

MODIFICĂRI MORFOLOGICE ȘI HISTO-ANATOMICE PRODUSE DE POLUAREA ATMOSFERICĂ ASUPRA FRUNZEI UNOR SPECII DIN FAMILIILE BETULACEAE ȘI OLEACEAE

ANGELA TONIUC, ANCA AIFTIMIE, C. TOMA

The authors have studied the influence of air pollution (in the regions Piatra Neamț, Bicz and Roznov) on some woody plants *Betula pendula*, *Carpinus betulus*, *Coryllus avellana*, *Fraxinus excelsior*, and *Ligustrum vulgare*. The leaves present morphological modifications revealed by a series of alterations of the internal structure. Thus, the necrosis which affect only the epidermis at *Betula* are deeply penetrating the mesophyll at *Carpinus* and *Fraxinus* and affect the vascular tissue at *Coryllus* and *Ligustrum*.

For all the studied species, the modifications have been noticed in the epidermis: very open stomates, epidermal cells with less wavy walls, the increase in the number of mucilaginous cells, some cells which are in course of disorganisation, and so on.

As a conclusion of our observations, *Coryllus avellana* and *Ligustrum vulgare*, existing next to the Cellulosis and Paper Enterprise from Piatra Neamț, present the most morpho-anatomical modifications of the leaf under the influence of pollution.

În țara noastră, sursele și factorii poluanți au făcut obiectul a numeroase studii cu caracter general (Al. Ionescu, 1973; Gh. Zamfir, 1974; M. Barnea și C. Papadopol, 1975; I. L. Ciplea, 1978; G. Smejkal, 1982). Alte lucrări se referă la influența noxelor asupra vegetației lemnoase și ierboase din apropierea unor complexe industriale: Copșa Mică [7], Baia Mare [4], Bîrsești (Tg. Jiu) [8], Pitești [17], Slatina [9], Zlatna [10,13].

Asupra teritoriului luat de noi în studiu (Piatra Neamț, Bicaz, Roznov) s-au elaborat lucrări care privesc doar unele aspecte. Astfel, N. Barbu și Gh. Lupașcu [2] studiază influența prafului de la complexul de fabricație a cimentului din Bicaz asupra solului din regiune. F. I. Mihăilescu și D. Grinea [15] precizează cauzele poluării atmosferei în zonele industriale ale văii Bistrița. A. Donose-Pisică și colab. [5] analizează acțiunea unor substanțe poluante din aer asupra câtorva plante cultivate din zona județului Neamț. G. Filipescu și colab. [6] constată și evidențiază efectul poluanților chimici asupra frunzelor de la câteva plante de cultură de pe platforma industrială Săvinești-Neamț.

Studiile privind efectele negative ale poluării asupra vegetației din zonele Bicaz și Roznov sunt sporadice, iar pentru orașul Piatra Neamț asemenea date lipsesc.

Particularitățile histo-anatomice ale frunzei speciilor luate în studiu sunt evidențiate de C. R. Metcalfe și L. Chalk [14], K. Linsbauer [11], A. N. Aneli [1], Napp-Zinn [12] și în lucrarea privind anatomia frunzei la unele *Dicotyledonatae* [3]. De asemenea am avut în vedere și lucrările referitoare la genurile *Carpinus* [18,20], *Fraxinus* [16] și *Ligustrum* [19].

Material și metodă de lucru

Pentru analiza histo-anatomică a frunzei, materialul a fost colectat din trei localități ale județului Neamț, unde se află importante surse industriale de poluare a aerului. La Piatra Neamț, în apropierea Fabricii de Celuloză și Hârtie, principalii agenți poluanți sunt pulberile, bioxidul de sulf, clorul și mercaptanii. La Bicaz, din procesele tehnologice de la Fabricile de Ciment și Var se răspândesc pulberi de materii prime, de ciment, de var, de azbest. La Roznov, unde există Combinatul de Cherestea și Combinatul de Îngrășăminte Chimice, se eliberează gaze (bioxid și trioxid de sulf, clor, hidrogen sulfurat), vapori (acid clorhidric, acid azotic, amoniac) și particule (fluoruri, pulberi) (Tabel I).

Taxonii studiați aparțin la două familii și anume: *Betulaceae* (*Betula pendula* Roth, *Carpinus betulus* L., *Corylus avellana* L.) și *Oleaceae* (*Fraxinus excelsior* L., *Ligustrum vulgare* L.).

TABELUL I – Proveniența materialului

Denumirea speciei	Localitatea	Distanța față de sursa de poluare
<i>Corylus avellana</i>	Piatra Neamț	1500 m
<i>Fraxinus excelsior</i>		2000 m
<i>Ligustrum vulgare</i>		1000 m
<i>Betula pendula</i>	Bicaz	300 m
<i>Carpinus betulus</i>		400 m
<i>Fraxinus excelsior</i>	Roznov	1000 m

În perioada 17-28 august 1992 au fost făcute observații asupra unor plante ce prezentau vătămări vizibile și s-au ierborizat ramuri cu frunze afectate de poluare. În același timp au fost recoltate, fixate și conservate (în alcool etilic 70^o) frunze mature de pe lăstarii anuali. Secțiunile, executate cu microtomul de mână, au fost javelizate, dublu colorate (cu verde iod și carmin alaunat) și montate în glicero-gelatină. Secțiunile provin, mai cu seamă, din porțiunile ce prezentau fenomene de cloroză, necroză și uscare. În unele cazuri s-au făcut și preparate martor din frunze normale.

Limbul a fost secționat atât transversal (în treimea sa mijlocie, cuprinzând și nervura mediană), cât și superficial (pentru analiza epidermelor văzute de față).

Preparatele permanente au fost analizate la microscopul Amplival. Dese-nele au fost efectuate, la microscopul L-Zeiss, cu Projektions zeichenspiegel.

Rezultatele cercetării

BETULA PENDULA (Pl. I)

Pe frunze se observă cruste datorate depunerilor de praf de var, cruste care împiedică creșterea normală a frunzei. Pe suprafața limbului apar necroze de culoare maronie care cuprind toată lungimea limbului; uneori formează

doar o bandă continuă, marginală. De asemenea, numeroase pete maronii sunt înconjurate de cloroze, probabil sunt necroze incipiente.

Epiderma văzută de față. Epiderma superioară: celule patraticice sau poligonale, cu pereții drepți (plani). În unele celule se observă cristale izolate de oxalat de calciu. Epiderma inferioară are celule asemănătoare cu cele ale epidermei superioare, dar de dimensiuni mai mici. Stomatele, numeroase, de tip ranunculaceu, au ostiola foarte deschisă, fiind blocat mecanismul de închidere-deschidere al stomatei. În ostiolă se observă, destul de des, depuneri de culoare întunecată. Zonele de necroză se întind pe suprafața cam a zece celule.

Secțiune transversală prin limb. Nervura mediană proeminează ușor spre cele două fețe ale limbului, mai brusc spre fața superioară. Celulele epidermice, în dreptul nervurii mediane, sunt înalte, cu peretele extern bombat. Colenchimul hipodermic are aproape aceeași grosime sub ambele epiderme (2-3 straturi de celule). În parenchimul fundamental al nervurii există o arie vasculară mare, semilunară, cu deschiderea spre fața superioară. Lemnul, uneori mai puțin dezvoltat decât liberul, are vasele dispuse radiar, aranjare perturbată la frunzele ce aveau multe pete clorotice. Teaca sclerenchimatică periliberiană are celule cu pereții foarte îngroșați și lignificați. În apropierea acestei teci multe celule din parenchim au cristale mici de oxalat de calciu.

Între nervuri, multe celule epidermice sunt mai mari și au aspect mucilaginos. Uneori aceste celule au aceeași înălțime cu celulele palisadice. Din loc în loc celulele țesutului lacunos au cristale mari, patraticice sau rombice, de oxalat de calciu. De remarcat sunt întinderile mari de epidermă mucilaginoasă, probabil ca reacție de respingere a poluanților prin reținerea lor la nivelul epidermei, prin diluarea concentrației lor în conținutul celulelor mucilaginoase.

CARPINUS BETULUS (PI. II)

După spălarea crustei de pulberi apar pete de trei categorii: cloroze punctiforme, uniform răspândite pe toată suprafața limbului; aglomerări dense de pete mici albe; necroze punctiforme destul de dese. Toate aceste trei categorii de pete dau frunzei un aspect mozaicat. Pe suprafața frunzei sunt reținute pulberi și funingini.

Epiderma văzută de față. Epiderma superioară are celule ± dreptunghiulare, cu pereții aproape drepți (plani). Zone necrotice circulare sunt

prezente în punctele de intersecție ale nervurilor; alte necroze afectează numai celulele epidermice dintre nervuri (cam 16 celule). Epiderma inferioară prezintă celule poligonale cu pereții ondulați; din loc în loc sunt stomate de tip ranunculaceu. Zonele necrotice sunt foarte întinse, ocupând suprafața cuprinsă între trei nervuri, lăsând doar mici porțiuni de țesut viu. Rar se mai observă și zone necrotice punctiforme. Pe nervuri sunt peritectori unicelulari, cu baza dilatată și pereți uniform îngroșați.

Secțiune transversală prin limb. Nervura mediană proeminează foarte puternic la fața inferioară și puțin la fața superioară a frunzei. Nervura cuprinde țesut colenchimatic sub epiderma inferioară (circa 3 straturi de celule), care se întinde aproape pe toată suprafața proeminării, iar sub epiderma superioară ocupă, în întregime, porțiunea ce proeminează. Țesutul conducător este reprezentat de un inel de fascicule libero-lemnoase dispus central, înconjurat de o teacă sclerenchimatică ce are celule cu pereții puternic îngroșați și lignificați. Vasele lemnoase au pereții subțiri și slab lignificați. Liberul este slab dezvoltat, reprezentat doar prin arii mici, circulare, separate de raze uniseriate de celule cu pereții lignificați. În parenchimul fundamental al nervurii, multe celule au ursini. Celulele epidermice de la nivelul nervurii mediane au peretele extern foarte bombat, dând epidermei un aspect papilos. Celulele epidermice de la fața inferioară sunt acoperite de o cuticulă evidentă peste care, frecvent, sunt depuneri străine. Printre celulele epidermice sunt numeroși peritectori, unicelulari, de diferite lungimi. Între nervuri limbul este destul de subțire. Epiderma superioară are celule alungite tangențial, unele dintre ele fiind în curs de dezorganizare. Palisada (sub epiderma superioară) este unistratificată, ocupă circa 30% din mezofil, iar țesutul lacunos are 3-4 straturi de celule. Unele celule din mezofil, de regulă la limita țesutului palisadic cu cel lacunos, au ursini mari (ocupă toată celula). Din loc în loc, în mezofil sunt cristale mari, ± romboidale de oxalat de calciu.

CORYLUS AVELLANA (Pl. III)

Pe suprafața limbului se observă cloroze asociate cu necroze și chiar cu arsuri ce dau împreună un aspect ciuruit frunzei.

Epiderma văzută de față. Epiderma superioară: celule poligonale cu pereții mai puțin ondulați decât la plantele normale. Frecvent, pe nervuri se observă peritectori, mai numeroși dar mai scurți decât la frunza martor. Celulele ce înconjoară baza părului nu mai sunt identice, au mărimi diferite

și forme variate. Această situație este mai evidentă în apropierea zonelor necrozate. Necrozele sunt mai frecvente între nervuri, au forme neregulate și afectează de la 3 până la 15 celule epidermice. Rar se observă necroze ale țesutului vascular al nervurilor, unde este perturbată doar dispoziția vaselor conducătoare.

Epiderma inferioară are, în spațiul dintre nervuri, numeroase necroze de întinderi relativ mici (2-3 celule), care confluează în apropierea nervurii. În ambele epiderme se văd numeroși ursini, mult mai frecvenți, dar mai mici, în epiderma frunzelor vătămate.

Secțiune transversală prin limb. Nervura mediană proeminează foarte puternic la fața inferioară, iar spre fața superioară îi corespunde o valeculă. Celulele epidermice din dreptul nervurii mediane sunt ușor alungite radier, cele din epiderma inferioară având peretele extern mai îngroșat și bombat. Printre celulele ambelor epiderme, numeroși peritectori, unicelulari, mai scurți dar mai groși la frunzele vătămate, mai frecvenți în epiderma inferioară. Colenchimul hipodermic (2-4 straturi de celule) însoțește aproape în întregime nervura, cu excepția porțiunii unde se continuă cu limbul. Aria vasculară este semilunară, orientată cu capetele spre epiderma superioară. Între brațele semilunii mai există uneori încă 1-2 fascicule conducătoare, mai mici, cu orientarea inversă a liberului și a lemnului. În aria principală lemnul este mai puțin dezvoltat decât liberul. Parenchimul lemnos dintre vase este, în majoritate, celulozic. Liberul are mult parenchim liberian, în care sunt foarte frecvente cristale (ursini). Teaca periliberiană este subțire, întreruptă de celule sclerenchimatice cu pereții moderat îngroșați și lignificați. În parenchimul fundamental al nervurii, mai ales în cel dintre brațele ariei vasculare, există numeroase celule cu cristale mici. La unele frunze, colenchimul de sub epiderma inferioară se dezvoltă puternic, însoțind toată nervura mediană, epiderma inferioară se dezvoltă puternic, însoțind toată nervura mediană, epiderma inferioară devenind papiloasă. În alte cazuri, o nervură mediană vătămată prezintă modificări atât ale celulelor epidermice (care devin mai mari și cu pereți groși), cât și ale celulelor colenchimului. La unele nervuri secundare teaca periliberiană sclerenchimatică are celule cu pereții puternic îngroșați, lignificați și în fază incipientă de gelificare. Între nervuri, palisada este, de regulă, unistratificată (la frunzele normale), dar la frunzele vătămate se schițează și un al doilea strat palisadic, cu celule evident mai scurte. La limita dintre țesutul palisadic și lacunos sunt frecvente celulele cu ursini.

FRAXINUS EXCELSIOR (Pl. IV)

Analizăm comparativ două proveniențe: Piatra Neamț (prescurtat o vom nota *prov. a*) și Roznov (prescurtat *prov. b*).

Necrozele sunt frecvente în spațiile dintre nervurile secundare, uneori confluează în zone de întindere mare, care încep de la marginea limbului (*prov. a*); la *prov. b* apar și cloroze dispersate în tot limbul.

Epiderma văzută de față. Epiderma superioară are celule patratice mici, cu pereții drepți (*prov. b*) sau mai mari, poligonale, cu pereții ușor ondulați (*prov. a*). Pe porțiuni mari de epidermă se observă necroze de contur oval sau patrat, ce cuprind circa 5 celule; uneori confluează în arii ce sunt de 10 ori mai mari. Epiderma inferioară are celule poligonale mici, cu pereții aproape drepți (*prov. b*), sau neregulate ca formă și cu grade diferite de ondulare (*prov. a*). Stomate de tip ranunculaceu, mai numeroase la *prov. a*. Arii de necroză sunt prezente între nervuri, cuprinzând până la 10 celule epidermice.

Secțiune transversală prin limb. Nervura mediană proeminează puternic la fața inferioară, iar spre fața superioară îi corespunde o valeculă, mai adâncă la *prov. a*. Epidermele, în dreptul nervurii mediane, au celule mici, patratice, ușor mai înalte în epiderma inferioară, cu pereții externi îngroșați și cutinizati. Colenchimul este slab dezvoltat (3-4 straturi) și are celule cu pereții moderat îngroșați. La *prov. b* aria vasculară este circulară și puțin teșită la fața superioară. Inelul de lemn are vase cu pereții numai moderat îngroșați. La exteriorul lemnului se află un inel întrerupt de liber. Toată aria vasculară este înconjurată de o teacă mecanică ale cărei celule au pereții puțin îngroșați. La *prov. a* aria vasculară este semilunară, lemnul, liberul și teaca mecanică formează trei arcuri cu deschiderea spre epiderma superioară. Centrul nervurii este ocupat de țesut parenchimatic. Între nervuri limbul este destul de subțire. Epiderma superioară prezintă printre celulele sale peri secretori scurți, adânc înfiți în palisadă. Epiderma inferioară are numeroase stomate, de regulă la nivelul epidermei. Frecvent, pe această epidermă sunt depuneri. La *prov. a* ariile de necroză cuprind câte 1-2 celule epidermice și 1-2 celule palisadice de dedesubt. Mezofilul are țesut palisadic 2-3 – stratificat, țesut care ocupă jumătate din grosimea limbului. Țesutul lacunos (3-4 straturi) are celule de formă neregulată, dispuse destul de lax, lăsând spații aerifere mari. Multe celule din parenchimul lacunos au cristale paralelipedice.

LIGUSTRUM VULGARE (Pl. V)

Pe suprafața limbului se observă pete clorotice neregulate, dispersate pe tot limbul. Uneori necroze brunii, fragmentate dau frunzei aspect mozaicat.

Epiderma văzută de față. Epiderma superioară are celule poligonale, uneori chiar izodiametrice, cu pereții mai ondulați decât la frunza normală. Din loc în loc se observă o perturbare a dimensiunilor (mai ales a grosimii) frunzei. Celulele epidermice apar mai mici, patratice sau triunghiulare. Cristalele sunt mai numeroase decât la frunza normală. Epiderma inferioară: unele celule au pereții ușor ondulați, altele drepți. Numeroase stomate, de tip ranunculaceu, și destul de rar peritectori cu baza înconjurată de circa 7-8 celule epidermice dispuse radiar, situație perturbată la frunzele ce aveau multe necroze. Celulele din vecinătatea stomatelor au dimensiuni variate și o dispoziție mai puțin ordonată. Ostiola este foarte larg deschisă.

Secțiune transversală prin limb. Nervura mediană proeminează puternic la fața inferioară și foarte puțin la fața superioară. În ambele epiderme celulele sunt patratice, mici; printre ele, peritectori uniceulari scurți, cu baza puternic umflată și peretele extern îngroșat. Colenchimul hipodermic are 3-4 straturi de celule sub epiderma superioară (numai cât ține partea proeminentă), iar sub epiderma inferioară colenchimul are doar 2 straturi ce se întind aproape pe toată zona proeminentă. Celulele colenchimatice au pereții mai groși decât la frunza normală. În nervura principală există o arie vasculară semilunară. Vasele de lemn sunt dispuse radiar și separate de parenchim lemnos lignificat. Aria liberiană este mai redusă și nu este însoțită de teacă mecanică ci doar de numeroase cristale, foarte mari, de oxalat de calciu. Vătămările care apar cel mai frecvent la *Ligustrum* se situează la nivelul nervurilor, cu deosebire la nervura mediană. Între nervuri, sub epiderma superioară se află o palisadă unistratificată, cu celule dreptunghiulare destul de late. Țesutul lacunos are celule ovale, cu spații aerifere mari. În epiderma inferioară, rar, stomate așezate la nivelul celulelor epidermice sau ușor deasupra acestora. De multe ori ostiola este plină cu depuneri. La frunzele vătămăte limbul nu mai are creștere normală, fiind când mai gros, când mai subțire. În porțiunile atacate celulele țesutului lacunos au o dispoziție dezordonată. Unele celule epidermice devin mai mari, mucilaginoase, iar altele sunt necrozate. În unele porțiuni epiderma este ruptă, iar peste perii secretori sunt frecvente depuneri străine.

Concluzii

Au fost luate în studiu cinci specii de plante lemnoase, aflate la distanțe ce variază între 300 și 2000 m față de câteva unități industriale ce sunt surse de poluare în localitățile Piatra Neamț, Bicz și Roznov. S-au cercetat comparativ, morfologic și structural, frunze normale și vătămate, de la *Betula pendula*, *Carpinus betulus*, *Corylus avellana*, *Fraxinus excelsior* și *Ligustrum vulgare*.

La materialul recoltat din Bicz, unde depunerile de pulberi de ciment și var sunt evidente, apar frecvente tulburări ale creșterii, frunzele fiind uneori mai mici sau limbul are grosime diferită. După spălarea crustei de pulberi, la *Carpinus betulus* apar trei categorii de pete: cloroze punctiforme, mici pete albe și necroze punctiforme, toate dând un aspect mozaicat frunzei. Modificările cito-histologice sunt mai pronunțate la *Carpinus*, unde necrozele afectează epidermele și țesuturile de sub ele. La *Betula*, agenții poluanți modifică, în principal, aspectul celulelor epidermice, care devin mai mari și mucilaginoase. De foarte multe ori ostiolele sunt larg deschise, fiind blocat mecanismul de închidere-deschidere al stomatelor (mai ales la *Betula*).

Dintre plantele recoltate din Piatra Neamț, la *Corylus* suprafața limbului are cloroze, necroze și arsuri (frunze ciuruite), la *Fraxinus* și *Ligustrum* necroze apar în spațiile dintre nervurile secundare, iar la *Ligustrum* petele clorotice și necrotice dau frunzei un aspect mozaicat. Structural, la *Corylus*, în unele nervuri mediane apare un colenchim foarte dezvoltat și o epidermă inferioară papiloasă, cu unele depuneri străine. La alte frunze teaca periliberiană din nervurile secundare are celule cu pereți puternic îngroșați, lignificați și în fază incipientă de gelificare. Dacă la *Fraxinus* vătămările afectează țesuturile dintre nervuri (epiderma și țesutul palisadic), la *Ligustrum* necrozele apar la nivelul nervurilor, cu deosebire la nervura mediană. Presupunem că multiplele moduri de manifestare a modificărilor apărute la plantele recoltate din Piatra Neamț s-ar datora unui complex de noxe.

La *Fraxinus excelsior*, recoltat la Roznov, frunzele au atât necroze ce încep de la marginea limbului, cât și cloroze dispersate pe toată frunza. În nervura mediană aria vasculară este circulară (nu semilunară), înconjurată de o teacă inelară cu celule având pereții moderat îngroșați.

BIBLIOGRAFIE

1. Aneli, A.N., 1975 – *Atlas epidermy lista*. Tbilisi
2. Barbu, N., Gh.Lupașcu, 1974 – An. șt. Univ. Iași, S. II, c) Geogr., t. XX, 67-75
3. Candolle, C.D., 1879 – Mém. Soc. phys. et d'hist. nat. de Genève, t. 26, 427-480
4. Crăciun, C., P.Kolozvari, 1969 – Bul. Șt., Inst. Ped., Baia Mare, Ser. B, Nr. 1, 147-153
5. Donose-Pisică, Alice, Alexandrina Morariu, Anca Antohe, 1984 – Volum festiv, Muz. Ist. Nat. Iași, 183-187
6. Filipescu, Georgeta, Tamara Moțiu, C.Toma, 1987 – Culeg. Stud. și Artic. de Biol. (Grădina Botanică Iași), t. 3, 127-132
7. Ionescu, Al., V.Sanda, Elvira Grou, Ileana Buiculescu, 1971 – Rev. Roum. de Biol., Sér. Bot., t. XVI, Nr. 2, 125-139
8. Ionescu, Al., Gh.Neam, 1973 – Stud. și Cercet. de Biol., Ser. Bot., t. 25, 261-267
9. Ionescu, Al., A.Popescu, V.Sanda, 1974 – Stud. și Cercet., Subcom. Ocrot. Monum. Nat. din Oltenia, Slatina, 19-29
10. Keul, M., Vintilă, A.Andreica, G.Lazăr-Keul, 1979 – Studia, Universitatea Cluj, Biol., t. XXIV, Nr. 1, 28-34
11. Linsbauer, K., 1930 – *Die Epidermis*. Handbuch der Pflanzenanatomie, t. IV/27, Berlin-Stuttgart
12. Napp-Zinn, Kl., 1973, 1974 – *Anatomie des Blattes. II. Angiospermen*. Handbuch der Pflanzenanatomie, t. VIII/2, Berlin-Stuttgart
13. Maioreescu, E. și colab., 1964 – Rev. Păd., Nr. 12
14. Metcalfe, C.R., L.Chalk, 1950 – *Anatomy of the Dicotyledons*, t. I-II, Oxford
15. Mihăilescu, I.F., D.Grinea, 1977 – Anuarul Muz. St. Nat., Piatra Neamț: 61-68
16. Rugină, Rodica, Em.Grigorescu, Ursula Stănescu, 1986 – An. șt. Univ. Iași, Sect. II, a) Biol., t. XXXII, 14-16
17. Sanda, V., Al.Ionescu, A.Popescu, Elvira Grou, 1973 – Rev. Roum. de Biol., Sér. Bot., t. XVIII, Nr. 6, 341-346
18. Toma, C., Georgeta Filipescu, 1976-1977 – Stud. și comunic. Muz. Șt. Nat. Bacău, 412-418
19. Toma, C., Rodica Rugină, 1984 – Volum festiv, Muz. Ist. Nat. Iași, 65-71
20. Toma, C., Georgeta Teodorescu, 1988 – An. șt. Univ. Iași, Sect. II, a) Biol., t. XXXIV, 5-8
21. * * * 1952, 1961 – *Flora R.P.R.*, t. I, VIII, București

— EXPLICAȚIA PLANȘELOR —

Pl. I – *Betula pendula* Roth – Secțiuni superficiale (1-4) și transversale (5-8) prin limbul foliar.

- 1-2. Epiderma superioară (văzută de față)(15 × 40)
- 3-4. Epiderma inferioară (văzută de față)(15 × 40)
- 5-6. Limb-nervură mediană (schemă și detaliu)(15 × 10 și 15 × 40)
- 7-8. Limb-între nervuri (detalii)(15 × 40)

MODIFICĂRI MORFOLOGICE ȘI HISTO-ANATOMICE

Pl. II – *Carpinus betulus* L. – Secțiuni superficiale (1-8) și transversale (9-16) prin limbul foliar.

1-4. Epiderma superioară (văzută de față)(15 × 40)

5-8. Epiderma inferioară (văzută de față)(15 × 40)

9-11 și 15-16. Limb-nervură mediană (scheme și detalii) (10 × 10; 10 × 40)

12-14. Limb-între nervuri (detalii)(15 × 40)

Pl. III – *Corylus avellana* L. – Secțiuni superficiale (1-5) și transversale (6-10) prin limbul foliar.

1-3. Epiderma superioară (văzută de față)(15 × 40; 15 × 10)

4-5. Epiderma inferioară (văzută de față)(15 × 40)

6-8. Limb-nervură mediană (scheme și detalii)(7 × 10; 10 × 20; 15 × 40)

9-10. Limb-între nervuri (scheme)(10 × 40)

Pl. IV – *Fraxinus excelsior* L. – Secțiuni superficiale (1-9) și transversale (10-13) prin foliolă.

1-4. Epiderma superioară (văzută de față)(15 × 40)

5-9. Epiderma inferioară (văzută de față)(15 × 40)

10-12. Limb-nervură mediană (scheme)(7 × 20; 7 × 10)

13. Limb-între nervuri (detaliu păr secretor)(15 × 40)

Pl. V – *Ligustrum vulgare* L. – Secțiuni superficiale (1-5) și transversale (6-10) prin limbul foliar.

1,2,4. Epiderma superioară (văzută de față)(15 × 40)

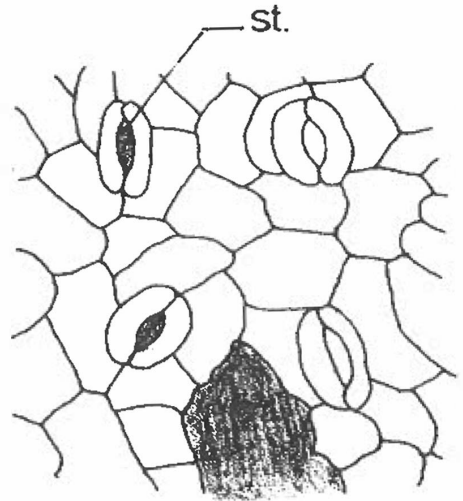
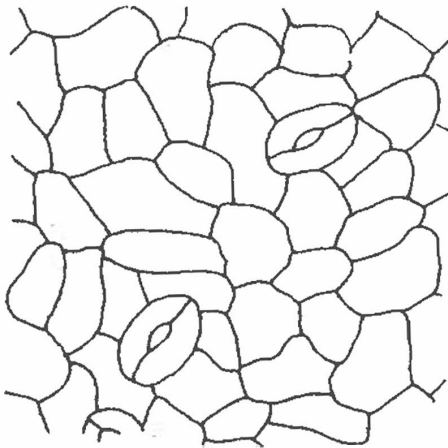
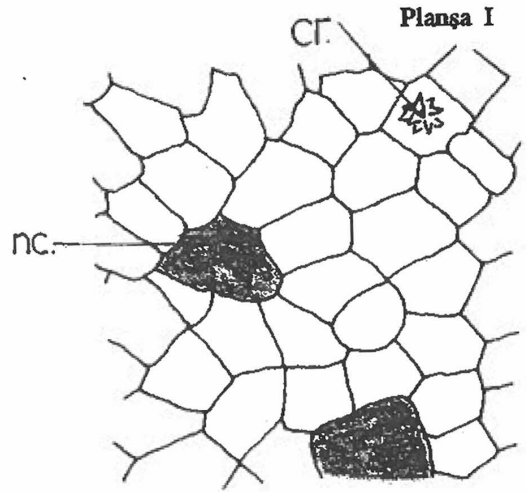
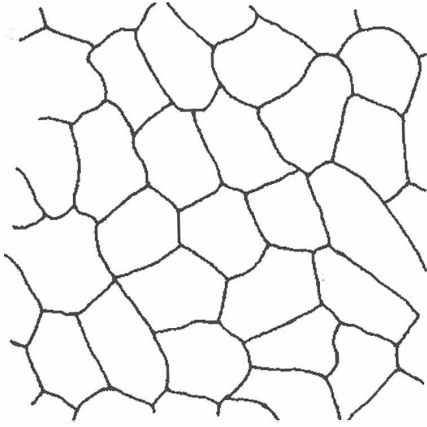
3,5. Epiderma inferioară (văzută de față)(15 × 40)

6-8. Limb-nervură mediană (scheme)(7 × 10; 10 × 10)

9-10. Limb-între nervuri (schemă și detaliu)(10 × 20; 10 × 40)

PRESCURTĂRI: c. ep = celulă epidermică; c. mcg = celulă mucilaginoasă; c. nv = celulă epidermică a nervurii; col = colenchim; cr = cristal; c. scl. gel = celule sclerenchimatice în curs de gelificare; dep = depuneri străine; ep = epidermă (i = inferioară; s = superioară); e. d = epidermă deformată; ep. m = epidermă mucilaginoasă; ep. nc = epidermă necrozată; lb = liber; lm = lemn; nc = necroză; nv = nervură; p. s = păr secretor; p. t = păr tector; scl = sclerenchim; st = stomată; ț. lc = țesut lacunos; ț. psd = țesut palisadic.

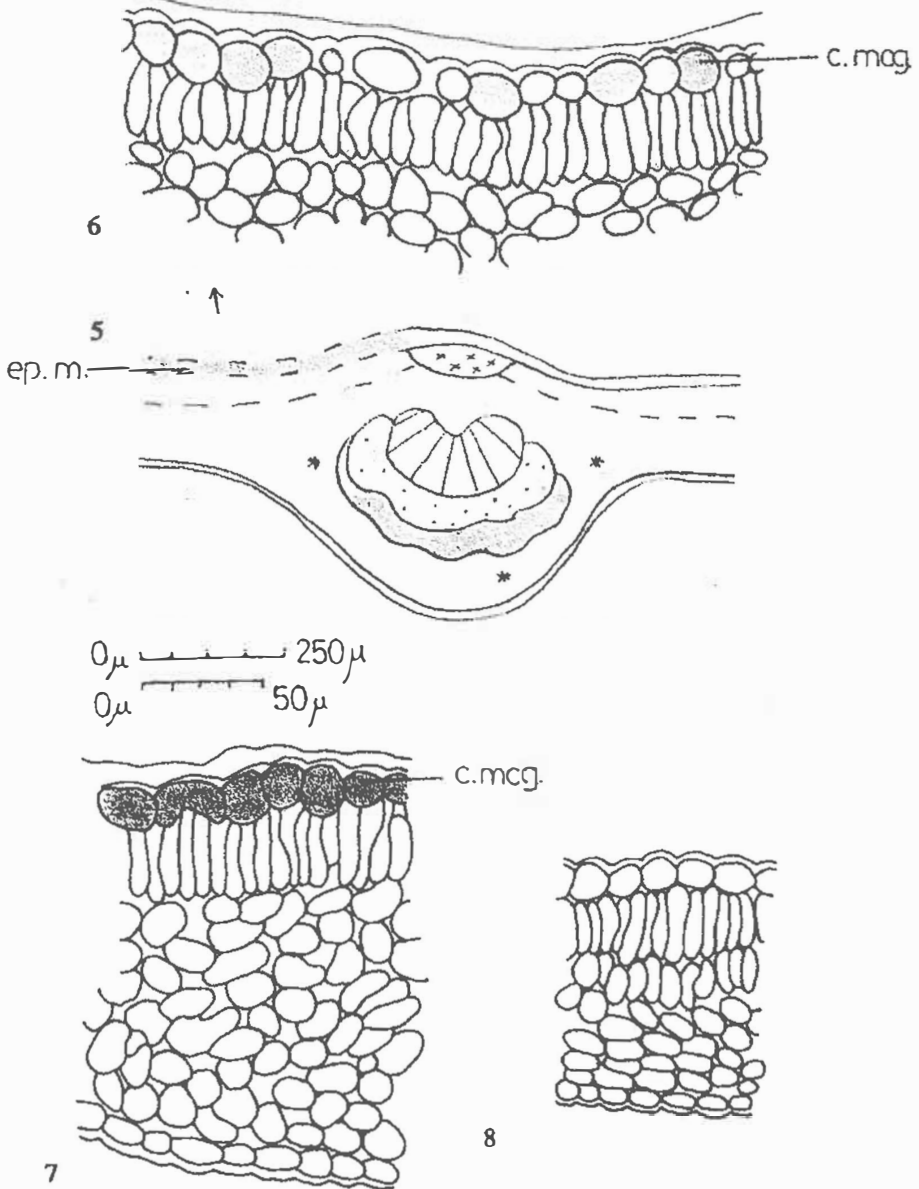
Toniuc Angela și colab.

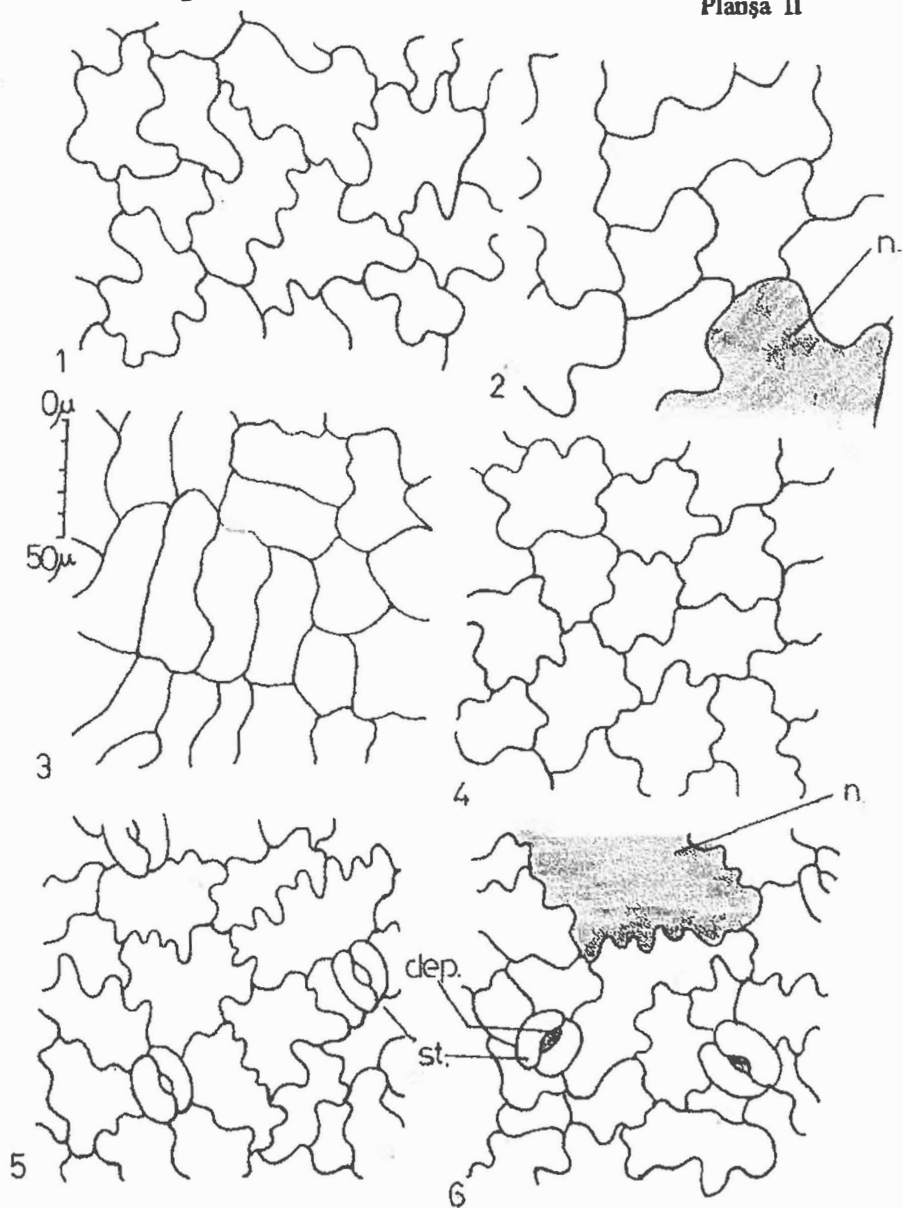


0 μ 50 μ

Toniuc Angela și colab.

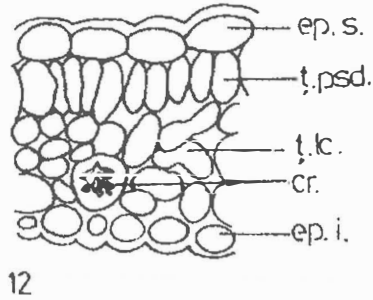
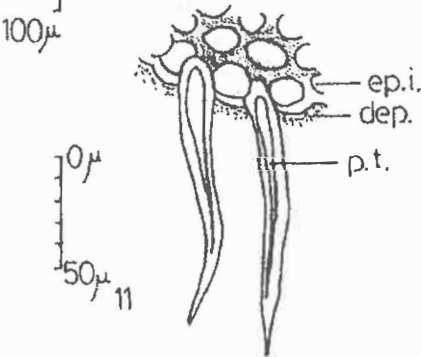
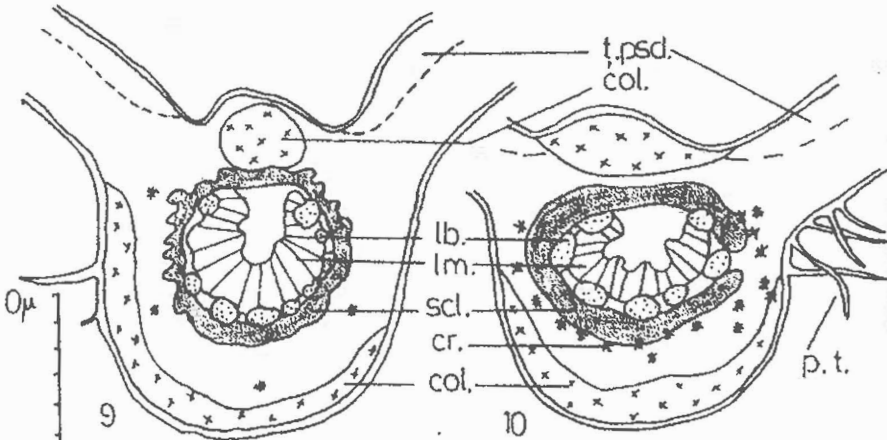
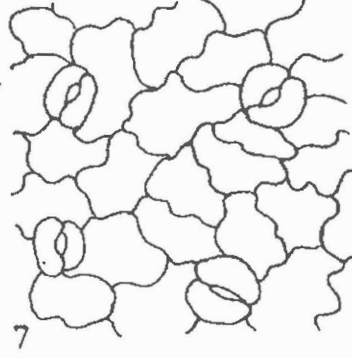
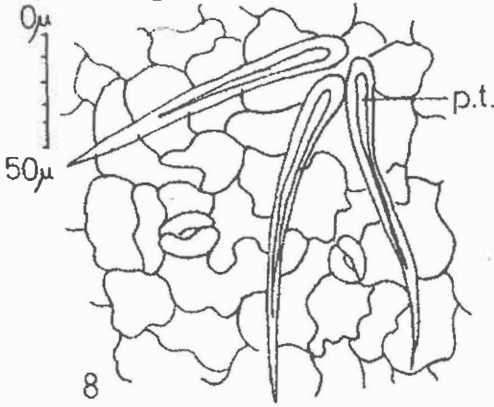
Plansa I



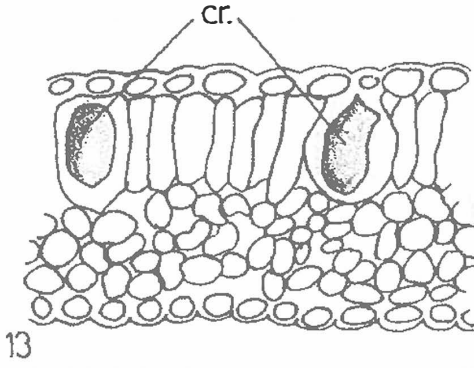


Toniuc Angela și colab.

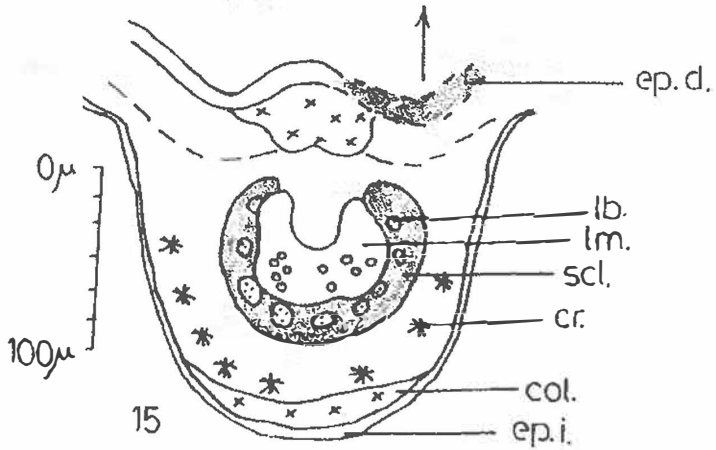
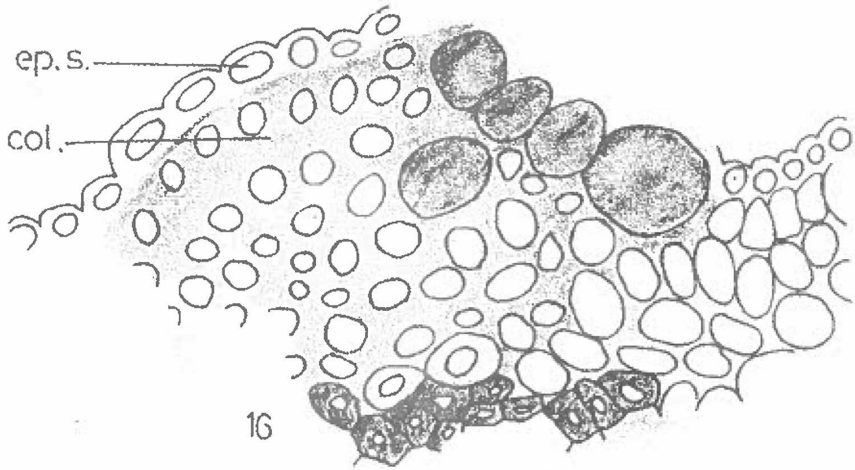
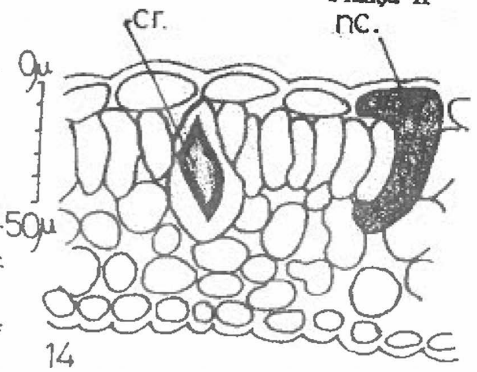
Plansa II



Toniuc Angela și colab.

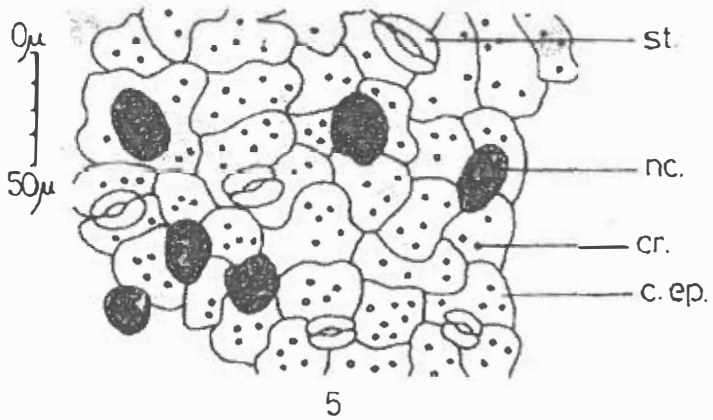
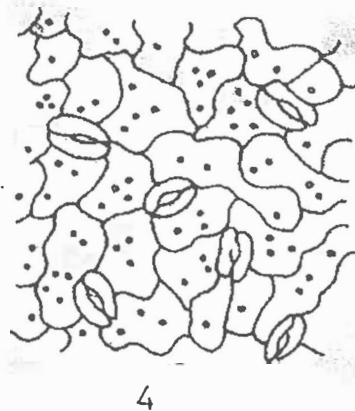
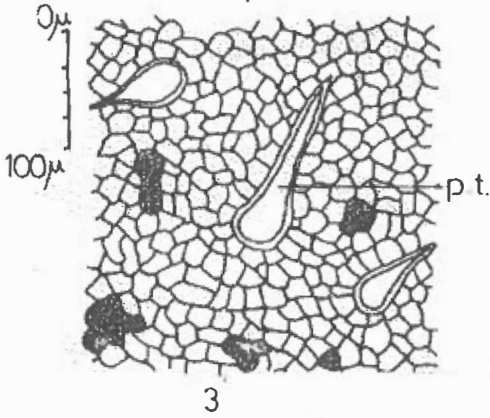
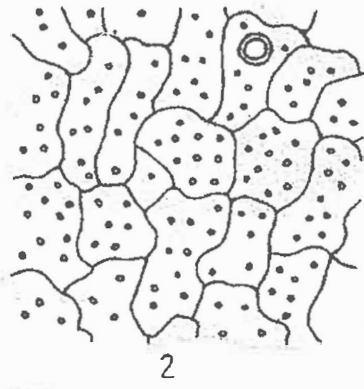
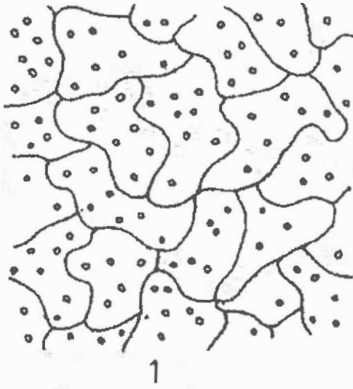


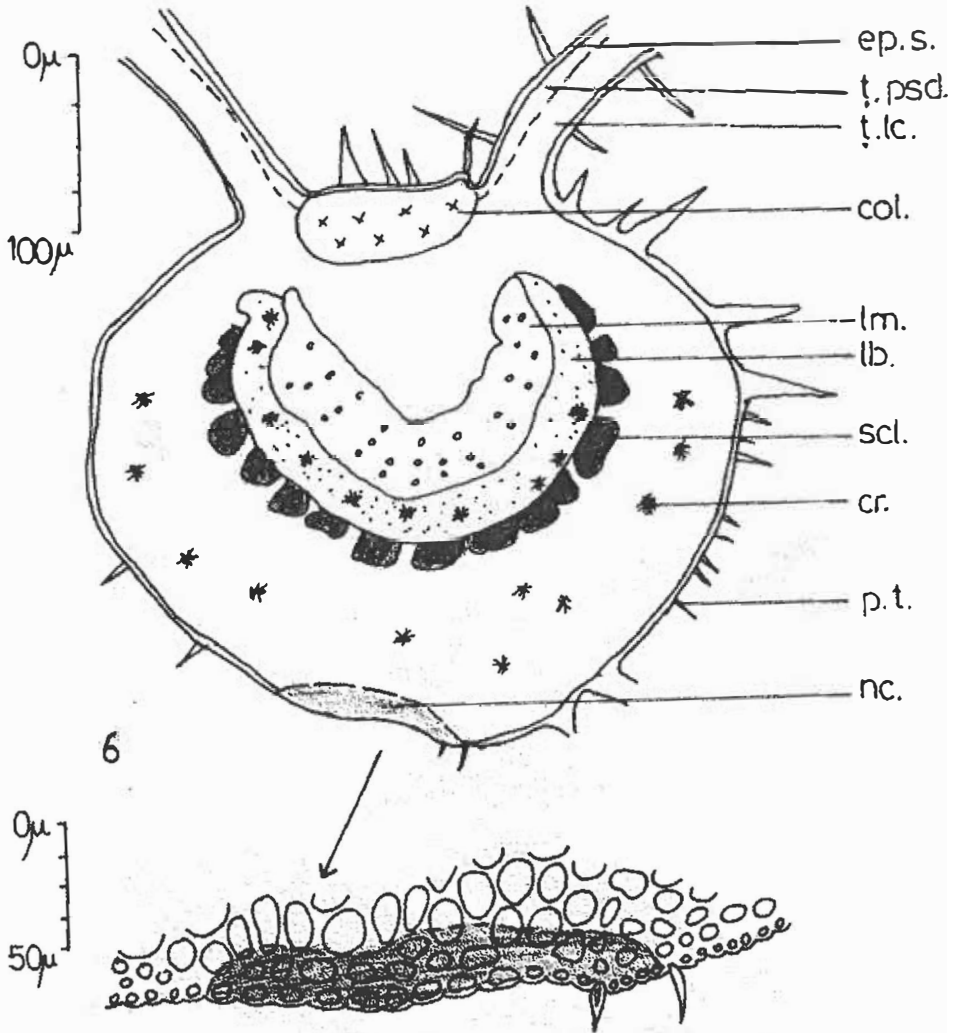
Planta II
nc.

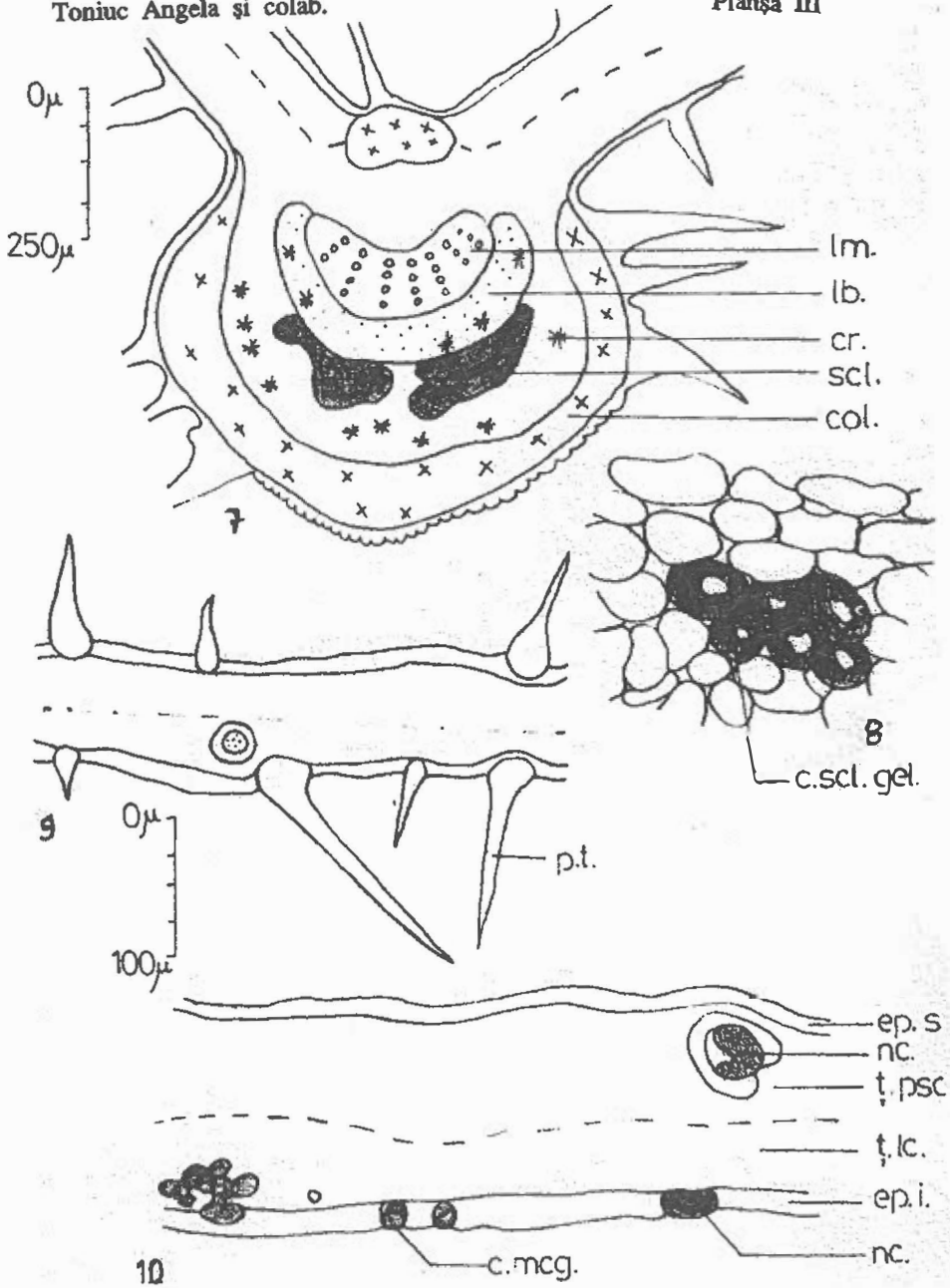


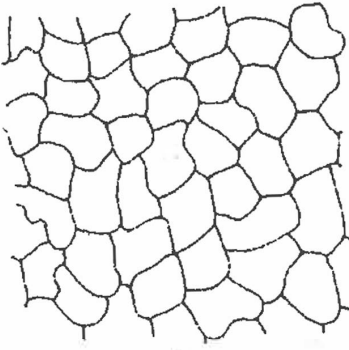
Toniuc Angela și colab.

Plăușă III





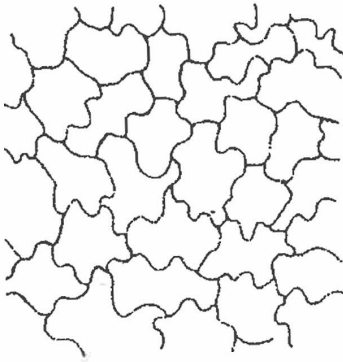




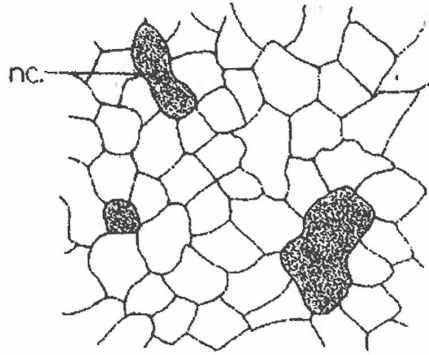
1



2

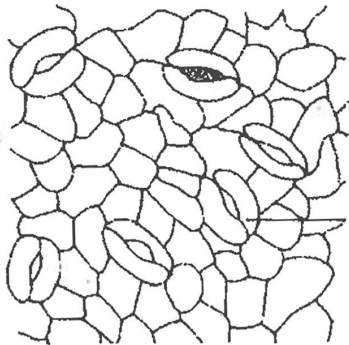


3



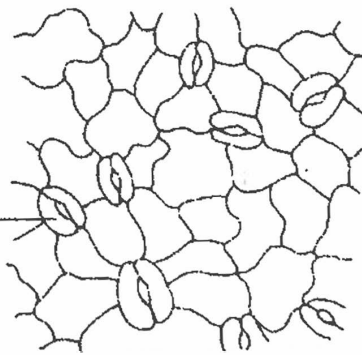
nc.

4



st.

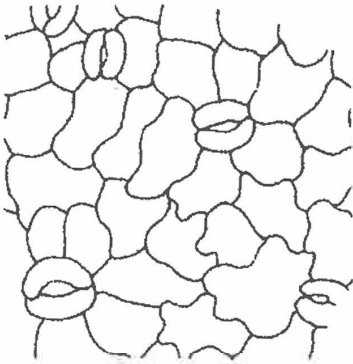
5



6

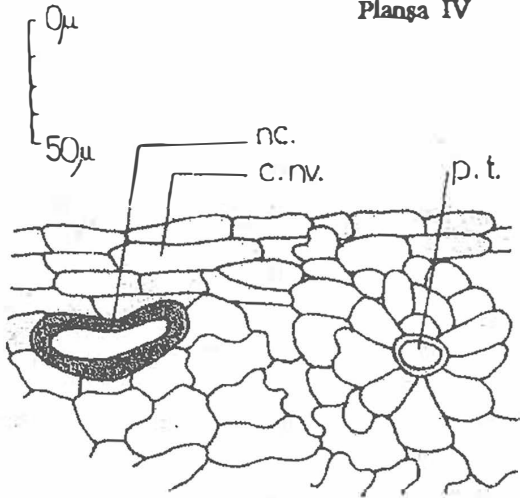
0μ 50μ

Toniuc Angela și colab.

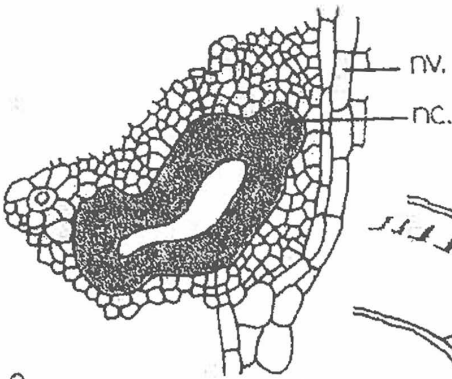


7

Plasa IV



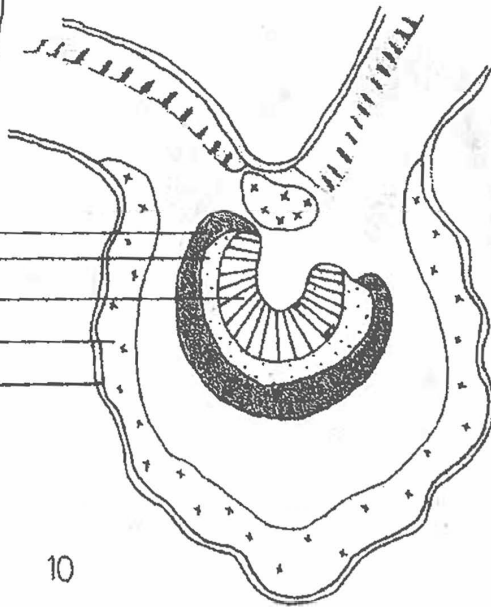
8



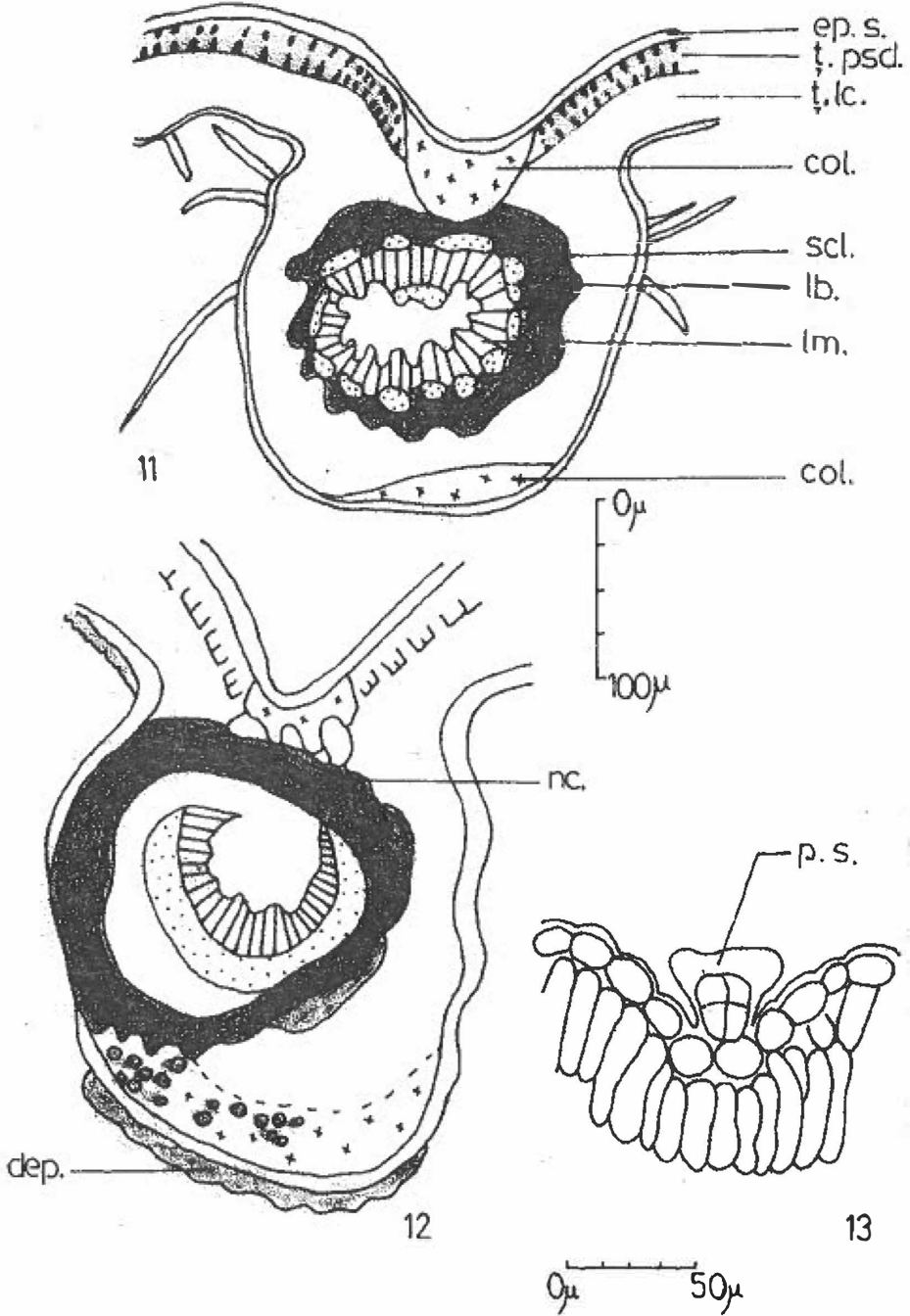
9

0 μ
100 μ

scl.
lb.
im.
col.
ep. i.

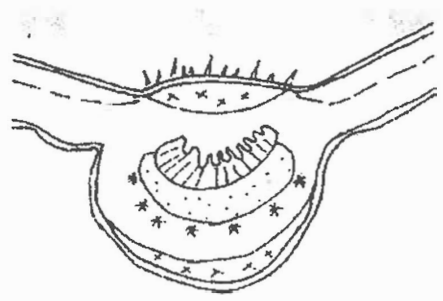
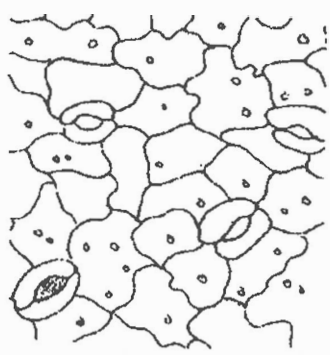
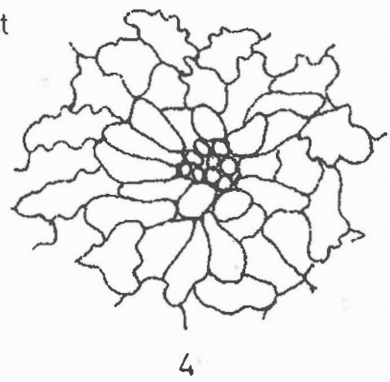
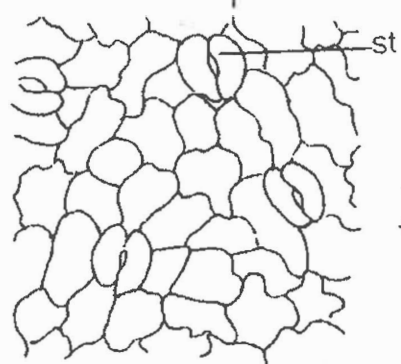
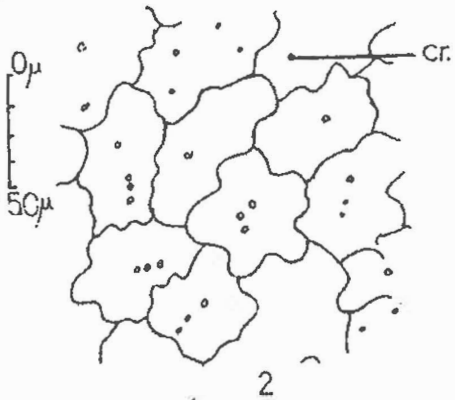
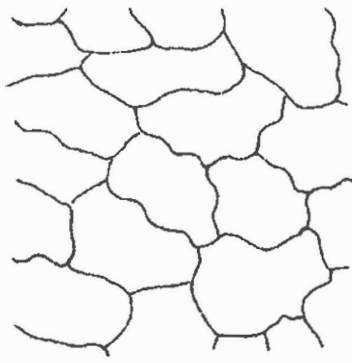


10



Toniuc Angela și colab.

Plasa V



Toniuc Angela și colab.

Plasa V

