

UDK 581.4 : 581.526.54 (497.1)

BRANKA STEVANOVIĆ i VLADIMIR STEVANOVIĆ

## MORFO–ANATOMSKE KARAKTERISTIKE NEKIH ZNAČAJNIH HAZMOFITA SUBALPIJSKE VEGETACIJE STENA NA PLANINI ORJEN U CRNOJ GORI

Institut za botaniku i botanička bašta,  
Prirodno–matematički fakultet, Beograd

Stevanović, B. and Stevanović, V. (1984): *Morpho–anatomical characteristics of some important plant species from chasmophytic vegetation of the mountain Orjen in Montenegro*. – Glasnik Instituta za botaniku i botaničke bašte Univerziteta u Beogradu, Tom XVIII, 59–76.

The fourteen plant species characteristic for the chasmophytic vegetation of the mountain Orjen in Montenegro have been analysed for their morphological and anatomical features. All these plants belong to the different types of xerophytes characterized either by one or by combination of the xeromorphic properties.

Key words: subalpine rock vegetation, chasmophytes, xeromorphic features, ecomorphological adaptations.

Ključne reči: subalpijska vegetacija stena, hasmofite, kseromorfne osobine, ekomorfološke adaptacije.

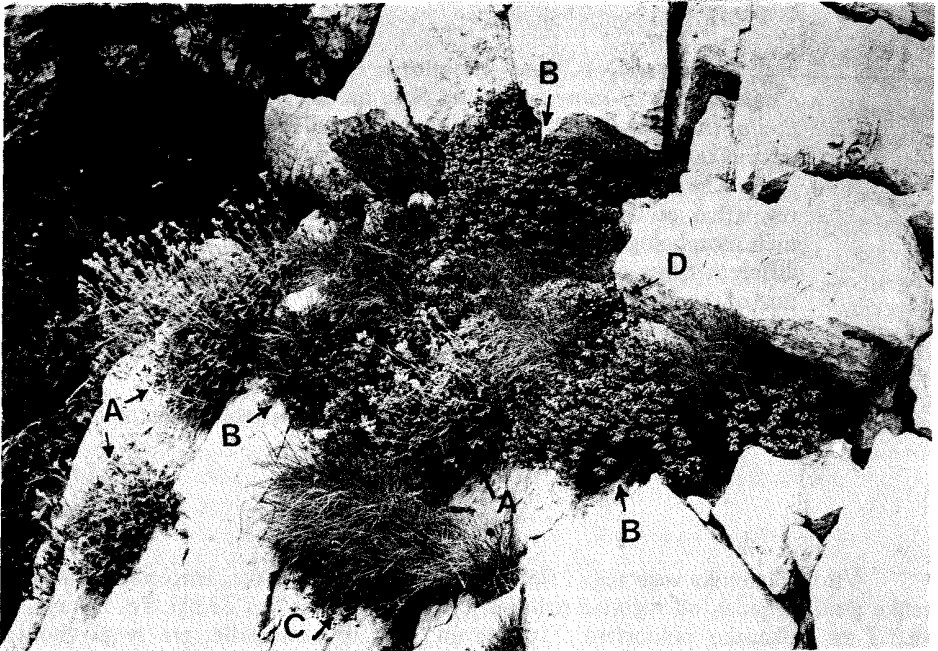
### UVOD

Visokoplaninska vegetacija i flora predstavljaju, sa ekološke, horološke i istorijske tačke gledišta, jedan od najinteresantnijih oblika vegetacije na Zemlji. To, razume se, važi i za Balkansko poluostrvo i Jugoslaviju, koja se karakteriše, pre svega visokim stepenom endemizma visokoplaninske flore i vegetacije (biljnih zajednica). Skoro da nema visoke planine na Balkanu na kojoj se ne može naći neka endemična vrsta ili zajednica čiji su cenobionti pretežno endemičnog karaktera. Uzroci različitih specifičnosti flore i vegetacije (između kojih je endemičnost jedna od najvažnijih) leži u posebnoj ekologiji koja vlada na visokim planinama. Ekološki uslovi visoke planine u mnogo čemu se

odlikuju ekstremnošću, što, između ostalog, uslovljava sasvim specifične probleme opstanka biljaka i životinja. Ove probleme živi svet rešava na različite načine, kroz adaptacije različitih nivoa (morfološki, anatomski, fiziološki, biohemijski, itd.). Velika insolacija kada se radi o otvorenim staništima, kvalitet svetlosti, niske temperature, kratak vegetacijski period, snažni vetrovi, nerazvijenost zemljišta i nedostatak mineralnih materija u njemu, sve su to najosnovnije odlike visokoplaninskih regiona koje najrazličitije variraju u zavisnosti od tipa staništa, geografskog položaja planine, njene geologije i geomorfologije.

Na primeru nekih biljaka subalpijskog regiona planine Orjen dat je prikaz ekoloških karakteristika hazmofita, odnosno njihovih morfo-anatomskih adaptacija.

Subalpijski region planine Orjen u Crnoj Gori iznad ili u okviru zone munike (*Pinus heldreichii*), a ređe, odnosno sasvim lokalno i zone subalpijske bukve, odlikuje se raznovrsnom i cenotički veoma složenom hazmofitskom vegetacijom. Ova vegetacija se razvija na izloženim i ogoljenim grebenima, obično koso do okomito, ređe horizontalno položenih krečnjačkim stenama (Sl. 1). Na ovakvim, po pravilu izloženim mestima, mediteranskog subalpijskog regiona, na formiranje opšteg izgleda biljaka, kao i čitavog biljnog pokrivača, najizrazitije deluje intenzivno sunčevo zračenje, vetar, temperatura, kao i veoma specifična priroda staništa (veliki nagib, oskudno zemljište, itd.), što sve ima za posledicu čitav niz karakterističnih morfo-anatomskih adaptacija, pre svega, listova, kod biljaka ovakvih staništa.



Sl. 1. — Stene subalpijskog regiona Orjena sa hazmofitskim vrstama *Potentilla speciosa* (A), *Moltkia petraea* (B), *Carex laevis* (C), i *Arenaria gracilis* (D).

Rocks of subalpine region of the mountain Orjen with some chasmophytes: *Potentilla speciosa* (A), *Moltkia petraea* (B), *Carex laevis* (C) and *Arenaria gracilis* (D).

Morfo—anatomska analiza se odnosila na neke najznačajnije cenobionte subalpijske vegetacije pukotina krečnjačkih stena u cilju što potpunijeg sagledavanja njihovih ekoloških karakteristika i opšte ekoloških odlika subalpijske vegetacije stena, i ustanovljavanja korelativnih odnosa između pojave određenih kseromorfoza kod ispitivanih hazmofita i uslova staništa.

Istraživanja su obuhvatila sledeće vrste: *Amphoricarpus neumayeri* Vis., *Potentilla speciosa* Willd., *Avena compacta* Boiss. et Heldr., *Hieracium waldsteinii* Tausch, *Edraianthus graminifolius* (L.) DC. var. *baldaccii* Janch., *Arenaria gracilis* W. et K., *Moltkia petraea* (Tratt.) Gris., *Gnaphalium roeseri* Boiss. et Heldr., *Sesleria tenuifolia* Schard., *Thymus striatus* G. Vahl, *Carex laevis* Kit., *Silene saxifraga* L., *Aquilegia dinarica* G. Beck. i *Edraianthus serpyllifolius* (Vis.) DC. Sa fitogeografske i florističke tačke gledišta većina vrsta je endemo—reliktnog karaktera, a to se naročito odnosi na vrste *Amphoricarpus neumayeri*, *Moltkia petraea*, *Aquilegia dinarica*, *Edraianthus serpyllifolius*, *Potentilla speciosa* i *Arenaria gracilis* koje predstavljaju prave paleoendemite. Ostale vrste pripadaju ili grupi endemičnih (*Hieracium waldsteinii*, *Edraianthus graminifolius* var. *baldaccii*, *Avena compacta*) ili subendemičnih (*Sesleria tenuifolia*, *Thymus striatus*, *Gnaphalium roeseri*) i ređe alpijskih (srednje—južnoevropskih planinskih biljaka) (*Carex laevis* i *Silene saxifraga*). U ekološkom pogledu najveću plastičnost pokazuju vrste *Amphoricarpus neumayeri*, *Carex laevis* i *Arenaria gracilis* koje se sreću na stenama svih ekspozicija i u velikom dijapazonu nadmorskih visina (Sl. 2). Nasuprot, neke vrste se nalaze samo na određenim ekspozicijama, kao na primer *Aquilegia dinarica* i *Edraianthus serpyllifolius* samo na severnim ili severozapadnim ekspozicijama (Sl. 3), ili *Moltkia petraea* koja je u višim regionima planine isključivo na južnim ekspozicijama. Ostale vrste se uglavnom nalaze na svetlijim stenama, a sporodično na severnim senovitim i hladnijim položajima.



Sl. 2. — Busenovi vrsta *Amphoricarpus neumayeri* (A) i *Arenaria gracilis* (B) u pukotinama stena.

Cushions of the species *Amphoricarpus neumayeri* (A) and *Arenaria gracilis* (B) in the rock crevices.



Sl. 3. — Vrsta *Aquilegia dinarica* u pukotinama severu izložene stene.  
The species *Aquilegia dinarica* in the crevices on northward exposed rock.

Ekomorfološka ispitivanja karakterističnih ekoloških grupa biljaka sprovode se već duži niz godina u okviru kompleksnih ekoloških i fiziološko—ekoloških proučavanja pojedinih biljnih vrsta, kao i čitavih zajednica karakterističnih za pojedina područja Jugoslavije, na Katedri za ekologiju i geografiju biljaka Odseka za biološke nauke u Beogradu, kao i u istraživačkim projektima Odeljenja za fiziološku i biohemijsku ekologiju biljaka Instituta za biološka istraživanja „Siniša Stanković” u Beogradu.

#### MATERIJAL I METODIKA

Morfološke karakteristike ispitivane su na prirodnim staništima ovih biljaka, na planini Orjen, kao i na osnovu sakupljenog herbarskog materijala koji se nalazi u Institutu za botaniku i botaničkoj bašti u Beogradu. Anatomska analiza obavljena je na trajnim preparatima — poprečnim preseccima kroz listove ispitivanih biljaka, napravljenim standardnim postupkom koji obuhvata: obradu fiksiranog materijala, u fiksativu Navašina (Prozina, V., 1957) parafinskom metodom, sečenje preparata (deļbina 20 mikrometara) na klizećem mikrotomu i dvojno bojenje preparata safraninom i svetlo—zelenim (Chamberlain, C., 1921). Na osnovu izvršenih merenja na mikroskopu određena je deļbina liske i mezofila, visina i duļina epidermskih ćelija lica i nalićja lista, zatim ustanovljene su i opisane vrste i načini periferijskih zaštita, kao i opšti izgled i raspored stoma i nervature lista.

#### REZULTATI I DISKUSIJA

Opšti izgled (habitus) ovih biljaka, pre svega manje ili više izražena jastučasta forma, kao i anatomske osobine listova, kao organa koji najviše varira u spoljašnjoj i

unutrašnjoj strukturi, formira se pod kompleksnim, neposrednim ili posrednim dejstvom više ekoloških faktora. U uslovima subalpijske vegetacije to su izrazito jaka insolacija, česti i snažni vetrovi, relativno nepovoljan temperaturni režim i zemljište koje je nerazvijeno, pa su otuda i lošiji uslovi vodnog režima staništa. S obzirom na ovakve opšte uslove spoljašnje sredine na staništu uočene su kod svih ispitivanih biljaka, u većoj ili manjoj meri razvijene određene kseromorfoze, pri čemu su neke od njih istovremeno i heliomorfne karakteristike (Zaljeanski, O. V., 1948). Pored toga može se pretpostaviti da nedostatak nekih mineralnih materija u slabo obrazovanom zemljištu, kao i nepovoljan temperaturni režim podloge koji utiču na slabije usvajanje azota, uslovljavaju pojavu tzv. „peinomorfoza“ (Greb, H., 1957; Walter, H., 1968), koje se manifestuju na isti ili sličan način kao i kseromorfne odlike.

Ispitivane biljke odlikuju se zbijeno busenastim (*A. gracilis*, *E. serpyllifolius*, *S. saxifraga*, *M. petraea*, *A. compacta*, *S. tenuifolia*, *C. laevis*), rastresito busenastim (*E. gramunifolius*, *T. striatus*) ili rozetastim habitusom (*G. roeseri*, *H. waldsteinii*, *A. dinarica*). Ovakav opšti izgled ovih biljaka karakterističan je uopšte uzev za visokoplaninska područja, gde biljke gusto zbijenim izdancima skraćених internodija i ostacima starih, sasušених listova formiraju busenove koje donekle zatvaraju i partikule kamena i drugog detritusa, što sve zajedno sprečava ili umanjuje nepovoljno dejstvo intenzivnog zračenja, jakih i čestih vetrova, prekomerne transpiracije i promenljivih temperaturnih uslova na staništu.

Ustanovljeno je da sve proučavane biljke pripadaju kserofitama u širem smislu te reči. Pri tome moglo bi se izdvojiti nekoliko grupa biljaka koje se odlikuju određenim zajedničkim osobinama i sličnim načinima adaptacije na uslove spoljašnje sredine na staništu.

Anatomske karakteristike listova svih ispitivanih biljaka analizovane na poprečnim preseccima i izražene u mikrometrima prikazane su na tabelama od 1 do 5.

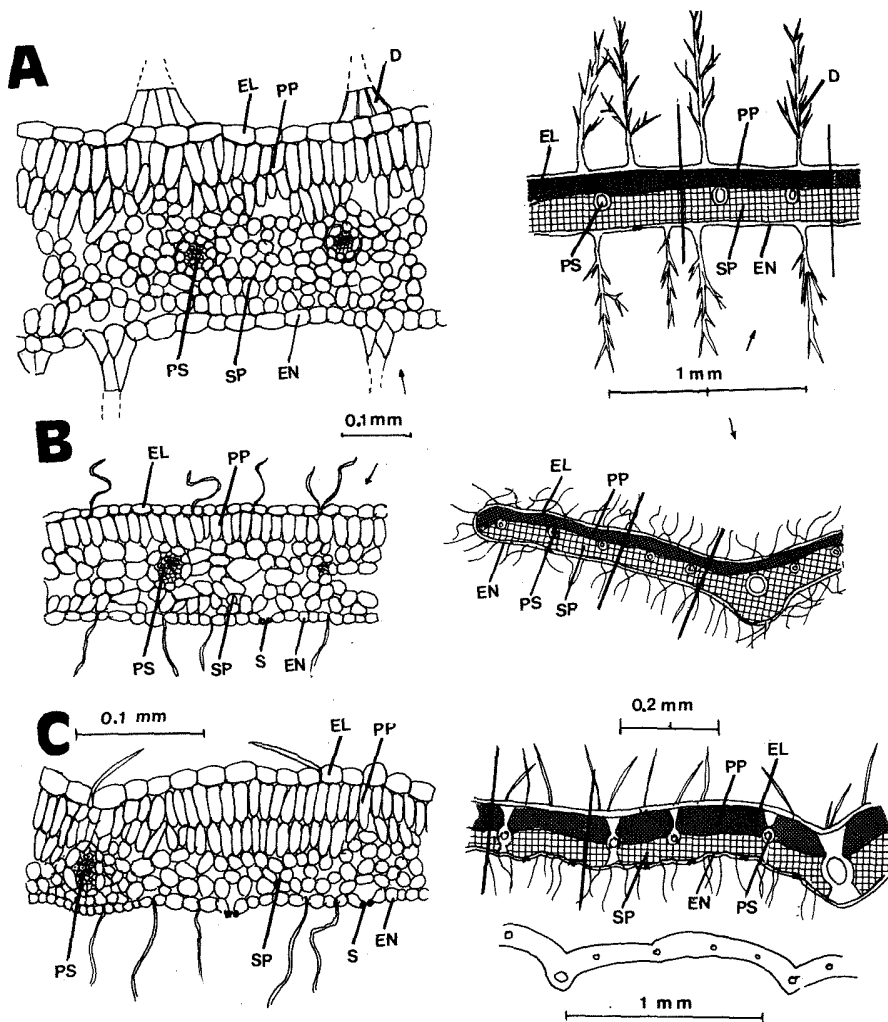
Tab. 1. — Anatomске karakteristike listova analizovane na poprečnom preseccu (izražene u mikrometrima).

Anatomical features of leaves on cross section in  $\mu\text{m}$ .

Vrsta Plant species	Debljina liste Leaf thickness	Debljina mezofila Mesophyl thickness	Epidermis lica		Epidermis naličja	
			Upper epidermis visina height	dužina length	Lower epidermis visina height	dužina length
<i>Gnaphalium roeseri</i>	160–190	126–151	16–25	19–32	13–19	13–19
<i>Potentilla speciosa</i>	95–151	72–125	13–19	16–28	6–13	9–16
<i>Hieracium waldsteinii</i>	328–421	296–359	22–32	32–47	25–35	35–50

U prvu grupu biljaka mogu se svrstati vrste *Gnaphalium roeseri*, *Potentilla speciosa* i *Hieracium waldsteinii*. Po obliku, listovi ovih biljaka se veoma razlikuju među sobom. Listovi vrste *G. roeseri* su lancetasto izduženi, veoma uski, listovi vrste *P. speciosa* su trodelni, sa veoma sitnim listićima, dok su izrazito krupni, obrnuto-jajasti listovi vrste *H.*

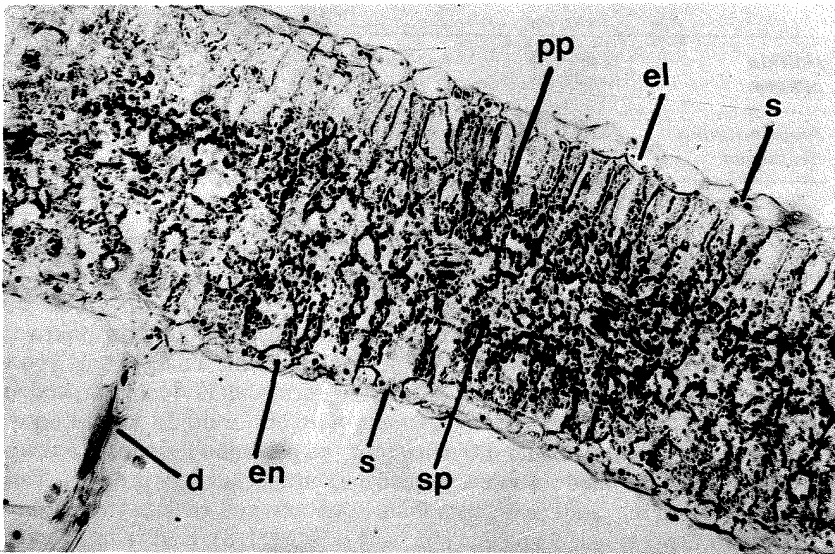
*waldsteinii*. Ovako različiti listovi odlikuju se i različitom debljinom liske na poprečnom preseku (Tab. 1), koja je najdeblja kod vrste *H. waldsteinii* (od 330 do 420  $\mu\text{m}$ ), znatno tanja kod vrste *G. roeseri* (od 160 do 190  $\mu\text{m}$ ) i najtanja kod vrste *P. speciosa* (od 95 do 150  $\mu\text{m}$ ) (Sl. 4). Međutim, morfološki i ekološki posmatrano sve tri biljne vrste odlikuju se veoma izraženim periferijskim zaštitama u obliku moćno razvijenog pokrivača od svetlih (belih) dlaka i na licu i na naličju lista (njihova debljina prevazilazi širinu liske na



Sl. 4. – Poprečan presek kroz listove vrste *Hieracium waldsteinii* (A), *Gnaphalium roeseri* (B) i *Potentilla speciosa* (C): el – epidermis lica, pp – palisadni parenhim, sp – sunderasti parenhim, ps – sprovodni snopić, en – epidermis naličja, s – stoma, d – dlaka.

Cross section of leaves of the species *Hieracium waldsteinii* (A), *Gnaphalium roeseri* (B) and *Potentilla speciosa* (C): el – upper epidermis, pp – palisade parenchyma, sp – spongy parenchyma, ps – vascular bundle, en – lower epidermis, s – stoma, d – trichome.

poprečnom preseku). Ispod sloja dlaka ćelije epidermisa su tankih zidova sa slabio izraženom kutikulom (debljine do  $2,5 \mu\text{m}$ ). Ćelije epidermisa su relativno sitne, naročito kod vrste *P. speciosa* (visine od 6 do  $19 \mu\text{m}$ ), nešto krupnije su kod vrste *G. roeseri* (visine od 13 do  $25 \mu\text{m}$ ), a najveće kod vrste *H. waldsteinii* (visine od 22 do  $35 \mu\text{m}$ ), pri čemu su po veličini slične među sobom ćelije epidermisa lica i naličja lista. Mezofil je diferenciran, tkiva mezofila su veoma razvijena, naročito palisadni parenhim. Debljina mezofila je najmanja kod najmanjih i najtanjih listića vrste *P. speciosa* (od 72 do  $125 \mu\text{m}$ ), nešto veća kod listova vrste *G. roeseri* (od 130 do  $150 \mu\text{m}$ ), a najveća kod vrste *H. waldsteinii* (od 300 do  $360 \mu\text{m}$ ). Provodni snopići su brojni. Stome su sitne i nalaze se na naličju lista, izuzev kod vrste *H. waldsteinii* gde su i na licu i na naličju lista (Sl. 5).



Sl. 5. — Poprečan presek kroz list vrste *Hieracium waldsteinii* (fotografija): el. — epidermis lica, pp — palisadni parenhim, sp — sunderasti parenhim, en — epidermis naličja, s — stoma, d — dlaka.

Cross section of leaf of the species *Hieracium waldsteinii* (micrograph): el — upper epidermis, pp — palisade parenchyma, sp — spongy parenchyma, en — lower epidermis, s — stoma, d — trichome.

Za vrste *Moltkia petraea* i *Amphoricarpus neumayeri* karakteristično je i zajedničko da je lancetasta liska na krajevima savijena prema naličju lista koje je gusto prekriveno dlakama. Debljina lista vrste *M. petraea* na poprečnom preseku iznosi od 190 do  $225 \mu\text{m}$ , a vrste *A. neumayeri* od 220 do  $315 \mu\text{m}$  (Tab. 2). Na licu lista kutikula je veoma dobro izražena (oko  $3 \mu\text{m}$ ), a zadebljao je i spoljašnji zid epidermskih ćelija ( $3-6 \mu\text{m}$ ). Ćelije epidermisa lica kod obe vrste krupnije su od ćelija epidermisa naličja (Sl. 6). Visina ćelija epidermisa lica kod vrste *M. petraea* kreće se od 24 do  $40 \mu\text{m}$ , a epidermisa naličja od 9 do  $13 \mu\text{m}$ . Kod vrste *A. neumayeri* visina epidermskih ćelija lica takođe je između 25 i  $40 \mu\text{m}$ , a epidermisa naličja od 13 do  $25 \mu\text{m}$ . Mezofil je diferenciran, pri čemu je palisadno tkivo veoma dobro razvijeno, dok se u sunderastom parenhimu uočavaju intercelulari. Kod vrste *M. petraea* zapaža se na naličju lista jedan, nekontinuiran

ni sloj atipičnog palisadnog tkiva. Debljina mezofila kod vrste *M. petraea* iznosi od 148 do 186  $\mu\text{m}$ , a kod vrste *A. neumayeri* od 190 do 270  $\mu\text{m}$  (Sl. 7). Provodni snopići su brojni. Stome su sitne i nalaze se samo na naličju lista.

Tab. 2. – Anatomске karakteristike listova analizovane na poprečnom preseku (izražene u mikrometrima).

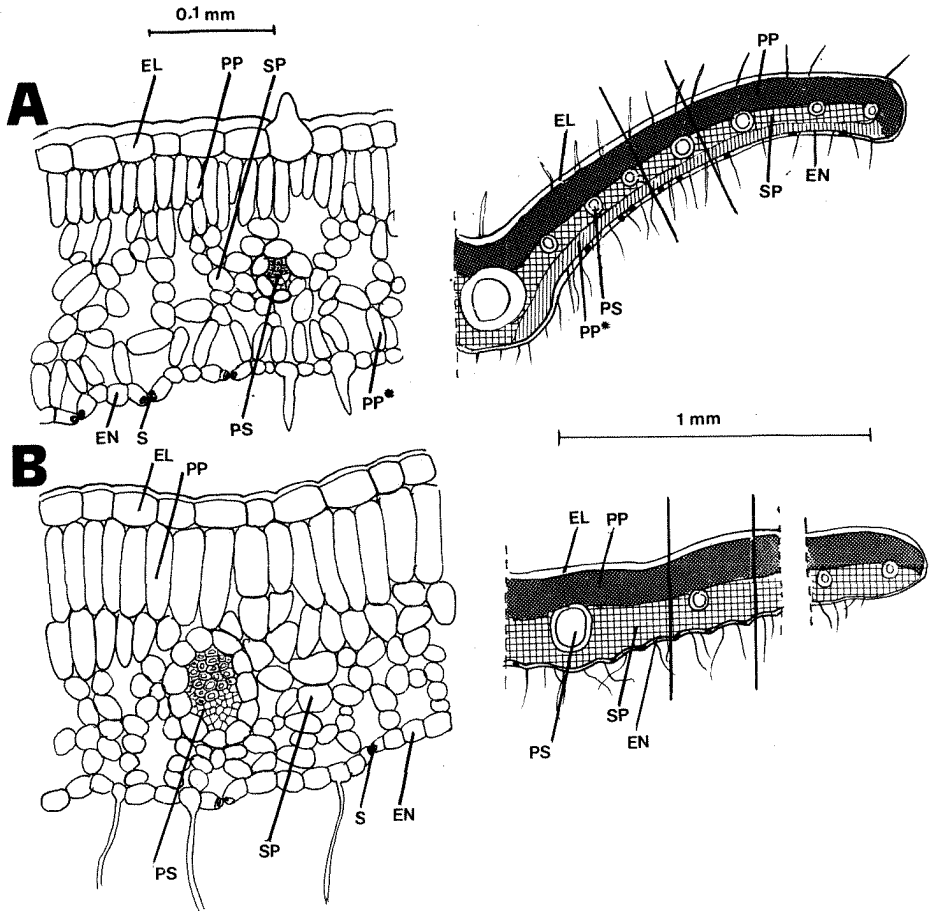
Anatomical features of leaves on cross section in  $\mu\text{m}$ .

Vrsta Plant species	Debljina liske Leaf thickness	Debljina mezofila Mesophyl thickness	Epidermis lica Upper epidermis		Epidermis naličja Lower epidermis	
			visina height	dužina length	visina height	dužina length
<i>Moltkia petraea</i>	186–225	148–186	25–40	25–40	9–13	9–13
<i>Amphoricarpus neumayeri</i>	220–315	186–270	25–41	25–41	13–25	13–28

Vrste *Arenaria gracilis*, *Silene saxifraga*, *Edraianthus graminifolius* var. *baldaccii* i *Thymus striatus* odlikuju se, u smislu pojava kseromorfnih karakteristika, mikrofilijom, moćno razvijenom kutikulom (3–6  $\mu\text{m}$ ), veoma zadebljalim (3–10  $\mu\text{m}$ ), donekle lignifikovanim spoljašnjim zidom epidermskih ćelija i odsustvom dlakavog pokrivača. Za sve ove vrste karakteristično je da su im ćelije epidermisa lica i naličja relativno veoma krupne, tako da visina ovih ćelija iznosi kod vrste *A. gracilis* od 22 do 38  $\mu\text{m}$ , kod vrste *S. saxifraga* od 30 do 40  $\mu\text{m}$ , kod vrste *E. graminifolius* od 25 do 38  $\mu\text{m}$ , i kod vrste *T. striatus* od 22 do 38  $\mu\text{m}$ . U mezofilu diferenciranom na palisadno i sunderasto tkivo ćelije su veoma čvrsto zbijene među sobom, gotovo bez intercelularnih prostora. Palisadno tkivo je jače razvijeno od sunderastog parenhima, odnosno kod vrste *E. graminifolius* i *T. striatus* palisadno tkivo se nalazi i na licu i na naličju lista (Sl. 8). Kod vrste *A. gracilis* i *S. saxifraga* u ćelijama mezofila zapažaju se brojni, često veoma krupni kristali kalcijum oksalata. Malobrojni mehanički elementi se zapažaju oko centralnog provodnog snopića. Izraženo sklerenhimsko tkivo u obliku kapa razvijeno je oko jednog broja provodnih snopića kod vrste *T. striatus*. Debljina mezofila iznosi kod vrste *A. gracilis* (Sl. 9) od 220 do 250  $\mu\text{m}$ , kod vrste *S. saxifraga* od 170 do 210  $\mu\text{m}$ , kod vrste *E. graminifolius* od 310 do 420  $\mu\text{m}$ , i kod vrste *T. striatus* od 120 do 220  $\mu\text{m}$ . Izrazito razvijen mezofil, kao i krupne ćelije epidermisa lica i naličja ukazuju i na znatnu debljinu liske relativno sitnih listova čime se odlikuju sve četiri ispitivane vrste. Debljina liske na poprečnom preseku iznosi kod vrste *A. gracilis* od 280 do 310  $\mu\text{m}$ , kod vrste *S. saxifraga* od 220 do 270  $\mu\text{m}$ , kod vrste *E. graminifolius* od 330 do 480  $\mu\text{m}$ , i najzad kod vrste *T. striatus* od 180 do 270  $\mu\text{m}$  (Tab. 3). Stome su veoma sitne i nalaze se i na licu i na naličju lista.

U grupu stipakserofita mogu se, od ispitivanih biljaka, svrstati vrste *Avena compacta*, *Sesleria tenuifolia* i *Carex laevis*, koje se u anatomskoj građi listova odlikuju svim onim specifičnostima karakterističnim za ovu grupu kserofita. Kod sve tri vrste zapaža se da su listovi uzani, čvrsti i elastični, više ili manje cevasto uvijeni. Lice lista na kome se nalaze stome i dlake čini unutrašnju stranu ove cevaste šupljine (Sl. 10). Kod vrste *C. laevis* malobrojne stome nalaze se i na naličju lista (bliže krajevima liske). Na licu lista su rebra i između njih pliće i dublje brazde. Naličje lista je ravno i glatko i predstavlja

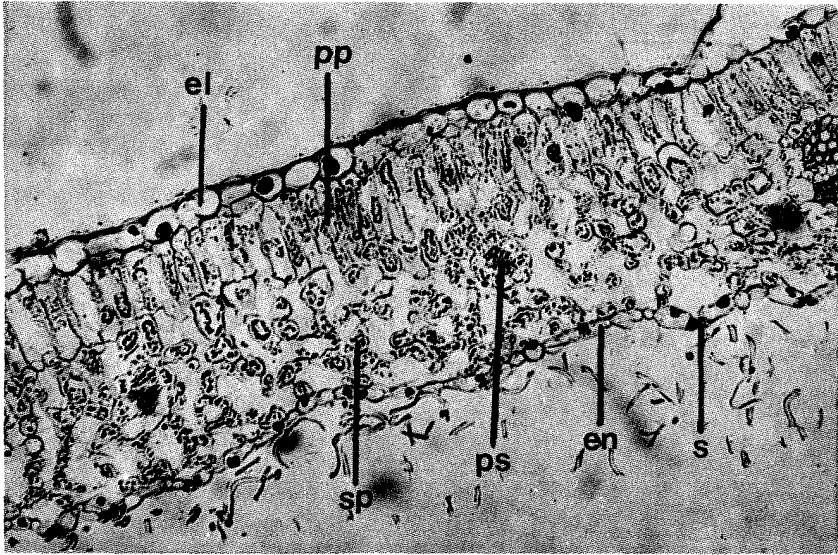




Sl. 6. — Poprečan presek kroz listove vrsta *Moltkia petraea* (A) i *Amphoricarpus neumayeri* (B): el — epidermis lica, pp — palisadni parenhim, pp<sub>1</sub> — atipični palisadni parenhim, sp — sunderasti parenhim, ps — sprovodni snopić, en — epidermis naličja, s — stoma.

Cross section of leaves of the species *Moltkia petraea* (A) and *Amphoricarpus neumayeri* (B): el — upper epidermis, pp — palisade parenchyma, pp<sub>1</sub> — discontinuous palisade parenchyma, sp — spongy parenchyma, ps — vascular bundle, en — lower epidermis, s — stoma.

gornju stranu cevasto uvijenog lista. Kutikula je veoma razvijena, naročito na naličju lista (3–6  $\mu\text{m}$ ), ćelije epidermisa su sitne, zadebljanih zidova, pri čemu su krupnije ćelije epidermisa naličja (visina od 13 do 19  $\mu\text{m}$  kod vrste *A. compacta*, odnosno od 22 do 25  $\mu\text{m}$  kod vrste *S. tenuifolia* i *C. laevis*), u odnosu na ćelije epidermisa lica (visina od 6 do 9  $\mu\text{m}$  kod vrste *A. compacta*, od 16 do 22  $\mu\text{m}$  kod vrste *S. tenuifolia*, i od 13 do 25  $\mu\text{m}$  kod vrste *C. laevis*) (Tab. 4). Na licu lista, na dnu brazdi, nalaze se motorne ćelije, raspoređene u nizovima, 3 do 5 u grupi, veće od ostalih ćelija epidermisa, od kojih se razlikuju i znatno tanjim ćelijskim zidovima. Mezofil je nediferenciran, ćelije su veoma zbijene među

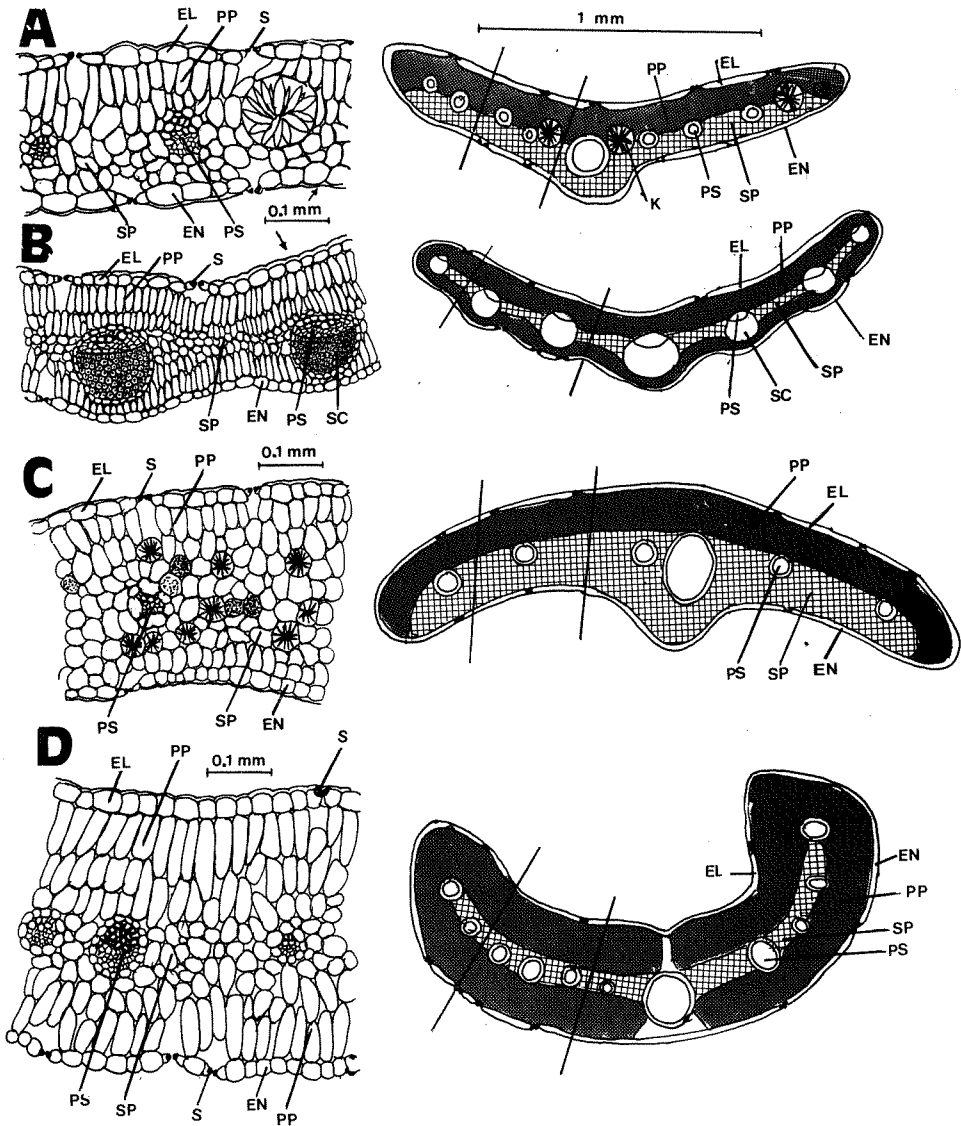


Sl. 7. – Poprečan presek kroz list vrste *Amphoricarpus neumayeri* (fotografija): el – epidermis lica, pp – palisadni parenhim, sp – sunderasti parenhim, ps – sprovodni snopić, en – epidermis naličja, s – stoma.

Cross section of leaf of the species *Amphoricarpus neumayeri* (micrograph): el – upper epidermis, pp – palisade parenchyma, sp – spongy parenchyma, ps – vascular bundle, en – lower epidermis, s – stoma.

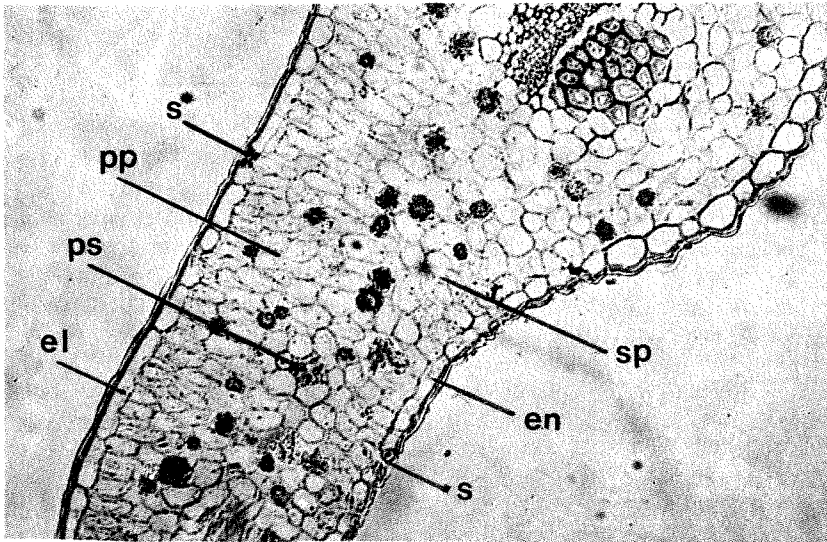
Tab. 3. – *Anatomske karakteristike listova anlaizovane na poprečnom preseku (izražene u mikrometrima).*  
Anatomical features of leaves on cross section in  $\mu\text{m}$ .

Vrsta Plant species	Debljina liske Leaf thickness	Debljina mezofila Mesophyl thickness	Epidermis lica Upper epidermis		Epidermis naličja Lower epidermis	
			visina height	dužina lenght	visina height	dužina lenght
<i>Arenaria gracilis</i>	277–310	220–250	22–32	22–41	22–38	25–47
<i>Silene saxifraga</i>	224–270	170–215	28–41	32–63	19–41	19–54
<i>Edraianthus graminifolius</i> var. <i>baldaccii</i>	328–484	310–420	25–38	25–41	25–38	28–38
<i>Thymus striatus</i>	180–270	120–220	28–38	22–32	22–32	22–32



Sl. 8. – Poprečan presek kroz listove vrsta *Silene saxifraga* (A), *Thymus striatus* (B), *Arenaria gracilis* (C) i *Edraianthus graminifolius* var. *baldacii* (D): el – epidermis lica, pp – palisadni parenhim, sp – sunderasti parenhim, ps – sprovodni snopić, en – epidermis naličja, s – stoma, sc – sklerenhim.

Cross section of leaves of the species *Silene saxifraga* (A), *Thymus striatus* (B), *Arenaria gracilis* (C) and *Edraianthus graminifolius* var. *baldacii* (D): el – upper epidermis, pp – palisade parenchyma, sp – spongy parenchyma, ps – vascular bundle, en – lower epidermis, s – stoma, sc – schlerenchyma.



Sl. 9. – Poprečni presek kroz list vrste *Arenaria gracilis* (fotografija): el – epidermis lica, pp – palisadni parenhim, sp – sunderasti parenhim, ps – sprovodni snopić, en – epidermis naličja, s – stoma.

Cross section of leaf of the species *Arenaria gracilis* (micrograph): el – upper epidermis, pp – palisade parenchyma, sp – spongy parenchyma, ps – vascular bundle, en – lower epidermis, s – stoma.

Tab. 4. – Anatomске karakteristike listova analizovane na poprečnom preseku (izražene u mikrometrima).

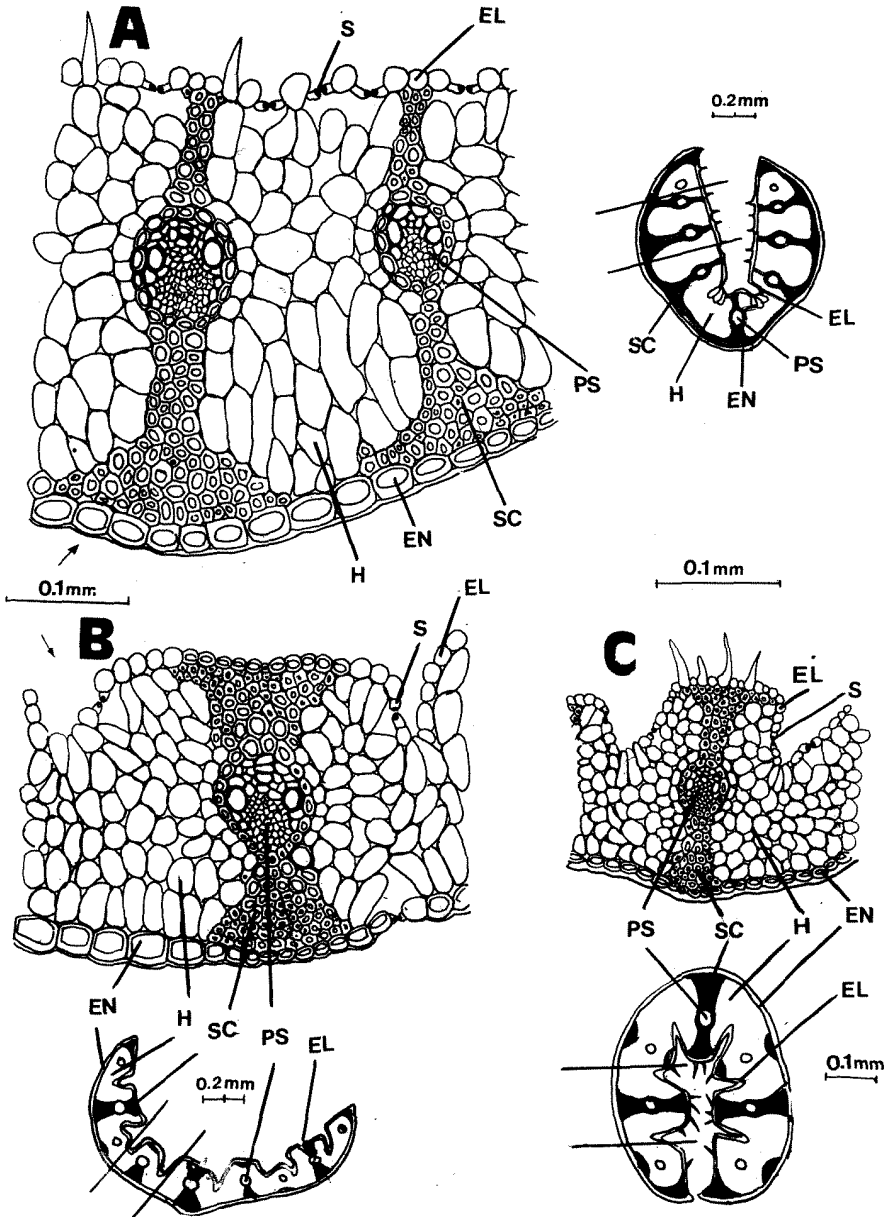
Anatomical features of leaves on cross section in  $\mu\text{m}$ .

Vrsta Plant species	Debljina liske Leaf thickness	Debljina mezofila Mesophyl thickness	Epidermis lica Upper epidermis		Epidermis naličja Lower epidermis	
			visina height	dužina length	visina height	dužina length
<i>Avena compacta</i>	120–205 <sup>+</sup> 75–100 <sup>++</sup>	100–186 <sup>+</sup> 50–76 <sup>++</sup>	6–9	6–9	13–19	13–19
<i>Sesleria tenuifolia</i>	310–390	290–310	16–22	16–22	22–32	25–35
<i>Carex laevis</i>	224–270 <sup>+</sup> 104–155 <sup>++</sup>	189–240 <sup>+</sup> 60–115 <sup>++</sup>	13–25	13–25	22–35	22–32

<sup>+</sup>u nivou rebra (on the rib)

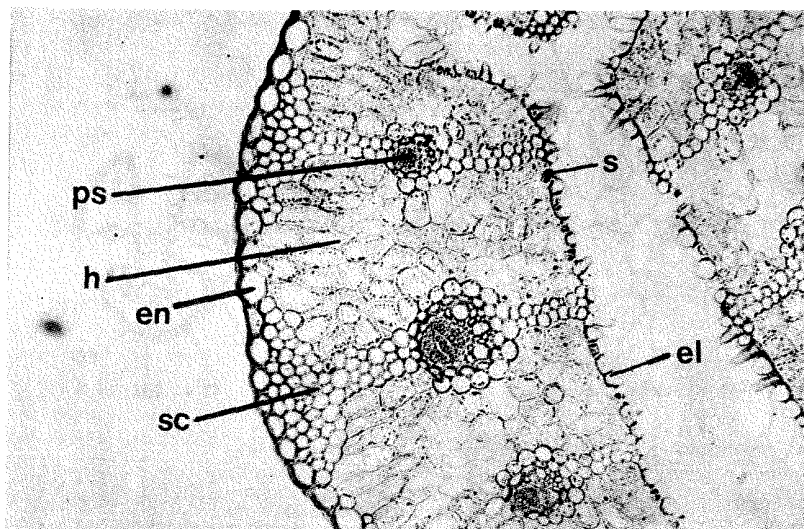
<sup>++</sup>u nivou brazde (on the groove)

sobom, pri čemu prvi sloj sitnih ćelija hlorenhima ispod epidermisa naličja nešto izduženim oblikom i paralelnim, gustim rasporedom stvara utisak palisadnog parenhima.



Sl. 10. – Poprečan presek kroz listove vrsta *Sesleria tenuifolia* (A), *Carex laevis* (B) i *Avena compacta* (C): el – epidermis lica, h – hlarenhim, sc – sklerenhim, ps – sprovodni snopić, en – epidermis naličja, s – stoma.

Cross section of leaves of the species *Sesleria tenuifolia* (A), *Carex laevis* (B) and *Avena compacta* (C): el – upper epidermis, h – chlorenchyma, sc – sklerenchyma, ps – vascular bundle, en – lower epidermis, s – stoma.

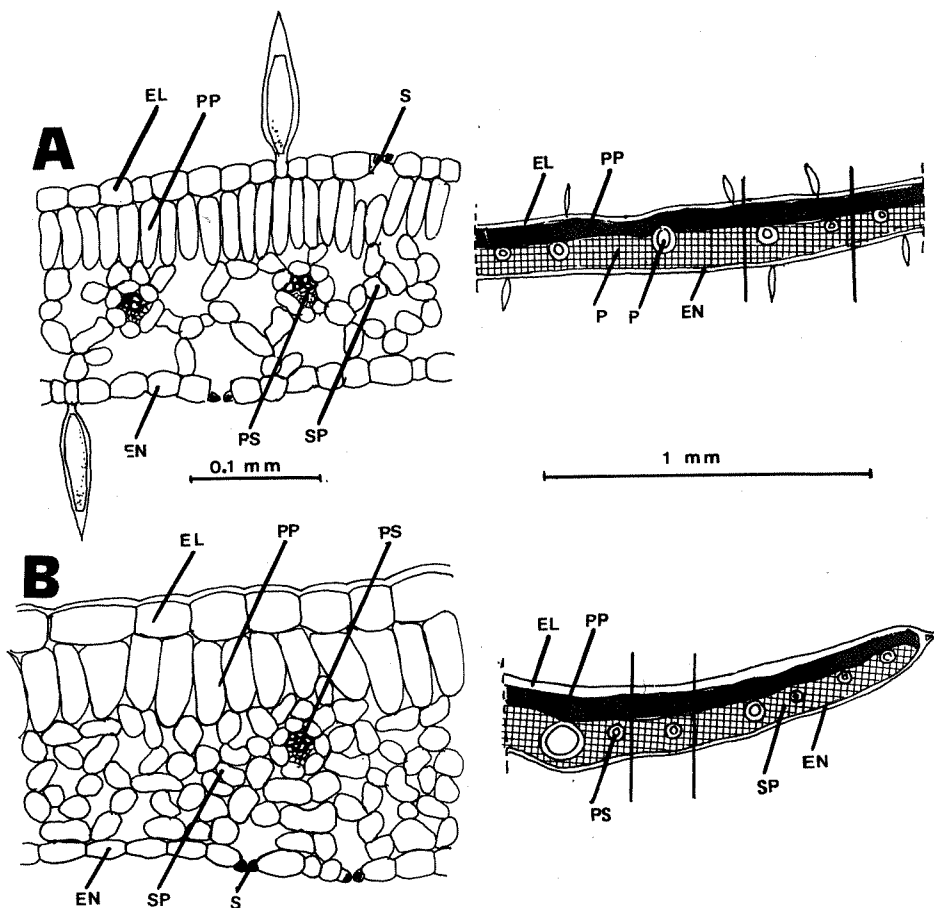


Sl. 11. — Poprečan presek kroz list vrste *Sesleria tenuifolia* (fotografija): el — epidermis lica, h — hlorenchim, sc — sclerenhim, ps — sprovodni snopić, en — epidermis naličja, s — stoma.

Cross section of leaf of the species *Sesleria tenuifolia* (micrograph): el — upper epidermis, h — chlorenchyma, sc — schlerenchyma, ps — vascular bundle, en — lower epidermis, s — stoma.

Mehaničko tkivo je veoma dobro razvijeno, u obliku sklerenhimskih vrpca nalazi se oko provodnih snopića, ispod i iznad njih prema epidermisu i donekle subepidermalno na naličju lista. Debljina mezofila iznosi kod vrste *A. compacta* u nivou rebra 100–190  $\mu\text{m}$ , a u nivou brazde 50–80  $\mu\text{m}$ , kod vrste *S. tenuifolia* od 290 do 310  $\mu\text{m}$ , a kod vrste *C. laevis* u nivou rebra 190–240  $\mu\text{m}$ , a u nivou brazde 60–110  $\mu\text{m}$ . Debljina liske na poprečnom preseku kreće se kod vrste *A. compacta* od 120 do 205  $\mu\text{m}$ , u nivou rebara, i od 75 do 100  $\mu\text{m}$  u nivou brazde, kod vrste *S. tenuifolia* od 310 do 390  $\mu\text{m}$  (Sl. 11), i najzad kod vrste *C. laevis* debljina liske u nivou rebra je od 220 do 270  $\mu\text{m}$ , a u nivou brazde od 100 do 150  $\mu\text{m}$ .

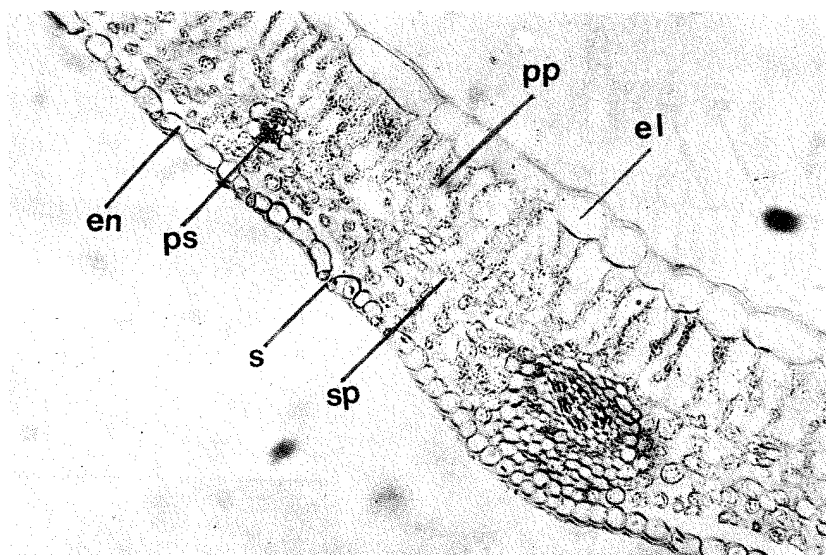
Vrste *Edraianthus serpyllifolius* i *Aquilegia dinarica* odlikuje se pojavom određenih mezomorfnih karakteristika u građi listova (Sl. 12). Ove vrste nastanjuju, pre svega, stene severne ekspozicije, pri čemu su izložene smanjenom intenzitetu zračenja i svetlosti, kao i povećanoj vlažnosti staništa. Kod vrste *E. serpyllifolius* ćelije epidermisa lica su veoma krupne (visine 40–50  $\mu\text{m}$ ), iako je na njima izražena kutikula. U palisadnom i sunderastom tkivu zapažaju se češći i krupniji intercelulari. Debljina mezofila iznosi od 140 do 170  $\mu\text{m}$ . Stome su sitne i nalaze se i na licu i na naličju lista. Debljina liske na poprečnom preseku kreće se od 220 do 235  $\mu\text{m}$  (Sl. 13). Kod vrste *A. dinarica* mezomorfne karakteristike su još jasnije izražene. Na epidermskim ćelijama (visine od 20 do 30  $\mu\text{m}$ ), tankih zidova, kutikula je slabo izražena. Sunderasto tkivo je jače razvijeno u odnosu na palisadni parenhim, a između ćelija se zapažaju veoma krupni intercelulari. Debljina mezofila iznosi od 110 do 160  $\mu\text{m}$  (Tab. 5). Provodni snopići su brojni. Stome su sitne i nalaze se i na licu i na naličju lista. Debljina liske na poprečnom preseku kreće se od 160 do 210  $\mu\text{m}$ .



Sl. 12. — Poprečan presek kroz listove vrsta *Aquilegia dinarica* (A) i *Edraianthus serpyllifolius* (B): el — epidermis lica, pp — palisadni parenhim, sp — sunderasti parenhim, ps — sprovodni snopić, en — epidermis naličja, s — stoma.

Cross section of leaves of the species *Aquilegia dinarica* (A) and *Edraianthus serpyllifolius* (B): el — upper epidermis, pp — palisade parenchyma, sp — spongy parenchyma, ps — vascular bundle, en — lower epidermis, s — stoma.

Kod nekih od proučavanih biljaka, pre svega kod vrste *G. roeseri*, *P. speciosa* i *H. waldsteinii* i na licu i na naličju lista nalazi se gusti indument od čekinajstih, granatih ili paučinastih dlaka, što se može dovesti u vezu sa izrazito intenzivnom svetlošću na staništima na kojima se ove biljke razvijaju. Značaj ovog dlakavog pokrivača pre je heliomorfan nego kseromorfan (zaštita od prekomerne transpiracije, temperaturnih uslova), u smislu svetlosnog filtera. Kod vrste *M. petraea* i *A. neumayeri* gusti dlakavi pokrivač se javlja sa donje strane delimično (na ivicama liske) savijenih listova, gde se nalaze i stome, pri čemu se ovakav indument može smatrati kseromorfnom karakteristikom, jer verovatno znatno utiče na intenzitet transpiracije.



Sl. 13. – Poprečan presek kroz list vrste *Edraianthus serpyllifolius* (fotografija): el – epidermis lica, pp – palisadni parenhim, sp – sunderasti parenhim, ps – sprovodni snopić, en – epidermis naličja, s – stoma.

Cross section of leaf of the species *Edraianthus serpyllifolius* (micrograph): el – upper epidermis, pp – palisade parenchyma, sp – spongy parenchyma, ps – vascular bundle, en – lower epidermis, s – stoma.

Tab. 5. – Anatomске karakteristike listova analizovane na poprečnom preseku (izražene u mikrometrima).

Anatomical features of leaves on cross section in  $\mu\text{m}$ .

Vrsta Plant species	Debljina liske Leaf thickness	Debljina mezofila Mesophyl thickness	Epidermis lica Upper epidermis		Epidermis naličja Lower epidermis	
			visina height	dužina length	visina height	dužina length
<i>Edraianthus serpyllifolius</i>	217–233	135–167	38–50	41–63	19–32	19–28
<i>Aquilegia dinarica</i>	158–214	113–164	19–32	19–44	19–32	19–35

Biljke kao što su vrste *A. gracilis*, *S. saxifraga*, *E. graminifolius* var. *balduccii* i *T. striatus*, izrazito kseromorfne karakteristike, formiraju pre svega specifične busenaste oblike rasta prilagođene uticaju svetlosti, vetra, higrotermičkog režima staništa i uslovima podloge. Za ove biljke je karakteristična, pre svega, busenasta životna forma, kao i potpuno glatki, veoma sitni listići, pri čemu često (kao kod vrste *A. gracilis* i *E. graminifolius* var. *balduccii*) stariji, sasušeni listići čine još gušćim i potpunijim ove busenčice, zaštićujući pojedine delove biljke od prekomernog isušivanja kao i promena temperature.



Vrste *A. compacta*, *S. tenuifolia* i *C. laevis* sa tipičnim osobinama stipakserofita, formiraju na ovim stenama šire ili sasvim male busenove između ostalih biljaka ove zajednice i veoma dobro podnose visokoplaninske klimatske uslove.

Vrste *E. serpyllifolius* i *A. dinarica* pokazuju određene mezomorfne karakteristike, slabiju otpornost prema letnjoj suši i pregrevanju, zbog čega se ove biljke i mogu naći pre svega na senovitim stenama pretežno severne ekspozicije, gde su znatno ublaženi uslovi svetlosnog i termičkog režima staništa.

Prema započetim ekomorfološkim ispitivanjima biljaka došlo se do zaključka da su uglavnom sve istraživane vrste dobro prilagođene uslovima staništa na kojima se nalaze. Zajednice ovih biljaka su često zastupljene na planinskim stenama Orjenskog masiva, tako da ove vrste imaju značajnu ulogu u obrašćivanju izloženih i ogoljenih planinskih stena, učestvuju u produkciji humusa na ovakvim supstratima i omogućavaju, štiteći tle od erozije, naseljavanje i drugih biljnih vrsta i obnovu vegetacijskog pokrivača.

### ZAKLJUČCI

Morfo-anatomska analiza obuhvatila je 14 vrsta biljaka karakterističnih za vegetaciju stena na planini Orjen u Crnoj Gori. Ekološka i morfo-anatomska ispitivanja ovih biljaka pokazala su da se na ovakvim staništima i u ovom tipu vegetacije nalaze, odnosno da su najzastupljenije biljke koje pripadaju kserofitama u širokom smislu te reči, pre svega s obzirom na vodni režim, temperature uslove i česte vetrove na staništu. Istovremeno ove biljke su i heliofite (sa određenim heliomorfozama), jer se nalaze na mestima izloženim intenzivnom sunčevom zračenju.

U sličnim ekološkim uslovima, u ovom tipu vegetacije, javljaju se različite životne forme, odnosno postoje različita rešenja problema opstanka kod različitih vrsta, na primer busenasti habitus (*S. saxifraga*, *Edraianthus spec.*), mikrofilija (*A. gracilis*, *T. striatus*), debeli dlakavi pokrivač (*P. speciosa*, *H. waldsteinii*), debela kutikula (*M. petraea*, *A. neumayeri*), uvijanje listova (*A. compacta*, *C. laevis*), ili kombinacija više kseromorfnih karakteristika. S druge strane zapaža se da vrste sistematski različite obrazuju slične životne forme, na osnovu čega je i izvršena, u radu izneta, klasifikacija biljaka s obzirom na njihove ekološke i anatomske karakteristike.

### LITERATURA

- Chamberlain, C. (1921): Mikrotehnika i botanički praktiku., – Zagreb.
- Eames, A., Mac Daniels, L. (1947): An introduction to plant anatomy. – New York.
- Esau, K. (1963): Plant anatomy. – New York.
- Fahn, A. (1974): Plant anatomy. – Oxford.
- Greb, H. (1957): Der Einfluss tiefer Temperatur auf die Wasser- und Stickstoffaufnahme der Pflanzen und ihre Bedeutung für das „Xeromorphieproblem“. – Planta, 48 (5).
- Hayek, A. von (1924–1933): Prodrömus Florae Peninsulae balcanicae (in Feddes Rept.). (beih. (30), Vols 1–3. – Berlin – Dahlem.
- Janković, M. M. (1966): Fitoekologija sa osnovama fitocenologije i pregledom tipova vegetacije na Zemlji. – Beograd.
- Janković, M. M., Stevanović, B., Blaženčić, J. (1982): Neke morfo-anatomske karakteristike vrste *Stellaria holostea* L. – Glasnik Instituta za botaniku i botaničke bašte Univ. u Beogradu, (XIII) XV (1–3), 51–62.
- Martinis, Z. (1971): Ekomorfološke karakteristike životnog oblika patuljastog zvonca (*Edraianthus pumilio*) Portenschlag (DC) i srodnih vrsta. – Ekologija, 6 (2), 205–216.

- Proctor, J. (1971): The plant ecology of serpentine. II Plant response to serpentine soils. – The journal of ecology, 59 (2), 397–410.
- Prozina, M. N. (1960): Botaničeskaja mikrotehnika. – Moskva.
- Rohlena, J. (1942): Conspectus Florae Montenegroinae. – Preslia, 20/21, Prague.
- Walter, H. (1973): Vegetation of the Earth. – New York, Berlin.
- Zalenskii, O. V. (1948): O temperaturnom i vodnom režime rastenii – podušek. – Bot. žurnal, 33 (6), 576–581.

### S u m m a r y

BRANKA STEVANOVIĆ and VLADIMIR STEVANOVIĆ

## MORPHO–ANATOMICAL CHARACTERISTICS OF SOME IMPORTANT PLANT SPECIES FROM CHASMOPHYTIC VEGETATION OF THE MOUNTAIN ORJEN IN MONTENEGRO

Institute of Botany and Botanical garden, Faculty of Science, Beograd

The fourteen plant species characteristic for the chasmophytic vegetation of the mountain Orjen in Montenegro have been analysed for their morphological and anatomical features. According to ecological, morphological and anatomical investigations it can be concluded that the most commonly present plants of the chasmophytic vegetation belong to the xerophytes. The presence of this ecological type of plants has been expected taking in account plant and environmental water regime, temperature conditions and violent desiccating winds prevailing in the sites where the plants live. Moreover, according to the conditions of intensive light and insolation of their habitats, the described plants are at the same time with certain heliomorphic characteristics.

Between the described xerophytes different life forms exist because of a wide range of strategies for survival required by the habitats this type of vegetation occupy. These species are characterized either by one of the following features as cushion form of a plant (*S. saxifraga*, *Edraianthus* spec.), microphyllous aspect (*A. gracilis*, *T. striatus*), felted layers of hairs (*P. speciosa*, *H. waldsteinii*), thickened cuticle and epidermal cell walls (*M. petraea*, *A. neumayeri*), rolling of the leaves (*A. compacta*, *C. laevis*), or by the combination of the mentioned xeromorphic features. It is interesting that the similar life forms have been found between taxonomically different species. According to that the ecological classification of plants is presented in this work.