

Originalni naučni rad
UDK 581.522.5 (497.1)

BRANKA STEVANOVIĆ, SLOBODAN JOVANOVIĆ, LJILJANA ŠOŠIĆ

EKOLOŠKE KARAKTERISTIKE RUDERALNE VEGETACIJE I MORFO–ANATOMSKA ANALIZA BILJAKA SA GAŽENIH I NEGAŽENIH RUDERALNIH POVRŠINA

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

Stevanović, B., Jovanović, S., Šošić, Lj. (1988): *Ecological characteristics of ruderal vegetation, I. Morpho–anatomical analysis of plants from trampled and untrodden ruderal areas.* – Glasnik Instituta za botaniku i botaničke bašte Univerziteta u Beogradu, Tom XXII, 117–130.

The paper presents the results of a comparative morphoanatomical analysis of the species *Plantago major*, *Taraxacum officinale*, *Polygonum aviculare* and *Cynodon dactylon* grown on ecologically different ruderal habitats – trampled and untrodden ruderal areas in Belgrade city region.

The investigated ruderal plants exhibit a high degree of the morpho–anatomical variability (phenotypic plasticity), that is a high ecological adaptability and competitive advantage. The trampling tolerance and the adaptive changes from meso– to xeromorphic features explain the occurrence of these plants in ecologically different urban habitats of the city of Belgrade.

Key words: ruderal plants, morpho–anatomical adaptations, trampled and untrodden areas, Belgrade

Ključne reči: ruderalne biljke, morfo–anatomske adaptacije, gažene i negažene površine, Beograd.

UVOD

U cilju rešavanja ključnih problema u oblasti urbane ekologije na području Beograda se, već nekoliko godina, vrše sistematska i kompleksna ekološka istraživanja ruderalne flore i vegetacije (Jovanović, S. 1985, 1986; Janković, M. M. et al., 1986, 1988; Stevanović, B. 1986, 1987; Jovanović, S. et al. 1988, i dr.).

Kao specifičan oblik vegetacije sekundarnog tipa, ruderalna vegetacija se razvija u ljudskim naseljima i drugim antropogeno formiranim sredinama koje se permanentno ili povremeno nalaze pod uticajem različitih oblika čovekovog delovanja.

Ovaj spontano razvijeni zeljasti biljni pokrivač ima veliki zaštitni potencijal kao važan sastavni deo životne i radne sredine čoveka, pogotovo u velikim gradovima i industrijskim naseljima gde je prisutan visok stepen aero- i drugih oblika zagađenja. U uslovima izmenjene i često veoma narušene životne sredine ruderalne biljke se, s jedne strane javljaju kao „akumulatori“ štetnih materija – zagađivača (ugljen dioksid, teški metali, azotna jedinjenja, fosfati, čađ, prašina i sl.), a istovremeno, s druge strane i kao producenti korisnih materija kao što su kiseonik, fitoncidi i biomasa.

Specifičnost ruderalne vegetacije ogleda se, pre svega, u antropogenoj uslovljenosti koja određuje i njene ostale bitne ekološke karakteristike kao što su: vrlo izražena dinamičnost, fitocenološka (tipološka) raznovrsnost, mikrofragmentarnost u rasprostranjenju kao i velika morfo-anatomska varijabilnost njenih cenobionata.

Ruderalna vegetacija vezana je uglavnom za antropomorfnu tla čije su fizičko-hemijske karakteristike u toj meri izmenjene delovanjem čoveka da su, najčešće, izgubila sličnost sa primarnim tipom zemljišta. Njegove fizičko-hemijske karakteristike jako variraju na prostorno bliskim rastojanjima dostižući, često, ekstremne vrednosti: od izuzetno kompaktnog – usled gaženja sabijenog zemljišta, preko skeletogenog tla nasutog šljunkom, peskom ili građevinskim otpadom, sve do rastresitog nitrofilnog zemljišta prezasićenog organskim materijama u razlaganju. Zahvaljujući velikom biološkom potencijalu (ogromna produkcija semena i izražena sposobnost vegetativnog razmnožavanja), ruderalne biljke se na ovakvim staništima javljaju, najpre, kao pionirske vrste osvajajući zatim, kroz različite sukcesivne faze, čitav ogoljeni prostor. Pri tome, u složenom procesu međusobnog prilagodavanja – kompeticije, vremenom dolazi do uspostavljanja određenih stabilnih cenotičkih odnosa koji su uslovljeni pre svega vrstom i intenzitetom različitih antropogenih uticaja.

Vrste *Plantago major* L., *Taraxacum officinale* W e b e r., *Polygonum avicularre* L. i *Cynodon dactylon* (L.) P e r s. ističu se izrazito pionirskim karakterom i sposobnošću prilagodavanja na raznovrsne, često ekstremno nepovoljne uslove ruderalnih staništa. Na području Beograda one u većoj ili manjoj meri ulaze u sastav velikog broja ruderalnih zajednica, ukazujući time na širinu svojih ekoloških valenci, odnosno na svoju veliku ekološku plastičnost (J o v a n o v i ć, S. 1986). Ipak, kao karakteristične vrste sveze *Polygonion avicularis* B r. – B l. 1931 (izuzimajući vrstu *Taraxacum officinale*) one su na području Beograda kvantitativno najzastupljenije na gaženim ruderalnim površinama bilo kao edifikatori ili subedifikatori sledećih ruderalnih zajednica pomenute sveze: *Plantagini* – *Polygonetum* (K n a p 1945) P a s s. 1964, *Sclerochloa*–*Polygonetum* (G a m s 1927) S o o 1940 i *Lolio*–*Plantaginetum* B e g e r 1930. Pored velikog mehaničkog pritiska kojeg biljke trpe na ovakvim staništima, gaženje u velikoj meri menja strukturu samog zemljišta a samim tim i njegovu aerisanost i vodni režim, stvarajući tako niz teškoća koje su ove biljke morale da savladaju da bi tu i opstale.

Na površinama koje se nalaze izvan direktnog uticaja gaženja i koje su na području Beograda obrasle različitim zajednicama obuhvaćenim svezama *Sisymbrium* T x., L o h m. et P r s g. 1950, *Arction* T x. (1937) 1947, *Convolvulo*–*Agropyron* G o r s 1966 i drugim, ove vrste su uglavnom samo sporadično prisutne. Pri tome se one morfološki vidno razlikuju u odnosu na individue istih vrsta koje se razvijaju na gaženim ruderalnim površinama.

U ovom radu analizirali smo uporedo morfo–anatomske karakteristike vrsta *Plantago major*, *Taraxacum officinale*, *Polygonum aviculare* i *Cynodon dactylon* koje potiču sa gaženih i negaženih ruderalnih površina sa ciljem da utvrdimo stepen njihove fenotipske, a samim tim i ekološke plastičnosti i da ukážemo na mogućnost i karakter njihovih adaptacija za život na ovim, ekološki vrlo heterogenim ruderalnim staništima.

MATERIJAL I METODIKA

Biljni materijal za morfološku i anatomsku analizu vrsta *Plantago major*, *Taraxacum officinale*, *Polygonum aviculare* i *Cynodon dactylon* koje potiču sa gaženih ruderalnih površina sakupljen je u okviru zajednice *Lolio–Plantaginetum* koja inače, prema S. Jovanoviću (1986), predstavlja najrasprostranjeniju ruderalnu zajednicu užeg–urbanog dela Beograda. Jedinke istih vrsta koje su se nalazile izvan uticaja gaženja sakupljene su u Botaničkoj bašti u Beogradu.

Uporedna morfološka analiza obuhvatila je merenje sledećih parametara: dužina lista, širina lista, dužina lisne drške, dužina internodija i dužina cvetne drške.

Za potrebe anatomske analize pravljeni su trajni preparati poprečnih preseka kroz listove ispitivanih biljaka. Pri tome je pažnja bila usmerena pre svega na debljinu lista, širinu mezofila, visinu epidermalnih ćelija, odnos palisadnog i sunderastog tkiva, kao i na određivanje rasporeda i položaja stoma.

Na ovaj način bilo je moguće utvrditi značajne razlike u morfološkoj i anatomskoj građi njihovih vegetativnih organa koje su u funkciji specifičnih adaptacija ovih vrsta na različite ekološke uslove ruderalnih staništa.

REZULTATI RADA

Tab. 1. – Morfološke karakteristike biljaka (izražene u centimetrima)
 Morphological features of plants, in cm

Vrsta Plant species	Dužina lista Leaf length	Širina lista Leaf width	Dužina lisne drške Length of petiole	Dužina cvetne drške Length of flower stem	Dužina internodija Internode length
<i>Plantago major</i>	* 5 – 10 ** 1 – 4	4 – 9 0,5–2	3 – 7 0,7–2	6 – 13 1 – 4	
<i>Taraxacum officinale</i>	* 8,5–16,5 ** 1,5– 4,7				
<i>Polygonum aviculare</i>	* 0,5– 3 ** 0,2– 0,8	0,2–0,7 0,2–0,4			1,2–4,4 0,2–0,8
<i>Cynodon dactylon</i>	* 7 – 17 ** 1 – 3,3	0,3–0,5 0,2–0,4		6,5–50 3,4–11,2	

*negažene ruderalne površine – untrudden ruderal areas
 **gažene ruderalne površine – trampled ruderal areas

Na tabelama je dat uporedni pregled morfoloških (Tab. 1) i anatomskih (Tab. 2) karakteristika ispitivanih vrsta koje potiču sa gaženih i negaženih ruderalnih površina.

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

Anatomical features of leaves on cross section, in μm

Vrsta Plant species	Debljina lista Leaf thickness	Debljina mezofila Mesophyll thickness	Epidermis lica Upper epidermis	Epidermis naličja Lower epidermis
<i>Plantago</i>	* 214–243	170–195	13–32	13–19
<i>major</i>	** 233–315	201–277	13–19	13–16
<i>Taraxacum</i>	* 126–186	113–170	19–13	9–16
<i>officinale</i>	** 164–217	132–173	11–19	10–19
<i>Polygonum</i>	* 179–220	145–176	16–31	9–31
<i>aviculare</i>	** 120–151	85–107	16–25	9–25
<i>Cynodon</i>	* 94–104	69–85	4–9	5–13
<i>dactylon</i>	** 120–142	88–113	4–7	5–9

*negažene ruderalne površine – untrudnen ruderal areas

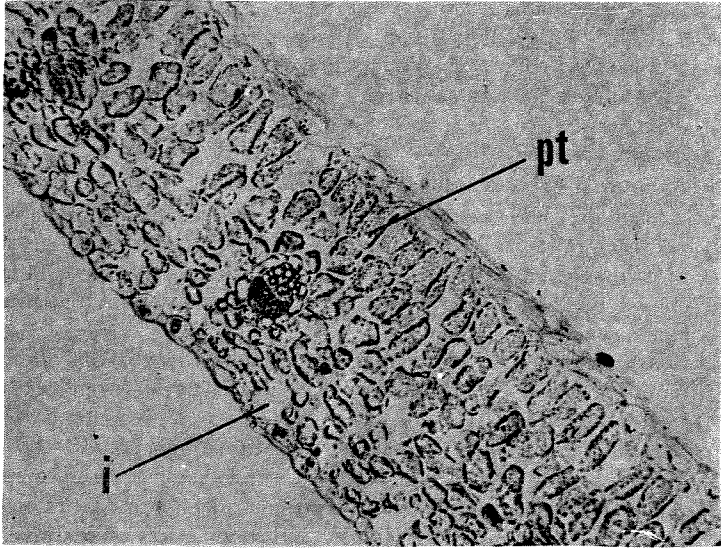
**gažene ruderalne površine – trampled ruderal areas

Plantago major L.

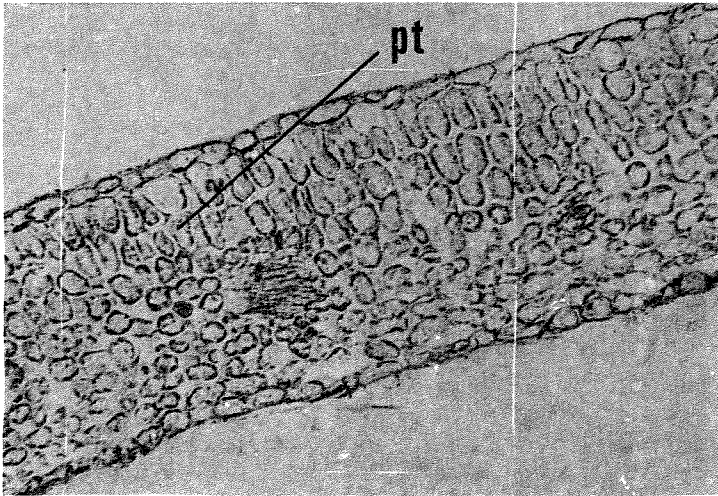
Na negaženim površinama razvijaju se biljke krupnih do veoma krupnih listova (dužine od 5–10 cm, a širine od 4–9 cm). Lisna drška ovih listova je dužine od 3–7 cm, dok je cvetna drška dugačka od 6–13 cm.

Biljke izložene permanentnom gaženju odlikuju se patuljastim rastom, većim brojem listova u rozeti i čestim, većim ili manjim mehaničkim oštećenjem listova. Listovi su dužine između 1–4 cm, a širine od 0,5–2 cm. Lisne drške su dugačke od 0,7–2 cm, a cvetne drške od 1–4 cm. Listovi biljaka sa površina koje su izvan uticaja gaženja do tri puta su duži i čak četiri do pet puta širi od onih koji se razvijaju pod pritiskom gaženja trpeći pri tom i mehanička oštećenja.

Na poprečnom preseku kroz list bokvice uočavaju se relativno sitne ćelije epidermisa, mezofil diferenciran na palisadno i sunderasto tkivo i brojne, sitne stome i na licu i na naličju lista u nivou epidermisa. List bokvice sa negažene površine je mezomorfne strukture, manje debljine, sa manjim brojem slojeva ćelija u mezofilu, relativno krupnim ćelijama i intercelularnim prostorima. Odnos palisadnog i sunderastog tkiva je 1:1. Debljina lista se kreće od 214–243 μm , a mezofila od 170–195 μm . U mezofilu se zapaža obično 2 sloja palisadnih ćelija i 5–6 slojeva ćelija sunderastog tkiva. Visina ćelija epidermisa lica je između 13–32 μm , dok su u epidermisu naličja ćelije visoke od 13–19 μm . Relativno retke dlake nalaze se sa obe strane lista, pri čemu su ipak nešto brojnije na naličju lista (sl. 1).



Sl. 1. – Poprečan presek kroz list *Plantago major* sa negažene površine: dvoslojno palisadno tkivo u rastresitom mezofilu (pt) i veći intercelularni prostori (i)
Cross section of the leaf of *Plantago major* from untrampled area: two-layered palisade parenchyma in the mesophyll loosely arranged (pt), and larger intercellular spaces (i)



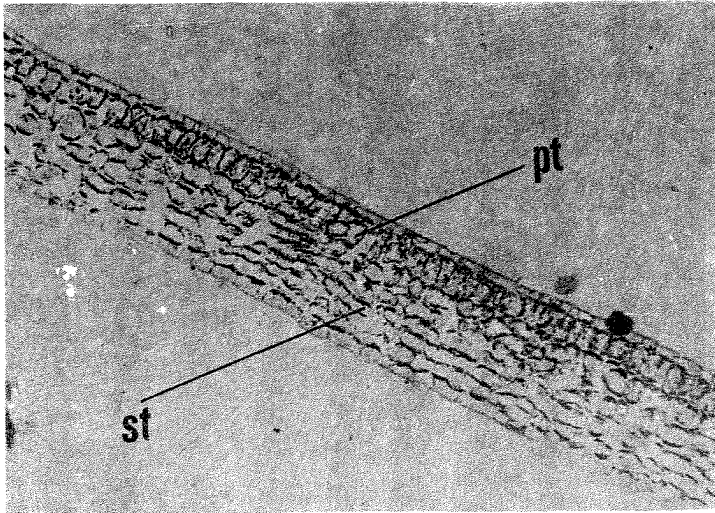
Sl. 2. – Poprečan presek kroz list *Plantago major* sa gažene površine: troslojno palisadno tkivo u kompaktnom mezofilu (pt)
Cross section of the leaf of *Plantago major* from trampled area: three-layered palisade parenchyma in compactly arranged mesophyll (pt)

Na gaženim površinama list bokvice je deblji (233–315 μm). Visina epidermskih ćelija lica je od 13–19 μm , a naličja od 13–16 μm . U mezofilu, debljine od 201–277 μm , palisadno tkivo čine 2–3 sloja zbijenih, tipično cilindrično izduženih ćelija, dok se u sunderastom tkivu uočava 5–6 slojeva sitnih i gusto raspoređenih ćelija (sl. 2).

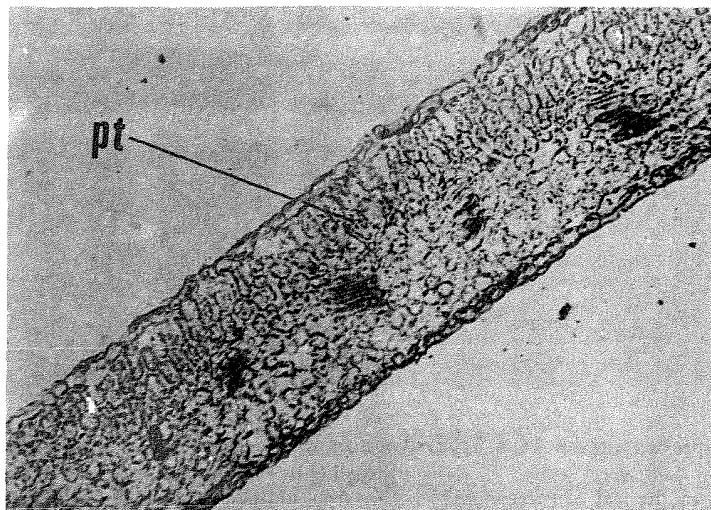
Taraxacum officinale Weber.

Na negaženim površinama listovi vrste *Taraxacum officinale* su krupni (dugi 8,5–16,5 cm), blago urezani i raspoređeni u obliku velike, uspravljene rozete. Na gaženim površinama, međutim, opšti izgled biljaka je busenasto–rozetasta forma patuljastog rasta. Listovi su duboko urezani, sitni i polegli po zemlji, dužine od 1,5–4,7 cm. U povoljnijim uslovima sredine, na negaženim površinama, listovi maslačka su oko 4 puta duži u odnosu na listove biljaka sa gaženih površina.

List maslačka odlikuje se dorziventralnom gradom i mezofilom diferenciranim na palisadno i sunderasto tkivo. Anatomska građa lista biljaka sa negaženih površina ima sve odlike mezomorfne strukture. Čelije epidermisa lica su nešto krupnije (9–16 μm) u odnosu na ćelije epidermisa naličja (9–13 μm). Mezofil debljine od 113–170 μm odlikuje se jednoslojnim palisadnim tkivom i 4–5 slojeva sunderastog tkiva u kojem su izraženi intercelularni prostori (sl. 3). Na površinama izloženim gaženju, međutim, debljina lista je između 164–217 μm , a debljina mezofila od 132–173 μm . Čelije epidermisa lica i naličja su približno iste visine (od 11–19 μm na licu, odnosno od 10–19 μm na naličju lista). U mezofilu se razlikuje 2–3 slojeva palisadnog tkiva i 5–7 slojeva sitnih ćelija sunderastog tkiva (sl. 4). Stome su vrlo sitne i brojne, u nivou epidermisa i na licu i na naličju lista kod biljaka koje potiču kako sa gaženih, tako i sa negaženih površina.



Sl. 3. – Poprečan presek kroz list *Taraxacum officinale* sa negažene površine: jednoslojno palisadno tkivo (pt), veći deo mezofila je sunderasto tkivo (st) jer je stanište u senci.
Cross section of the leaf of *Taraxacum officinale* from untrodden area: single layer of palisade parenchyma (pt), greater proportion of spongy parenchyma (st) since the plant is from shaded habitat



Sl. 4. — Poprečan presek kroz list *Taraxacum officinale* sa gažene površine: gusti mezofil sa višeslojnim palisadnim parenhimom (pt)
Cross section of the leaf of *Taraxacum officinale* from trampled area: dense mesophyll with several layers of palisade parenchyma (pt)

Polygonum aviculare L.

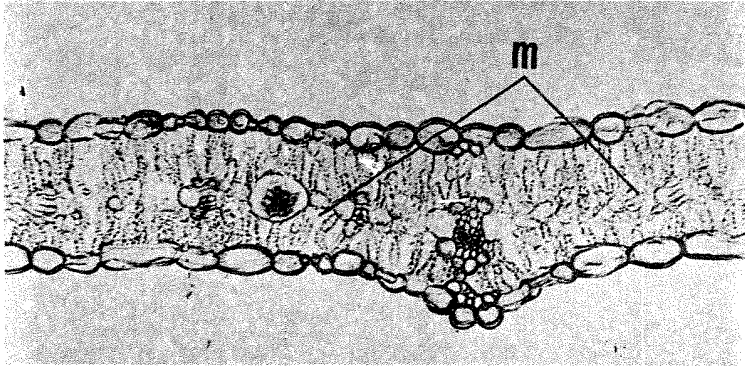
Troskot je vrsta koja je najobilnije zastupljena upravo na gaženim površinama. Može se reći da je to vrsta koja se, u klimatsko–ekološkim uslovima naše zemlje, ali i šire, prva pojavljuje, ostaje i poslednja povlači sa mesta izloženih intenzivnom pritisku gaženja.

Na negaženim površinama *P. aviculare* dostiže normalnu veličinu. Listovi su dugački od 0,5–3,0 cm, a široki od 0,2–0,7 cm. Stabljike se odlikuju internodijama dužine od 1,2–4,4 cm.

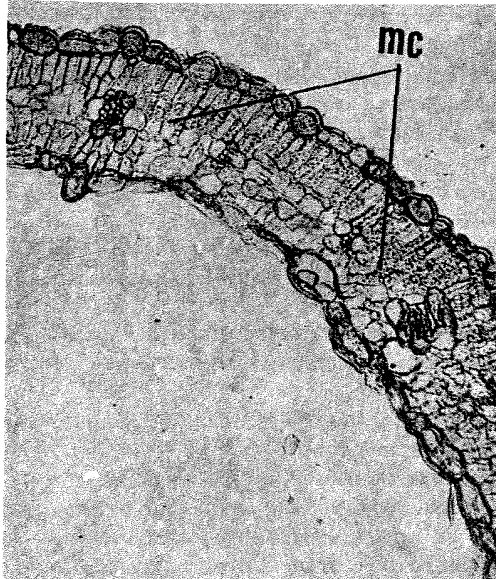
Listovi biljaka sa gaženih površina dugački su 0,2–0,8 cm i široki od 0,2–0,4 cm, što znači da su oko 4 puta manji od onih sa jedinki koje rastu na površinama gde gaženje nije izraženo. Na vrhu i obodu liske biljaka sa gaženih površina uočavaju se velika mehanička oštećenja. Internodije stabla ovih jedinki su dugačke od 0,2–0,8 cm. Iako vrlo mali rastom, brojni razgranati primerci vrste *P. aviculare* gusto pokrivaju veće ili manje delove gaženih ruderalnih površina.

U anatomskom pogledu, troskot se odlikuje kseromorfnom strukturom bilo da listovi potiču sa gaženih ili negaženih površina. Epidermis je izgrađen od relativno krupnih ćelija. Mezofil je diferenciran na palisadno tkivo raspoređeno i na licu i na naličju lista, dok se u središnjem delu proteže sloj ćelija sunderastog parenhima. U ćelijama sunderastog tkiva česti su kristali kalcijum oksalata, zvezdastog oblika i često veoma krupni. Stome se nalaze sa obe strane lista, veoma su sitne i u nivou unutrašnjeg, tangencijalnog zida epidermskih ćelija.

Debljina liske biljaka sa negaženih površina je od 179–220 μm , a mezofila od 145–176 μm . Mezofil ovog izolateralnog lista čine 1–2 sloja palisadnog tkiva i na licu i na naličju lista. Visina epidermskih ćelija lica lista je od 16–31 μm , a naličja lista od 9–31 μm (sl. 5).



Sl. 5. — Poprečan presek kroz list *Polygonum aviculare* sa negažene površine: rastresiti mezofil (m)
Cross section of the leaf of *Polygonum aviculare* from untrodden area: mesophyll loosely arranged (m)



Sl. 6. — Poprečan presek kroz list *Polygonum aviculare* sa gažene površine: gusto zbijene ćelije mezofila (mc)
Cross section of the leaf of *Polygonum aviculare* from trampled area: mesophyll cells closely packed together (mc)

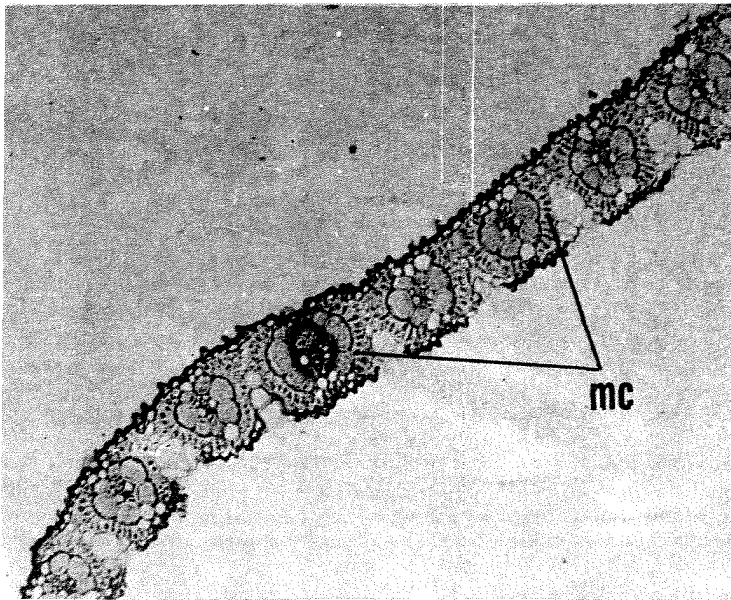
Sitni listovi jedinki sa gaženih površina odlikuju se debljinom od 120–151 μm , mezofil je deo od 85–107 μm , dok visina epidermalnih ćelija lica varira od 16–25 μm , a epidermisa naličja od 9–25 μm . Čelije palisadnog tkiva su male, gusto zbijene i najčešće u dvoslojnom nizu raspoređene kako na licu, tako i na naličju lista (sl. 6).

U sredini mezofila, u nivou sunderastog tkiva, naročito kod listova biljaka sa gaženih površina uočavaju se brojni i veoma krupni kristali kalcijum oksalata koji imaju zaštitnu ulogu u smislu povećanja mehaničke čvrstine lista. Izraženija kseromorfna struktura ogleda se u pojedinačnim ćelijama mehaničkog tkiva koje se nalaze na više mesta između epidermisa i palisadnog tkiva.

Cynodon dactylon (L.) Pers.

Zubača se na negaženim površinama razvija normalno, tako da listovi dostižu dužinu od 7–17 cm, i širinu od 0,3–0,5 cm. Primerci vrste *C. dactylon* sa ovakvih površina odlikuju se cvetnom drškom dužine od 6,5–50 cm. Međutim, na gaženim površinama *C. dactylon* se odlikuje malim rastom, sitnim listovima, kraćom cvetnom drškom i veoma izraženim mehaničkim oštećenjima lista. Dužina lista je od 1,–3,3 cm, a širina od 0,2–0,4 cm. Cvetna drška je dugačka između 3,4–11,2 cm.

Na poprečnom preseku kroz list *C. dactylon* uočava se tipična građa lista kseromorfne trave. Epidermis čine sitne ćelije zadebljelih zidova sa debelom i naboranom kutikulom. Stome su sitne i nalaze se i na licu i na naličju lista uvučene ispod nabora

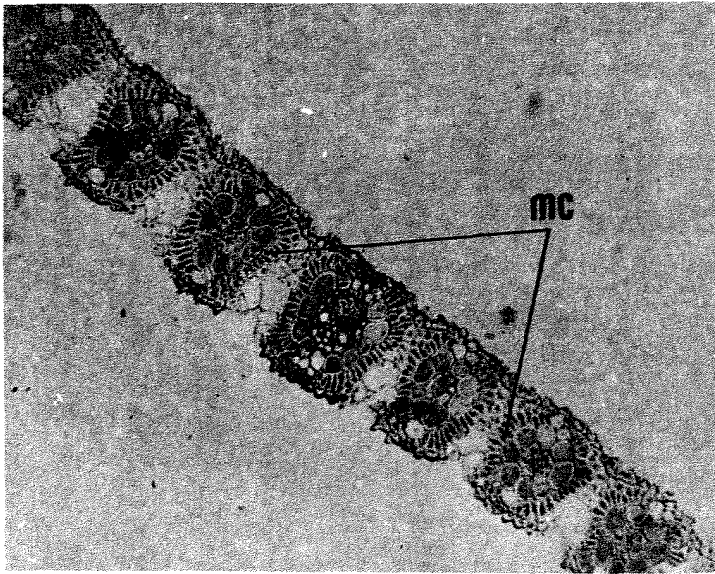


Sl. 7. – Poprečan presek kroz list *Cynodon dactylon* sa negažene površine: ćelije mezofila su prstenasto raspoređene oko provodnih snopića (mc)

Cross section of the leaf of *Cynodon dactylon* from untreated area: mesophyll cells arranged as a sheathing girdle around the vascular bundle (mc)

kutikule i ispod nivoa epidermiskih ćelija. Hlorenhim čine sitne, zbijene parenhimske ćelije, zrakasto raspoređene oko provodnih snopića, što ukazuje na karakterističnu „Kranz” anatomiju lista ove ruderalne biljke i funkcionalno–adaptivni C_4 put odvijanja fotosinteze. Liska na poprečnom preseku ima specifičnu rebrastu strukturu, odnosno ispupčenja i udubljenja na čijem dnu se nalaze krupne parenhimske ćelije (motorne ćelije); niz krupnijih i sitnijih parenhimskih ćelija preseca mezofil od epidermisa lica do epidermisa naličja odvajajući „rebra” lista (sl. 7). Debljina liske jedinki sa negaženih površina je od 94–104 μm na ispupčenjima, odnosno od 76–94 μm na udubljenjima. Debljina liske biljaka sa gaženih površina je od 120–142 μm na ispupčenjima, odnosno od 82–98 μm na udubljenjima. Epidermske ćelije obe strane lista su sličnih dimenzija, isto kao što su neznatne razlike u veličini ćelija epidermisa listova biljaka koje potiču sa gaženih ili negaženih površina.

Kod sitnih listova biljaka sa gaženih površina jače su izražena ispupčenja i udubljenja (odnosno „rebra” lista). Ćelije mezofila kod ovih listova su male, zbijene, a brojnije su i ćelije koje razdvajaju rebra, što verovatno doprinosi čvrstini lista. Kutikula ovih listova je veoma naborana, debela i lignifikovana (sl. 8).



Sl. 8. – Poprečan presek kroz list *Cynodon dactylon* sa gažene površine: sa redukcijom veličine lista povećao se ukupan broj sitnih i gusto zbijenih ćelija mezofila (mc)

Cross section of the leaf of *Cynodon dactylon* from trampled area: the reduction of leaf size is connected with an increase in the total number of small compactly arranged mesophyll cells (mc)

DISKUSIJA

Ruderalna vegetacija vezana je za antropogene površine koje se odlikuju specifičnim ekološkim karakteristikama. Pre svega, zemljište na ruderalnim površinama u toj meri

menja fizičko—hemijske osobine da, najčešće, gubi sličnost sa tipom zemljišta karakterističnim za dati predeo. Zemljište postaje bogatije u različitim sastojcima organskog i neorganskog porekla, odnosno prisutne su znatne količine azotnih jedinjenja, što utiče na opšti metabolizam biljaka i njihove strukturne, adaptivne karakteristike. Ekoklimatski gledano, gažena ruderalna staništa, ali i većina ostalih tipova urbanih ruderalnih površina, može se označiti kao kserotermna; permanentno, intenzivno gaženje stvara kompaktno—sabijeno zemljište slabo aerisano i deficitarno vodom. Na ovakvim površinama vodeni talozi se slabije zadržavaju i teže prodiru u dublje slojeve zemlje, a istovremeno, usled intenzivnog zračenja na ovim otvorenim površinama konstatovane su visoke temperature vazduha i površine zemljišta sa koje voda brzo isparava. Međutim, mineralni režim ovakvih staništa je povoljan, nema deficita mineralnih elemenata, zahvaljujući pre svega otpadu i ekskretima životinjskog porekla, što kompenzije manje povoljne mikroklimatske uslove staništa. S obzirom na to, veliki broj ruderalnih biljaka iako raste na kserotermnim staništima, zahvaljujući povoljnom mineralnom režimu usklađuje svoje metaboličke potrebe i procese što uslovljava njihovu mezomorfnu strukturu. Međutim, specifične adaptivne anatomske promene javljaju se kod ruderalnih biljaka koje rastu na površinama izvan domašaja stalnog gaženja i onih koje su izložene permanentnom gaženju. Negažene površine su ekološki povoljnije za bujniji razvoj ruderalnih biljaka. Mikroklimatski uslovi su umereniji, sa manje izraženim ekstremima u termo—higričkom režimu staništa. Zemljište je manje ili više rastresito, bolje je aerisano i ima povoljniji vodni režim.

Znatno nepovoljniji mikroklimatski i edafski uslovi prisutni na gaženim ruderalnim staništima uz neprestani mehanički pritisak uzrokuju i znatna oštećenja na vegetativnim organima biljaka. Stresne ekološke prilike na ovakvim staništima uslovljavaju pojavu strukturnih adaptacija kseromorfno karaktera.

U morfološkom pogledu, sve biljke sa gaženih površina odlikuju se malim, zakržljanim rastom (patuljaste forme), sitnim listovima, ponekad većim brojem manjih listova u zbijenijoj rozeti ili na kraćim internodijama.

Kod vrste *Plantago major* i *Taraxacum officinale* sa gaženih površina kseromorfizacija listova ogleda se u povećanju slojeva palisadnog tkiva čime se menja odnos tkiva diferenciranog mezofila, odnosno povećava učešće palisadnog parenhima u odnosu na sunderasto tkivo; palisadne ćelije, u listovima biljaka sa gaženih površina, su mnogobrojnije, izrazitije cilindrične, tanje i tipično gusto (u palisadnom nizu) raspoređene. Između ćelija mezofila intercelularni prostori su veoma mali ili ih uopšte nema.

Ovakve ekoplastične promene kseromorfno tipa zapažaju se uvek kada se jedinke vrsta *Taraxacum officinale* ili *Plantago major* nađu u uslovima permanentnog i intenzivnog gaženja.

Vrste *Polygonum aviculare* i *Cynodon dactylon* reaguju sličnim morfološkim promenama habitusa i nešto slabije izraženim anatomske modifikacijama strukture lista na opšte uslove, a pre svega na mehanički pritisak na gaženim površinama. Ove biljke se odlikuju, takođe, patuljastim opštim izgledom i sitnim listovima na skraćenim internodijama kada rastu na mestima sa manje povoljnim vodnim i temperaturnim režimom na kompaktnom, sabijenom i slabo aerisanom zemljištu. Međutim, vrste *Polygonum aviculare* i *Cynodon dactylon* pripadaju, po svojim opštim ekološkim karakteristikama, kserofitama i odlikuju se kseromorfnom građom. One su, i inače, prilagođene uslovima veće temperature i insolacije na staništima koja naseljavaju. Jače izražene kseromorfne odlike listova ovih biljaka sa gaženih površina ogledaju se u mnogobrojnim, sitnim stomama uvučenim među ćelije epidermisa, gusto zbijenim ćelijama mezofila, odnosno hlarenhima kod vrste *C. dactylon*, kao i izraženoj i lignifikovanoj kutikuli.

Sve četiri ispitivane biljne vrste pokazuju veliku ekološku plastičnost i mogućnost adaptiranja na nepovoljne opšte ekološke prilike na gaženim ruderalnim površinama, inače, veoma čestim mestima u okviru urbane sredine. Veliki biološki potencijal koji poseduju ove biljke ogleda se i u izraženom vegetativnom načinu razmnožavanja čime one vrlo brzo osvajaju prostor.

Različite ruderalne površine koje se u okviru urbanog ekosistema nalaze izvan uticaja gaženja pružaju biljkama mnogo povoljnije uslove za opstanak. Biljni pokrivač je ovde mnogo gušći, tako da sama vegetacija ovde formira posebne mikroklimatske uslove: smanjuje se temperatura zemljišta, poboljšava njegov vodni režim, uslovi aeracije i struktura zemljišta. Intenzitet sunčevog zračenja je donekle ublažen i normalno izraslim primercima ovih i drugih ruderalnih biljaka koje međusobno stvaraju i uslove specifične senke na otvorenim staništima. Organske materije su prisutne obilno do vrlo obilno na svim tipovima ruderalnih površina: zbog velike količine organskog otpada koji iza sebe ostavlja čovek i zbog ekskretornih produkata životinjskog porekla, što značajno utiče na opšte karakteristike mineralnog režima ruderalnih staništa uopšte. Povoljan mineralni režim na ruderalnim staništima ublažava negativno dejstvo drugih faktora spoljašnje sredine (nepovoljni vodni režim, pre svega) i omogućava ogromnu produkciju biomase takozvanih korovskih biljaka, neophodnih i izuzetno važnih činioca u metabolizmu urbanih ekosistema.

ZAKLJUČAK

Uparedna ispitivanja morfo—anatomskih karakteristika ruderalnih vrsta *Plantago major*, *Taraxacum officinale*, *Polygonum aviculare* i *Cynodon dactylon* koje potiču sa gaženih i negaženih ruderalnih površina na području Beograda obavljena su sa ciljem utvrđivanja stepena njihove fenotipske, a samim tim i ekološke plastičnosti (varijabilnosti) koja je u funkciji adaptacija ovih vrsta za život na ekološki vrlo heterogenim ruderalnim staništima.

Gažene ruderalne površine se odlikuju vrlo nepovoljnim mikroklimatskim i edafskim uslovima za biljni svet. Veliki mehanički pritisak, kompaktno—sabijeno zemljište, slaba aeracija, deficit vode, velike temperature vazduha i zemljišta predstavljaju prepreke koje biljke moraju da savladaju da bi tu i opstale. Upravo zbog toga, na ovakvim mestima se javlja vrlo ograničeni broj vrsta koje izgrađuju specifične ruderalne zajednice obuhvaćene svezom *Polygonion avicularis* B r. — B l. 1931.

Negažene ruderalne površine, međutim, obrasle su više ili manje gustim i floristički bogatijim biljnim pokrivačem koji nije izložen mehaničkom pritisku gaženja i koji stvara posebne mikroklimatske uslove.

Na gaženim površinama biljke su patuljastog rasta, sitnih, po zemlji pleglih listova na kojima su upadljiva mehanička oštećenja. Na susednim negaženim površinama, biljke su normalne veličine, krupnih listova i bez mehaničkih oštećenja.

Znatne razlike postoje i u anatomskoj građi listova biljaka sa ovih različitih urbanih površina. Na negaženim površinama vrste *P. major* i *T. officinale* odlikuju se veoma krupnim listovima mezomorfne građe: uočavaju se intercelularni prostori između ćelija mezofila u kojem je odnos palisadnog i sunderastog tkiva 1:1. Međutim, na gaženim površinama ove biljke stiču niz kseromorfoza. Na sitnim listovima izraženi su kutikularni slojevi, delimično lignifikovani. U mezofilu se povećava broj sitnijih i zbijenijih ćelija pri čemu je palisadno tkivo bolje razvijeno od sunderastog tkiva.

Vrste *Polygonum aviculare* i *Cynodon dactylon* odlikuju se kseromorfnom strukturom lista. Na gaženim površinama kseromorfoze su još upadljivije, odnosno bolje razvijene kroz debelu, lignifikovanu kutikulu, sitnije ćelije, odsustvo intercelularnih prostora.

Morfološka i anatomska varijabilnost ispitivanih ruderalnih biljaka ukazuje na njihovu veliku fenotipsku plastičnost. Odgovarajuća reakcija njihovih genotipova omogućava adaptacije na ekološki izmenjene uslove različitih ruderalnih staništa.

Ruderalne biljke gaženih površina obrastaju ovakva ogolela mesta, estetski obogaćuju gradski prostor i doprinose poboljšavanju uslova opšteg prometa gasova. Njihovim prisustvom povećava se količina kiseonika i količina biomase. Uspostavljajući makar i siromašne populacije na gaženim mestima one menjaju i poboljšavaju mikroklimatske i edafske karakteristike ovakvih urbanih površina, ali i gradske sredine uopšte.

LITERATURA

- Janković, M. M., Jovanović, S., Stevanović, V. (1986): Sukesije i antropogeni uticaji u ruderalnoj vegetaciji Beograda i njegovog područja. – I Simpozijum o flori i vegetaciji SR Srbije, Izvodi saopštenja, 49–50, juni 1986, Beograd.
- Janković, M. M., Jovanović, S., Stevanović, V. (1988): Prilog poznavanju ruderalne vegetacije Beograda. – IV Kongres ekologa Jugoslavije, plenarni referati i izvodi saopštenja, 332–333, oktobar 1988, Ohrid.
- Jovanović, S. (1985): Analiza ruderalne flore severoistočnog dela Beograda. – Biosistematika, Vol. 11, No. 1, 17–30, Beograd.
- Jovanović, S. (1986): Fitocenološka analiza ruderalne vegetacije severoistočnog dela Beograda. – Magistarski rad, P.M.F. Beograd.
- Jovanović, S., Janković, M. M., Stevanović, V. (1988): Uloga i značaj ruderalne flore i vegetacije u ekosistemima gradskih i industrijskih naselja. – Simpozijum „Ekologija i geografija u rešavanju problema životne sredine”, juni 1988, Smederevo.
- Stevanović, B. (1986): Morfo–anatomske karakteristike nekih ruderalnih biljaka na području grada Beograda. – VII Kongres biologa Jugoslavije, Izvodi saopštenja, D3–6, septembar–oktobar 1986, Budva.
- Stevanović, B., Janković, M. M. (1987): Ecological adaptations of ruderal plants; Helio-morphic characteristics. – 2nd Congress of the European society for fotobiology, 6–10, septembar 1987, Padova.

S u m m a r y

BRANKA STEVANOVIĆ, SLOBODAN JOVANOVIĆ AND LJILJANA ŠOŠIĆ

**ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF RUDERAL VEGETATION.
I. MORPHO–ANATOMICAL ANALYSIS OF RUDERAL PLANTS FROM TRAMPLED
AND UNTRODDED RUDERAL AREAS**Institute of botany and botanical garden,
Faculty of Sciences, Belgrade

The species *Plantago major*, *Taraxacum officinale*, *Polygonum aviculare* and *Cynodon dactylon* are common ruderal plants growing on both trampled and untrodden areas of Belgrade city region. Their morpho–anatomical characteristics were studied in order to establish their phenotypic plasticity and adaptability to the ecologically heterogeneous ruderal habitats.

The microclimatic and edaphic conditions in the trampled areas are very unfavourable for the plant survival. The excessive mechanical pressure, compact compressed soil, poor aeration, water deficit, and the higher soil surface temperatures, represent the obstacles that plants must overcome in order to survive. That is the reason why in these areas occur only a very limited number of species making the specific ruderal communities included in the alliance *Polygonion avicularis* B r. – B l. 1931.

However, the untrodden areas are overgrown with more or less dense and floristically rich plant cover without injuries of footing pressure and with favourable microclimatic conditions.

In trampled areas occur the plants of dwarf growth, or with tiny, prostrate leaves mechanically damaged by treading. In the surrounding untrodden areas, the plants have normal size, large leaves without mechanical injuries.

There are considerable differences in anatomical features of the leaves of plants coming from the heterogeneous urban habitats. In untrodden areas the species *P. major* and *T. officinale* are characterized by large leaves of mesomorphic structure: there are obvious intercellular spaces between mesophyll cells and almost equal the palisade to the spongy tissue ratio of 1:1. However, in trampled areas these plants tend to exhibit a lot of xeromorphic characteristics. It has been established the thicker cuticular layers, mesophyll with small and densely arranged cells, and the increased development of the palisade tissue at the expense of the spongy tissue.

The species *P. aviculare* and *C. dactylon* are characterized by general xeromorphic leaf structure. In trampled areas the xeromorphic features are more noticeable, i.e. the leaf cuticle is thicker, the mesophyll cells are smaller and the intercellular spaces are extremely reduced.

The morpho–anatomical performance of the studied ruderal plants emphasize their high phenotypic plasticity. The stable coexistence of their genotypes enables them to respond adaptively to different ruderal environments.

The trampling tolerant ruderal plants overgrow the bared places, estetically enrich the urban areas and improve the conditions of carbon and oxygen cycles, and increase the important plant biomass of urban – industrial ecosystems. By establishing even poor populations in the trampled places, they change and improve microclimatic and edaphic characteristics, not only of these habitats, but also of the urban areas in general.