salcie.

Periantul este învelișul floral diferențiat în *caliciu* și *corolă*.

*Caliciul* (K) reprezintă totalitatea separelor, care sunt în general verzi. Dacă separele sunt libere, caliciul se numește *dialisepal*, exemplu la măr – *Malus domestica*, iar dacă separele sunt unite, caliciul se numește *gamosepal*, cum ar fi la castravete - *Cucumis sativus*.

Caliciul gamosepal poate fi: *tubulos*, cu separele unite în formă de tub, la garoafă – *Dianthus caryophyllus*; *campanulat*, în formă de clopoțel, la dovleac – *Cucurbita pepo*; *umflat*, la opaiță – *Silene pendula*; *urceolat*, în formă de urcior, la trandafir – *Rosa chinensis*.

Din punct de vedere al simetriei, caliciul poate fi *actinomorf*, cu separele egale și *zigomorf*, cu separele inegale.

La unele plante, *caliciul este dublu*, format din *caliciu extern*, numit calicul și *caliciu intern*, cum ar fi la căpșun – *Fragaria x ananassa*, zămoșița de Siria – *Hibiscus syriacus*.

*Corola* (C) reprezintă totalitatea petalelor, de diferite culori, cu rol decorativ și în atragerea insectelor (polenizare).

Petalele pot fi libere alcătuind o *corolă dialipetală*, la măr sau pot fi unite, corola fiind gamopetală, cum ar fi la petunie – *Petunia hybrida*, la dovleac (fig. 84).

Corola dialipetală poate avea simetrie *actinomorfă*, când toate petalele sunt egale, exemplu la măr sau *zigomorfă*, când petalele sunt inegale, cum ar fi la mazăre – *Pisum sativum*.

În cazul corolei gamopetale, petalele pot concrește complet sau parțial, iar părțile libere se numesc lacinii.

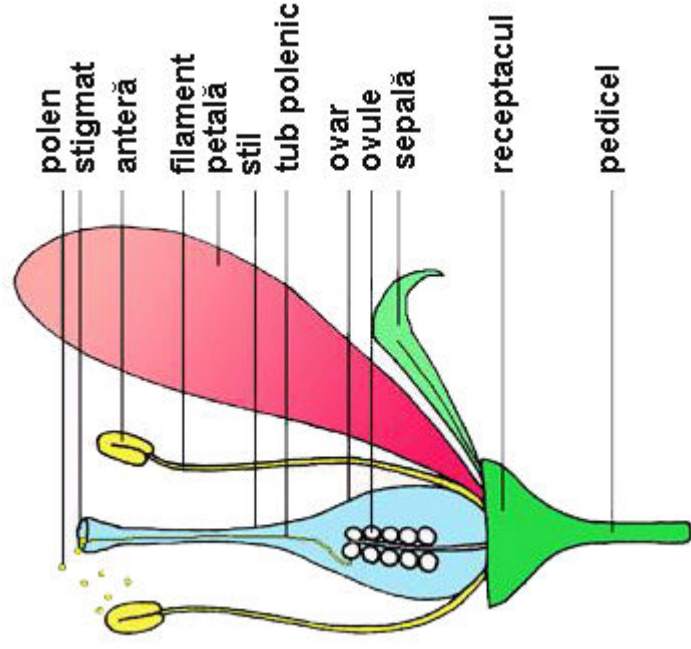


Fig. 83. Morfologia unei flori complete

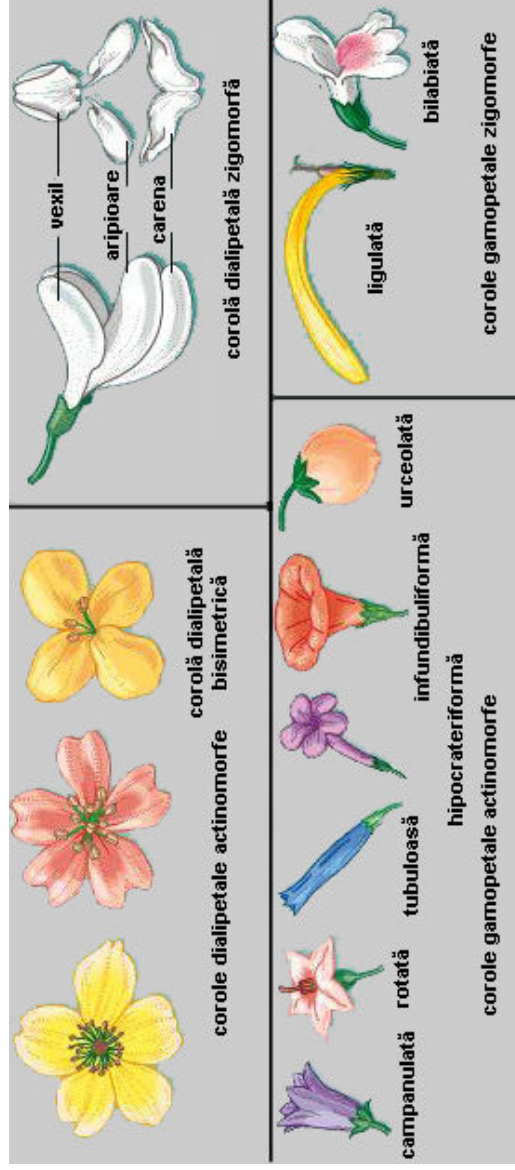


Fig. 84. Tipuri de corole

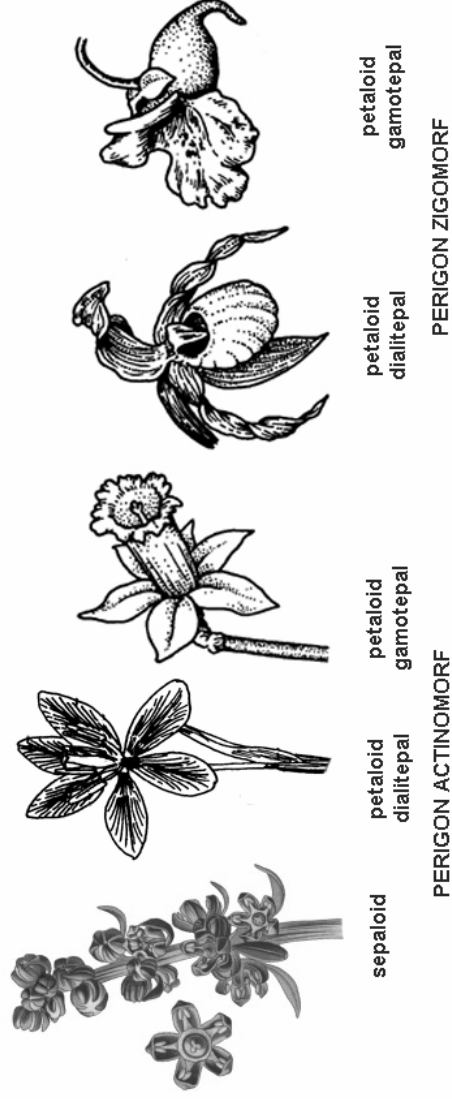


Fig. 85. Flori cu înveliș perigon

Exemple de corolă gamopetală cu simetrie actinomorfa:

- *rotată*, când petalele sunt unite la bază într-un tub scurt, iar laciniiile sunt mari, cum ar fi la cartof – *Solanum tuberosum*;

- *hipocrateriformă*, cu petalele unite într-un tub lung și îngust, lacinii mici, la liliac – *Syringa vulgaris*;

- *infundibuliformă*, în formă de pălnie, la petunie;

- *tubuloasă*, cu petalele unite în formă de tub, cum ar fi florile centrale din inflorescența florii soarelui;

- *urceolată*, în formă de urcior, la afin – *Vaccinium myrtillus*.

Exemple de corolă gamopetală cu simetrie zigomorfă:

- *ligulată*, cu petalele unite la bază într-un tub scurt, care se continuă cu o parte lătită, numită ligulă, cum ar fi la floarea soarelui florile dispuse pe marginea inflorescenței;
- *bilabiată*, cu petalele unite, care se termină în două labii inegale, la urzica moartă – *Lamium maculatum*.

Perigonul (P) este învelișul floral simplu, nediferențiat în caliciu și corolă, fiind format din totalitatea *tepalelor* (fig 85).

Tepalele pot fi colorate ca și petalele, formând un *perigon petaloid*, cum ar fi la lalea – *Tulipa gesneriana* sau pot fi verzi, de culoarea sepalelor, perigonul fiind *sepaloid*, la sfeclă – *Beta vulgaris*.

Tepalele pot fi libere, perigonul fiind *dialitepal*, la lalea sau unite, formând un perigon *gamotepal*, la lăcrămioare - *Convallaria majalis*.

**Androceul (A)** este format din totalitatea staminelor, care reprezintă organele de reproducere bărbătești (gr. andros – bărbat). O stamină este formată din *filament* și *anteră*. La cele mai multe specii filamentul poate fi simplu, dar există și filament ramificat, cum ar fi la ricin - *Ricinus communis*.

Filamentele staminelor pot fi libere, în acest caz androceul este *dialistemon* sau pot fi unite, androceul fiind *gamostemon* (fig. 86).

În cazul *androceului dialistemon*, filamentele pot fi egale sau inegale.

Androceul care prezintă stamine cu filamente inegale poate fi:

- *didinam* prezintă două stamine cu filamente lungi și două stamine cu filamente scurte, în cazul plantelor din familia *Lamiaceae*;
- *tetradinam* prezintă patru stamine cu filamente lungi și două stamine cu filamente scurte, întâlnit la plantele din familia *Brassicaceae*.

În cazul androceului *gamostemon*, acesta poate fi:

- *monadelph*, când toate staminele sunt unite prin filamente într-un singur mănunchi, cum ar fi la plantele din familia *Malvaceae*;
- *diadelph*, când staminele sunt unite prin filamentele lor în două mănunchiuri, ca la majoritatea plantelor din familia *Fabaceae*;
- *triadelph*, când staminele sunt unite prin filamentele lor în trei mănunchiuri, ca la dovleac – *Cucurbita pepo*;
- *pentadelph*, când staminele sunt unite în cinci mănunchiuri, ca la tei – *Tilia tomentosa*;
- *poliadelph*, cu staminele unite în mai multe mănunchiuri, la lămâi – *Citrus limon*.

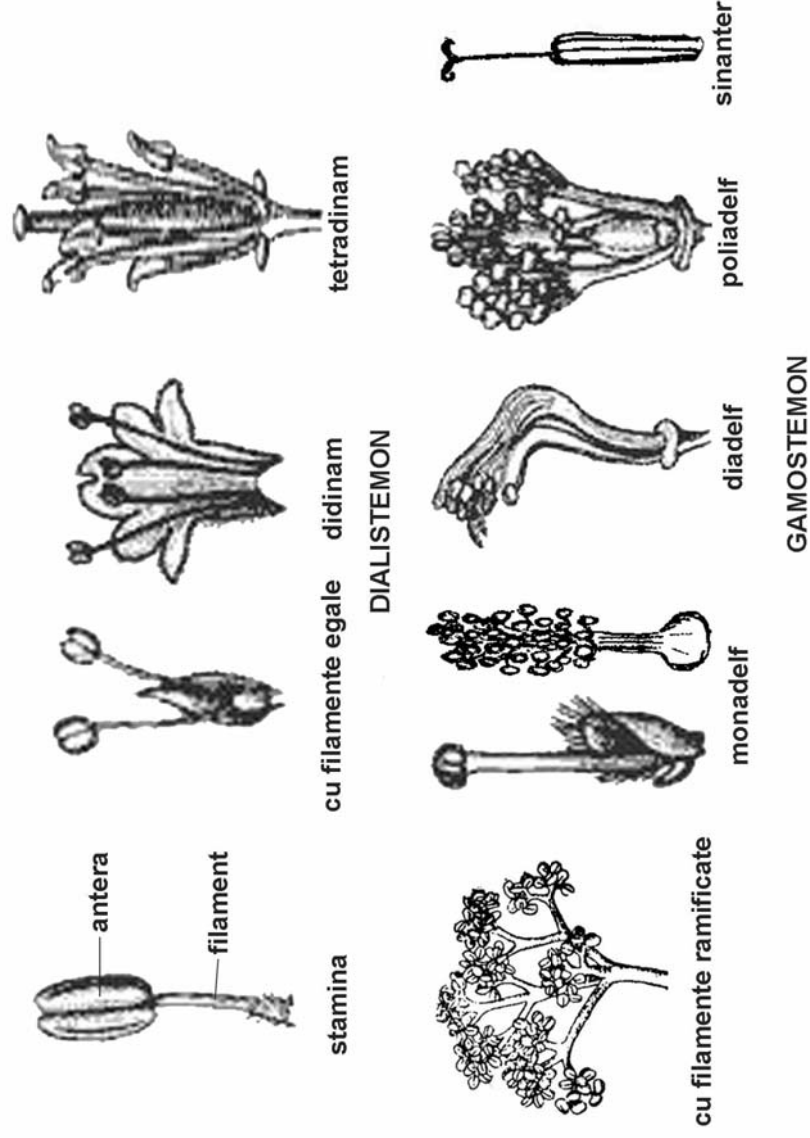


Fig. 86. Tipuri de androceu

Există și cazuri când staminele sunt unite prin anterele lor și filamentele sunt libere, androceul se numește în acest caz *sinanther*, cum ar fi la majoritatea plantelor din familia *Asteraceae*.

*Antera* reprezintă cea mai importantă parte a staminei, deoarece în ea are loc formarea polenului (gametofitul bărbătesc).

#### Structura anterei

Antera, într-o secțiune transversală, este formată din două părți simetrice numite teca, atașate de o parte și de alta a conectivului (țesutul conducător) și despărțite parțial de un șanț median (fig. 87).

Conectivul este format din parenchim și are în mijloc un fascicul colateral, cu liberul orientat la exterior, iar lemnul spre șanțul median.

Fiecare teca prezintă doi saci polenici, între care se află un șanț lateral.

Perețele anterei este format din mai multe țesuturi: la exterior se află *epiderma* formată dintr-un singur rând de celule, care în dreptul șanțurilor laterale se gelifică, favorizând deschiderea anterei. Sub epidermă se află *țesutul mecanic* cu celule mari, cu pereții interni și laterali îngroșați cu benzi de lignină. Datorită îngroșărilor neuniforme,

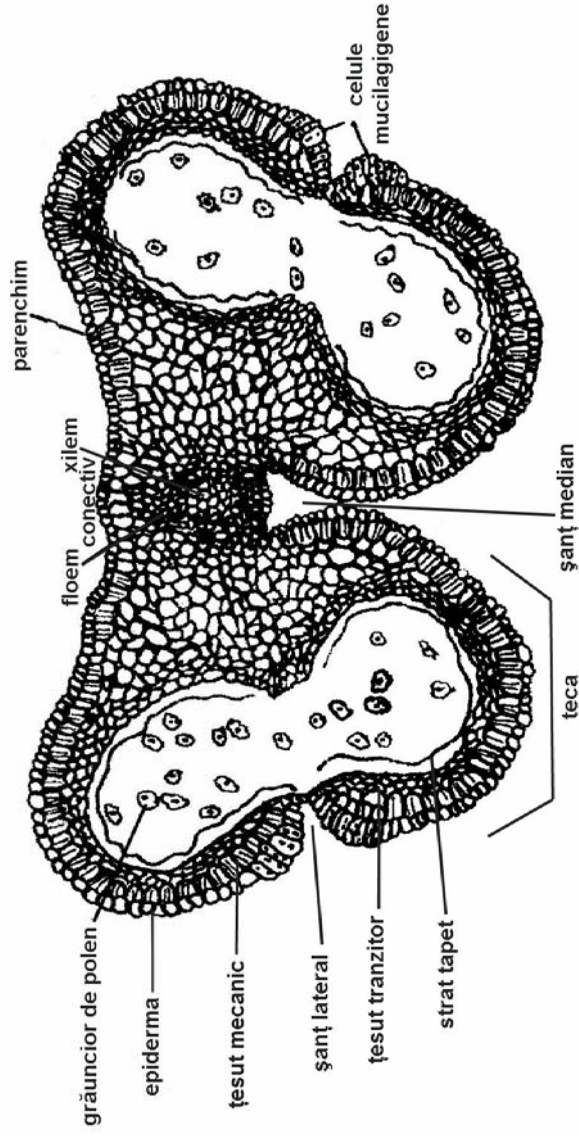


Fig. 87. Structura anterei la crinul alb

acest strat are rol în deschiderea anterei, astfel, celulele stratului mecanic pierd apa, se contractă mai puternic pereții externi, care sunt mai subțiri, determinând ruperea peretelui anterei în dreptul șanțurilor laterale, unde țesutul mecanic este întrerupt. Sub stratul mecanic se află *țesutul tranzitoriu*, format din 2-3 rânduri de celule turtite, parenchimatoase, sub care se găsește *stratul tapet*, cu celule mari, polinucleate, bogate în materii de rezerve, cu rol în hrănirea celulelor mame, microsporilor și polenului. La maturitatea polenului aceste două țesuturi se dezorganizează, dispare țesutul parenchimatic dintre sacii polenici și teca devine în această situație uniloculară.

Polenul este eliberat prin șanțurile laterale sub formă de grăunciori izolați.

### Structura grăunciorului de polen

Polenul este sferic la cele mai multe plante (fig. 88). Mărimea lui variază în general între 15-50 μm.

Grăunciorul de polen prezintă un perete dublu format din *exină* și *intină*. Exina se află la exterior este groasă și prezintă ornamentații în relief. Din loc în loc exina prezintă porțiuni neîngroșate numite pori prin care se formează tubul polenic. Sub exină se află intina, care este subțire. Grăunciorul de polen este format din două celule haploide: *vegetativă* și *generativă*.

Celula vegetativă este mai mare și are un nucleu sferic, iar celula generativă este mai mică și are un nucleu lenticular. Din diviziunea celulei generative rezultă doi gameți bărbătești.

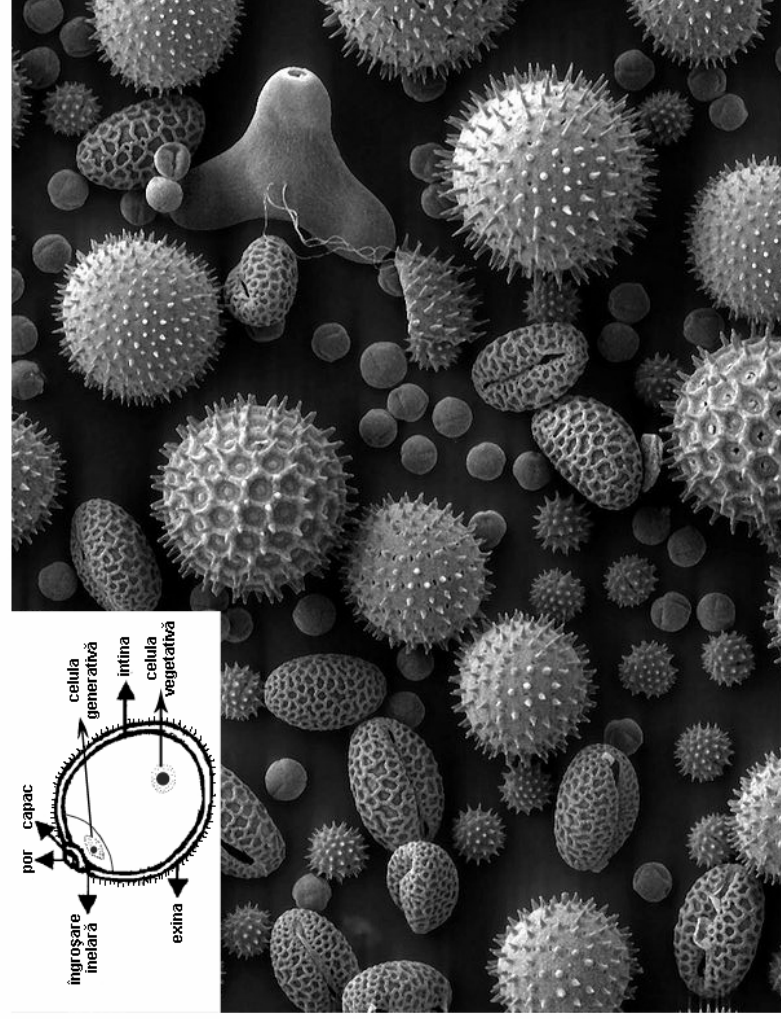


Fig. 88. Grăunciorii de polen, structură și formă

### Formarea grăunciorului de polen (gametofitul bărbătesc)

Formarea grăunciorului de polen începe încă din faza de primordiu al anterei și se desfășoară în cinci etape.

#### 1. *Microarhesporogeneza*

În faza de primordiu al anterei se individualizează câte un șir de celule mari, bogate în citoplasmă, în patru locuri. Acestea reprezintă microarhesporii primari, care se divid mitotic și dau naștere la două celule diploide: *celula parietală* spre exterior și *celula sporogenă* spre interior, care reprezintă microarhesporul secundar. Celula parietală prin diviziuni repetate formează peretele anterei, alcătuit din țesut mecanic, țesut tranzitoriu și stratul tapet. Celula sporogenă continuă să se dividă mitotic, formând celulele mame.

#### 2. *Microsporogeneza*

Celulele mame formate se divid meiotic și formează patru celule haploide sau tetrada de microspori.

#### 3. *Eliberarea microsporilor*

Pereții celulelor mame se rup și microsporii sunt eliberați în sacul polenic, unde se hrănesc cu substanțe prezente în celulele stratului tapet. Ei cresc și devin sferici.

#### 4. *Formarea grăunciorilor de polen*



Microsporii se divid mitotic rezultând două celule inegale: celula vegetativă și celula generativă, după care se formează peretele dublu al grăunciorului de polen. În această fază se distrug țesuturile tranzitoriu și tapet care au servit la hrănirea polenului.

#### 5. *Microgametogeneza*

Constă în formarea gameților în prima etapă a fecundației. Celula generativă se divide și rezultă doi gameți bărbătești.

Staminele care au antere reduse se numesc *staminodii*. Uneori staminodiile se transformă în foliole, rezultând florile involte, cum ar fi la garoafă sau se transformă în nectarine, ca la spânz.

**Gineceul (G)** este format din totalitatea carpelelor și reprezintă organele de reproducere femeiești (gr. *gyne* – femeie). O carpelă prezintă o parte bazală mai umflată numită *ovar*, care se continuă cu o parte îngustă numită *stil*, care se termină cu o parte mai dilatată numită *stigmat*. În interiorul ovarului se găsesc ovulele în care se formează gameții femeiești. Stigmatul prezintă celule alungite numite *papile*, care secretă un lichid dulce cu rol în reținerea polenului în timpul polenizării. Stilul poate să lipsească și atunci stigmatul este sesil, exemplul la mac – *Papaver rhoeas*, lălea.

Gineceul este format din una sau mai multe carpele (fig. 89). Carpelele pot fi libere, rezultând un gineceu dialicarpelar, cum ar fi la măceș – *Rosa canina* sau pot fi unite și în această situație gineceul este gamocarpelar, la varză – *Brassica oleracea*.

#### **Poziția ovarului în floare**

În funcție de forma receptaculului, ovarul poate fi: superior, inferior și semiinferior (fig. 90).

*Ovarul superior* se întâlnește la florile care au receptaculul convex sau plan, el fiind situat deasupra receptaculului, iar componentele florale fiind inserate la bază, cum ar fi la căpșun.

*Ovarul inferior* se întâlnește la florile care au receptaculul concav, în care ovarul este complet scufundat, iar componentele florale se prind deasupra ovarului, cum ar fi la măr.

*Ovarul semiinferior* este rar întâlnit, fiind caracteristic receptaculului concav, în care ovarul este adâncit până la jumătatea receptaculului, iar componentele florale se prind la mijlocul acestuia, exemplul la sfeclă.

#### **Structura ovarului**

Ovarul monocarpelar prezintă o structură asemănătoare unei frunze, cu marginile răsucite spre partea superioară și unite (fig. 91). Carpela are un parenchim asimilator,

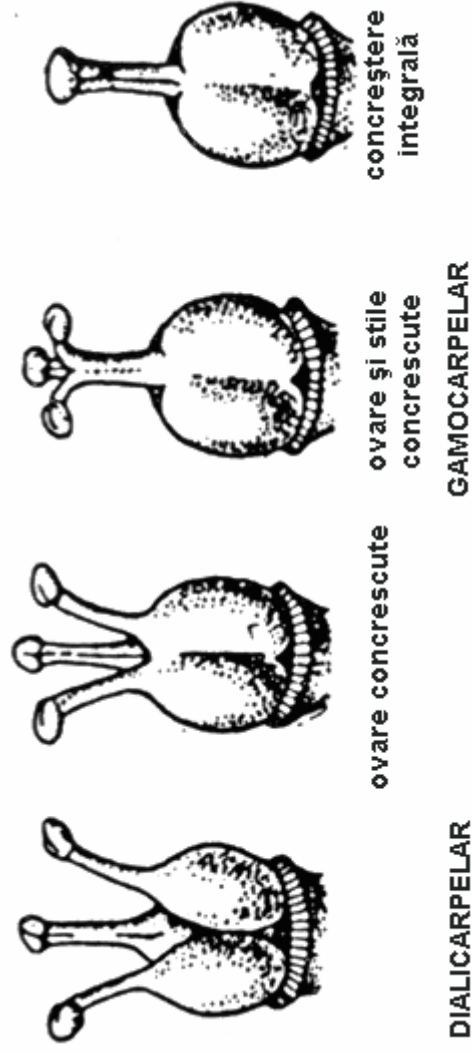


Fig. 89. Tipuri de gineceu

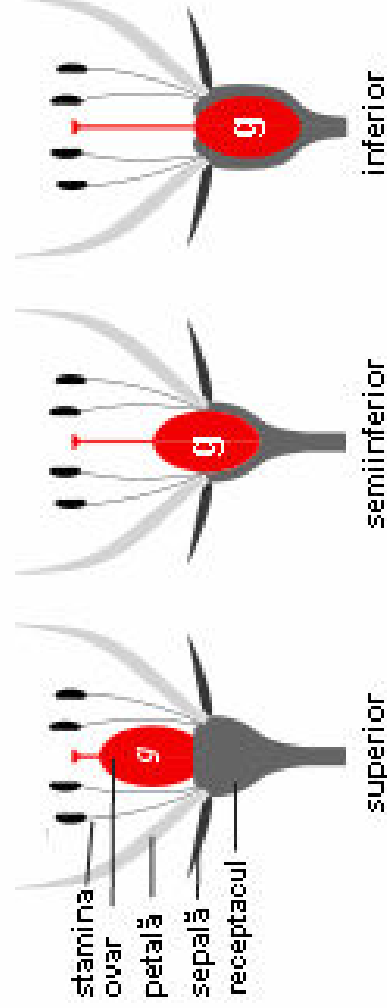


Fig. 90. Poziția ovarului în floare

delimitat spre exterior de epiderma externă, iar spre loja ovariană de epiderma internă. În parenchim sunt înglobate fasciculele conducătoare libero-lemnoase, cum ar fi: un fascicul median, corespunzător șanțului median, cu liber la exterior și lemn la interior și două fascicule placentare în zona de sutură, cu lemnul spre exterior și liberul la interior.

Ovulele se găsesc în loja ovariană, ele se prind de peretele ovarului pe o porțiune numită placentă.

### Structura ovulului

Ovulul are rolul de a produce și proteja gametofitul femeiesc. În general ovulul are o formă ovală și se formează în interiorul ovarului, pe peretele intern sau pe receptaculul pătruns în cavitatea ovariană (fig. 92). Ovulul se prinde de placentă printr-un cordon numit *funicul*. În funicul se află un fascicul conducător libero-lemnos, care se ramifică la baza ovulului într-un punct numit *chalază*.

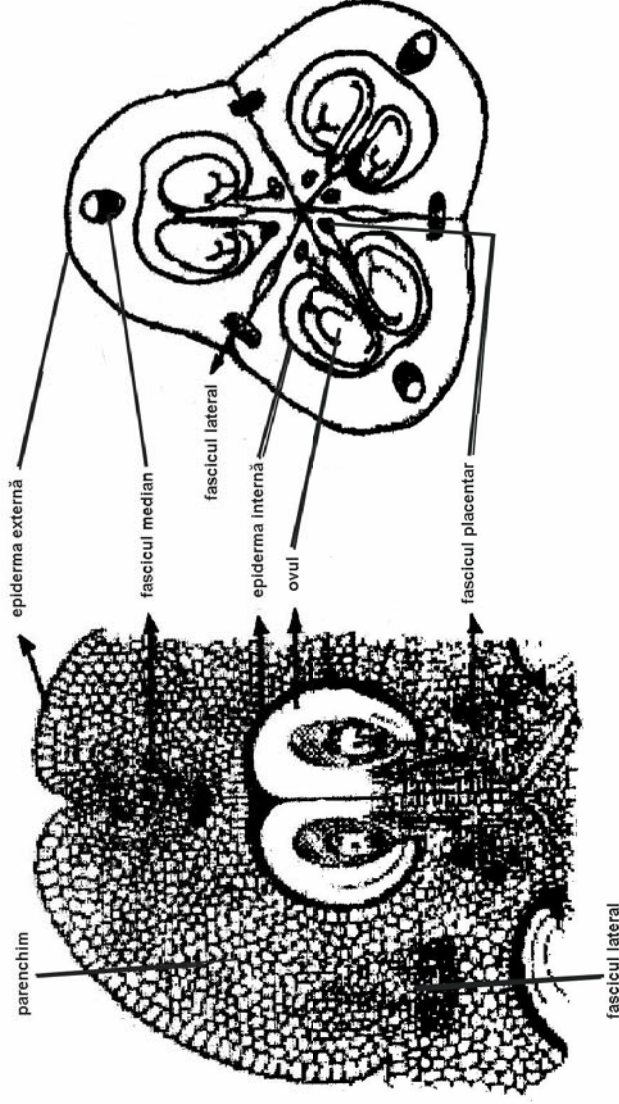


Fig. 91. Structura ovarului la crinul alb – *Lilium candidum*

Locul unde se unește funiculul cu ovulul se numește *hil*. Ovulul prezintă la exterior 1-2 integumente (cute), formate din câteva straturi de celule. Integumentele nu închid complet ovulul, lăsând o deschizătură, numită *micropil*. Sub integumente se află un țesut parenchimatice numit *nucelă*. În nucelă se află *sacul embrionar*, gametofitul femeiesc, cu 7 celule dispuse polar și central. La polul dinspre micropil sunt situate 3 celule haploide, cea din mijloc este *oosfera*, gametul femeiesc, iar cele două laterale se numesc *sinerghide*. La polul dinspre chalază, se află 3 celule antipode, haploide. În mijlocul sacului embrionar este situată *celula secundară*, care este diploidă. Celulele de bază ale sacului embrionar sunt *oosfera* și *celula secundară*, care vor participa la procesul de dublă fecundație.

#### Tipuri de ovule

În funcție de poziția hilului, micropilului și chalazei, se întâlnesc trei tipuri de ovule:

- *ovulul ortotrop* (drept), care are micropilul, chalaza și hilul așezate pe aceeași linie;
- *ovulul anatrop* (răsturnat), care are micropilul și hilul alăturate, iar chalaza se află la polul opus;
- *ovulul campilotrop* (curbat) este puternic curbat în formă de rinichi și prezintă hilul, chalaza și micropilul foarte apropiate între ele.

#### Formarea sacului embrionar (gametofitul femeiesc)

Formarea gametofitului femeiesc se desfășoară în trei etape:

1. *Macroarhesporogeneza*

Ovulul apare în ovar sub forma unui primordiu, care este nucela. În nucelă se individualizează macroarhesporul primar, care este o celulă mai mare. Aceasta se divide mitotic și rezultă două celule diploide, *celula parietală* și *celula sporogenă* sau arhesporul secundar. Celula parietală prin diviziuni mitotice, formează *calota*, care reprezintă un țesut protector în dreptul micropilului.

### 2. *Macrosporogeneza*

Celula sporogenă (celula mamă a macrosporilor) se divide meiotic și rezultă tetrada liniară de macrospori haploizi.

### 3. *Macrogametogeneza*

Unul din macrospori, cel inferior, se dezvoltă și formează sacul embrionar, iar ceilalți macrospori se distrug.

Nucleul macrosporului inferior, se divide succesiv de trei ori, rezultând sacul embrionar binucleat, tetranucleat și octanucleat. Nucleii rezultați cu citoplasmă și membrană se distribuie polar și central. La polul micropilar se grupează 3 celule, oosfera și două sinergide, iar la polul chalazal, 3 celule antipode. Doi dintre nucleei se unesc și formează în centrul sacului embrionar celula secundară, care este diploidă și care va participa la procesul de dublă fecundație alături de oosferă.

### Tipuri de flori în funcție de repartizarea sexelor

Florile care au atât androceu cât și gineceu se numesc *hermafrodite*, de exemplu la cireș – *Cerasus avium*, iar cele care au un singur organ de reproducere se numesc *unisexuate*, bărbătești (au numai stamine) și femeiești (au numai carpele). Florile unisexuate pot fi dispuse pe aceeași tulpină și plantele se numesc *unisexual-monoice*, cum ar fi la nuc – *Juglans regia*, porumb – *Zea mays* sau florile unisexuate pot fi dispuse pe tulpini diferite, astfel unele tulpini au numai flori bărbătești, iar altele au numai flori femeiești, în această situație palntele se numesc *unisexual-dioice*, cum ar fi la plop – *Populus nigra*, cânepă – *Cannabis sativa*.

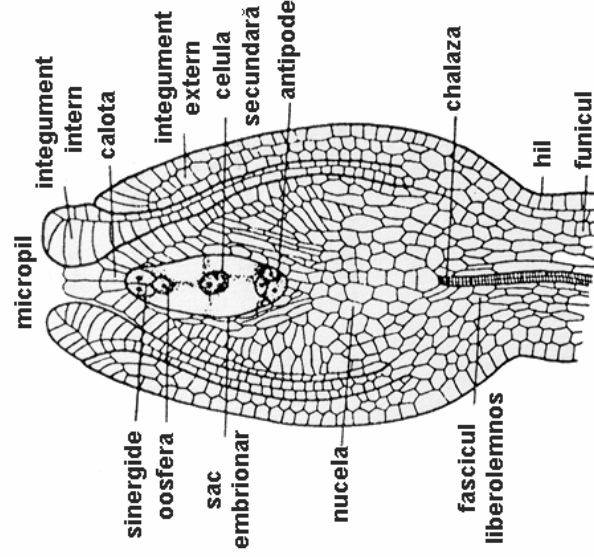


Fig. 92. Structura ovulului ortotrop

Există și plante *poligame*, care au pe aceeași tulpină flori hermafrodite și flori unisexuate, cum ar fi la arțar – *Acer platanoides*.

### Așezarea componentelor florale pe receptacul

Componentele florale se dispun pe receptacul în trei moduri: *spirociclic*, *ciclic* și *hemiciclic*.

În cazul *dispoziției spirociclice*, toate componentele florale sunt așezate pe o spirală, exemplu la magnolie – *Magnolia kobus*.

*Dispoziția ciclică*, constă în așezarea componentelor florale pe cercuri, acestea fiind dispuse pentamer, tetramer, trimer, respectiv pe 5, 4 și 3 cercuri concentrice (fig. 93).

Cele mai multe angiosperme prezintă componentele florale dispuse pe 5 și 4 cercuri.

*Dispoziția hemiciclică*, constă în aceea că învelișul floral este așezat ciclic, iar organele de reproducere, staminele și carpellele, în spirală, ca la piciorul cocoșului – *Ranunculus sardous*.



Fig. 93. Așezarea componentelor florale pe receptacul – diagrame florale

### Formule și diagrame florale

Exprimarea succintă a organizării unei flori se face cu ajutorul unei formule florale.

Formula florală este redată prin anumite simboluri, litere, cifre și semne convenționale, cum ar fi:

Floare hermafrodită ♀

Floare unisexuată, bărbătească ♂

Floare unisexuată, femeiască ♀

Simetrie:

Actinomorfa \*

Bisimetrie +

Zigomorfă %.

Perigon P

Caliciu K

Corolă C

Androceu A

Gineceu G

Cifrele care însoțesc literele indică numărul elementelor respective;

Semnul  $\infty$ , reprezintă un număr mare de elemente;

Parantezele mici ( ) reprezintă unirea pieselor de același fel;

Parantezele mari [ ] reprezintă unirea pieselor de la organe diferite;

Linia de deasupra gineceului arată poziția inferioară a acestuia;

Linia de sub gineceu arată poziția superioară a acestuia;

Linia de la mijlocul gineceului arată poziția semiinferioară a acestuia

Exemple de formule florale:

\*  $K_5 C_5 A_{10+10+10} \bar{G}_1$ , la prun - *Prunus domestica*

\*  $P_\infty A_\infty G_\infty$ , la magnolie - *Magnolia kobus*

%:  $K_{(5)} [C_{(5)} A_4] G_{(2)}$ , la sugel - *Lamium maculatum*

+  $K_{2+2} C_4 A_{2+4} \underline{G}_{(4)}$ , la varză – *Brassica oleracea*

Diagrama florală este o reprezentare grafică a unei secțiuni prin floare, în proiecție orizontală, cu menționarea numărului, locului și a raportului dintre piesele florale.

La florile ciclice, piesele florale se dispun pe cercuri concentrice;

La florile care aparțin unei inflorescențe, deasupra diagramei se desenează axul inflorescenței cu (a).

### **Inflorescențe**

Floarea poate fi solitară, când tulpina nu este ramificată și poartă o singură floare, cum ar fi la lalea – *Tulipa gesneriana*. Atunci când axul se ramifică și fiecare ramificație prezintă câte o floare, se formează o inflorescență, ca la zambilă – *Hyacinthus orientalis*.

Inflorescențele se împart în două categorii: *racemoase* și *cimoase*.

**Inflorescențele racemoase** sau monopodiale se caracterizează prin creștere continuă, datorită faptului că axul principal (rahisul) se termină cu un mugur vegetativ, iar înflorirea se face de la exterior spre interior sau de la bază spre vârf.

Inflorescențele racemoase sunt de două feluri: *simple* și *compuse*.

**Inflorescențe racemoase simple** au florile prinse direct de rahis, cum ar fi: *racemul, corimbul, umbela, spicul, capitulul, antodiul, amentul și spadicele* (fig. 94).

**Racemul** prezintă un ax alungit și subțire de pe care pornesc ramificații aproximativ egale, dispuse opus sau altern, care se termină cu câte o floare, exemplu la salcâm – *Robinia pseudoacacia*.

**Corimbul** se caracterizează prin aceea că de pe axul principal pornesc ramificații inegale, care ajung la aceeași înălțime. Ramificațiile descresc de la bază spre vârf, cum ar fi la păr – *Pyrus communis*.

**Umbela** prezintă un ax scurt, ramificațiile pornesc din același loc și ajung la aceeași înălțime. La baza ramificațiilor se află involucriul, la ghizdei – *Lotus corniculatus*.

**Spicul** prezintă un ax alungit și subțire pe care se prind flori sesile, la pătlagină - *Plantago lanceolata*.

**Capitulul** se caracterizează printr-un ax scurt și îngroșat, cu flori scurt pedunculate, la trifoi – *Trifolium pratense*.

**Antodiu** sau calatidiul are axul îngroșat disciform sau globulos pe care se prind flori sesile, cum ar fi la floarea-soarelui – *Helianthus annuus*. Pe partea inferioară a antodiului se găsesc numeroase hipsofile (frunzișoare), care alcătuiesc involucriul.

**Amentul** se caracterizează printr-un ax pendul, cu flori sesile, unisexuate, cum ar fi la nuc – *Juglans regia*, salcie – *Salix alba*.

**Spadicele** prezintă un ax îngroșat cu flori sesile unisexuate, la floarea Flamingo – *Anthurium andreanum*, porumb – *Zea mays*.

**Inflorescențe racemoase compuse** au florile dispuse pe ramificații secundare sau terțiare ale axului inflorescenței, cum ar fi: *racem compus, corimb compus, umbela compusă, spic compus, panicul cu spiculețe, panicul spiciform, panicul* (fig. 95).

**Racemul compus** este întâlnit la unele *Brassicaceae* (ridiche, varză)

**Corimbul compus** se întâlnește la păducel – *Crataegus monogyna*.

**Umbela compusă** se întâlnește la plantele din fam. *Apiaceae* (*Umbelliferae*) și este formată din umbele simple, numite umbelule, însoțite de involucriul și care sunt dispuse pe axe, care pleacă din același loc, având la bază involucriul.

**Spicul compus** se caracterizează printr-un ax numit rahis pe care se prind sesil inflorescențe simple numite spiculețe. Spiculețul prezintă un ax pe care se prind sesil una sau mai multe flori. Spiculețul este protejat la bază de două frunzișoare modificate, numite glume, iar florile sunt protejate de două palee (grâu, secară, orz).

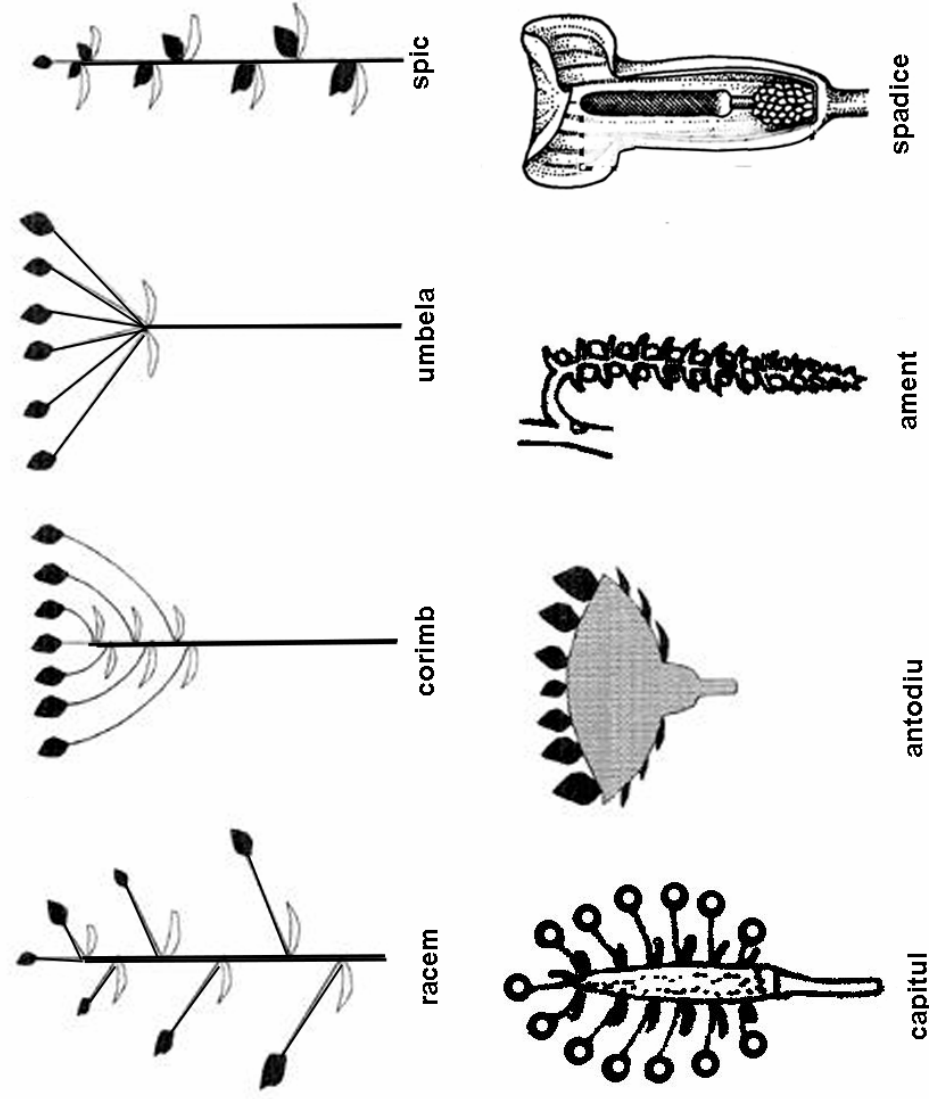


Fig. 94. Inflorescențe racemoase simple

**Panicul cu spiculețe** se caracterizează prin aceea că spiculețele se prind pe ramificații, la ovăz – *Avena sativa*, orez – *Oryza sativa*.

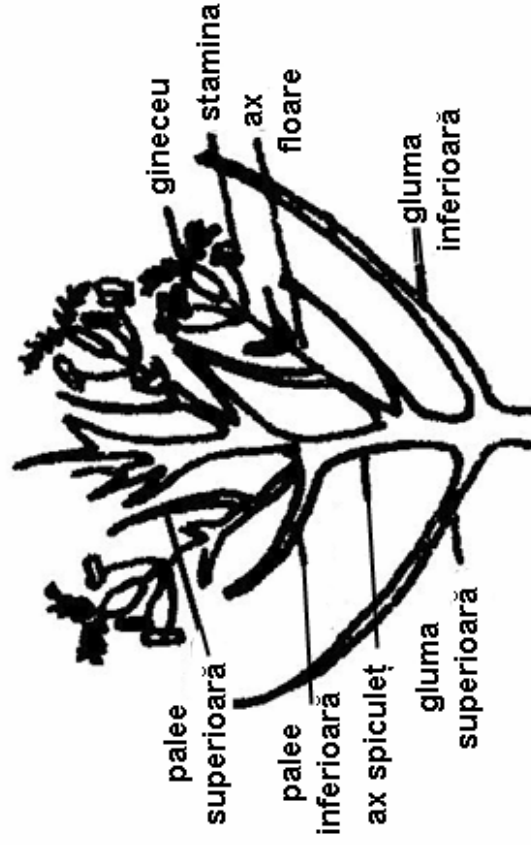
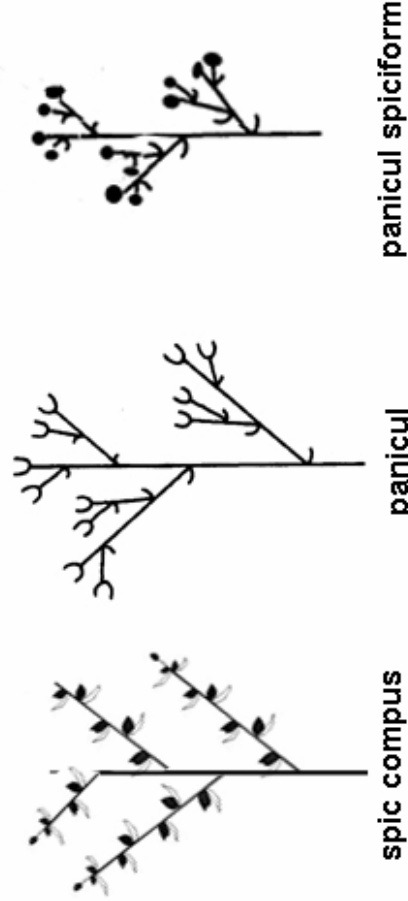
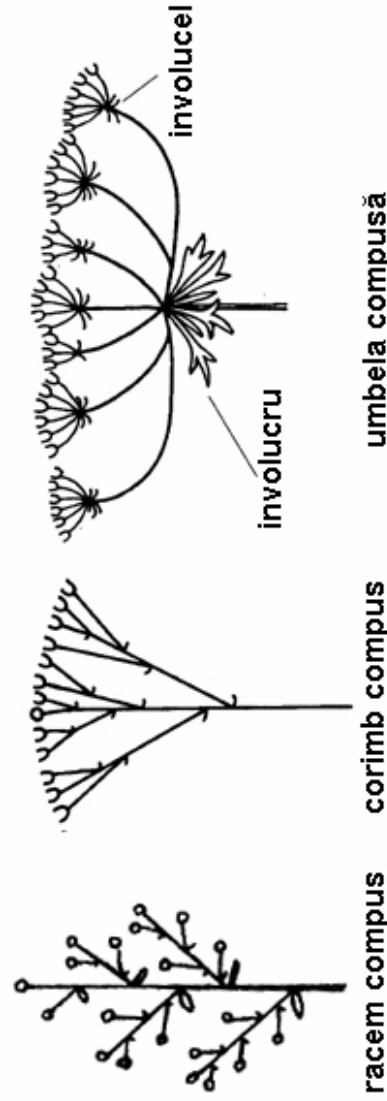
**Panicul spiciform** prezintă spiculețe scurt pedunculat, inflorescența are aspect cilindric, cum ar fi la mohor – *Setaria glauca*.

**Panicul** are aspect piramidal, ramificarea se repetă de multe ori, cum ar fi la liliac – *Syringa vulgaris*.

**Inflorescențe cimoase** sau simpodiale caracterizează prin creștere finită, deoarece mugurul vegetativ dispare și este înlocuit de o floare, iar înflorirea are loc din interior spre exterior (centrifugă).

După numărul de ramificații apărute la baza florii terminale, deosebim *monocaziu*, *dicaziu* și *pleiocaziu* (fig.96).





schema spiculețului

Fig. 95. Inflorescențe racemoase compuse

**Monocaziu** are axul principal terminat cu o floare, de sub care pleacă o singură ramificație laterală, care se termină cu o floare, procesul repetându-se unilateral, la gladiole – *Gladiolus communis*, stânjenel – *Iris germanica*.

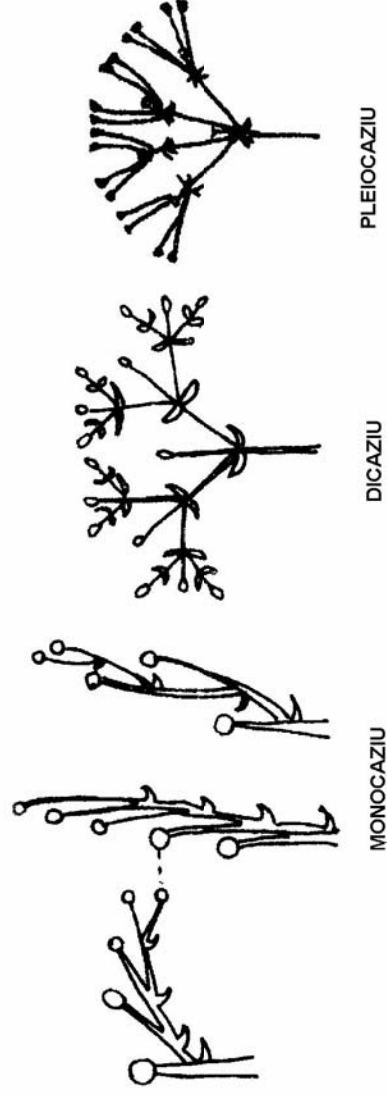


Fig. 96. Inflorescențe cimoase

**Dicaziu** prezintă două ramificații opuse la baza florii terminale, procesul repetându-se, cum ar fi la gușa porumbelului – *Silene vulgaris*.

**Pleiocaziu** constă în aceea că de sub floarea terminală pornesc trei sau mai multe ramificații care se termină cu câte o floare, la laptele cucului – *Euphorbia cyparissias*.

#### Inflorescențe mixte

Inflorescențele mixte reprezintă diferite combinații între o inflorescență racemoasă și una cimoasă, cum ar fi:

**Racem cu dicazii**, la vița de vie – *Vitis vinifera*;

**Umbelă cu cime elicoidale**, la ceapă – *Allium cepa*;

**Corimb cu calatidii**, la pălămidă – *Cirsium arvense*

#### Înflorirea (anteza)

Înflorirea constă în deschiderea învelișului floral și etalarea organelor de reproducere. Există flori care nu se deschid și se numesc *cleistogame*, cum ar fi la alunele de pământ, momentul înfloririi fiind marcat de maturitatea polenului.

Înflorirea este determinată de mai mulți factori: temperatură, lumină, umiditate, substanțe nutritive etc.

Perioada înfloririi diferă în funcție de specie. Astfel, unele plante înfloresc primăvara devreme și se numesc *vernale*, cum ar fi ruscuța de primăvară – *Adonis vernalis*. Majoritatea plantelor înfloresc în timpul verii și se numesc *estivale*, exemplul cocoșei de câmp – *Adonis aestivalis*, iar unele înfloresc toamna, fiind numite plante *autumnale*, exemplul brândușa de toamnă – *Colchicum autumnale*.

Cele mai multe flori se deschid în timpul zilei, însă la unele specii florile se deschid seara și se închid dimineața, cum ar fi la regina nopții – *Nicotiana glauca*, iar la altele florile se deschid dimineața și se închid la amiază, exemplul zorelele - *Ipomoea rubro-coerulea*.

Pentru fiecare specie există o corelație între înflorire și înfrunzire. Multe plante lemnoase, dar și erbacee înfloresc înainte de înfrunzire (cornul, salcia, ulmul, spânzul), fiind numite plante *protante*. La unele plante înflorirea coincide cu înfrunzirea (fagul, ghiocelul) și se numesc *mezante*, iar la cele mai multe specii înflorirea are loc după înfrunzire și se numesc *metante*.

Durata de înflorire variază în funcție de specie și de condițiile de mediu. De exemplu la măr și vișin, durata de înflorire este de 6-12 zile, la soc până la 3 săptămâni, iar la bumbac 2-3 luni. Sunt și specii la care durata unei flori este de câteva ore, cum ar fi la in.

La plantele cultivate ornamental, durata de înflorire prezintă o importanță deosebită.

### **Polenizarea**

În urma deschiderii florilor are loc procesul de polenizare, urmat de fecundație.

Prin polenizare se înțelege transportul polenului de la anterele staminelor pe stigmatul gineceului. Polenizarea se realizează pe cale *naturală* sau *artificială* de către om. Polenizarea naturală poate fi *directă* (autopolenizare) și *indirectă* (încrucșată).

### **Polenizarea directă**

Polenizarea directă se realizează cu polen propriu, de la aceeași floare (autogamie), cum ar fi la mazăre – *Pisum sativum* sau cu polen de la diferite flori, dar de pe aceeași tulpină (geitonogamie), exemplul la porumb – *Zea mays*. Autogamia este întâlnită la florile hermefrodite, iar geitonogamia la florile unisexuat-monoice.

### **Polenizarea indirectă**

Se realizează cu polen provenit de la flori de pe tulpini diferite, cum ar fi la plantele unisexuat-dioice, care se numesc *alogame*. În această situație transportul polenului de la antere pe stigmatul florilor are loc prin intermediul unor agenți: *vântul, insectele, păsările, gravitația, apa, omul*.

**Vântul** este unul din agenții care realizează polenizarea în proporție de 10%. Plantele ale căror flori se polenizează prin intermediul vântului se numesc *anemofile*. Florile adaptate la polenizarea anemofilă se caracterizează prin înveliș floral redus, sunt lipsite de miros și nectar, dar au polen în cantitate foarte mare (nucul, stejarul, porumbul).

**Insectele** transportă grăunțorii de polen de la anteră pe stigmat, la numeroase specii de plante, polenizarea numindu-se *entomofilă*. Florile adaptate la polenizarea entomofilă

sunt în general mari, viu colorate, cu țesuturi nectarifere în atragerea insectelor (floarea soarelui).

**Păsările** sunt atrase de nectarul florilor, timp în care se încarcă pe pene cu polen, pe care-l duc la alte flori. Polenizarea prin intermediul păsărilor se numește *ornitofilă*.

**Gravitația** are efect la florile cu stile scurte, polenul cade pe stigmat în virtutea propriei greutateți, cum ar fi la bulbuci – *Trollius europaeus*.

**Apa** este un agent de polenizare specific plantelor acvatice. O astfel de polenizare se numește *hidrofilă*.

### **Polenizarea artificială**

Este efectuată de către om, în scopuri științifice și experimentale, pentru obținerea unor soiuri și hibridi cu calități deosebite (floarea-soarelui, porumb).

### **Fecundația (amfimizia)**

Fecundația este un proces complex, care constă în unirea gameților.

Acest proces se desfășoară în două faze: *progamă* și *gamogamă*.

În faza *progamă*, grăunciorii de polen sunt reținuți de celulele alungite ale stigmatului, unde germinează în lichidul dulce secretat de aceste celule. Germinarea polenului constă în formarea tubului polenic de către întină printr-un por al exinei. Tubul polenic înaintează spre ovar prin canalul stilar. În tubul polenic coboară nucleul celulei vegetative, urmat de nucleul celulei generative. Nucleul celulei generative se divide și dă naștere la doi gameți bărbătești numiți *spermatii*.

Tubul polenic pătrunde în ovul, de obicei prin micropil, dar și prin chalază, la arin, curpen sau integumente, la ulm. Ajuns în sacul embrionar, peretele tubului polenic se resoarbe, iar conținutul se varsă în aceasta.

În faza a doua, *gamogamă*, are loc unirea gameților. La angiosperme, fecundația este dublă, deoarece se formează doi zigoți. Astfel, un gamet bărbătesc fecundează oosfera (gametul femeiesc), din care rezultă oul sau *zigotul principal* care este diploid și din diviziunea lui se formează embrionul.

Celălalt gamet bărbătesc fecundează celula secundară, din care rezultă *zigotul secundar* sau *accessoriu*, care este triploid și prin diviziuni va da naștere endospermului secundar sau albumenului. În urma acestei duble fecundări, din ovul se formează sămânța, iar din ovar rezultă fructul.

După fecundație, celelalte celule ale sacului embrionar (sinergidele și antipodele), se dezorganizează iar zigoții intră în repaus de câteva ore.

Embrionul se poate forma și în absența fecundației, prin *apomixie* din oosferă și poartă numele de *partenogeneză*; din sinergide, cunoscută sub numele de *apogamie*; din celulele nucleei sau chiar din cele ale integumentelor ovulului.

În natură *apomixia* există sub diferite forme:

Poliembrionia este procesul de formare a mai multor embrioni, care se formează din sinergide, antipode sau chiar din celulele nucleei sau integumentelor și care de obicei nu sunt viabili. Asemenea cazuri sunt întâlnite la unele specii ale genului *Citrus*, la unele plante din fam. *Fabaceae*, *Rosaceae*.

Partenocarpia reprezintă formarea fructelor fără semințe în absența fecundației. Partenocarpia este întâlnită la unele soiuri de viță-de-vie, pepeni, portocal, smochin etc.

### **Rezumat**

*Floarea se formează din mugurii floriferi sau micști în urma procesului de organogeneză florală.*

*Floarea este un lăstar scurt, cu creștere limitată, cu rol în reproducerea sexuată, învelișul floral fiind frunze modificate, care adăpostesc staminele și carpelele, organe de reproducere.*

*O floare completă este formată din: pedicel, receptacul, înveliș floral, androceul și gineceul.*

*Învelișul floral poate fi dublu, numit periant sau simplu, numit perigon. În unele situații învelișul floral poate să lipsească.*

*Periantul este învelișul floral diferențiat în caliciu și corolă.*

*Perigonul este format din totalitatea tepalelor.*

*Androceul reprezintă totalitatea staminelor. O stamină este formată din filament și anteră.*

*Antera reprezintă partea cea mai importantă a staminei, deoarece în ea are loc formarea grăunciorilor de polen.*

*Antera este formată din două părți simetrice numite teca, atașate de o parte și de alta a conectivului și despărțite parțial de un șanț median.*

*Fiecare teca prezintă doi saci polenici, între care se află un șanț lateral.*

*Polenul este eliberat prin șanțurile laterale sub formă de grăunciori izolați.*

*Grăunciorul de polen este format din două celule haploide: vegetativă și generativă. Din diviziunea celulei generative rezultă doi gameți bărbătești, care vor participa la fecundație.*

*Gineceul este format din totalitatea carpelelor. O carpelă este formată din ovar, stil și stigmat. În interiorul ovarului se găsesc ovulele. În ovul se află sacul embrionar cu 7 celule, din care cele mai importante sunt oosfera (gametul femeiesc) și celula secundară, care vor participa la procesul de dublă fecundație.*

*Floarea purtată de un ax neramificat este o floare solitară, iar când axul se ramifică și fiecare ramificație prezintă câte o floare, se formează o inflorescență.*

*Inflorescențele se împart în două categorii: racemoase și cimoase.*

*Inflorescențele racemoase se caracterizează prin creștere continuă, datorită faptului că axul principal se termină cu un mugur vegetativ, iar înflorirea se face de la exterior spre interior sau de la bază spre vârf.*

*Inflorescențele racemoase sunt de două feluri: simple și compuse.*

*Inflorescențele racemoase simple au florile prinse direct de rahis, fiind reprezentate de: racem, corimb umbelă, spic, capitul, antodiu, amentul și spadicele.*

*Inflorescențele racemoase compuse au florile dispuse pe ramificații secundare ale axului inflorescenței, cum ar fi: racem compus, corimb compus, umbelă, compusă, spic compus, panicul cu spiculețe, panicul spiciform, panicul .*

*Inflorescențele cimoase se caracterizează prin creștere finită, deoarece mugurul vegetativ dispare și este înlocuit de o floare, iar înflorirea are loc din interior spre exterior.*

*După numărul de ramificații apărute la baza florii terminale deosebim monocaziu, dicaziu și pleiocaziu.*

*Înflorirea constă în deschiderea învelișului floral și etalarea organelor de reproducere. Perioada înfloririi diferă în funcție de specie și condițiile de mediu.*

*Prin polenizare se înțelege transportul polenului de la anterele staminelor pe stigmatul gineceului. Polenizarea se realizează pe cale naturală sau artificială de către om. Polenizarea naturală poate fi directă (autopolenizare) și indirectă (încrucșată).*

*Polenizarea indirectă are loc prin intermediul unor agenți, cum ar fi: vântul, insectele, păsările, gravitația, apa, omul.*

*Fecundația este un proces complex, care constă în unirea gameților.*

*La angiosperme, fecundația este dublă, deoarece se formează doi zigoți, ca urmare în urma fecundării din ovul se formează sămânța, iar din ovar rezultă fructul.*

### **Intrebări**

1. Prezența printr-un desen părțile componente ale unei flori
2. Care sunt părțile componente ale periantului și perigonului?
3. Ce reprezintă androceul?
4. Ce reprezintă gineceul?
5. Care este structura anterei?
6. Care este structura ovarului?
7. Care sunt inflorescențele racemoase și prin ce se caracterizează?
8. Care sunt inflorescențele cimoase și prin ce se caracterizează?
9. Ce este polenizarea și de câte tipuri este?
10. Ce reprezintă fecundația și care sunt fazele acesteia?

### **Bibliografie**

1. Anghel, I. Toma. 1985. Citologie Vegetală. Edit. Univ. București.
2. Arsene Gicu Gabriel, 2004. Botanică I, Citologia, Histologia, Organele vegetale, Ed. Brumar, Timișoara
3. Ciobanu, I., 1965. Morfologia plantelor, Edit. Did. și Ped. București.
4. Esau, K., 1965 Plant anatomy, John Willei, Inc., New York – London - Sidney
5. Grințescu I., 1965. Botanică.
6. Palanciuc Vasilica, 2006. Morfologia și anatomia plantelor. Edit. Elisavaroș
7. Toma și colab. 1997. Celula vegetală. Edit. Univ. Al. I. Cuza, Iași
8. Ungurean Livia, 1996. Morfologia plantelor. AMC-U.S.A.M.V București
9. Vallade, J., 1999. Structure et développement de la plante. Morphogenèse et biologie de la reproduction des Angiospermes, Dunod, Paris
10. Swink and Wilhelm, 1994. Plants of the Chicago Region - Fourth Edition.

### 3.5. SĂMÂNȚA (SEMEN)

**Cuvinte cheie:** samânța, tegument seminal, embrion, endosperm, perisperm

**Obiective:** Cunoașterea originii, morfologiei și structurii seminței

Sămânța este prezentă la gimnosperme (conifere) și angiosperme (plantele cele mai evoluate) și se formează din ovul în urma unei fecundații simple, la gimnosperme și a unei fecundații duble, la angiosperme.

#### **Morfologia și structura seminței**

Forma seminței este variată, fiind un caracter important în recunoașterea speciilor. Semințele pot fi: *sferice* (la mazăre – *Pisum sativum*), *reniforme* (la fasole – *Phaseolus vulgaris*), *piriforme* (la vița de vie – *Vitis vinifera*), *lenticulare* (la linte – *Lens culinaris*).

Mărimea semințelor variază în limite foarte mari. Astfel, semințele orhideelor sunt extrem de mici, abia sunt vizibile cu ochiul liber, la castan - *Aesculus hippocastanum* sunt mari, iar la unii palmieri sunt foarte mari, ex. la nucul de cocos - *Cocos nucifera*.

Greutatea semințelor este variabilă în funcție de mărimea lor. La tutun 1 g de semințe, cuprinde cca. 10.000 semințe; o sămânță de bob cântărește 1 g, iar la palmier - *Lodoicea seycellarum*, sămânța cântărește 1 kg.

Culoarea semințelor poate fi: albă, galbenă, neagră, brună, marmorată (pestriță) etc.

#### **Părțile componente ale seminței și originea lor**

O sămânță completă este alcătuită din: *tegument seminal*, *embrion*, *endosperm* și în unele situații din *perisperm* (fig. 97).

**Tegumentul seminal** reprezintă ansamblu de țesuturi care învelesc și protejează sămânța. El se formează din integumentul sau integumentele ovulului.

În cazul în care se formează din două integumente, tegumentul seminal, este gros, diferențiat în *testă* și *tegmen*.

*Testa* reprezintă partea externă a tegumentului și este dură formată din mai multe rânduri de celule sclerificate, iar *tegmenul* este subțire.

Atunci când tegumentul seminal se formează dintr-un integument, acesta nu este diferențiat în testă și tegmen și este subțire.

De asemenea, tegumentul seminal este mai subțire și redus, în cazul semințelor formate în fructe indehiscente și este de consistență tare la cele rezultate în fructe dehiscente.



Suprafața tegumentului seminal poate fi: *netedă și lucioasă*, cum ar fi la fasole și ricin; *reticulată*, la mac; *alveolată* la cuscută; *cu peri*, la bumbac, care reprezintă fibra textilă sau *cu țepi*, la neghină.

### Anexele tegumentului seminal

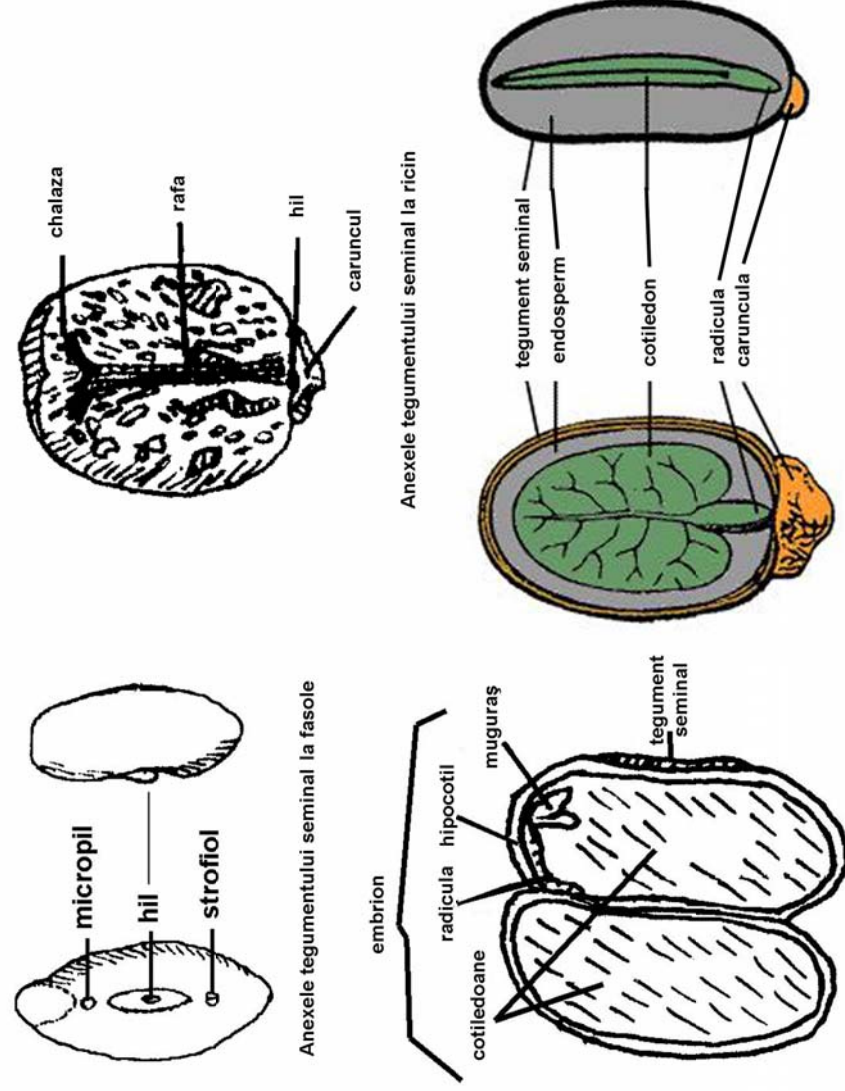
Pe suprafața tegumentului seminal sunt prezente diferite formațiuni, care au fost prezente și pe ovul, purtând numele de *anexe ale tegumentului*.

*Hilul* este cicatricea rămasă în urma desprinderii seminței de funicul. El are diferite forme, la fasole de butonieră, la castan, hilul este ca o pată mare circulară.

*Micropilul* apare pe sămânță sub forma unui por și este zona cu cea mai slabă rezistență pe care o străpunge radica embrionului în timpul germinăției.

La semințele formate din ovul ortotrop (drept), micropilul este opus hilului, iar la cele rezultate din ovule anatropo (răsturnate) și campilotrope (curbate), micropilul este apropiat de hil.

*Rafa* se prezintă ca o dungă longitudinală care se întinde de la hil până la chalază. Ea



Morfologia internă a seminței de fasole

Morfologia internă a seminței de ricin

Fig. 97. Morfologia seminței

se formează din concreșterea funiculului cu ovulul și este prezentă numai la semințele formate din ovule anatropo, cum ar fi la măr – *Malus domestica*, vița de vie – *Vitis vinifera*.

*Chalaza* marchează locul de ramificare a fasciculelor conducătoare și apare sub forma unei proeminente circulare sau a unei ramificații.

*Arilul* este o anexă cămoasă care se dezvoltă în jurul hilului și învelește parțial sămânța ca o cupă, exemplu la tisă - *Taxus bacata* sau complet, la nucușoară - *Myristica fragrans*, fiind aromată este folosit drept condiment.

*Arilodiul* este asemănător arilului, dar începe să se dezvolte din jurul micropilului și se extinde pe toată suprafața seminței, cum ar fi la salba moale – *Euonymus europaeus*.

*Caruncula* este o excrescență în formă de neg, care se dezvoltă la unele semințe în jurul micropilului pe care îl acoperă, la ricin – *Ricinus communis*. La unele specii este bogat în grăsimi și se numește elaiosom, exemplu la panseluțe – *Viola wittrockiana*.

### Structura tegumentului seminal

Majoritatea semițelor au tegumentul seminal format din *testă* și *tegmen*.

*Testa* reprezintă învelișul extern, cu rol de protecție, fiind formată din unul sau mai multe rânduri de celule cu pereții lignificați.

Testa poate fi formată dintr-un singur rând de celule inegale, puternic lignificate, cum ar fi la neghină – *Agrostemma githago*.

La semințele plantelor din familia *Fabaceae*, cum ar fi la fasole, testa este alcătuită din două rânduri de celule (fig. 98). Primul rând de celule numit și strat palisadic, este format din celule lungi, lignificate, iar stratul al doilea, numit strat mosor este format din celule osteosclereide. Stratul palisadic prezintă o linie luminoasă, datorită structurii peretelui celular, care îi asigură impermeabilitate.

Testa poate fi și pluristratificată, la sămânța de măr, fiind formată din

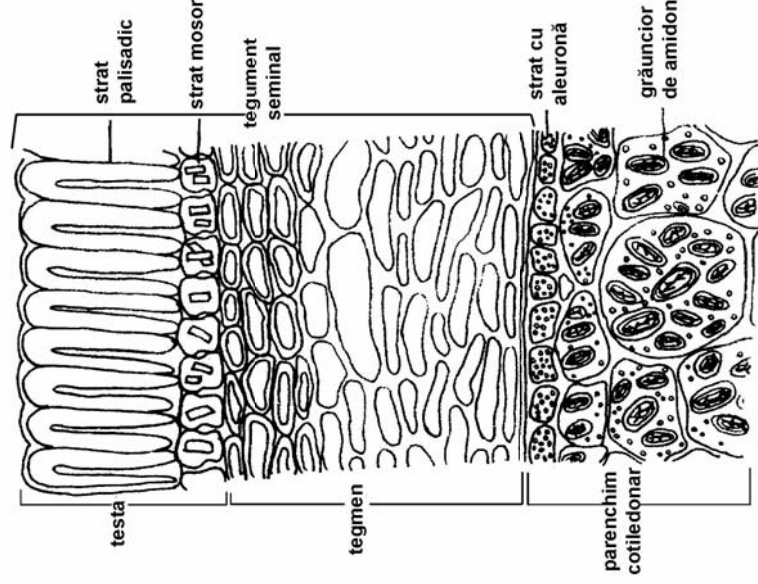


Fig. 98. Anatomia seminței la fasole

sclerenchim fibros. Stratul extern sau epiderma testei, prezintă pe pereții externi depuneri de substanțe pectice, care în prezența apei se umflă, determinând dezorganizarea pretelui celular.

*Tegmenul* este format din mai multe rânduri de celule, cu pereții subțiri. Acesta se comportă ca un țesut acvifer, cu rol în reținerea apei.

Semințele care nu au tegumentul seminal diferențiat în testă și tegmen se numesc *unitegmentate*, având tegumentul format dintr-un singur rând de celule, cum ar fi la orhidee, fie din mai multe rânduri de celule asemănătoare.

La unele graminee, tegumentul seminal este distrus, fiind reprezentat de o linie de culoare brună, iar la plantele parazite, acesta este complet redus.

**Embrionul** se formează din zigotul principal (unirea unui gamet bărbătesc cu oosfera) și este partea cea mai importantă a seminței, întrucât din el se formează viitoare plantă. El este format din: *radiculă* (rădăciniță), *hipocotil* (tulpiniță), *muguraș* (plumulă) și 1-2 *cotiledoane* (fig. 99).

În sămânță, embrionul poate fi situat central (la ricin), periferic (la sfeclă), bazal (la grâu). Forma embrionului diferă, acesta poate fi: drept (la ricin), curbat (la tutun), spiralat (la cartof).

Cotiledoanele pot fi: 1, la monocotiledonate; 2, la dicotiledonate; 15-20, la gimnosperme sau poate să lipsească la plantele parazite (cuscută, lupoaie).

#### Formarea embrionului

Zigotul principal rezultat în urma fecundației intră în repaus, perioadă care diferă în funcție de specie, cum ar fi de la câteva ore până la câteva luni, exemplu la brândușa de toamnă – *Colchicum autumnale*.

Zigotul rezultat se divide mitotic în două celule, printr-un perete transversal, una apicală și alta bazală. Din celula apicală se formează suspensorul prin diviziuni mitotice repetate. Celula inferioară se divide printr-un perete longitudinal din care rezultă proembrionul bicelular, după care urmează o a doua diviziune printr-un perete perpendicular pe peretele anterior, formându-se proembrionul tetracelular. Apoi urmează o a treia diviziune printr-un perete transversal pe cei doi anteriori, rezultând 8 celule. Aceste celule se divid în continuare, periclinal (prin pereți paraleli cu suprafața proembrionului) din care se formează un proembrion globulos, care are la exterior protoderma, care înconjoară un promeristem interior. Ca urmare, proembrionul capătă o formă bilobată, fiecare lob reprezentând un cotiledon. Între cele două cotiledoane se formează mugurașul,

sub care se formează hipocotilul, iar la capătul suspensorului, dintr-o celulă numită hipofiză se dezvoltă radacina, după care suspensorul se resoarbe. Acest tip de formare a embrionului este cel mai răspândit.

La graminee există un tip specific de embriogeneză, care se caracterizează prin aceea că primele diviziuni sunt oblice, lucru care duce la o structură dorsiventrală a proembrionului și embrionului.

**Endospermul** (albumenul) se formează din zigotul accesoriu (unirea unui gamet bărbătesc cu celula secundară). El este un țesut de depozitare a substanțelor de rezervă (amidon, grăsimi, substanțe proteice).

Semințele care prezintă endosperm se numesc *albuminate*, iar semințele lipsite de endosperm se numesc *exalbuminate*.

La semințele albuminate, embrionul consumă substanțele de rezervă din endosperm după germinare, ca urmare acestea au cotiledoanele subțiri și mugurașul mic, cum ar fi la ricin.

La semințele exalbuminate, substanțele de rezervă din endosperm sunt consumate în timpul formării embrionului. Substanțele de rezervă care vor hrăni embrionul, după germinare, se depun în cotiledoane, care în acest caz sunt mari, cum ar fi la fasole.

#### Formarea endospermului

Zigotul accesoriu se divide înaintea zigotului principal și mult mai rapid decât acesta.

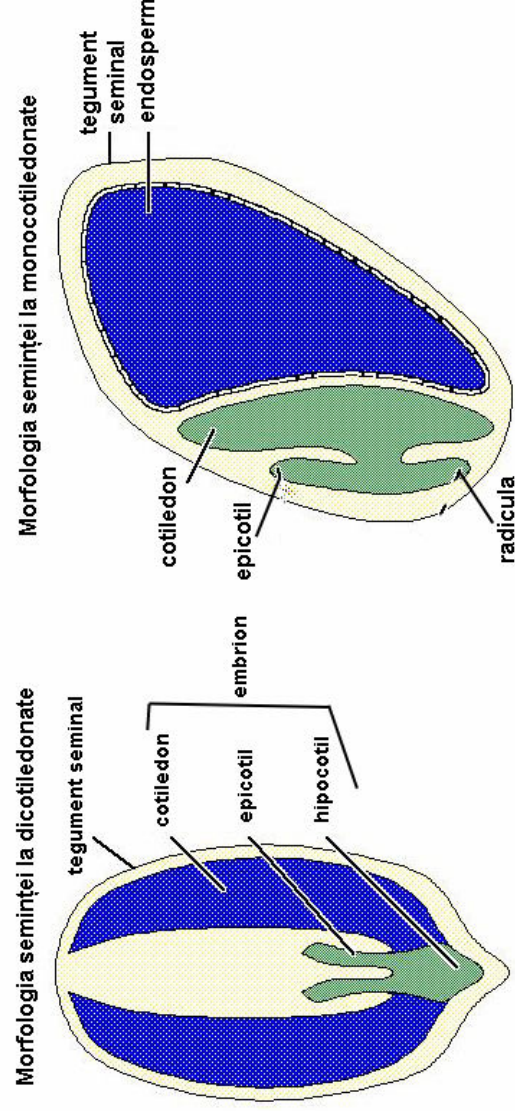


Fig. 99. Embrionul seminței la dicotiledonate și monocotiledonate

Se cunosc trei tipuri de formare a endospermului, cum ar fi: *nuclear, celular* și *intermediar*.

*Endospermul nuclear* se caracterizează prin apariția a numeroși nuclei, formați prin diviziune repetată a nucleului zigotului accesoriu. Astfel, nucleii rezultați se dispun parietal în sacul embrionar. Această fază, la graminee, corespunde cu faza de „coacere în lapte”, iar la sămânța de cocotier este de lungă durată.

După aceasta apar pereții despărțitori, formându-se celule de la exterior la interior, această fază corespunde, la graminee, cu faza de „coacere în ceară”.

*Endospermul celular* se formează prin diviziuni mitotice tipice, rezultând celule. Acest tip de endosperm este specific plantelor mai evoluate, cum ar fi gamopetalele.

*Endospermul intermediar* este întâlnit la plante mai puțin evolute, cum ar fi la *Nymphaeaceae, Ranunculaceae, Rosaceae*. Acesta constă în formarea a două celule inegale, din diviziunea zigotului accesoriu. Celula mare dă naștere unui endosperm de tip nuclear, iar celula mică are rol în extragerea substanțelor nutritive din nucleă.

**Perispermul** este un țesut de depozitare a substanțelor de rezervă și rezultă din nuclea ovulului. Substanțele de rezervă pot fi depozitate atât în endosperm, cât și în perisperm, exemplu la piper – *Piper nigrum*.

În timpul germinației, primul organ care iese din sămânță este radacina, apoi apare hipocotilul, care la unele plante se alungește mult și scoate cotiledoanele la suprafața solului, germinația fiind *epigea* (la fasole), alteori axa hipocotilului crește puțin și cotiledoanele rămân în sol, germinația fiind hipogea (la soia).

Semințele au un rol foarte important în alimentația oamenilor și în hrana animalelor.

### Rezumat

*Sămânța se formează din ovul în urma unei fecundații simple, la gimnosperme și a unei fecundații duble, la angiosperme.*

*Forma, mărimea și greutatea variază în funcție de specie.*

*O sămânță completă este alcătuită din: tegument seminal, embrion, endosperm și în unele situații din perisperm.*

*Tegumentul seminal reprezintă ansamblu de țesuturi care învelesc și protejează sămânța. El se formează din integumentul sau integumentele ovulului.*

*Tegumentul seminal care se formează din două integumente este gros, diferențiat în testă și tegmen.*

*Tegumentul seminal care se formează dintr-un integument, nu este diferențiat în testă și tegmen și este subțire.*

*Pe suprafața tegumentului seminal sunt prezente diferite formațiuni, care au fost prezente și pe ovul, purtând numele de anexe ale tegumentului.*

*Embrionul se formează din zigotul principal și este partea cea mai importantă a seminței, întrucât din el se formează viitoare plantă. El este format din: radiculă (rădăciniță), hipocotil (tulpiniță), muguraș (plumulă) și 1-2 cotiledoane.*

*Endospermul se formează din zigotul accesoriu și reprezintă un țesut de depozitare a substanțelor de rezervă în sămânță. Semințele care prezintă endosperm se numesc albuminate, iar semințele lipsite de endosperm se numesc exalbuminate.*

*Perispermul este un țesut de depozitare a substanțelor de rezervă și rezultă din nucela ovulului.*

### **Intrebări**

1. Care este forma, mărimea și greutatea semințelor? (exemple)
2. Ce reprezintă tegumentul seminal și care sunt anexele lui?
3. Din ce este alcătuit embrionul și care este originea lui?
4. Ce reprezintă endospermul și perispermul și din ce rezultă?

### **Bibliografie**

1. Anghel Gh., Chirilă C., Baciuc Eugenia, Turcu Gh., 1979. Botanică, Lito. IANB, București
2. Arsene Gicu Gabriel, 2004. Botanică I, Citologia, Histologia, Organele vegetale. Ed. Brumar, Timișoara.
3. Bădulescu Liliana, 2009. Botanică și fiziologia plantelor. Ed. Elisavaras, București.
4. Ciobanu I., 1971. Morfologia plantelor, Ed. Didactică și Pedagogică, București.
5. Dobrescu Aurelia, 2002. Botanica și Fiziologia plantelor, Edit. Ceres.
6. Esau, K., 1965. Plant anatomy, John Willei, Inc., New York, London , Sidney
7. Grințescu I., 1985. Botanică. Edid. Științifică și Enciclopedică, București
8. Ungurean Livia, 1996. Morfologia plantelor. AMC-U.S.A.M.V, București.

### 3.6. FRUCTUL (FRUCTUS)

**Cuvinte cheie:** fruct, epicarp, mezocarp, endocarp, țesut placentar

**Obiective:** - Cunoașterea modului de formare a fructelor (proveniența);

- Clasificarea fructelor și răspândirea lor;
- Inmulțirea plantelor

Fructul este organul specific angiospermelor, care închide semințele pe care le protejează. Se formează din peretele ovarului în urma fecundației, însă de multe ori la formarea fructului participă și receptaculul sau învelișul floral.

Fructul se numește *pericarp* și este diferențiat în: *epicarp*, *mezocarp* și *endocarp*.

*Epicarpul* este partea externă a fructului, care se formează din epiderma externă a ovarului.

La fructele uscate, epicarpul poate fi neted, exemplul la mac sau acoperit cu ghimpți, cum ar fi la ricin.

La fructele cărnoase, epicarpul este subțire, uneori acoperit cu pruină (ceară), cum ar fi la fructele de prun, măr, viță de vie sau poate fi pubescent (acoperit cu peri), la cais.

*Mezocarpul* provine din parenchimul ovarului. La fructele cărnoase înmagazinează substanțele de rezervă.

*Endocarpul* rezultă din epiderma internă a ovarului. Acesta este subțire în majoritatea cazurilor, rareori mai dezvoltat, la portocal, lămâi sau poate fi lignificat, la prun, cireș, unde în vorbirea curentă se numește sâmbure.

#### Clasificarea fructelor

Tinând seama de tipul de gineceu, consistența fructelor, dacă se deschid sau nu, fructele se împart în 4 categorii: *simple*, *multiple*, *mericarpice*, *compuse*.

**Fructe simple** se formează dintr-un gineceu monocarpelar sau pluricarpelar, gamocarpelar (cu carpele unite), dar și din gineceu dialicarpelar (cu carpele libere), care congresează cu receptaculul la maturitate. Ca urmare, dintr-o floare se formează un singur fruct.

După consistență, fructele simple sunt *uscate* și *cărnoase*.

Fructele uscate sunt de consistență tare la maturitate, formate din celule cutinizate, parenchimatoase și sclerificate. Acestea pot fi *dehiscente* (se deschid la maturitate) și *indehiscente* (nu se deschid).

### **Fructe simple uscate dehiscente**

Din această categorie fac parte: *follicula*, *păstaia*, *silicva*, *silicula* și *capsula* (fig. 100).

Folicula se formează dintr-un gineceu cu o singură carpelă. La maturitate se deschide pe o singură linie și anume linia de sutură (linia de unire a marginilor carpelei), ex. la nemțisorul de câmp – *Consolida regalis*.

Păstaia provine dintr-un gineceu cu o singură carpelă. La maturitate se deschide în două valve, pe două linii, linia nervurii mediane și linia de sutură, ex. la fasole – *Phaseolus vulgaris*.

Silicva rezultă dintr-un gineceu cu patru carpele unite, despărțite de un perete numit septum. Ea are lungimea de 3-4 ori mai mare decât lățimea, iar la maturitate se deschide pe 4 linii de o parte și de alta a septumului. Este fructul specific multor plante din familia *Brassicaceae*.

Silicula are aceeași origine ca și silicva, dar spre deosebire de aceasta, lungimea fructului este aproximativ egală cu lățimea, exemplu la traista ciobanului – *Capsella bursa-pastoris*.

Capsula se formează dintr-un gineceu pluricarpelar, gamocarpelar.

După modul de deschidere, capsula poate fi:

*valvidă*, când se deschide pe linii longitudinale în una sau mai multe valve;

- *locutidă*, deschiderea are loc în lungul nervurilor mediane, cum ar fi la liliac - *Syringa vulgaris*, bumbac – *Gossypium hirsutum*;

- *septicidă*, deschiderea se face pe linia de sutură, la ricin - *Ricinus communis*;

- *septifragă* se deschide de o parte și de alta a liniei de sutură a carpelei, la ciupăfaie – *Datura stramonium*.

*denticulată*, se deschide prin dinți, la garoafă – *Dianthus caryophyllus*;

*porcidă*, se deschide prin pori, la mac- *Papaver rhoeas*;

*pixidă*, se deschide transversal printr-un căpăcel, la grașiță – *Portulaca oleracea*.

### **Fructe simple uscate indehiscente**

Din această categorie fac parte: *achena*, *cariopsa*, *samara*, *silicva indehiscentă*, *silicula indehiscentă*, *lomenta* (fig. 101).

Achena se formează dintr-un ovar bicarpelar, pluricarpelar, gamocarpelar. Prezintă o singură sămânță liberă în fruct, neconrescută cu fructul, exemplu la floarea soarelui – *Helianthus annuus*.



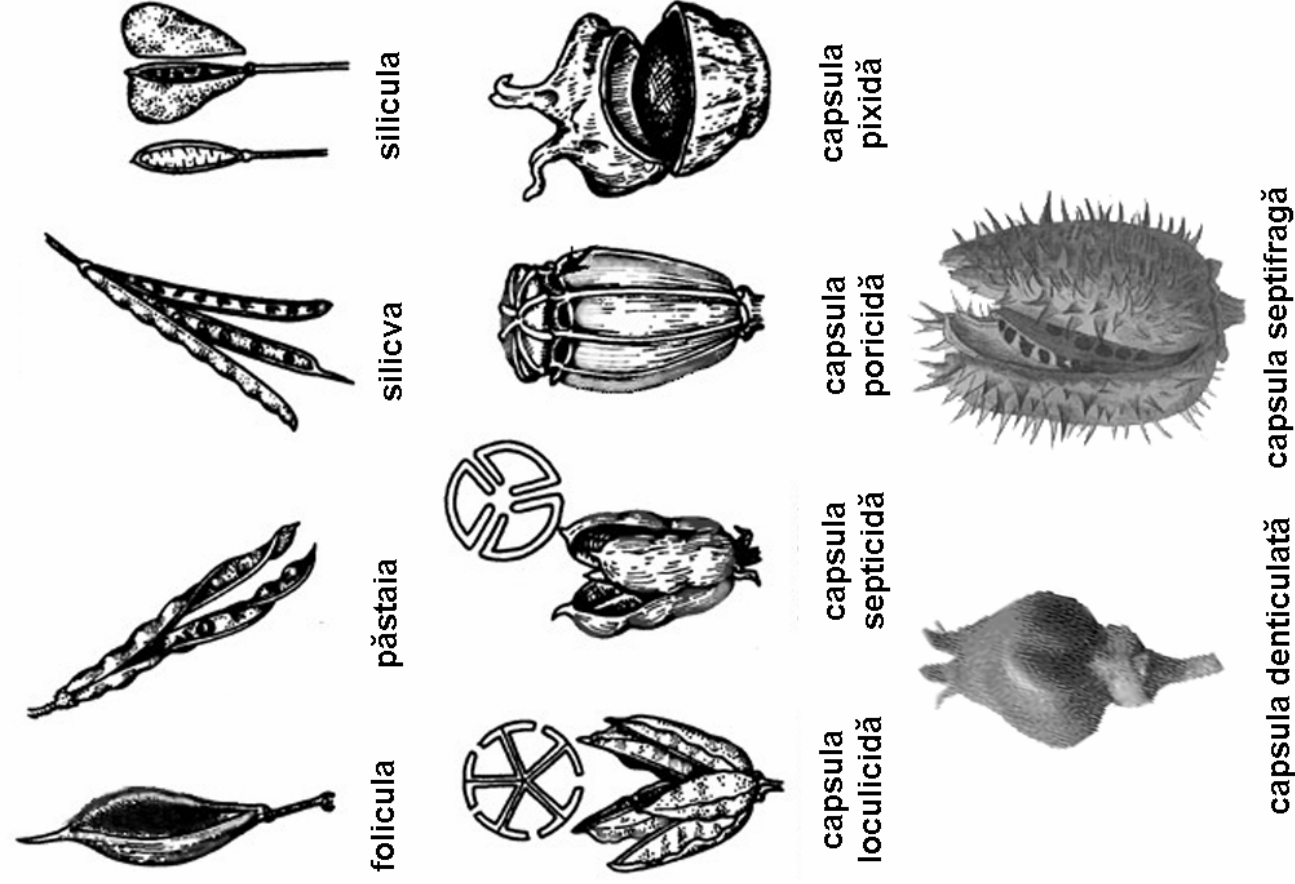


Fig. 100. Fructe simple uscate dehiscente

Cariopsa rezultă dintr-un ovar monocarpelar. Prezintă o singură sămânță conerescută cu fructul, cum ar fi la plantele din familia *Gramineae* (grâu).

Samara este o achenă, la care pericarpul se extinde unilateral devenind aripat, exemplu la frasin - *Fraxinus* sp.

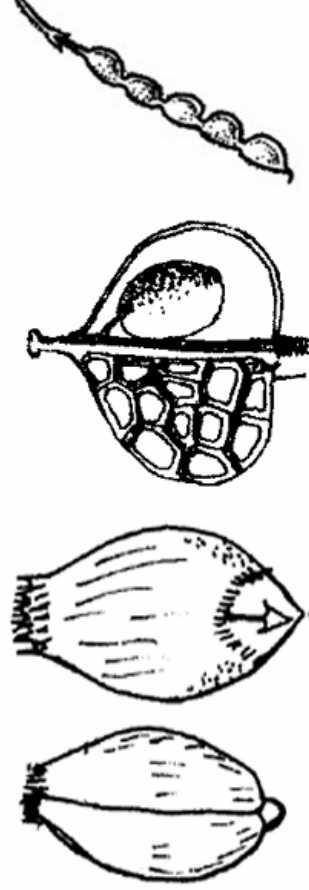
Silicvă indehiscentă, la ridiche – *Raphanus sativus*.

Siliculă indehiscentă, la urda vacii – *Cardaria draba*.

Lomenta este un fruct puternic gătit între semințe, la coroniște – *Coronilla varia*.



**ACHENE**



**CARIOPSA**

**SILICULA**

**LOMENTA**

Fig. 101. Fructe simple uscate indehiscente

**Fructe simple cărnoase**

Fructele cărnoase sunt de consistență moale la maturitate și de regulă sunt indehiscente. Din această categorie fac parte: *baca*, *hesperida*, *melonida*, *poama* și *driupa* (fig. 102).

Baca se formează dintr-un gineceu cu 2-6 carpele unite. Are pericarpul în întregime cărnos și este diferențiat în: *epicarp* (pielea), care este subțire, *mezocarp* subțire și cărnos, *endocarp* subțire, căptușește lojele seminale, *țesutul placentar* bine dezvoltat, cum ar fi la tomate – *Lycopersicon esculentum*.

Melonida (Peponida) provine dintr-un gineceu tricarpelar, gamocarpelar inferior, la care participă și receptaculul. Din receptacul se formează *epicarpul*, care este de regulă lignificat. *Mezocarpul* este cărnos și subțire, *endocarpul* este subțire, iar *țesutul placentar* bine dezvoltat, acesta reprezintă partea comestibilă la pepene, dovleac.

Hesperida prezintă *epicarpul* cu pungi secretoare, *mezocarpul* este spongios (buretos) și *endocarpul* bine dezvoltat, format din celule lungi, care reprezintă partea comestibilă, exemplul la citrice.

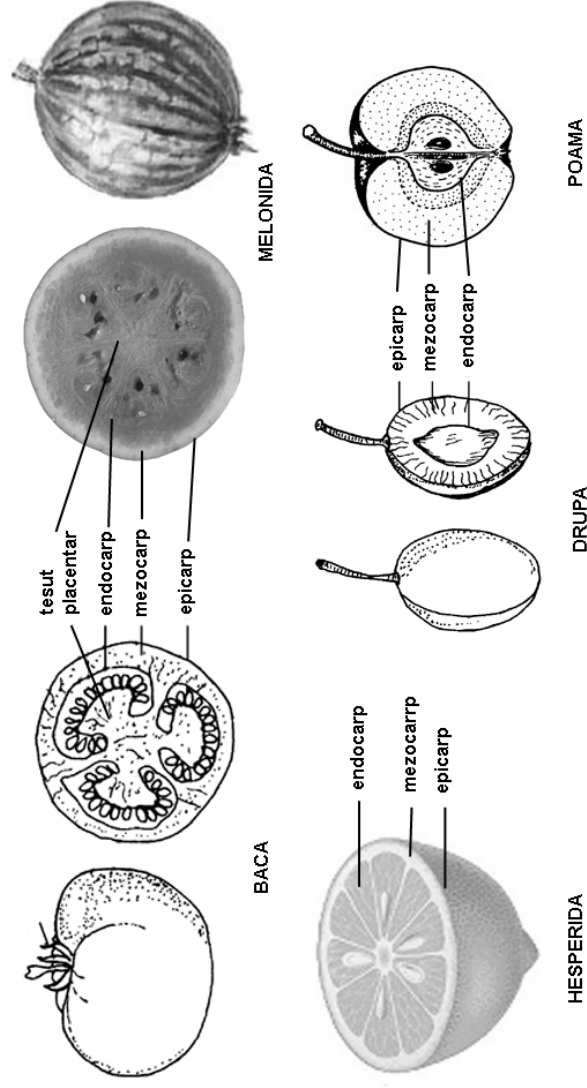


Fig. 102. Fructe simple cărnoase

Poama provine dintr-un gineceu inferior cu 5 carpelare libere, dar care congresează la maturitate cu receptaculul, ca urmare la formarea fructului participă receptaculul. Aceasta are *epicarpul* subțire, *mezocarpul* bine dezvoltat, bogat în vitamine, *endocarpul* cartilaginos, închide semințele, cum ar fi la măr, păr, gutui.

Drupa se formează dintr-un ovar inferior cu o singură carpelă. Prezintă *epicarp* subțire, uneori acoperit cu pruină (ceară), *mezocarp* cărnos, bine dezvoltat, bogat în materii de rezervă, *endocarp* (sâmburele) puternic lignificat, cum ar fi la prun, cireș etc.

#### **Fructe cărnoase dehiscente**

Drupa parțial dehiscentă este întâlnită la nuc, migdal și se caracterizează prin aceea că *epicarpul* și *mezocarpul*, crapă la maturitate, iar *endocarpul* este lignificat, închide sămânța.

Baca, la plesnitoare - *Ecballium elaterium*, la maturitate aruncă semințele prin orificiul rezultat în urma desprinderii fructului de pedicel.

**Fructe multiple** se formează dintr-un gineceu pluricarpelar, dialicarpelar (cu carpelare libere). Ca urmare, dintr-o floare rezultă mai multe fructe (fig. 103).

După consistență sunt *uscate* și *cărnoase*, iar cele uscate sunt *dehiscente* și *indehiscente*.

#### **Fructe multiple uscate dehiscente**

Polifoliculă prezintă două sau mai multe folicule, exemplu la spânz – *Helleborus purpurascens*, magnolie – *Magnolia kobus*.

### **Fructe multiple uscate indehiscente**

Poliachena este formată din mai multe achene galbene și păroase, închise în receptaculul, care la maturitate este roșu, bogat în vitamine, cum ar fi la măceș - *Rosa canina*.

Polisamara este formată din mai multe samare, la arborele lălea - *Liriodendron tulipifera*.

### **Fructe multiple cărnoase**

Polidrupa este formată din mai multe drupe, exemplul la zmeur - *Rubus idaeus*, mur - *Rubus caesius*.

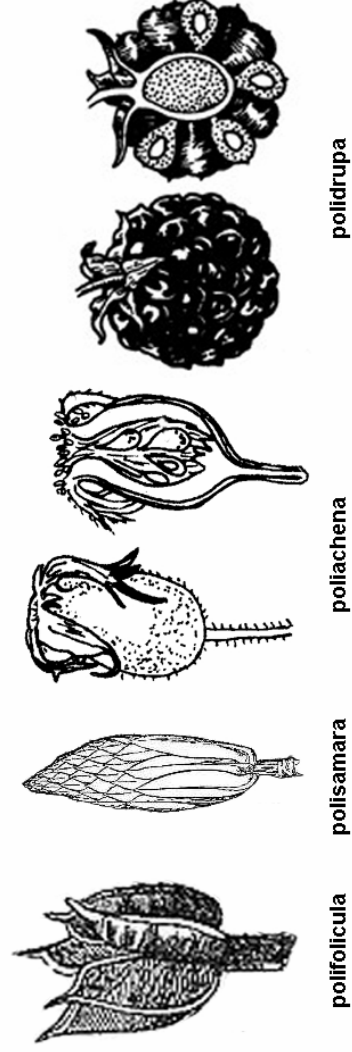


Fig. 103. Fructe multiple

**Fructe mericarpice** provin dintr-un gineceu gamocarpelar, care la maturitate se desfac în fructe parțiale, numite mericarpii (fig. 104). Ca urmare, dintr-o floare rezultă două sau mai multe fructe, cum ar fi: tetraachena, la plantele din familia *Lamiaceae*, dicariopsa, la *Apiaceae* și disamara, la *Aceraceae*.

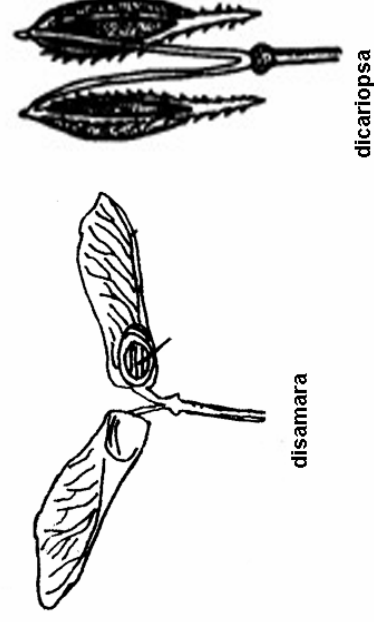


Fig. 104. Fructe mericarpice

### **Fructe compuse**

Frucele compuse rezultă dintr-o inflorescență prin concreșterea învelișurilor florale (fig. 105).

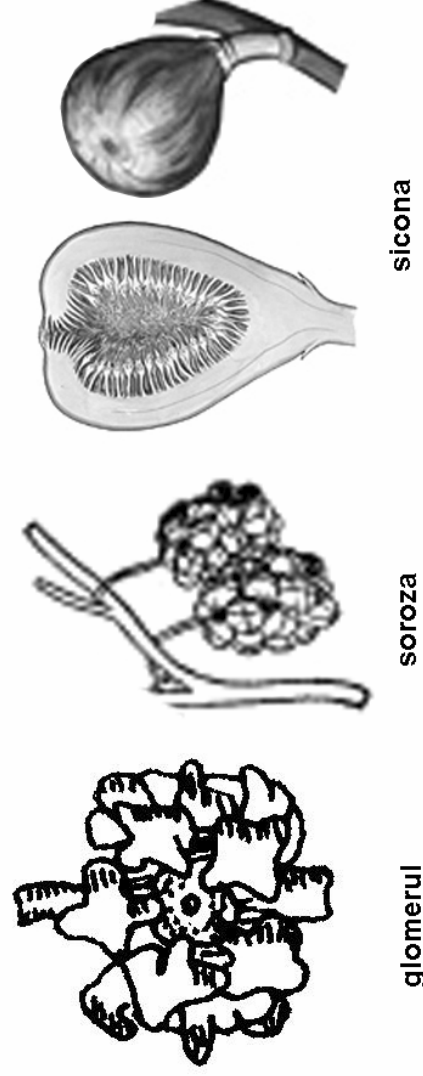


Fig. 105. Fructe compuse

Glomerulul, la sfeclă – *Beta vulgaris*, rezultă dintr-o inflorescență cimoasă, la care învelișurile florale, congresează, se lignifică și închid fructele propriu-zise numite achene.

Soroza, la dud - *Morus alba*, provine din inflorescența femeiască spiciformă, unde învelișurile florale devin cărnoase, închizând achenele.

Sicona, la smochin – *Ficus carica*, provine din inflorescența, care devine cărnoasă și închide în interior fructele, achenele.

#### **Diseminarea fructelor și semințelor**

După ce au ajuns la maturitate, fructele și semințele se răspândesc datorită unor factori naturali sau prin intermediul omului. Semințele germinează dând naștere la noi plante, asigurând astfel perpetuarea speciilor.

Plantele cu fructe indehiscente își răspândesc odată cu fructele și semințele, pe când la cele dehiscente își răspândesc numai semințele.

După modul cum își răspândesc fructele și semințele, plantele sunt de două feluri: *autohore* și *alohore*.

**Plantele autohore** sunt plante cu fructe uscate dehiscente, care datorită structurii particulare se deschid și aruncă la distanță semințele, cum ar fi la plesnitoare, fasole.

**Plantele alohore** își răspândesc fructele și semințele cu ajutorul unor factori externi: vânt, animale, apă.

Plantele care își răspândesc fructele și semințele prin intermediul vântului se numesc *anemohore*. Fructele și semințele acestor plante prezintă anumite particularități: sunt mici și ușoare (la orhidee), aripate (la arțari) sau prevăzute cu peri (la multe *Asteraceae*).

Plantele care își răspândesc fructele și semințele prin intermediul animalelor se numesc *zoohere*. Unele plante sunt consumate de animale împreună cu fructele și semințele lor, trec prin tubul digestiv, ajung pe platforma de gunoi, iar de aici în câmp unde germinează. Astfel de plante se numesc *endozoohere*. Animalele le pot transporta pe blana lor și se numesc *epizoohere* (la lipicioasă – *Galium aparine*).

Unele semințe și fructe sunt răspândite de către păsări și se numesc *ornitohore*, de exemplu semințele de tisă – *Taxus baccata*.

Plantele care își răspândesc semințele și fructele cu ajutorul apei se numesc *hidrohere*, cum ar fi orezica – *Leersia orizoides*.

Omul conștient sau inconștient contribuie la răspândirea unor semințe de buruieni.

În vederea satisfacerii nevoilor sale, omul a transportat fructe și semințe de plante pe care le-au cultivat. Astfel, s-au adus din America în Europa cartoful – *Solanum tuberosum*, porumbul- *Zea mays*, tutunul – *Nicotiana tabacum*, salcâmul – *Robinia pseudoacacia*. Odată cu acestea s-au adus și semințe de buruieni dăunătoare culturilor agricole, cum ar fi: știrul – *Amaranthus retroflexus*, - bătrânișul - *Erigeron canadensis* etc.

Plantele răspândite prin intervenția omului se numesc *antropohore*.

În prezent pentru a se preveni răspândirea unor buruieni dăunătoare, s-au stabilit liste cu buruieni de carantină, care cuprind plante ce nu sunt admise de organele vamale să iasă sau să intre în țară. Dintre acestea sunt cuscuta, lupoaia etc.

### **Înmulțirea plantelor**

Este una dintre funcțiile fundamentale ale organismelor de a da naștere la urmași asemănători cu ele, asigurând astfel continuitatea speciei.

La plante, întâlnim: *înmulțire vegetativă, înmulțire asexuată și reproducere sexuată*.

#### **Înmulțirea vegetativă.**

Se poate realiza pe cale naturală prin: *rizomi, bulbi, tuberculi, stoloni, drajoni*, prin *fragmentarea talului* (alge, licheni). Ea poate fi realizată și de către om prin *despărțirea tufelor* (la crizanteme), *butășire* (merișor, trandafir), *marcotaj*, în pomicultură și viticultură, *altoire* între specii înrudite, *culturi de celule și țesuturi “in vitro”*, prin care se multiplică plante cu calități deosebite.

#### **Înmulțirea asexuată**

Se realizează prin participarea unor celule specializate numite spori. Sporii rezultă din celule sporogene în urma diviziunii reducționale (meioza).

#### **Înmulțirea sexuată (reproducerea)**

Inmulțirea sexuală se realizează prin fecundație, la care participă celule, specializate, haploide, numite gameți, care se unesc și dau naștere la ou sau zigot, care este diploid, din care se va dezvolta un nou organism. Gameții sunt haploizi, iar zigotul rezultat este diploid.

Zigotul este punctul de plecare al unei noi plante, în a cărei dezvoltare se succed două faze: *diplofaza* ( $2n$ ) și *haplofaza* ( $n$ ). La plantele inferioare și la cele superioare, aceste faze diferă ca durată.

Astfel, la plantele inferioare, gameții se unesc în procesul fecundației rezultând zigotul care este diploid, acesta se divide meiotic și se formează sporii ( $n$ ), din care prin mitoze haploide se dezvoltă talul (organismul plantei). La aceste plante diplofaza este scurtă, reprezentată de zigot, iar haplofaza are o durată mare, fiind reprezentată de plantă.

La plantele superioare, zigotul se divide mitotic, rezultând corpul plantei format din rădăciniță, tulpiniță, frunze, flori. În anterele florilor are loc meioza celulelor mame, rezultând microsporii, polenul, apoi gameții bărbățești care sunt haploizi ( $n$ ), iar în ovul, prin meioză rezultă macrosporii ( $n$ ), unul dintre ei dă naștere sacului embrionar în care se formează gametul femeiesc (oosfera). În această situație predomină diplofaza. De aici rezultă că fecundația refăce diplofaza, iar meioza produce haplofaza.

La ambele categorii de plante diplofaza (sporofitul) și haplofaza (gametofitul) sunt două generații care alternează.

### Rezumat

*Fructul este organul specific angiospermelor, care încheie și protejează semințele.*

*Acesta se formează din peretele ovarului în urma procesului de fecundației, la care uneori pot participa și alte părți ale florii, receptaculul sau învelișul floral.*

*Fructul se numește pericarp și este diferențiat în: epicarp, mezocarp și endocarp.*

*În funcție de tipul de gineceu, consistența lor, dacă se deschid sau nu, fructele se împart în 4 categorii: simple, multiple, mericarpice și compuse.*

**Fructele simple** se formează dintr-un gineceu monocarpelar sau pluricarpelar, gamocarpelar (cu carpele unite), dar și din gineceu dialicarpelar (cu carpele libere) care crește cu receptaculul. Ca urmare, dintr-o floare se formează un singur fruct.

*După consistență, fructele simple sunt uscate și cărnoase.*

*Fructele uscate pot fi dehiscente (se deschid la maturitate) și indehiscente (nu se deschid).*

*Fructe uscate dehiscente sunt: folicula, păstaia, silicva, silicula și capsula.*

*Fructe uscate indehiscente sunt: achena, cariopsa, samara, silicva indehiscentă, silicula indehiscentă, lomenta.*

*Fruitele cărnose sunt de consistență moale la maturitate și de regulă sunt indehiscente. Din această categorie fac parte: baca, hesperida, melonida, poama și drupa. Fructe cărnose dehiscente sunt drupa parțial dehiscentă și baca la plesnitoare.*

**Fruitele multiple** se formează dintr-un gineceu pluricarpelar, dialicarpelar (cu carpele libere). Ca urmare, dintr-o floare rezultă mai multe fructe.

*După consistență, fructele multiple sunt uscate și cărnose, iar cele uscate sunt dehiscente și indehiscente.*

*Fructe multiple uscate dehiscente sunt polifolicula la spânz, magnolie.*

*Fructe multiple uscate indehiscente sunt poliachena și polisamara.*

*Fructe multiple cărnose sunt polidrupa.*

**Fruitele mericarvice** provin dintr-un gineceu gamocarpelar, care la maturitate se desfac în fructe parțiale, numite mericarpii, ca urmare dintr-o floare rezultă două sau mai multe fructe, cum ar fi: tetraachena, dicariopsa și disamara.

**Fruitele compuse** rezultă dintr-o inflorescență prin concreșterea învelișurilor florale, cum ar fi: glomerulul, soroza și sicona.

*După răspândirea fructelor și semințelor, plantele sunt: autohore, alohore, zoohore, ornitohore, hidrohore și antropohore.*

*Înmulțirea plantelor este una dintre funcțiile principale ale organismelor de a da naștere la urmași asemănători cu ele, asigurând astfel perpetuarea speciei.*

*La plante, întâlnim: înmulțire vegetativă, înmulțire asexuată și reproducere sexuată.*

### **Intrebări**

1. Ce reprezintă fructul și cum se formează?
2. Care sunt fructele simple uscate dehiscente?
3. Care sunt fructele simple uscate indehiscente?
4. Care sunt fructele simple cărnose? Precizați caracteristicile lor.
5. Care sunt fructele multiple?
6. Care sunt fructele compuse și din ce se formează?
7. Care sunt factorii care ajută la răspândirea fructelor și semințelor?
8. Prin ce se înmulțesc plantele?



**Bibliografie**

1. Anghel, I. Toma, 1985. Citologie Vegetală. Edit. Univ. București.
2. Arsene Gicu Gabriel, 2004. Botanică I, Citologia, Histologia, Organele vegetale, Ed. Brumar, Timișoara.
3. Dobrescu Aurelia, 2002. Botanica și Fiziologia plantelor, Edit. Ceres.
4. Esau, K., 1965. Plant anatomy, John Willei, Inc., New York–London-Sidney
5. Grințescu I., 1965. Botanică.
6. Palanciuc Vasilica, 2006. Morfologia și anatomia plantelor. Edit. Elisavaros.
7. Toma și colab, 1997. Celula vegetală, Edit. Univ. Al. I. Cuza, Iași.
8. Ungurean Livia, 1996. Morfologia plantelor, AMC-U.S.A.M.V București.