

1.3.3.4. MORFOLOGIA FRUNZEI

Nomofilele, frunzele propriu-zise sunt considerate a fi complet formate (complete) atunci când prezintă toate cele trei părți componente: lamina (limbul foliar), pețiolul și baza frunzei.

LAMINA. Limbul foliar este partea principală a frunzei, lățită și de regulă turtită într-un singur plan. Aspectele morfologice ale limbului se referă atât la forma sa generală, cât și la forma vârfului, bazei, la caracteristicile marginii, orientarea generală, modul de divizare, consistența, nervațiunea, pilozitatea etc.

După modul de alcătuire al laminei se disting două tipuri principale de frunze: (1) - simple și (2) - compuse.

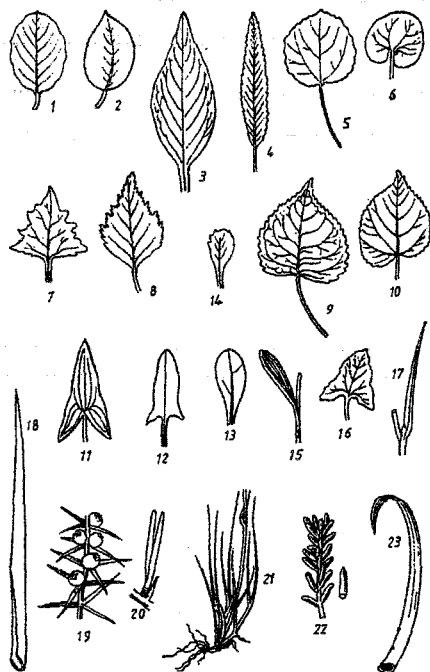


Fig. 85. Forme de lamină. 1 - eliptică (*Fagus sylvatica*); 2 - ovată (*Pyrus communis*); 3 - ovat-lanceolată (*Amaranthus retroflexus*); 4 - lanceolată (*Salix alba*); 5 - circulară sau orbiculară (*Populus tremula*); 6 - reniformă (*Asarum europaeum*); 7 - triunghiulară (*Atriplex patula*); 8 - romboidală (*Betula pendula*); 9 - deltoidă (*Populus nigra*); 10 - cordiformă (*Tilia cordata*); 11 - sagittată (*Sagittaria sagittifolia*); 12 - hastată (*Rumex acetosella*); 13 - spatulată (*Bellis perennis*); 14 - cuneată (*Saxifraga cuneifolia*); 15 - falcată (*Bupleurum falcatum*); 16 - scutată (*Rumex scutatus*); 17 - lineară (*Poa pratensis*); 18 - ensiformă (*Iris germanica*); 19 - subulată (*Juniperus communis*); 20 - aciformă (*Pinus sylvestris*); 21 - setacee (*Festuca duriuscula*); 22 - cilindrică (*Sedum acre*); 23 - fistuloasă (*Allium cepa*) (d. I. Grințescu).

Frunzele simple au lamina formată dintr-o singură parte. Formele de limb mai des întâlnite la aceste frunze sunt următoarele: eliptică, ovată, lanceolată, orbiculară, reniformă, triunghiulară, romboidală, deltoidă, cordiformă, sagittată, hastată, spatulată, cuneată, lineară, ensiformă, (în formă de sabie), subulată (îngustă, rigidă și ascuțită la vârf), aciculară, setacee (lungă, rigidă și foarte subțire), cilindrică și plină sau fistuloasă (cilindrică și goală în interior) (Fig. 85).

Marginea lamei poate fi întreagă sau poate prezenta incizii mai mult sau mai puțin adânci. Frunzele cu marginea ușor incizată pot fi: (1) - sinuate, cu contur sinuos ca la *Populus tremula*; (2) - serate (*Urtica dioica*), prevăzute cu dinți mici și ascuțiți îndreptați spre vârful limbului; (3) - dințate (*Corylus avellana*), cu dinți ascuțiți, orientați perpendicular față de nervura mediană; (4) - crenate (*Glechoma sp.*), prevăzute cu dinți rotunjiți. La

unele plante acest sistem de incizare se repetă la nivelul aceleași frunze, care devine astfel, dublu dințată, dublu serată, dublu crenată etc.

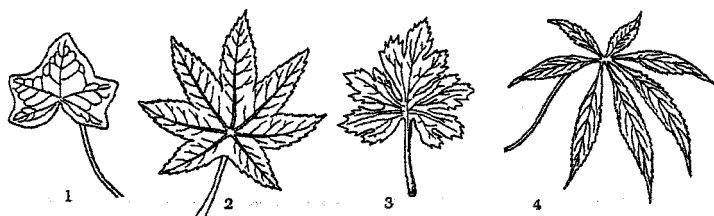


Fig. 86. Frunze simple palmate: 1 - palmat-lobată, 2 - palmat-fidată, 3 - palmat-partită, 4 - palmat-sectată. (M. Răvărui).

Frunzele simple cu marginea adânc incizată au fost denumite, după modul de orientare al acestor incizii, palmate și penate. Frunzele se numesc palmate atunci când prezintă 3 sau 5 nervuri groase, care converg spre extremitatea superioară a pețiolului. Marginea frunzelor palmate este în unele cazuri întreagă, dar cel mai adesea este puternic incizată. În funcție de adâncimea inciziilor, se deosebesc frunze palmat-lobate (când inciziile nu ajung până la mijlocul jumătății laminei - *Acer platanoides*), palmat-fidate (inciziile ajung la mijlocul jumătății laminei - *Ricinus communis*), palmat-partite (inciziile depășesc mijlocul jumătății laminei - *Ranunculus acer*) și palmat sectate (inciziile ating nervura mediană - *Cannabis sativa*) (Fig. 86).

Frunzele simple penate au o singură nervură principală groasă, din care se formează nervurile secundare, iar inciziile laminei sunt dispuse simetric de o parte și de alta a acesteia. În funcție de adâncimea lor, deosebim de asemenea, frunze penat-lobate (*Quercus robur*), penat-fidate (*Sorbus torminalis*), penat-partite (*Brassica napus*) și penat-sectate (*Valeriana officinalis*) (Fig. 87).

În cazul frunzelor simple cu lamina întreagă sau prevăută cu incizii mici, baza limbului prezintă, la diferitele plante, forme variate: rotundă, cordată, sagitată, hastată,

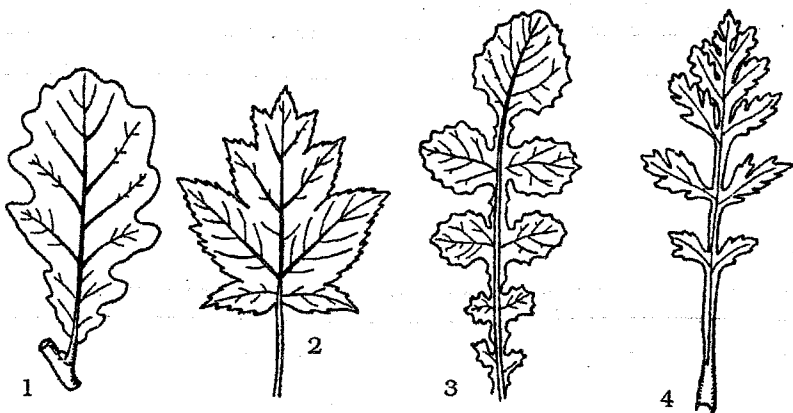


Fig. 87. Frunze simple penate: 1 - penat-lobată, 2 - penat-fidată, 3 - penat-partită, 4 - bipenat - partită (M. Răvăruș).

reniformă, cuneată, atenuată în pețiol, dilatată, auriculată (adică prevăzută cu două urechiușe simetrice), asimetrică etc. (Fig. 88).

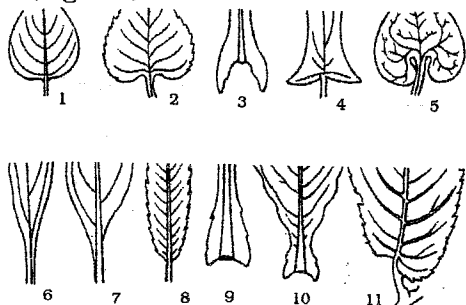


Fig. 88. Forme ale bazei laminei: 1 - rotundă (*Pyrus communis*), 2 - cordată (*Viola odorata*), 3 - sagittată (*Isatis tinctoria*), 4 - hastată (*Rumex acetosella*), 5 - reniformă (*Asarum europaeum*), 6 - cuneată (*Bellis perennis*), 7 - atenuată (*Viola persicifolia*), 8 - ascuțită (*Salix alba*), 9 - dilatată (*Sonchus oleraceus*), 10 - auriculată (*Nicotiana tabacum*), 11 - asimetrică (*Ulmus campestris*) (d. I. Grințescu).

Vârful limbului poate să prezinte deasemenea forme diferite, cele mai frecvente tipuri întâlnite fiind: ascuțit, acuminat (adică prelung ascuțit), obtuz, rotund, trunchiat, emarginat (sau știrbit), obcordat, cuspidat, mucronat, spinos etc. (Fig. 89).

Frunzele simple, lipsite de pețiol se numesc sesile. Există mai multe tipuri de

frunze sesile, dintre care pot fi menționate următoarele: (1) - amplexicaule, la care baza laminei înconjoară în mare parte tulpina (*Lamium amplexicaule*, *Brassica napus*, *Thlaspi arvense*); (2) - perfoliate, la care baza laminei înconjoară complet tulpina, iar cele două jumătăți ale ei concresec (*Lepidium perfoliatum*); (3) - decurente, la care baza frunzei se prelungește de-a lungul tulpinii unilateral sau bilateral sub forma unor aripioare (*Symphytum officinale*, *Verbascum speciosum*); (4) - connate,

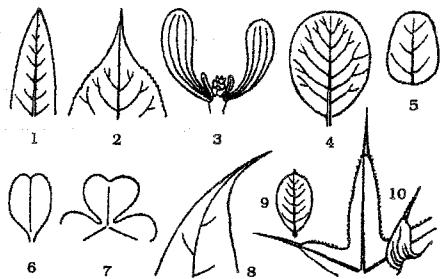


Fig. 89. Forme ale vârfului laminei: 1 - vârf ascuțit (*Salix alba*), 2 - acuminat (*Prunus padus*), 3 - obtuz (*Viscum album*), 4 - rotund (*Cotinus coggygria*), 5 - trunchiat (*Coronilla sp.*), 6 - știrbit sau emarginat (*Colutea arborescens*), 7 - obcordat (*Oxalis acetosella*), 8 - cuspidat (*Verbascum phlomoides*), 9 - mucronat (*Vicia sp.*), 10 - spinos (*Cirsium lanceolatum*) (d. I. Grințescu).

caracterizate prin concreșterea a câte două frunze opuse la nivelul bazei (*Lonicera caprifolium*).

Există deasemenea și cazuri în care, limbul frunzelor simple este crestat, incizat, în mod cu totul neregulat. Aceste frunze au fost denumite în mod caracteristic runcinate, ca la păpădie (*Taraxacum officinale*) sau lirate ca la ridiche (*Raphanus sativus*) sau chiar întrerupt penat-sectate, ca la cartof (*Solanum tuberosum*).

Spre deosebire de frunzele simple, frunzele compuse au lamina divizată în părți distincte denumite foliole, inserate toate pe o axă comună, care a primit denumirea de rahis.

După dimensiunile rahisului și după modul de dispunere al foliolelor, deosebim două categorii de frunze compuse: palmat-compuse și penat-compuse. Primele prezintă un rahis scurt, situat la extremitatea apicală a pețiolului și o lamină alcătuită din trei sau mai multe foliole dispuse în evantai (ca degetele de la mână) (Fig. 90 - 1, 2). Frunzele penat-compuse

au un rahis lung, iar lamina este formată din numeroase foliole dispuse simetric de o parte și de alta a rahisului (ca la o pană). Ele se grupează după numărul de foliole inserate pe rahis în frunze imparipenat-compuse (cu număr impar de foliole și deci cu o foliolă în vârful rahisului) și paripenat-compuse (cu număr par de foliole și fără foliolă apicală) (Fig. 90 - 3, 4).

În afară de caracteristicile morfologice prezentate anterior, limbul frunzelor diferă și prin modul de dispoziție al nervurilor, elemente importante pentru viața frunzei, deoarece îi dau soliditatea și asigură o circulație rapidă și eficientă a apei cu sărurile minerale și a sevei elaborate.

Nervurile sunt reprezentate de fascicule conducătoare, care se continuă din tulpină, prin pețiol în limbul foliar. După grosimea și poziția lor, se împart în mediane (principale), secundare, terțiare etc.; cele de ultim ordin anastomozându-se în multe cazuri.

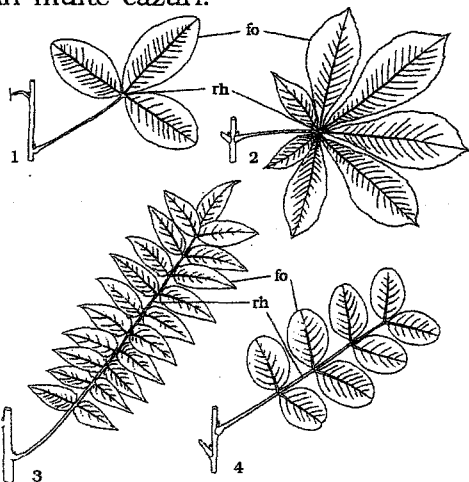


Fig. 90. Frunze compuse: 1 - trifoliată (*Laburnum anagyroides*), 2 - frunză, 5 - 7 palmat-compusă (*Aesculus hippocastanum*), 3 - imparipenat compusă (*Allanthus glandulosus*), 4 - paripenat compusă (*Ceratonia siliqua*); fo - foliolă, rh - rahis (*Orig.*).

Unele frunze sunt uninerve (pteridofite, conifere), altele prezintă o nervațiune dihotoomică (unele pteridofite - *Dipteris conjugata*; unele gimnosperme - *Ginkgo biloba*), dicotiledonatele au frecvent o nervațiune penată sau palmată iar monocotiledonatele prezintă frecvent nervațiune paralelă sau arcuată.

Nervațiunea penată se caracterizează prin existența unei singure nervuri mediane, groase, evidente, care străbate limbul în tot lungul său

și de pe care se despirind nervurile secundare, ce se ramifică ulterior, cu formare de nervuri terțiare ș.a.m.d.

Nervațiunea palmată, se caracterizează spre deosebire de precedenta, prin dezvoltarea aproape egală a nervurilor laterale, comparativ cu nervura mediană și prin faptul că pornesc aproape toate, dintr-un punct situat la baza limbului.

Cele mai multe monocotiledonate au nervațiune paralelă; nervurile sunt aproape paralele, ele se unesc la vârful limbului iar între nervuri se formează anastomoze perpendiculare.

Atunci când nervurile descriu arcuri care urmăresc conturul limbului și se unesc la baza și la vârful acestuia, se obține o nervațiune arcuată, semnalată atât la monocotiledonate cât și la unele dicotiledonate erbacee.

PEȚIOLUL. Pețiolul este acea parte a unei nomofile, care se interpune între lamină și baza frunzei. Pețiolul susține limbul, îl orientează față de lumină și asigură legăturile vasculare cu tulpina. De obicei, se găsește fixat la baza limbului (*Prunus sp.*,

Fagus sp., *Vicia sp.* etc.), uneori însă el se poate diferenția și pe fața sa inferioară (*Tropaeolum majus*).

În mod obișnuit, are formă cilindrică și este bilateral simetric (*Pelargonium zonale*). La unele specii de plante însă, pețiolul este mai mult sau mai puțin dezvoltat, având dimensiuni și formă variate (Fig. 91).

Astfel, pețiolul frunzei de la *Eichhornia*



Fig. 91. Tipuri morfologice de pețiol: 1 - cilindric (*Tropaeolum majus*), 2 - comprimat (*Populus tremula*), 3 - dilatat (*Ranunculus acer*), 4 - umflat (*Eichhornia crassipens*), 5 - auriculat (*Brassica napus*), 6 - aripat (*Citrus aurantium*), 7 - foliaceu (*Acacia melanoxylon*) (d. I. Grințescu).

crassipes este considerat din punct de vedere morfologic, tot un pețiol cilindric, care este însă neuniform îngroșat. Dezvoltarea puternică a parenchimului aerifer, în zona sa submediană, este o adaptare a acestor plante cu frunze plutitoare la mediul acvatic. La *Citrus aurantium*, pețiolul prezintă pe toată lungimea sa, două excrescențe laterale (aripioare), de unde și denumirea de pețiol aripat. La *Populus nigra*, pețiolul este turtit, comprimat lateral în partea sa bazală și dorsiventral în cea apicală. La *Ranunculus acer* pețiolul este turtit dorsiventral și evident dilatat în partea sa bazală.

BAZA FRUNZEI. Baza frunzei poate fi definită ca porțiunea prin care aceasta se racordează la tulpină sau ramură. Frunzele sesile se fixează de tulpină prin baza laminei, iar cele pețiolate prin extremitatea inferioară a pețiolului, care de obicei este ceva mai dilatată și reprezintă de fapt, baza frunzei. Această zonă poate avea diferite forme, iar uneori diferențiază anexe foliare (stipele, ohree, ligulă), caracteristice diferitelor grupe de plante.

La unele *Poaceae*, *Cyperaceae* și *Apiaceae*, baza frunzei este transformată într-o teacă (vagină) care înconjură parțial tulpina.

Stipelele sunt excrescențe ale bazei frunzei, de regulă, perechi, diferite ca formă, mărime, consistență și durată (Fig. 92). La *Pelargonium zonale*, la baza frunzelor mai tinere se diferențiază câte două stipele mici, membranoase, la început verzi,

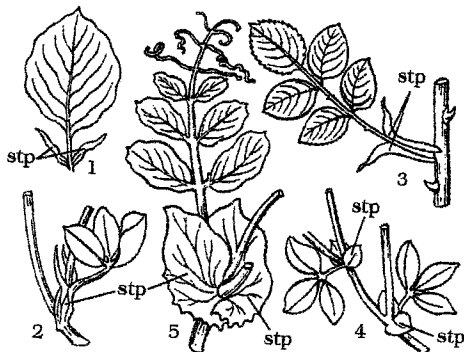


Fig. 92. Tipuri de stipele: stipele înguste și concrescute cu baza pețiolului (1 - *Fagus sylvatica*, 2 - *Trifolium sp.*, 3 - *Rosa canina*), stipele lățite și concrescute cu tulpina (4 - *Lotus corniculatus*, 5 - *Pisum sativum*) (d. I. Grințescu).

implicate în fotosinteză. Ulterior, odată cu maturarea frunzelor ele se usucă și cad (stipele caduce). Stipele înguste și concrescute cu baza pețiolului sunt prezente atât la unele plante erbacee (*Trifolium sp.*), cât și lemnoase (*Fagus sylvatica*, *Rosa canina*). La *Pisum sativum* acestea depășesc în dimensiuni foliolele și au evident rol asimilator. Prezența sau absența stipelelor, natura, forma, mărimea și consistența lor, sunt caractere ce servesc la determinarea speciilor.

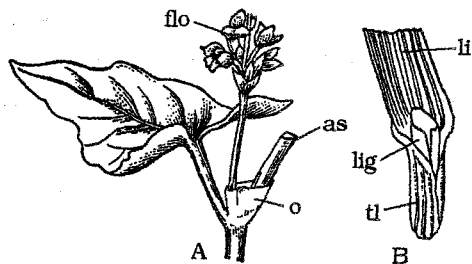


Fig. 93. Anexe foliare. A - ohree; B - ligulă: as - axă secundară, flo - floare, li - limb, lig - ligulă, o - ohree, tl - tulpina (d. I. Grințescu).

Ochrea este o formațiune specifică plantelor din Fam. *Polygonaceae*. Are forma unui manșon membranos, care provine din concreșterea stipelelor și înconjoară baza internodului și mugurele ce se formează la nivelul nodului tulpinii articulate (Fig. 93 A).

La multe *Poaceae* (*Poa pratensis*, *Poa trivialis*, *Agrostis vulgaris*), se constată prezența ligulei, formațiune membranoasă, localizată la limita dintre limb și teacă, având rolul de a împiedica pătrunderea apei între teacă și tulpină (Fig. 93 B). După forma ei, ligula poate fi scurtă și dințată (*Poa pratensis*), lungă și membranoasă (*Agrostis vulgaris*), oblongă (*Poa trivialis*), păroasă (*Eragrostis sp.*) etc.

1.3.3.5. ANATOMIA FRUNZEI

Anatomia frunzei vizează de fapt, structura celor trei părți componente (lamină, pețiol, bază) ale unei frunze complete și este rezultatul acțiunii unui complex de factori externi și interni, care se manifestă pe parcursul filogeniei și ontogeniei plantelor.

Cea mai mare plasticitate structurală caracterizează lamina frunzelor. Din punct de vedere anatomic, limbul unei frunze normale este alcătuit din cel puțin patru tipuri distincte de țesuturi definitive: epidermal, asimilator, conducător și mecanic.

Marea majoritate a frunzelor sunt bifaciale, prezentând o față superioară, ventrală sau adaxială, acoperită de epiderma superioară și o față inferioară, dorsală sau abaxială, acoperită de epiderma inferioară. Între cele două epiderme este localizat mezofilul, format dintr-un parenchim asimilator, uneori omogen, dar cel mai adesea diferențiat în țesut palisadic și țesut lacunar.

Luând în considerare anatomia mezofilului, se disting, pentru frunzele bifaciale patru tipuri structurale de organizare: (1) - structură dorsiventrală, caracterizată prin localizarea țesutului palisadic sub epiderma superioară și a celui lacunar sub epiderma inferioară; (2) - structură ecvifacială, caz în care țesutul palisadic este dispus sub cele două epiderme, iar țesutul lacunar este poziționat median; (3) - structură invers-dorsiventrală, la care țesutul palisadic este diferențiat sub epiderma inferioară, iar cel lacunar sub epiderma superioară; (4) - structură omogenă, care definește un mezofil nediferențiat în țesut palisadic și lacunar.

În mezofil sunt prezente una sau mai multe nervuri, care conțin, de obicei fiecare, câte un singur fascicul conducător de tip colateral.

La nivelul mezofilului se pot întâlni frecvent o serie de formațiuni, care îndeplinesc funcții speciale în viața plantei: celulele secretoare, buzunare secretoare, laticifere, canale rezinifere, celule cristalifere etc.

Țesutul mecanic al limbului este reprezentat de colenchim, la majoritatea dicotiledonatelor și de sclerenchim la cele mai multe monocotiledonate și la unele dicotiledonate.

Există și plante la care frunzele sunt monofaciale, comprimate în plan transversal și caracterizate cel mai adesea, printr-o alcătuire histologică particulară și o structură de tip invers-dorsiventral (*Iris germanica*, *Gladiolus imbricatus*, *Allium odorum* etc.)

PINOPHYTA.

Frunzele gimnospermelor sunt bifaciale și prezintă diferite particularități structurale, induse de condițiile în care trăiesc plantele respective.

Diversitatea anatomică se accentuează prin prezența a trei tipuri structurale de frunză: dorsiventrală, invers-dorsiventrală și omogenă.

O structură bifacială dorsiventrală, corelată cu orientarea în plan orizontal este prezentă la frunzele aciculare de la brad (*Abies alba*). Celulele epidermale sunt mici, cu pereții puternic și uniform îngroșați, cei externi fiind cutinizati și cerificați. Sub epidermă este localizată o hipodermă discontinuă sclerenchimatică. Țesutul palisadic este format din 2-3 straturi de celule heterodiametrice, bogate în cloroplaste, poziționate sub epiderma superioară, iar țesutul lacunar, alcătuit din celule izodiametrice, între care sunt prezente lacune de dimensiuni variate este dispus sub epiderma inferioară. În mezofil, în apropierea feței abaxiale, se găsesc cele două canale rezinifere mari ale frunzei. În partea centrală a

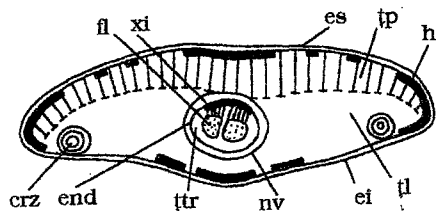


Fig. 95. *Abies alba* - structura frunzei (secțiune transversală, reprezentare schematică): crz - canal rezinifer, ei - epiderma inferioară, end - endodermă, es - epiderma superioară, fl - floem, h - hipodermă, nv - nervură, tl - țesut lacunar, tp - țesut palisadic, țtr - țesut de transfuzie, xi - xilem (d. C. Toma).

laminei este localizată nervura, delimitată de o endodermă tipică. Cele două fascicule conducătoare libero-lemnoase din structura acestora sunt înconjurate de un țesut de transfuzie, alcătuit din celule parenchimatice și traheide cu punctuațiuni areolate (Fig. 95).

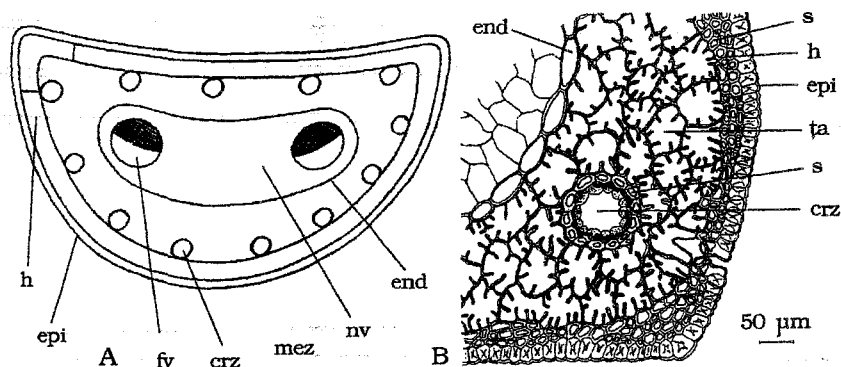


Fig. 96. *Pinus sylvestris* - structura frunzei (secțiune transversală). A - reprezentare schematică; B - detaliu cu structură celulară: crz - canal rezinifer, end - endodermă, epi - epiderma, fv - fascicul vascular, h - hipoderma, mez - mezofil, nv - nervură, s - sclerenchim, ta - țesut asimilator (A - d. B. Kaussmann; B - Orig.).

O frunză bifacială cu structură omogenă și cu multe adaptări xerofitice este cea de la pin (*Pinus sylvestris*) (Fig. 96). În secțiune transversală, forma este semicirculară, indusă de existența unei fețe superioare plane și a unei fețe inferioare convexe. Epiderma formată din celule mici cu pereții inegal și puternic îngroșați, cutinizăți, cerificați este acoperită de o cuticulă foarte groasă. Stomatele sunt mici și adâncite în mezofil. Hipoderma este pluristratificată, sclerenchimatică și continuă. Mezofilul uniform, nediferențiat în țesut palisadic și țesut lacunar, conferă frunzei o structură omogenă. Este format din același tip de celule asimilatoare, prevăzute cu pereți celulari cutați. În mezofil sunt localizate 5-12 canale rezinifere mici. În partea centrală a laminei se află nervura, delimitată de o endodermă, alcătuită din celule cu pereții uniform îngroșați. Nervura conține două fascicule libero-lemnoase, înconjurată complet, de țesutul de transfuzie. Elementele mecanice ale nervurii sunt reprezentate de grupe de celule sclerenchimatice, situate la limita dintre floem și țesutul de transfuzie adiacent.

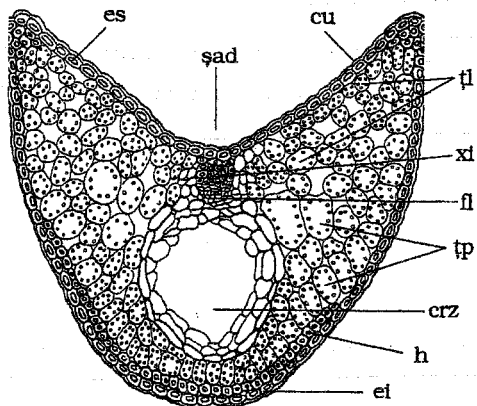


Fig. 97. *Thuja occidentalis* - structura frunzei (secțiune transversală): crz - canal rezinifer, cu - cuticulă, ei - epiderma inferioară, es - epiderma superioară, fl - fascicul vascular, h - hipodermă, şad - șanț adaxial, Țl - țesut lacunar, Țp - țesut palisadic, xi - xilem (d. G. Filipescu).

Structura invers-dorsiventrală poate fi exemplificată pe frunzele solziforme de *Thuja occidentalis* (Fig. 97). În secțiune transversală, forma frunzei este aproape triunghiulară, fața adaxială fiind prevăzută cu un șanț larg. Epiderma unistratificată, alcătuită din celule mici, cu pereții puternici și uniform îngroșați este acoperită de o cuticulă groasă. Sclerenchimul hipodermic formează un cordon continuu sub

epiderma inferioară, este organizat sub formă de mici pachete la colțurile frunzei și lipsește la nivelul feței adaxiale. Mezofilul este diferențiat în 2-3 straturi de țesut palisadic, localizate pe fața inferioară a frunzei și într-o zonă bine dezvoltată de țesut lacunar, dispusă în partea superioară a acesteia. Frunza prezintă un singur canal rezinifer mare, poziționat în dreptul șanțului adaxial. Între canalul rezinifer și epiderma superioară se găsește nervura, care conține un singur fascicul conducător libero-lemnos, cu xilemul orientat spre șanțul adaxial.

MAGNOLIOPHYTA. La angiosperme, frunza atinge în raport cu factorii ecologici, cel mai înalt grad de diferențiere anatomică.

Ținând seama de poziția și de structura țesutului asimilator, frunzele bifaciale ale acestor plante au o organizare dorsiventrală, ecvifacială, invers-dorsiventrală și omogenă, iar cele unifaciale frecvent invers-dorsiventrală.

Frunzele cu structură dorsiventrală prezintă cele două epiderme diferit alcătuite și mezofilul diferențiat în țesut palisadic (adaxial) și țesut lacunar (abaxial). Acest tip de structură caracterizează marea majoritate a angiospermelor lemnoase și erbacee.

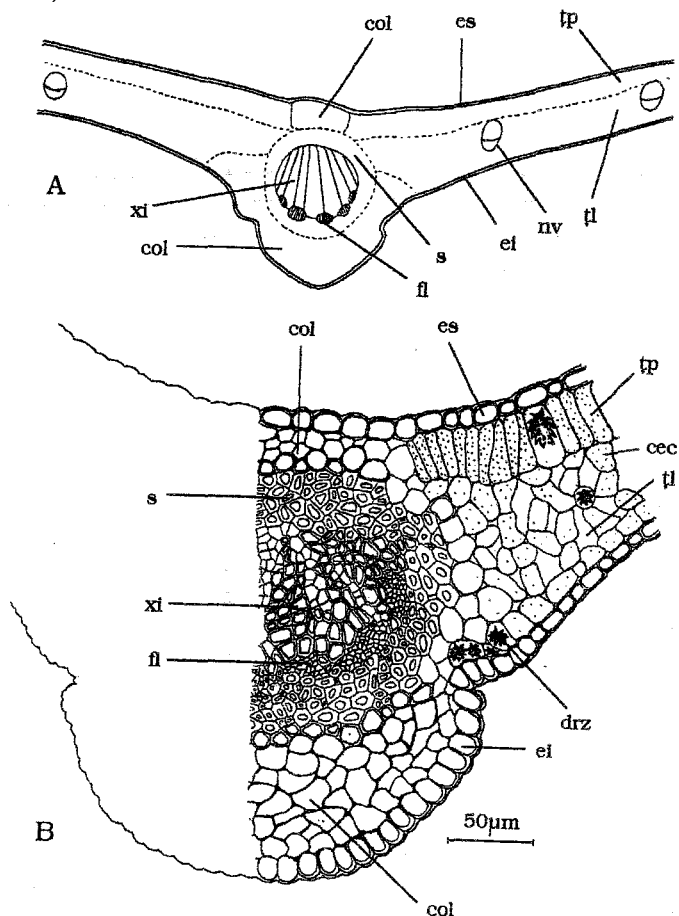


Fig. 98. *Fagus sylvatica* - structura frunzei (secțiune transversală în dreptul nervurii mediane). A - reprezentare schematică; B - detaliu cu structură celulară: cec - celulă colectoare, col - colenchim, drz - druză, ei - epiderma inferioară, es - epidermă superioară, fi - floem, nv - nervură, s - sclerenchim, tl - țesut lacunar, tp - țesut palisadic, xi - xilem (A - d. I. Grințescu; B - Orig.).

În cazul frunzei de fag (*Fagus sylvatica*), secțiunile transversale efectuate prin lamină, permit evidențierea tuturor caracteristicilor acestui tip de structură (Fig. 98 A, B). Frunza prezintă o singură nervură principală, care proemină evident pe fața inferioară a laminei. Sub epiderma superioară este situat țesutul palisadic, alcătuit din unul până la trei straturi de celule. Datorită numărului mare de cloroplaste prezente în acest țesut, culoarea frunzelor bifaciale dorsiventrale este mai închisă pe fața superioară. Sub țesutul palisadic se află un strat de celule de formă aproximativ triunghiulară, care au rolul de a colecta substanțele organice sintetizate în celulele palisadice și de a le dirija spre țesutul conducător. Țesutul lacunar este orientat spre fața inferioară a frunzei și delimitat în raport cu exteriorul, de epiderma inferioară, prevăzută cu stomate.

În mezofilul astfel structurat sunt localizate nervurile (principală și secundare), formate din unul până la mai multe fascicule libero-lemnoase, cu lemnul orientat spre fața ventrală sau superioară și liberul spre fața dorsală sau inferioară. În structura nervurii principale, xilemul este dispus radier.

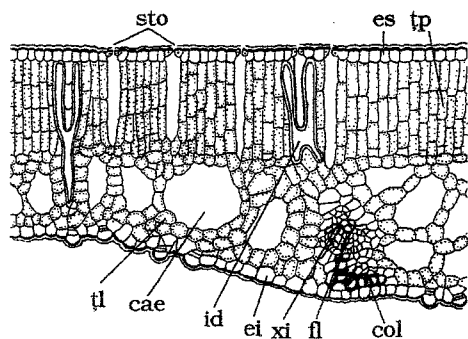


Fig. 99. *Nymphaea alba* - structura frunzei natante: cae - canal aerifer, col - colenchim angular, ei - epiderma inferioară, es - epiderma superioară, fi - floem, id - idioblastă, sto - stomată, țl - țesut lacunar, ță - țesut palisadic, xi - xilem (d. I.G. Poplavskaja).

Floemul este localizat împrejurul acestuia, sub formă de mici pachete, separate de insule de țesut sclerenchimatic, care își au originea în inelul de sclerenchim de la periferia nervurii.

Structura dorsiventrală a laminei este prezentă și la plantele acvatice cu frunze plutitoare (*Nymphaea alba*, *Nuphar lutea*) (Fig. 99). În acest caz, în țesutul palisadic bine dezvoltat (3-4 stra-

turi de celule), se diferențiază elemente mecanice sclerenchimatice (idioblaste), care conferă frunzei rezistența necesară. Țesutul parenchimatic lacunar prezintă lacune foarte mari, alcătuind de fapt un parenchim aerifer. În structura nervurilor, xilem este slab reprezentat, dar existența colenchimului angular, localizat între nervură și epiderma inferioară, sporește la acest tip de plante rezistența laminei.

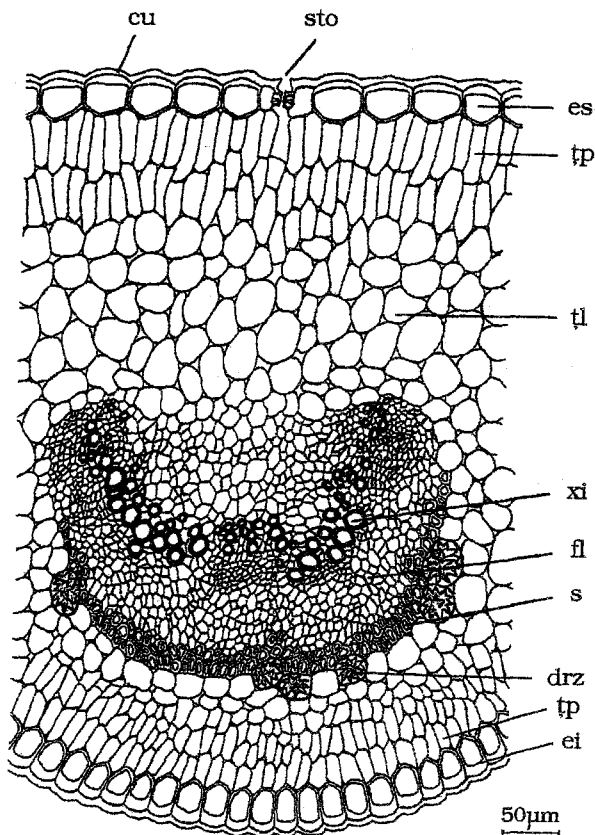


Fig. 100. Dianthus caryophyllus - structura frunzei: cu - cuticulă, drz - druză, ei - epiderma inferioară, es - epiderma superioară, fl - floem, s - sclerenchim, sto - stomată, tl - țesut lacunar, tp - țesut palisadic, xi - xilem (Orig.).

Frunzele cu structură ecvifacială au cele două epiderme mai mult sau mai puțin asemănătoare, iar zonele de mezofil adiacente sunt aproape identic alcătuite. Cel mai adesea, sub ambele epiderme se dezvoltă un țesut palisadic, iar median, un parenchim lacunar, mai mult sau mai puțin compact. La *Dianthus caryophyllus* (Fig. 100), mezofilul include un țesut palisadic format din câte 2-3 straturi de celule, strâns unite între ele, prevăzute cu numeroase cloroplaste și localizate sub cele două epiderme și un parenchim lacunar, alcătuit din 3-8 straturi de celule mari, poligonale în secțiune transversală, cu cloroplaste mai puține și spații intercelulare evidente. Unele celule ale mezofilului conțin cristale de oxalat de calciu, grupate sub formă de druze.

1.3.4.3. METAMORFOZELE FRUNZEI

Și frunzele ca și celelalte organe ale plantelor, realizează în anumite condiții, o serie de modificări morfo-structurale, induse de necesitatea îndeplinirii unor funcții speciale. În acest sens, există mai multe categorii de metamorfoze foliare, care afectează fie frunza în totalitate, fie numai diferitele ei părți componente.

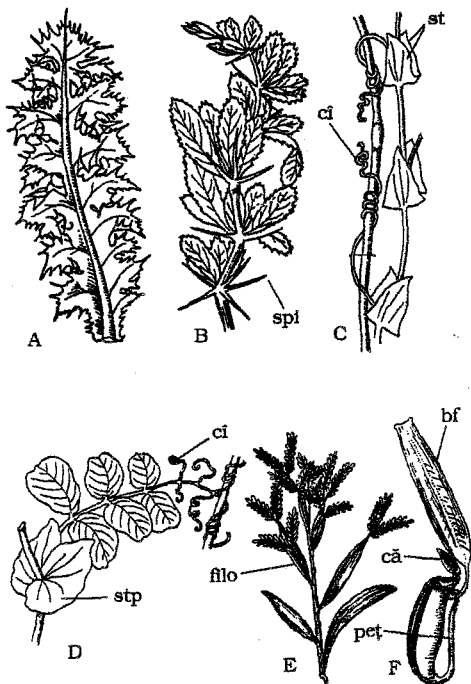


Fig. 109. Metamorfoze foliare. A - *Carduus nutans* (frunze cu rol protector), B - *Berberis vulgaris* (frunze transformate în spini), C - *Lathyrus aphaca* (frunze cu rol de agățare), D - *Pisum sativum* (frunze cu rol de agățare), E - *Acacia heterophylla* (filodii), F - *Nephentes distillatoria* (frunze adaptate nutriției carnivore): bf - baza frunzei, că - căpăcel, ci - cârcel, filo - filodiu, peț - petiol, spi - spini, stp - stipele, ur - urnă (d. I. Grințescu).

FRUNZE CU ROL PROTECTOR. La unele plante (*Berberis vulgaris*, *Opuntia sp.*), întreaga frunză este transformată într-un spin.

La alte plante (*Carlina vulgaris*, *Caduus nutans*, *Cirsium arvense*, *Xanthium spinosum*), lobi limbului sau dinții de pe marginea laminei se transformă în spini, cu rol de apărare, mai ales împotriva animalelor ierbivore (Fig. 109 A, B).

La *Robinia pseudacacia* spinii de la baza frunzelor provin din metamorfozarea stipelelor.

Tot în această categorie pot fi incluse bracteele de la baza florilor și mai ales catafilele care protejează mugurii.

FRUNZE CU ROL DE AGĂȚARE. Există plante care se agață de diferite suporturi cu ajutorul cârceilor, proveniți din transformarea frunzelor în întregime sau numai a unor părți componente ale acestora.

Astfel, la *Bryonia sp.*, cârceii provin din frunze complet transformate. La *Lathyrus aphaca* se transformă în cârcei pețiolul și lamina, în timp ce stipelele se dezvoltă, capătă dimensiuni mari și preiau funcția asimilatoare a limbului foliar.

La *Pisum sativum*, cârceii provin din partea terminală a rahisului și/sau din ultimele foliole (Fig. 109 C, D).

Există și plante la care pețiolul (*Clematis vitalba*) devine un cârcel sau chiar stipelele frunzelor devin organe cu rol de agățare (*Smilax excelsa*).

FRUNZE CU ROLURI NUTRITIVE SPECIALE. Tot ca o metamorfoză foliară, sunt menționate și filodiile (gr. *phyllon* -; *eidōs* -). Un filodiu provine din pețiolul unei frunze (al cărei limb cade de timpuriu), ce crește în volum, se aplatizează și își dezvoltă un țesut clorofilian, care îi permite să îndeplinească eficient, funcția de asimilație (*Acacia heterophylla*) (Fig. 109 E).

Frunzele suculente, dotate cu un bogat parenchim acvifer (*Aloë sp.*, *Sempervivum sp.*), reprezintă de asemenea exemple de metamorfoze foliare.

Importante și spectaculoase modificări ale frunzelor se semnalează la plantele carnivore, care devin capabile astfel, să prindă, să digere insecte mici, să absoarbă și să utilizeze produșii astfel procurați. Trăind în medii sărace în substanțe nutritive, îndeosebi azotoase (sfagnete, turbării, substraturi pietroase), ele își asigură astfel, necesarul de azot, pe baza substanțelor de origine animală pe care le utilizează. Adaptările morfo-anatomice ale frunzelor sunt de așa natură, încât nu afectează fotosinteza, ca proces de bază în nutriția acestor organisme autotrofe.

Variate conformații și structuri foliare au fost induse de adaptarea plantelor la nutriția carnivoră: (1) - prezența pe frunze a unor emergențe (Fig. 55-H) glandulare lipiciose (*Drosera rotundifolia*); (2) - însușirea de a efectua mișcări de pliere a frunzei, adecvate capturării, care suplimentează efectul indus de prezența perilor lipicioși și a celor digestivi de pe suprafața laminei (*Pinguicula vulgaris*); (3) - transformarea totală (*Aldrovonda vesiculosa*) sau parțială (*Utricularia vulgaris*) a frunzei într-o capcană; (4) - capturare cu ajutorul unor urne foliare cu căpăcel, provenite din transformarea totală a laminei, în timp ce pețiolul devine un cărcel cu care planta se agață de suport, iar baza frunzei se lățește puternic, căpătând aspect laminal și funcție asimilatoare (*Nepenthes sp.*) (Fig. 109 F).

FRUNZELE PLANTELOR ACVATICE. Dintre adaptările morfologice care apar la plantele care trăiesc total sau parțial cufundate în apă, se distinge dezvoltarea pronunțată a sistemului foliar în raport cu restul corpului.

Frunzele pot fi subțiri și transparente (*Elodea canadensis*, *Potamogeton lucens*, *P. pusillus*), tubulare (*Ceratophyllum demersum*), puternic sectate cu segmente filiforme (*Myriophyllum spicatum*, *Ranunculus aquatilis*), în formă de benzi (*Vallisneria spiralis*) etc. (Fig. 110 A, B, C, D).