

UDK 582.542.1 : 581.526.53 (497.1)

BRANKA STEVANOVIĆ

**EKOANATOMSKE ADAPTACIJE NEKIH STEPSKIH BILJAKA IZ  
ZAJEDNICE CHRYSOPOGONETUM PANNONICUM L. ST JEP. – VES.  
NA DELIBLATSKOJ PEŠČARI**

Institut za botaniku i botanička bašta PMF, Beograd, Jugoslavija

Stevanović, B. (1988): *Ecoanatomical adaptations of some steppe plants in the community Chrysopogonetum pannonicum L. Stjep. – Ves. in Deliblatska peščara sands.* – Glasnik Instituta za botaniku i botaničke bašte Univerziteta u Beogradu, Tom XII, 17–30.

The meadow–steppe community of *Chrysopogonetum pannonicum* L. Stjep. – Ves. is typical of Deliblatska peščara sands; it includes *Stipa capillata*, *S. joannis*, *Chrysopogon gryllus*, *Astragalus onobrychis* and *A. dasyanthus* as characteristic species. All of these are xerophytes in the broader sense; an ecoanatomical analysis could demonstrate the individual set of adaptive structural features for each of them. It shows that *S. capillata* and *S. joannis* are sclerophytes (stipa–xerophytes); xeromorphic features are considerably less pronounced in *Chrysopogon gryllus*. *A. onobrychis* and *A. dasyanthus* are malakophyllous steppe xerophytes, with soft leaves and extensive, long tap–roots.

Key words: meadow–steppe community, stipa–xerophytes, malakophyllous xerophytes, ecoanatomical adaptations.

Ključne reči: livado–stepska zajednica, stipa kserofite, malakofilne kserofite, ekoanatomske adaptacije.

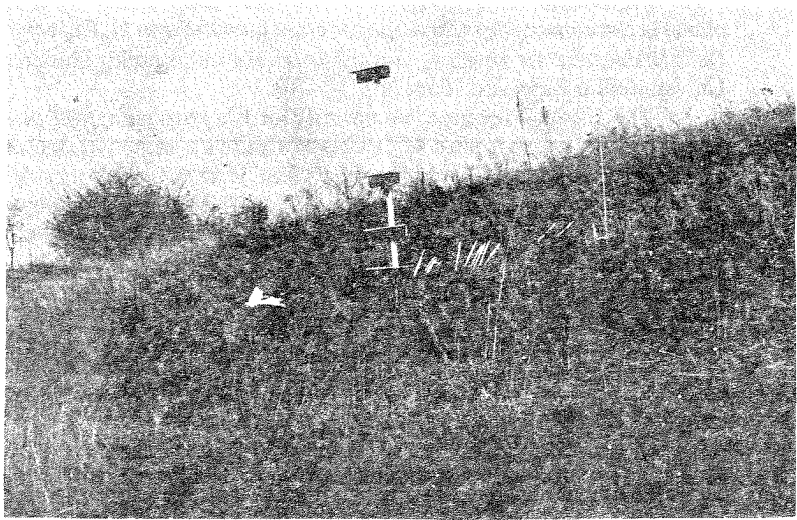
UVOD

Deliblatska peščara predstavlja svojevrsnu i po svemu izuzetnu oblast u južnom delu Banata (Vojvodina), dužine oko 35 km i širine oko 20 km, specifičnih edafskih karakteristika. Nastala je, pre svega, eolskim nanosima sa peskovitih naplavina Dunava i njegovih pritoka. Smatra se da Deliblatska peščara potiče iz mlađeg pleistocena, iz

vremena „od riske do virmske glacijacije” (Milojević, 1949), odnosno, prema drugor mišljenju, iz pleistocena, odnosno holocena (Marković – Marjanović, 1950

Vegetacija Deliblatske peščare razvija se na peskovitoj, genetski mlađoj pedološkoj podlozi, koja leži na većim naslagama lesa. Ovakav pedološki supstrat pokazuje čitav niz specifičnosti, pre svega u odnosu na toplotni i vodni režim, što je, između ostalog uslovalo pojavu mozaično raspoređene šumo–stepske, livado–stepske i peščarske vegetacije. Stepska vegetacija u Vojvodini, u skladu sa gledištem o šumo–stepskom karakteru ovog područja, je ekstrazonalna te se bliže može označiti kao livado–stepska vegetacija. Ovakav tip vegetacije se u znatnoj meri floristički, odnosno fitocenološki i edafski razlikuje od zonalne stepe (Stjepanović – Veseličić, 1953, Blaženčić 1974, Stevanović, 1984).

Zajednica *Chrysopogonetum pannonicum* predstavlja osnovni oblik livado–stepske vegetacije na Deliblatskoj peščari i zauzima relativno prostrana područja na njoj, mada je samo u pojedinim delovima peščare razvijena u punom florističkom sastavu. Sastojina zajednice *Chrysopogonetum pannonicum* u kojoj su objavljena ispitivanja, nalazi se u blizini lokaliteta Devojački bunar, u severozapadnom delu Deliblatske peščare (sl. 1). Ekoanatomska i ekofiziološka ispitivanja u ovoj sastojini obavljena su na sledećim vrstama: *Stipa capillata* L., *Stipa pennata* ssp. *joannis* Čelak, *Chrysopogon gryllus* (L.) Trin., *Astragalus onobrychis* L. var. *wagneri* J a v., *Astragalus dasyanthus* P a l l.



Sl. 1. — Sastojina *Chrysopogonetum pannonicum* na padini dune u Deliblatskoj peščari  
*Chrysopogonetum pannonicum* stand on dune slope in Deliblatska peščara

Ispitivane vrste su značajni predstavnici livado–stepske vegetacije (ali i peščarske) u Deliblatskoj peščari pa i šire, u Panonskoj niziji i donjem Podunavlju. Ekoanatomska ispitivanja listova ovih biljaka obavljena su više puta u periodu od aprila do oktobra, sa ciljem da se ustanove specifičnosti u strukturi, kao i moguće, značajne promene tokom vegetacijske sezone.

## MATERIJAL I METODIKA

Morfo-anatomska analiza ispitivanih biljaka obavljena je na herbarskom materijalu i trajnim i privremenim preparatima poprečnih preseka listova ovih biljaka. Listovi biljaka, sakupljeni na terenu, stavljeni su u rastvor alkohola i formalina, a u laboratoriji prenošeni u fiksativ Buen-a (Prozina, 1960). Trajni preparati napravljeni su standardnim postupkom koji obuhvata obradu fiksiranog biljnog materijala parafinskom metodom, sečenje preseka na mikrotomu (20  $\mu$ m debljine) i dvojno bojenje preparata svetlo-zelenim i safraninom (Chamberlain, 1921). Anatomska analiza listova odnosila se na određivanje debljine liške i mezofila, kao i visine epidermskih ćelija lica i naličja, pri čemu su sve vrednosti izražene u mikrometrima. Pored toga određivan je i broj stoma na jedinicu površine lista, kod biljaka kod kojih je to bilo moguće. Za ova ispitivanja listovi su prosvetljivani držanjem u 96% alkoholu i Žaveljevoj vodi (Prozina, 1960), a zatim ispirani destilovanom vodom i posmatrani u glicerinu. Biljni materijal za anatomsku obradu sakupljan je kontinuirano tokom vegetacijskog perioda od aprila do oktobra.

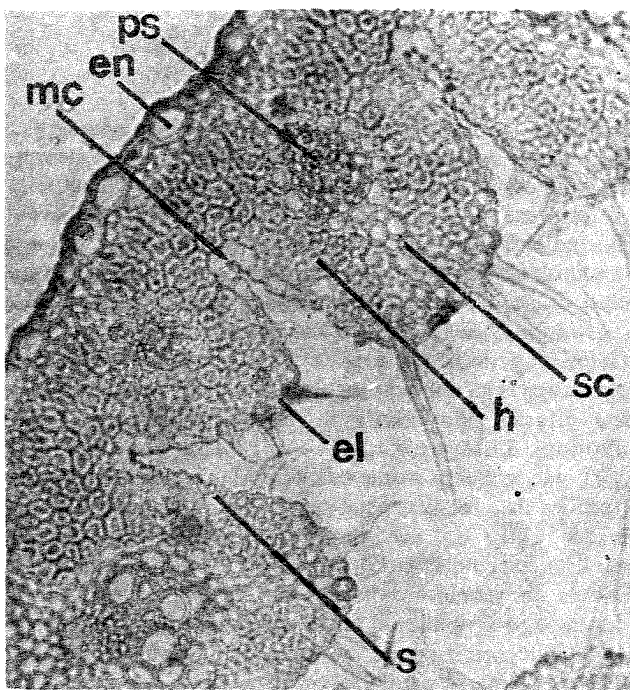
## REZULTATI RADA I DISKUSIJA

Specifične ekološko-fiziološke karakteristike i funkcionalne adaptacije ispitivanih biljaka mogu se u potpunosti sagledati tek kroz poznavanje njihovih strukturnih osobina. U građi listova, kao važnih organa koji učestvuju u opštoj fiziološkoj aktivnosti biljke, pre svega u procesu fotosinteze i prometu vode, najjasnije se ispoljavaju morfološke prilagođenosti biljaka na određene uslove spoljašnje sredine. Svih pet ispitivanih vrsta *Stipa capillata*, *S. joannis*, *Chrysopogon gryllus*, *Astragalus onobrychis* i *A. dasyanthus* nalaze se jedna pored druge, na istom, suvom livado-stepskom staništu, a ekonomiju vodom rešavaju na sasvim posebne načine. Preživljavanje uslova vodnog stresa na staništu, naročito u kasno letnjem periodu i manja ili veća kompetitivna snaga pojedinih od ispitivanih biljaka povezana je i sa njihovim strukturnim adaptivnim osobinama.

*Stipa capillata* pripada tipu uskolisnih, busenastih trava, izrazitih kserofita sa kseromorfnom strukturom. Listovi su uzani, čvrsti i elastični, cevasto uvijeni, veoma dugački. Lice lista na kome se nalaze stome i dlake čini unutrašnju stranu cevaste šupljine koju, uvijajući se, formira list. Na licu lista nalaze se rebra, nejednake veličine (sl. 2). Između rebara su brazde, plitke kod sasvim mladih listova, a veoma duboke kod starijih i starih listova. Naličje lista je ravno i glatko, bez dlaka, i predstavlja gornju stranu cevasto uvijenog lista. Kutikula je veoma razvijena, naročito na epidermisu naličja. Čelije epidermisa naličja su izrazito krupnije od ćelija epidermisa lica. Tangencijalni i radijalni zidovi ćelija epidermisa naličja su izuzetno zadebljani i kutinizirani. Stome se nalaze samo na licu lista, u brazdama, veoma su sitne i raspoređene u nizove. Zbog ovakvog položaja stoma, primenjenim metodama nije bilo moguće odrediti njihov broj na jedinicu površine lista.

Na licu lista, na dnu brazdi, nalaze se motorne ili mehuraste ćelije. One su, takođe, raspoređene u nizovima, 3 do 5 u grupi, neznatno diferencirane po veličini od ostalih ćelija epidermisa, ali se od njih razlikuju znatno tanjim ćelijskim zidovima. Mehaničko tkivo je veoma razvijeno u listu vrste *Stipa capillata*. Sklerenhimske vrpce nalaze se subepidermalno na naličju lista, oko provodnih snopića u obliku mehaničke sare, kao i ispod i iznad provodnih snopića prema epidermisu lica i naličja. Na taj način ovo tkivo stvara čvrst potporni sistem za ostala tkiva, a pre svega mekani parenhim mezofila. Sav

prostor u listu između mehaničkih tkiva i provodnih snopića zauzima hlorenhim u kojem prvi sloj sitnih ćelija, ispod epidermisa naličja, oblikom i rasporedom stvara utisak palisadnog parenhima (sl. 2). Debljina mezofila iznosi 42 do 105  $\mu\text{m}$  (Tab. 1). Na poprečnom preseku kroz list zapaža se 12 do 20 provodnih snopića, nejednake veličine, naizmenično raspoređeni veći i manji. Debljina lista, u nivou rebara iznosi od 90 do 245  $\mu\text{m}$ , a u nivou brazde od 60 do 105  $\mu\text{m}$ . Tokom vegetacionog perioda razlike se zapažaju između sasvim mladih i starijih, potpuno formiranih listova. Mladi listovi su širi, brazde su pliće, ćelije mezofila neznatno krupnije, mehaničko tkivo slabije razvijeno. Stariji listovi imaju veoma izražena rebra i duboke brazde, sitne, gusto zbijene ćelije mezofila i znatno razvijenije mehaničko tkivo. Promenjen odnos hlorenhima i mehaničkog tkiva od mladih ka starijim listovima i izrazit udeo veoma lignifikovanih elemenata kod listova u kasno letnjem periodu, povezano je sa promenama u vodnom balansu i smanjenjem ukupne količine vode u listovima.



Sl. 2. – Poprečan presek kroz list *Stipa capillata*: el – epidermis lica, h – hlorenhim, sc – sklerenhim, ps – provodni snopić, en – epidermis naličja, s – stoma, mc – motorne ćelije  
 Cross section of the leaf of *Stipa capillata*: el – upper epidermis, h – chlorenchyma, sc – sclerenchyma, ps – vascular bundle, en – lower epidermis, s – stoma, mc – bulliform cells

*Stipa joannis* (sl. 3) takođe pripada uskolisnim, kserofilnim busenastim travama sa izraženom kseromorfnom građom. Listovi su veoma dugački, tvrdi, izrazito rebrasti. Rebra i brazde se nalaze na licu lista, dok je naličje lista ravno. Rebra su nejednake veličine, dok su brazde veoma duboke. Kratke, čvrste dlake nalaze se na naličju lista.

Tab. 1. – 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 lista Leaf thickness	Debljina mezofila Mesophyll thickness	Epidermis lica Upper epidermis	Epidermis naličja Lower epidermis	Stome na $\text{mm}^2$ Stomata per $\text{mm}^2$ epidermis	
					lice upper	naličje lower
<i>Stipa capillata</i>	90–245* 60–105**	42–205	7–9	10–20		
<i>Stipa joannis</i>	90–305* 55–85**	39–245	8–10	10–18		
<i>Chrysopogon gryllus</i>	85–160 250–506●	100–110	16–29	15–24	100–129	157–200
<i>Astragalus onobrychis</i>	230–310 270–360●	160–240	25–34	29–48	71–200	71–257
<i>Astragalus dasyanthus</i>	120–175 195–285●	87–125	23–29	21–27	114–186	143–286

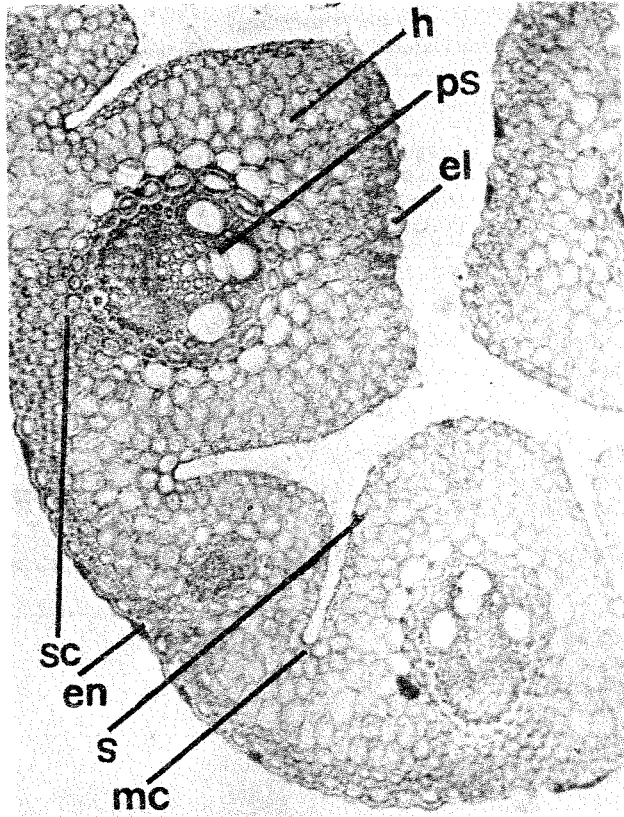
\*u nivou rebra – on rib level

\*\*u nivou brazde – on groove level

● u nivou glavnog nerva – on main vein level



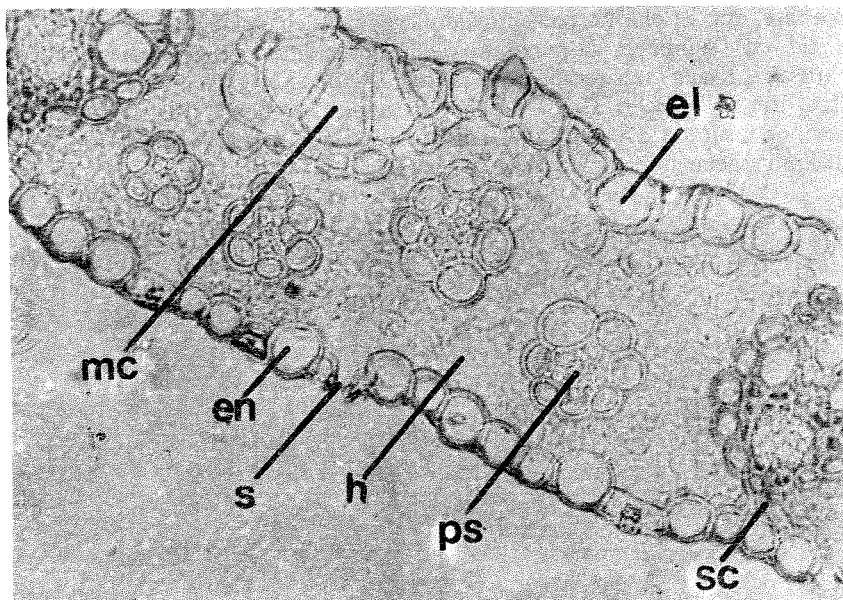
Sl. 3. – *Stipa joannis* u cvetu  
*Stipa joannis* in flowering stage



Sl. 4. — Poprečan presek kroz list *Stipa joannis*: el — epidermis lica, h — hlorenhim, sc — sklerenhim, ps — provodni snopić, en — epidermis naličja, s — stoma, mc — motorne ćelije  
 Cross section of the leaf of *Stipa joannis*: el — upper epidermis, h — chlorenchyma, sc — sclerenchyma, ps — vascular bundle, en — lower epidermis, s — stoma, mc — bulliform cells

Kutikula je veoma dobro izražena na naličju (oko 3  $\mu\text{m}$ ), i nešto manje na licu lista (oko 2  $\mu\text{m}$ ). Ćelije epidermisa naličja su krupnije (10–18  $\mu\text{m}$ ) od ćelija epidermisa lica (8–10  $\mu\text{m}$ ). Zidovi epidermskih ćelija su veoma zadebljali i kutinizirani. Veoma sitne stome nalaze se na licu lista, u brazdama, raspoređene u nizovima. Kod vrste *S. joannis* takođe nije bilo moguće izvršiti analizu broja stoma s obzirom na njihov položaj na listu i primenu metoda i nama dostupnih instrumenata. Motorne ćelije su istih dimenzija kao i ostale ćelije epidermisa, smeštene u dnu brazde, u grupama od 3 do 5 ćelija. I kod vrste *S. joannis* mehaničko tkivo čini potporni skelet ostalim tkivima lista (sl. 4). Sklerenhim se nalazi ispod epidermisa naličja kao kontinuirani sloj (od 2 do 3 reda ćelija), nastavlja se u obliku vrpce prema snopićima, okružuje vaskularno tkivo u obliku mehaničke sare i ispod većih snopića dopire do epidermisa lica. Mezofil je nediferenciran, odnosno hlorenhim se sastoji od sitnih, gusto zbijenih ćelija sličnog rasporeda kao i kod vrste *S. capillata*. Debljina mezofila varira od 39 do 245  $\mu\text{m}$ . Na poprečnom preseku kroz list zapaža se 12 do 16 provodnih snopića, nejednake veličine, raspoređenih naizmenično manji i veći. Oko

provodnih snopića nalazi se unutrašnja, mehanička i spoljašnja, parenhimska sara, što je jedna od opštih karakteristika festukoidnih trava (M e t c a l f e, 1960). Debljina lista varira u zoni rebara od 90 do 305  $\mu\text{m}$ , a u zoni brazde od 55 do 85  $\mu\text{m}$ . Mladi listovi su deblji, naročito u nivou brazdi, a mehanička tkiva su slabije razvijena. Kod starijih listova povećava se broj mehaničkih elemenata, sklerenhim ispod epidermisa naličja postoje izrazito dvo do troslojan, a sklerenhijske vrpce iznad i ispod većih snopića veoma široke.

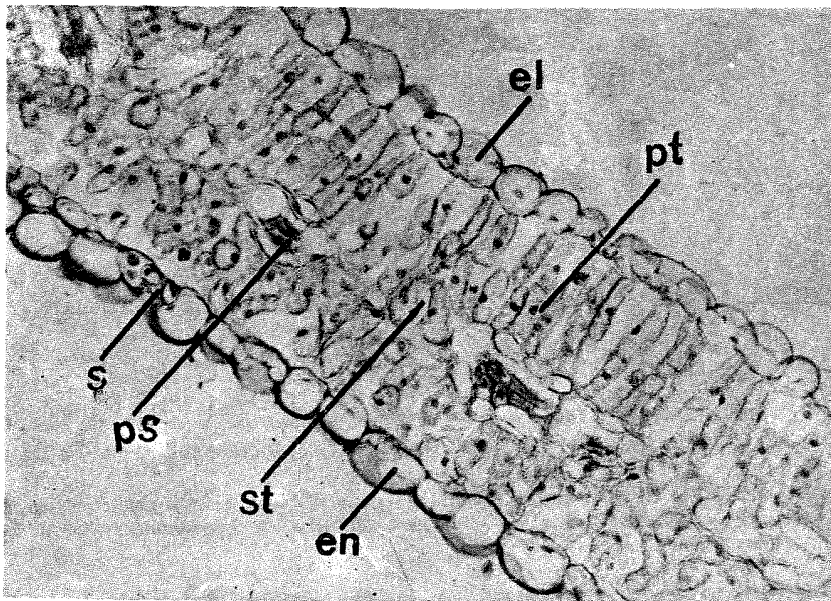


Sl. 5. — Poprečan presek kroz list *Chrysopogon gryllus*: el — epidermis lica, h — hlorenhim, sc — sklerenhim, ps — provodni snopić, mc — motorne ćelije, en — epidermis naličja, s — stoma

Cross section of the leaf of *Chrysopogon gryllus*: el — upper epidermis, h — chlorenchyma, sc — sclerenchyma, ps — vascular bundle, mc — bulliform cells, en — lower epidermis, s — stoma

*Chrysopogon gryllus* pripada zbijeno busenastom tipu kserofilnih trava, širih listova, sa slabije izraženim kseromorfozama u strukturi. Listovi su veoma blago savijeni, u obliku žljeba, obrasli relativno dugačkim dlakama i na licu i na naličju. Na licu lista zapažaju se blaga ispupčenja na mestima gde se nalaze provodni snopići, dok je naličje lista ravno. Kutikula jednake debljine razvijena je i na licu i na naličju lista (1–2  $\mu\text{m}$ ). Zidovi epidermskih ćelija su slabo zadebljali, a epidermske ćelije su veoma sličnih dimenzija i na licu i na naličju lista. Visina ćelija epidermisa lica iznosi od 16–29  $\mu\text{m}$ , a ćelija epidermisa naličja od 15–24  $\mu\text{m}$ . Ove vrednosti pokazuju znatno krupnije epidermske ćelije od onih kod vrsta *Stipa capillata* i *S. joannis* kao kseromorfnijih vrsta trava. Stome su sitne, brojne, ali prisutne i na licu i na naličju lista, u nivou epidermskih ćelija. Broj stoma na jedinicu površine lista varira na licu lista od 100 do 129 na  $\text{mm}^2$ , a na naličju lista od 157 do 200 na  $\text{mm}^2$ . Motorne ćelije su veoma krupne (dužine 34–45  $\mu\text{m}$ , širine 18–27  $\mu\text{m}$ ), raspoređene najčešće od 3–6 u grupi, naizmenično sa ćelijama

epidermisa, na licu lista (sl. 5). Mehaničko tkivo je relativno slabo razvijeno, uglavnom u obliku sklerenhimskih vrpca iznad i ispod većih provodnih snopića. U svim većim provodnim snopićima mehaničko tkivo se nalazi oko floema, ili sa donje strane floema, i veoma slabo iznad ksilema. Hlorenhim nije diferenciran i sastoji se od veoma sitnih ćelija, gusto zbijenih i radialno raspoređenih oko provodnih snopića. Debljina mezofila iznosi od 100–110  $\mu\text{m}$ . Provodni snopići su različite veličine, raspoređeni tako da posle jednog većeg dolaze tri do četiri manja. Oko ovih manjih snopića uočavaju se krupne ćelije parenhimske sare, dok su oko krupnih provodnih snopića ćelije parenhimske sare sitnije i zadebljalih zidova. Delimično, rasporedom ćelija hlorenhima i ćelija parenhimske sare dobija se utisak „Kranz” anatomije lista vrste *Chrysopogon gryllus*. Na poprečnom preseku kroz list nađeno je 50–70 provodnih snopića. Debljina lista varirala je od 130–180  $\mu\text{m}$ , odnosno od 270–500  $\mu\text{m}$  u nivou centralnog nerva. Značajne promene u građi lista tokom vegetacijske sezone nisu zapažene.



Sl. 6. — Poprečan presek kroz list *Astragalus onobrychis*: el — epidermis lica, pt — palisadno tkivo, st — sunderasto tkivo, ps — provodni snopić, en — epidermis naličja, s — stoma

Cross section of the leaf of *Astragalus onobrychis*: el — upper epidermis, pt — palisade parenchyma, st — spongy parenchyma, ps — vascular bundle, en — lower epidermis, s — stoma

*Astragalus onobrychis* se odlakuje sitnim listovima sa izraženim perifernim zaštitama u obliku gustog pokrivača od poleglih, deljenih dlaka, sivkasto-bele boje, koje se nalaze i na licu i na naličju lista. Kutikula je male debljine (1–1,5  $\mu\text{m}$ ) i na licu i na naličju lista. Ćelije epidermisa naličja su krupnije od ćelija epidermisa lica. Visina epidermskih ćelija lica iznosi od 25–34  $\mu\text{m}$ , dok je visina ćelija epidermisa naličja od 29–48  $\mu\text{m}$  (sl. 6). Stome se nalaze i na licu i na naličju lista, sitne i brojne, u nivou donjeg



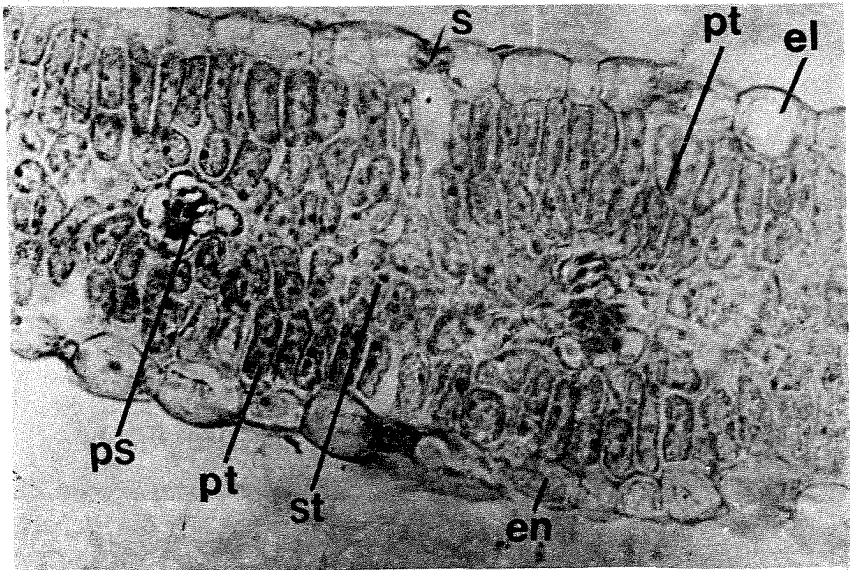
(unutrašnjeg) tangencijalnog zida epidermskih ćelija. Broj stoma na jedinicu površine je manje ili više ujednačen i na licu i na naličju lista, odnosno na licu lista iznosi od 71–200 na 1 mm<sup>2</sup>, a na naličju lista od 71–257 na 1 mm<sup>2</sup>. Mezofil je diferenciran na palisadno i sunderasto tkivo. Palisadni parenhim je dvo i troslojan, dok je sunderasti parenhim najčešće dvoslojan. Sa naličja lista, u mezofilu, uočava se sloj netipičnog palisadnog tkiva. Pojedine ćelije ili grupe ćelija oblikom i rasporedom odgovaraju palisadnom parenhimu. Između ćelija u ovom delu mezofila zapažaju se veći intercelularni prostori. Debljina mezofila iznosi od 160–240 μm. Provodni snopići su brojni (20–25 provodnih snopića na poprečnom preseku kroz list), okruženi krupnim ćelijama parenhimske sare. Mehaničkih tkiva skoro uopšte nema izuzev manjeg broja sklerenhimskih elemenata iznad i ispod centralnog provodnog snopića. Debljina lista iznosi od 230–310 μm, odnosno od 270–360 μm u nivou glavnog nerva. Značajnije promene u anatomskeoj građi listova tokom vegetacijskog perioda nisu bile konstatovane.



Sl. 7. – *Astragalus dasyanthus* u cvetu  
*Astragalus dasyanthus* in flowering stage

*Astragalus dasyanthus* (sl. 7) se odlikuje relativno širokim listićima na neparno perasto složenom listu, veoma mekanim i nežnim i znatno tanjim od listića vrste *A. onobrychis*. Listići su ovalnog oblika, pokriveni jednostavnim, veoma dugačkim (i preko 500 μm) dlakama, razređenog rasporeda, i na licu i na naličju lista. Kutikula je slabije razvijena na obe strane lista (oko 1 μm). Čelije epidermisa lica i naličja su relativno krupne, sličnih dimenzija, tankih ćelijskih zidova. Visina ćelija epidermisa lica iznosi od 23–29 μm, a ćelija epidermisa naličja od 21–27 μm. Stome se nalaze i na licu i na naličju lista. Mnogobrojne su, sitne, u nivou ili neznatno ispod nivoa spoljašnjeg tangencijalnog zida epidermiskih ćelija. Broj stoma na jedinicu površine lista znatno je veći na naličju lista gde iznosi od 143–286 na 1 mm<sup>2</sup>, dok se na licu lista kreće između 114 i 186 na 1

mm<sup>2</sup>. Mezofil je diferenciran na palisadno i sunderasto tkivo. Sve ćelije mezofila su veoma bogate hloroplastima, čvrsto zbijene između sebe, sa malim intercelularnim prostorima. Palisadno tkivo je najčešće dvoslojno i ispod epidermisa lica i iznad epidermisa naličja (sl. 8). U središnjem delu lista, između slojeva palisadnog tkiva, nalazi se jednoslojni, slabo razvijen sunderasti parenhim. Ovakav raspored tkiva u listu izolateralne (ili izobilateralne) strukture veoma je značajan za vodni balans biljke, s obzirom da je transport vode kroz list, prema epidermisu, znatno veći kroz palisadno nego kroz sunderasto tkivo (Thoday, 1931). Debljina mezofila varira od 87–125 μm. Zapaža se izuzetno veliki broj provodnih snopića na poprečnom preseku kroz list, čak preko 70. Provodni snopići su okruženi krupnim, ovalnim ćelijama parenhimske sare. Mehaničko tkivo skoro potpuno odsustvuje, izuzev malog broja mehaničkih elemenata ispod centralnog provodnog snopića prema epidermisu naličja. Debljina lista iznosi od 120–175 μm odnosno od 195–285 μm u nivou glavnog nerva. U toku perioda ispitivanja, od aprila do oktobra, nisu utvrđene značajnije promene u anatomskoj građi listova vrste *A. dasyanthus*.



Sl. 8. — Poprečan presek kroz list *Astragalus dasyanthus*: el — epidermis lica, pt — palisadno tkivo, st — sunderasto tkivo, ps — provodni snopić, en — epidermis naličja, s — stoma

Cross section of the leaf of *Astragalus dasyanthus*: el — upper epidermis, pt — palisade parenchyma, st — spongy parenchyma, ps — vascular bundle, s — stoma

Anatomska analiza listova kserofilnih trava pokazala je da se vrste *S. capillata* i *S. joannis* odlikuju izrazito kseromorfnom strukturom u odnosu na građu listova vrste *Chrysopogon gryllus*. Osnovna anatomaska prilagodjenost listova vrsta *S. capillata* i *S. joannis* ispoljava se u rebrastoj strukturi lista. Rebra i brazde nalaze se na morfološki gornjoj strani lista (lice lista), okrenutoj prema unutrašnjosti potpuno (kao kod vrste *S. capillata*) ili delimično (kao kod vrste *S. joannis*) cevasto savijenog lista naročito u

najnepovoljnijem periodu dana, u podnevnim časovima. Ovakvom morfološkom adaptacijom listova ovih trava omogućena je izuzetna zaštita stoma i efikasno ograničavanje visoko regulativne stomaterne transpiracije u kritičnom periodu dana i godine, što je u korelaciji sa dinamikom vodnog režima obe vrste roda *Stipa* (Stevanović, 1980). Prema tome, listovi ovih dveju kserofita sa kseromorfnom građom (stipakserofita) odlikuju se moćno razvijenim mehaničkim tkivom koje čini osnovni skelet ostalim, mekanim tkivima lista, zatim izraženom kutikulom i zadebljanim i kutiniziranim zidovima sitnih epidermskih ćelija. Znatno slabije izražene kseromorfne karakteristike zapažaju se u građi listova vrste *Chrysopogon gryllus*. Listovi su, pre svega, znatno širi, blago, u obliku žljeba savijeni, sa slabo izraženim ispupčenjima na licu lista, iznad većih provodnih snopića. Stome se nalaze i na licu i na naličju lista, u nivou epidermisa. Epidermske ćelije su tanjih zidova, sa slabije izraženim kutikularnim slojevima nego kod vrsta roda *Stipa*. Mehanička tkiva su mnogo slabije razvijena nego kod listova vrsta *S. capillata* i *S. joannis*, a nalaze se, uglavnom, uz provodne snopiće.

Listovi vrsta *A. onobrychis* i *A. dasyanthus* odlikuju se određenim kseromorfnim osobinama, pri čemu je to izrazito niži stepen kseromorfnosti u odnosu na listove tipičnih eukserofita. Relativno sitni i mekani listovi obrasli su dlakama i na licu i na naličju lista, pri čemu je gusti dlakavi pokrivač naročito izražen kod vrste *A. onobrychis*. Brojne i stine stome nalaze se i na licu i na naličju lista. Mehanička tkiva su sasvim neznatno prisutna. Međutim, izuzetno dobro je razvijeno palisadno tkivo, dvo do troslojno, odnosno razvijeno i na licu i na naličju lista, naročito kod *A. dasyanthus*. U vezi sa razvijenim palisadnim parenhimom, zapaža se i veći broj provodnih snopića, što, uopšte uzev, odražava uslove dobrog prometa vode kroz list i mogućnosti za značajnu fotosintetsku aktivnost ovih biljaka. Vrste *A. onobrychis* i *A. dasyanthus* mogu se, s obzirom na dubok korenov sistem, kseromorfnu građu mekanih listova i specifične karakteristike vodnog režima (intenzivna transpiracija, velike dnevne i sezonske amplitude parametara vodnog režima), ekološki definisati kao hidrolabilne malakofilne stepske kserofite. U livado—stepskoj zajednici *Chrysopogonetum pannonicum* na Deliblatskoj peščari postoji ekološka ravnoteža između različitih vrsta kserofilnih trava i drugih zeljastih kserofita. Ona se zasniva, pre svega, na uravnoteženim odnosima kompeticije na nivou korenovog sistema: trave se odlikuju intenzivnim, veoma granatim korenovim sistemom, dok je za malakofilne kserofite karakterističan ekstenzivan, osoviniski i dubok korenov sistem.

## ZAKLJUČAK

U livado—stepskoj zajednici *Chrysopogonetum pannonicum* L. Stjep. — Ves. na Deliblatskoj peščari obavljena su ekoanatomska istraživanja (u sklopu ekofiziološke studije) karakterističnih vrsta *Stipa capillata* L., *Stipa joannis* Čelak., *Chrysopogon gryllus* L. (Trin.), *Astragalus onobrychis* var. *wagneri* Jav. i *Astragalus dasyanthus* Pall. Ispitivane vrste su značajni predstavnici livado—stepske vegetacije (ali i peščarske) u Deliblatskoj peščari, pa i šire, u Panonskoj niziji i donjem Podunavlju. U livado—stepskoj zajednici svih pet ispitivanih biljaka raste jedna pored druge a problem efikasne ekonomije vodom rešavaju na posebne, specifične načine. S obzirom da su anatomske i fiziološke osobine biljaka uzajamno povezane i uslovljene, poznavanje strukturnih karakteristika omogućava razumevanje ekoloških i funkcionalnih adaptacija ovih biljaka.

Na Deliblatskoj peščari sastojina zajednice *Chrysopogonetum pannonicum* nalazi se na lokalitetu Devojački bunar, na nadmorskoj visini od oko 130 m, padini nagiba 5–15°, jugozapadne ekspozicije. U mikroklimatskom pogledu padina dine na kojoj se nalazi sastojina odlikuje se toplim i sušnim uslovima vazduha i zemljišta.

Svih pet ispitivanih biljaka pripada kserofitama u širem smislu reči, s obzirom na konstatovane kseromorfne odlike i druge prilagođenosti u morfološkoj strukturi (uvijanje listova, dlakavost) ali i s obzirom na fiziološke karakteristike. Najjasnije izražene osobine kserofita imaju vrste *S. capillata* i *S. joannis*. Kseromorfne odlike i adaptivna sposobnost uvijanja liske, specifična za grupu stipa–kserofita, posebno karakteriše vrstu *S. capillata*. Listovi ovih trava su veoma uzani, rebraste strukture, čvrsti zbog velike količine mehaničkih elemenata. Promenjen odnos fotosintetskog i mehaničkog tkiva, povećan udeo lignifikovanih, sklerenhimskih elemenata u mezofilu, naročito kod starijih listova, povezan je sa smanjenjem ukupne količine vode u ovakvim listovima i povećanjem osmotskih vrednosti kao karakteristikama vodnog balansa ovih stepskih trava. Vrsta *Chrysopogon gryllus* odlikuje se, međutim, slabije izraženim kseromorfnim osobinama listova. Uopšte uzev, vrsta *Ch. gryllus* pokazuje niži stepen kserofitnosti u odnosu na vrste *S. capillata* i *S. joannis*, kako u strukturi lista, tako i u ekofiziološkim osobinama vodnog režima.

Vrste *Astragalus onobrychis* i *A. dasyanthus* odlikuju se mekanim, dlakavim listovima kseromorfne građe. Mehaničko tkivo je neznatno prisutno, dok je izuzetno dobro razvijeno palisadno tkivo, na licu i na naličju, naročito kod listova *A. dasyanthus*. S obzirom na strukturne karakteristike listova, dubok korenov sistem, specifičnu dinamiku vodnog režima (izražene amplitude pojedinih parametara), ove dve vrste roda *Astragalus* pripadaju hidrolabilnim malakofilnim stepskim kserofitama.

U livado–stepskoj zajednici *Chrysopogonetum pannonicum* postoji ekološka ravnoteža između kserofilnih trava i drugih zeljastih kserofita. Ona se zasniva, pre svega, na dubinskoj spratvnosti korenovog sistema, čime se postiže povoljno snabdevanje vodom i efikasno iskorišćavanje različitih slojeva zemljišta: trave se odlikuju intenzivnim, granatim korenovim sistemom, a malakofilne kserofite ekstenzivnim, osovinskim dubokim korenovima.

#### LITERATURA

- Bedanokova, O. A. (1975): Nekotarie osobenosti ritma sezonogog razvitija raznih vozrastnih grupi Stipa. – Bot. žurnal, 60 (7), 978–983.
- Blaženčić, Ž. (1973): Ekološka studija morfo–fizioloških adaptacija nekih kserofitnih trava (Poaceae) u stepskim fragmentima Fruške Gore. – Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu.
- Chamberlain, C. (1921): Mikrotehnika i botanički praktikum. – Zagreb.
- Ganimov, D. K. (1975): Izučenje roda *Astragalus* L. v visokogorah iožnih sklonov boljnogo Kavkaza (v predelah Azerbaidžanskoj SSR). – Bot. žurnal, 60 (1), 87–95.
- Eames, A., MacDaniels, L. (1974): An introduction to plant anatomy. – New York, London.
- Fahn, A. (1974): Plant anatomy. – Oxford, London.
- Kojić, M. (1959): Zastupljenost, uloga i značaj đipovine (*Chrysopogon gryllus* Trin), u livadskim fitocenozama zapadne Srbije. – Arhiv za poljoprivredne nauke, 37, 75–119.
- Marković–Marjanović, J. (1950): Prethodno saopštenje o Deliblatskoj peščari. – Zbornik radova geol. isnt. SANU, knj. 1.
- Metcalf, C. R. (1960): Anatomy of the Monocotyledones. I Gramineae. – Oxford.
- Milojević, B. Ž. (1949): Banatska peščara. – Beograd.

- Parkhurst, D. (1978): The adaptive significance of stomatal occurrence on one or both surface of leaves. — *J. Ecol.*, **66** (2), 367–383.
- Prozina, M. N. (1960): Botaničeskaja mikrotehnika. — Moskva.
- Rychnovska, M. (1963): A contribution to the ecology of the genus *Stipa*. II Water relations of plants and habitat on the hill of Križova hora near the town of Moravski Krumlov. — *Preslia*, **37**, 42–52.
- Rychnovska, M., Ulehlova, B. (1975): Autökologische Studie der tschechoslowakischen *Stipa*-Arten. — *Vegetace ČSSR*, **8**, Praha.
- Stevanović, B. (1980): Ekološka studija vodnog režima nekih značajnih zeljastih biljaka u zajednici *Chrysopogonietum pannonicum* L. Stjep.–Ves. na Deliblatskoj peščari. — Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu.
- Stevanović, V. (1984): Ekologija, fitocenologija i floristička struktura stepske vegetacije Fruške Gore. — Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu.
- Shields, L. M. (1950): Leaf xeromorphy as related to physiological and structural influences. — *Bot. Rev.*, **16**, 399–447.
- Stjepanović–Veseličić, L. (1953): Vegetacija Deliblatske peščare. — Posebno izdanje Instituta za ekologiju i biogeogr. SANU, **216** (4), 1–13, Beograd.
- Thoday, D. (1931): The significance of reduction in the size of leaves. — *J. Ecol.*, **19**, 297–303.
- Walter, H. (1973): *Vegetation of the Earth in relation to climate and ecophysiological conditions.* — London, New York.

### Summary

BRANKA STEVANOVIĆ

## ECOANATOMICAL ADAPTATIONS OF SOME STEPPE PLANTS IN THE COMMUNITY *CHRYSOPOGONETUM PANNONICUM* L. STJEP.–VES. IN DELIBLATSKA PEŠČARA SANDS

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

*Stipa capillata* L., *S. pennata* ssp. *joannis* Čelak, *Chrysopogon gryllus* (L.) Trin., *Astragalus onobrychis* L. var. *wagneri* Jav. and *A. dasyanthus* Pall. are characteristic species of the meadow–steppe community *Chrysopogonietum pannonicum* L. Stjep.–Ves. in Deliblatska peščara sands (north–west Yugoslavia). Their ecoanatomy was studied within a wider ecophysiological study. All these plants are important representatives of the meadow–steppe as well as of sands vegetation in Deliblatska peščara, but also in the wider Pannonian lowlands and the lower–Danube river basin. Within the meadow–steppe community all five plants grow next to each other, with each species solving its water–balance problem by its own particular combination of adaptive characters. Since anatomical and physiological features depend on each other, the knowledge of structural features could help elucidate ecological and functional adaptive strategies in these plants.

The locality of Devojački bunar, where the stand of the community *Chrysopogonietum pannonicum* is found, has the altitude of about 130 m, and it is a slope of 5–15°, with southwest exposure. The microclimate conditions of the dune slope are warm and dry, in air and soil.

All five studied species are xerophytes in the broader sense of the term. Xerophytic features are most evident in *Stipa capillata* and *S. joannis*. In this respect, xeromorphic features and the adaptive ability of leaf folding which are specific for the

group of stipa-xerophytes characterize in particular the species of *S. capillata*. In those two grass species leaves are very narrow, rib-grooved, and they are hard owing to the abundance of mechanical tissue. The changed ratio between the photosynthetic and mechanical tissue, i.e. the greater proportion of sclerenchyma in mesophyll, particularly in older leaves, is related to the decrease of total water content in leaves and to other changes in water balance in these steppe grasses. Xeromorphic features in leaves are less expressed in *Chrysopogon gryllus*. Compared to *S. capillata* and *S. joannis*, this species is altogether less xerophytic, both in its leaf structure and in eco-physiological characteristics of its water balance.

*Astragalus onobrychis* and *A. dasyanthus* have soft, hairy leaves, with xeromorphic structure. Mechanical tissue is scant while the palisade parenchyma is well developed, on both sides of the leaf, particularly on the leaves of *A. dasyanthus*. By the structural features of their leaves, the long tap-root system, wide amplitude and specific dynamic of their water balance these two species of the genus *Astragalus* belong to hydrolabile malakophyllous steppe xerophytes.

The meadow-steppe community of *Chrysopogonetum pannonicum* demonstrates an ecological equilibrium among different species of xerophyllous grasses and other herbaceous xerophytes. The principal instrument of this balance is the root system; reaching into different depths it assures sufficient water supply and the full advantage is taken of each soil layer: the grasses have intensive, branched roots whereas the malakophyllous xerophytes possess extensive, long tap-roots.