

UDK 581.522.5 : 582.949.2 (497.1)

BRANKA STEVANOVIĆ i VLADIMIR STEVANOVIĆ

MORFO–ANATOMSKE KARAKTERISTIKE VRSTE *TEUCRIUM MONTANUM* L. SA RAZLIČITIH STANIŠTA

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

Stevanović, B. and Stevanović, V. (1985): *Morpho–anatomical characteristics of the species Teucrium montanum L. in relation to different habitats*. – Glasnik Instituta za botaniku i botaničke bašte Univerziteta u Beogradu, Tom XIX, 73–88.

The ecological aspect of morpho–anatomical adaptability of the species *Teucrium montanum* from six different populations in Yugoslavia have been analysed. Four populations of investigated plant were grown on limestone while two of them were grown on serpentine as a bedrock. These six habitats are differentiated in other, common ecological properties as well. It has been established that the species *T. montanum* possess high and sufficient phenotypic plasticity for adaptation to both kinds of substrate.

Key words: leaf anatomical properties, ecomorphological adaptation, phenotypic plasticity.

Ključne reči: anatomske osobine lista, ekomorfološke adaptacije, fenotipska plastičnost.

UVOD

Vrsta *Teucrium montanum* L. odlikuje se relativno velikim arealom koji obuhvata južne delove zapadne i srednje Evrope, južnu Evropu sa Sredozemljem od Francuske, preko Apeninskog i Balkanskog poluostrva sve do zapadnih delova Male Azije. U horološkom pogledu ova vrsta se može okarakterisati kao južno–evropski–brdsko–planinski florni element u širem smislu.

U Jugoslaviji vrsta *T. montanum* je široko rasprostranjena i česta. Sreće se u različitim kamenjarskim (rudinskim) zajednicama, počev od obala mora pa sve do visokoplaninskih predela, pretežno na krečnjaku, ali, takođe, i na serpentinu. Optimalna

staništa vrste su osunčani kamenjari brdskih i planinskih regiona. Na visokim planinama javlja se na mestima gde se osećaju topli mediteranski uticaji. U fitocenološkom pogledu ulazi u sastav velikog broja zajednica koje pripadaju različitim tipološkim kategorijama.

S obzirom na širok areal i veliku varijabilnost vrsta *T. montanum* poseduje izraženu fenotipsku plastičnost, što joj omogućava opstanak na staništima koja su edafski, klimatski i fitocenološki veoma različita i pri tome postoji mogućnost da se diferencira na različite ekotipove. Ranija istraživanja vrste *T. montanum* iz Ibarske klisure (serpentin) i sa planine Stol (krečnjak) takođe su pokazala da se javljaju fiziološko—ekološke razlike između biljaka sa krečnjaka i serpentina, pri čemu su specifičnosti u morfo—anatomskoj građi biljaka sa serpentina označene kao serpentinomorfoze (Pavlović, S., 1975).

Cilj ovog rada je da se ustanovi postojanje određenih ekološko—anatomskih adaptacija biljaka iz populacija sa nekoliko različitih staništa u Jugoslaviji. Četiri staništa sa kojih su analizovani primerci vrste *T. montanum* nalazila su se na krečnjaku, i to u blizini obale mora, iz okoline Karina (SR Hrvatska), zatim na planinama Orjen (SR Crna Gora), Rtanj i Maljenik (SR Srbija). Dva staništa, međutim, bila su na serpentinom zemljištu, u Brđanskoj klisuri (SR Srbija) i na planini Divčibare (SR Srbija).

Uopšte uzev, ispitivanja morfo—anatomskih karakteristika i ekološke adaptabilnosti vrste *T. montanum* sa različitih staništa deo su kompleksnih ekomorfoloških i fiziološko—ekoloških proučavanja značajnih biljnih vrsta na području Jugoslavije koja se obavljaju na Katedri za ekologiju i geografiju biljaka Odseka za biološke nauke u Beogradu.

MATERIJAL I METODIKA

Morfološke karakteristike vrste *T. montanum* ispitivane su na različitim staništima ove biljke, kao i na osnovu sakupljenog herbarskog materijala koji se nalazi u Institutu za botaniku i botaničkoj bašti u Beogradu. Izmerena je širina i dužina listova većeg broja jedinki sa svakog staništa, kao i odnos širine i dužine listova pri čemu je izvršeno poređenje listova biljaka iz različitih populacija.

Anatomska analiza obavljena je na trajnim preparatima, odnosno poprečnim preseccima kroz listove biljaka sa različitih staništa. Biljni materijal, sakupljen na terenu, stavljen je u fiksativ Navašina (Prozina, V., 1957). Trajni preparati dobijeni su standardnim postupkom, pri čemu je fiksirani biljni materijal (listovi) obrađen parafinskom metodom, isečeni su preseccima listova debljine 20 mikrometara na mikrotomu i dvojno obojeni safraninom i svetlo—zelenim (Chamberlain, C., 1921). Anatomska analiza listova obuhvatila je određivanje debljine liske i mezofila, kao i visine i dužine ćelija epidermisa lica i naličja lista. Pored toga ustanovljeni su i opisani i osnovni oblici i načini periferijskih zaštita ovih listova (debljina kutikule, dlakavi pokrivač, opšti izgled i raspored stoma, itd.).

REZULTATI RADA I DISKUSIJA

Staništa na kojima su obavljena ispitivanja vrste *T. montanum* razlikovala su se kako po geološkoj podlozi i tipu zemljišta, tako i po drugim ekološkim uslovima, odnosno opštim higortermičkim i orografskim karakteristikama. Biljke iz okoline Karina, sa planina Orjen, Rtanj i Maljenik razvijale su se na krečnjačkoj podlozi. Ova četiri staništa međusobno su se odlikovala specifičnim klimatskim osobinama, pre svega uslovima temperature i vlažnosti vazduha i zemljišta. U vezi sa tim pojavile su se razlike u smislu

ekološke diferencijacije i stepena izraženosti kserofitnih odlika biljaka iz ovih populacija zavisno od uslova staništa.

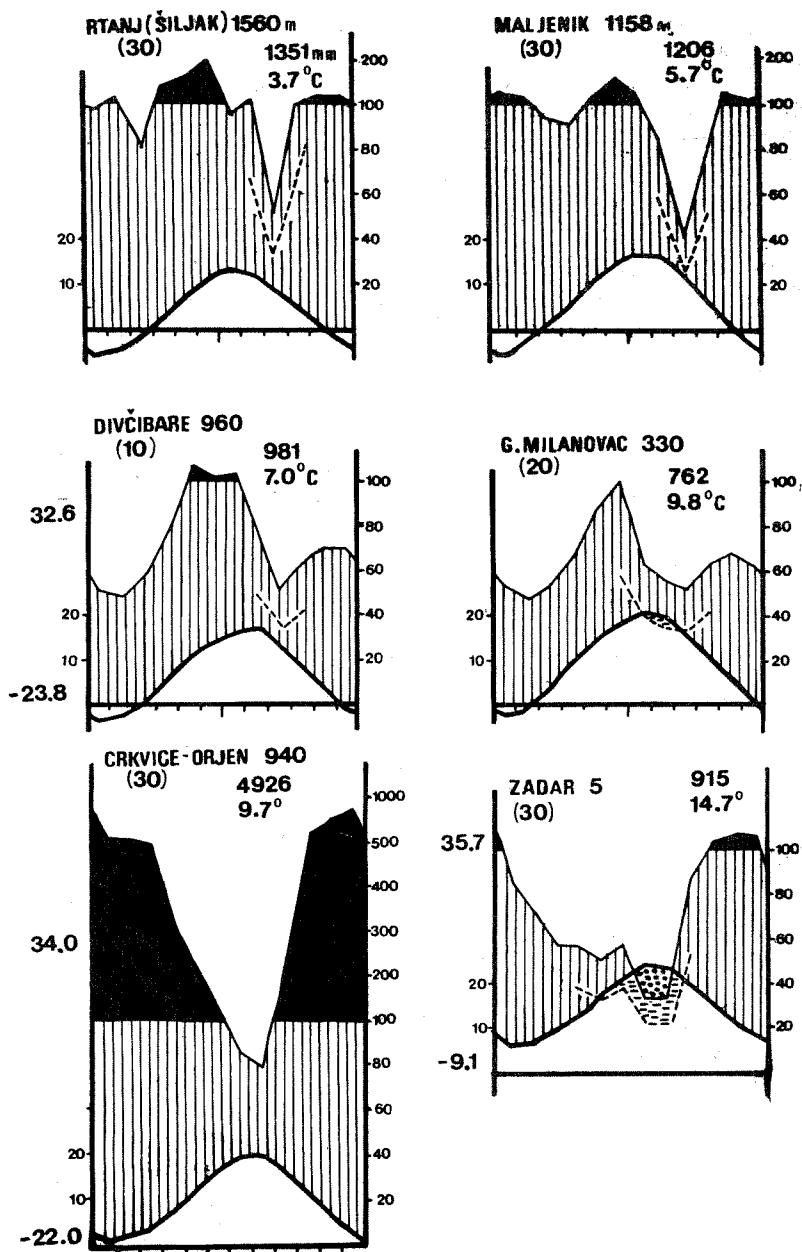
Ispitivana populacija *T. montanum* iz okoline Karina raste na ogoljenim i žarkim eumediteranskim kamenjarima u klisuri Karinšćice, na nadmorskoj visini od oko 30 m, u zoni šume belograbića (*Carpinus orientalis*). Ovo područje nalazi se u uslovima tipične mediteranske klime (sl. 1). U taksonomskom pogledu primerci sa ovog staništa pripadaju var. *parnassicum* Čel. Biljke sa ovog staništa odlikuju se najkarakterističnije izraženim brojnim kseromorfnim osobinama. Listovi su sitni, dužine od 7 do 12 mm, a široki od 2,5 do 3,5 mm, dok je koeficijent korelacije širine i dužine lista 0,78. Liska je duž oboda jako

Tab. 1. – Vrednosti dužine i širine listova biljaka sa različitih staništa (izražene u mm)
Values of leaves length and width in mm, of plants from different habitats.

Stanište Habitat	Karin	Orjen	Rtanj	Maljenik	Brđanska klisura	Divčibare
Dužina lista Leaf length	7.0–12.0	10.0–17.0	11.0–20.0	15.0–24.0	10.0–15.0	8.0–12.0
Širina lista Leaf width	2.5– 3.5	2.0– 3.5	2.0– 4.0	3.0– 6.0	2.0– 4.0	1.0– 2.5

savijena prema centralnom nervu na naličju lista. Ovakav erikoidni tip lista, kao opšta kseromorfnost osobina, karakterističan je za vrstu *T. montanum* i njene varijetete, odnosno za biljke iz svih ispitivanih populacija, pri čemu je više ili manje izražen kod biljaka sa različitih staništa. Naličje lista je obraslo gustim, belim, dlakavim pokrivačem čija širina prevazilazi (jedan do jedan i po put) širinu liske na poprečnom preseku. Između dugačkih, izvijanih, belih dlaka brojne su i kratke, žlezdane dlake. Na licu lista dlake su znatno slabije razvijene. Periferijske zaštite listova biljaka iz ove populacije izuzetno dobro su izražene, u saglasnosti sa uslovima staništa u oblasti mediteranske klime. Kod ovih listova, pored toga, snažno je razvijena i kutikula, naročito na epidermisu lica lista (do 6 μm), a takođe je, veoma karakteristično, zadebljao i donekle lignifikovan i spoljašnji, tangencijalni zid ćelija epidermisa lica. Debljina listova je između 158 i 252 μm , odnosno u zoni centralnog nerva od 328 do 343 μm , što pokazuje da su to najdeblji listovi, naročito s obzirom na njihove dimenzije (veličinu) u odnosu na listove biljaka iz drugih populacija (Tab. 2). Ćelije epidermisa lica su dva puta veće od ćelija epidermisa naličja. Visina ćelija epidermisa lica bila je od 28 do 32 μm , a širina od 25 do 32 μm , dok je visina ćelija epidermisa naličja iznosila od 9 do 16 μm , a širina od 9 do 22 μm . Širina mezofila bila je između 117 i 211 μm . U mezofilu se zapaža dva, najčešće tri sloja ćelija palisadnog tkiva na licu lista i jedan sloj na naličju, dok se između nalazi dva do tri sloja ćelija sunderastog tkiva (sl. 2). Sitne, brojne stome neznatno su ispupčene u odnosu na ćelije epidermisa naličja. Izrazita kseromorfnost listova biljaka sa ovog staništa ogleda se u činjenici da se veoma sitni listovi odlikuju relativno većom debljinom, odnosno većim brojem ćelija mezofila, koje su sitne, gusto zbijene međusobom, takoreći bez intercelularnih prostora.

Vrsta *T. montanum* na staništu na planini Orjen ulazi u sastav rudinske zajednice *Laevi-Helianthemum alpestris* koja je razvijena na nadmorskoj visini od oko 1600 m, ispod vrha Goliševac. U klimatskom pogledu planina Orjen odlikuje se perhumidnom,



Sl. 1. — Klimadijagrami područja u kojima se nalaze pomenuta staništa vrste *Teucrium montanum*.

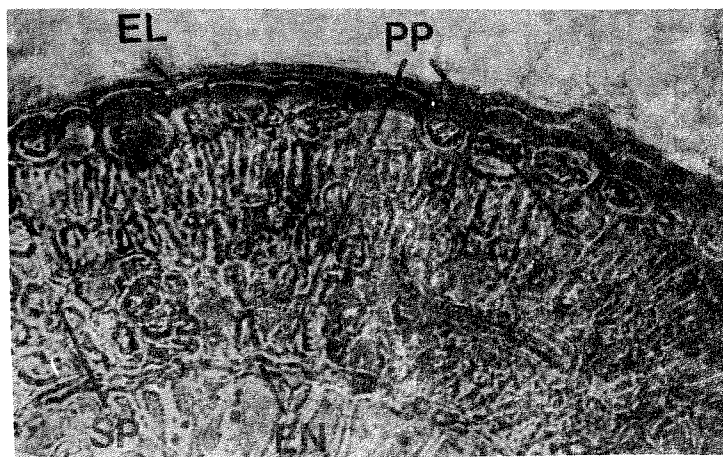
Climatic diagrams of the regions where are the mentioned habitats of the species *Teucrium montanum*.

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

Anatomical features of leaves on cross section in μm

Stanište Habitat	Debljina liske Leaf thickness	Debljina mezofila Mesophyll thickness	Epidermis lica Upper epidermis		Epidermis naličja Lower epidermis	
			visina height	dužina length	visina height	dužina length
Karin	158–252	117–211	28–32	25–32	9–16	9–22
Orjen	161–208	120–164	28–38	25–44	10–16	10–16
Rtanj	139–214	107–173	16–32	16–25	9–22	9–19
Maljenik	170–195	132–158	19–32	15–41	9–16	9–16
Brđanska k lisura	145–180	117–148	19–25	22–35	10–13	10–13
Divčibare	136–154	95–126	22–28	16–28	10–16	13–19

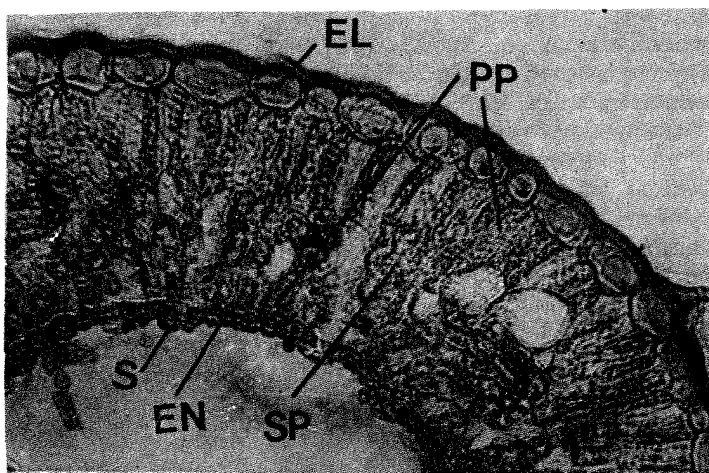
visokoplaninskom mediteranskom klimom (sl. 1). I pored toga, za vreme leta, zahvaljujući smanjenoj količini padavina, jakoj insolaciji i propustljivosti krečnjačke podloge i južnoj ekspoziciji, stanište na kojem raste *T. montanum* na Orjenu odlikuje se kseroternnim uslovima. U taksonomskom pogledu primerci sa staništa na planini Orjen pripadaju var. *parmassicum* Č e l. f. *lineare* H a l. Listovi biljaka sa ovog staništa su dugački od 10 do 17 mm, a široki od 2,0 do 3,5 mm, pri čemu je koeficijent korelacije ove dve veličine 0,83. To su, takođe, relativno sitni listovi u poređenju sa listovima biljaka sa ostalih ispitivanih staništa. Listovi biljaka ove populacije su na ivicama liske izrazito savijeni prema naličju, koje je gustom pokriveno dlakama. Dlakavi prekrivač čine dugačke, višećelijske, svetle dlake i kratke, loptaste, žlezdane dlake, što sve zajedno doprinosi boljoj



Sl. 2. – Poprečan presek kroz list vrste *Teucrium montanum* sa staništa u okolini Karina (fotografija): el – epidermis lica, pp – palisadni parenhim, sp – sunderasti parenhim, en – epidermis naličja.

Cross section of leaf of the species *Teucrium montanum* from the habitat near Karin (micrograph): el – upper epidermis, pp – palisade parenchyma, sp – spongy parenchyma, en – lower epidermis.

zaštiti lista od uticaja spoljašnje sredine. Uopšte uzetv, dlakavi pokrivač na licu lista je znatno slabije razvijen. Kutikula je veoma izražena (3 do 4 μm debela), naročito na epidermisu lica lista, pri čemu je zadebljao i spoljašnji zid ćelija epidermisa lica. Debljina listova biljaka sa staništa na planini Orjen kretala se od 161 do 208 μm , u zoni centralnog nerva čak od 296 do 328 μm (Tab. 2). Ćelije epidermisa lica su dva puta krupnije od ćelija epidermisa naličja. Visina ćelija epidermisa lica bila je od 28 do 38 μm , a dužina od 25 do 44 μm , dok su visina i dužina ćelija epidermisa naličja bile međusobno iste i kretale se od 10 do 16 μm . Mezofil je diferenciran na palisadno i sunderasto tkivo. Širina mezofila na poprečnom preseku iznosila je od 120 do 164 μm . Palisadno tkivo je razvijeno i na licu (jedan do dva sloja ćelija) i na naličju lista (jedan sloj ćelija). Između palisadnog tkiva na licu i naličju lista je slabije izraženo sunderasto tkivo koje čine jedan do dva sloja okruglastih parenhimskih ćelija (sl. 3). Mali intercelularni prostori uočavaju se i u palisadnom i u sunderastom parenhimu. Izraženi su žlezdani kanali, kao i brojni provodni snopići. Stome su sitne, mnogobrojne i u nivou epidermskih ćelija naličja lista.

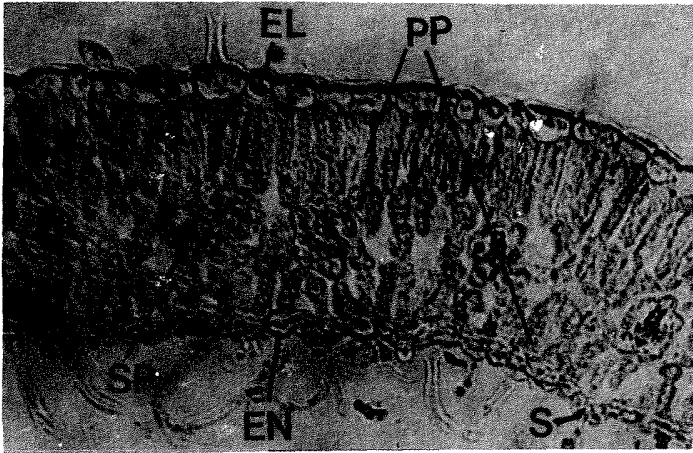


Sl. 3. — Poprečan presek kroz list vrste *Teucrium montanum* sa staništa na planini Orjen (fotografija): el — epidermis lica, pp — palisadni parenhim, sp — sunderasti parenhim, en — epidermis naličja, s — stoma.

Cross section of leaf of the species *Teucrium montanum* from the habitat on the mountain Orjen (micrograph): el — upper epidermis, pp — palisade parenchyma, sp — spongy parenchyma, en — lower epidermis, s — stoma.

Primerci vrste *T. montanum* sa planine Rtanj u istočnoj Srbiji rastu u zajednici *Humileto-Stipetum grafianae* koja se razvija na krečnjačkim rudinama na visini od oko 1350 m i na južnoj ekspoziciji. Klima planine Rtanj odlikuje se planinskom kontinentalnom klimom izmenjenom južnim mediteranskim uticajima s jedne i istočno-stepskim s druge strane (sl. 1). Za stanište vrste *T. montanum* na Rtnju karakterističan je period letnje suše koji je i pored relativno velike količine taloga, potenciran vodopropusnom krečnjačkom podlogom i južnom ekspozicijom. U taksonomskom pogledu primerci sa Rtnja pripadaju var. *parnassicum* Č e l. f. *lanceolatum* H a b.

Listovi biljaka sa staništa na planini Rtanj dugački su od 11 do 20 mm, široki od 2 do 4 mm, tako da je koeficijent korelacije širine i dužine listova sa ovog staništa 0,76. Duž



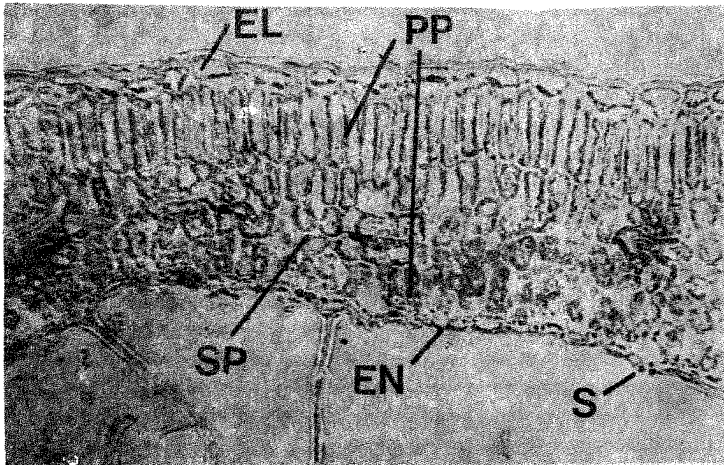
Sl. 4. – Poprečan presek kroz list vrste *Teucrium montanum* sa staništa na planini Rtanj (fotografija): el – epidermis lica, pp – palisadni parenhim, sp – sunderasti parenhim, en – epidermis naličja, s – stoma.

Cross section of leaf of the species *Teucrium montanum* from the habitat on the mountain Rtanj (micrograph): el – upper epidermis, pp – palisade parenchyma, sp – spongy parenchyma, en – lower epidermis, s – stoma.

oboda listovi su blago savijeni prema naličju. Dlakavi pokrivač je veoma izražen, znatno bolje na naličju nego na licu lista. Na naličju lista između gusto raspoređenih kraćih i dužih dlaka, uočava se veliki broj zlezdanih dlaka. Kutikula je izražena (2 do 3 μm), ali slabije razvijena nego kod listova biljaka iz populacije na Orjenu. Debljina listova biljaka sa staništa na planini Rtanj iznosila je od 139 do 214 μm , odnosno od 296 do 328 μm u zoni centralnog nerva. Čelije epidermisa lica su znatno krupnije od čelija epidermisa naličja. Visina čelija epidermisa lica kretala se od 16 do 32 μm , a dužina od 16 do 25 μm . Visina čelija epidermisa naličja bila je između 9 i 22 μm , a dužina od 9 do 19 μm . Mezofil je diferenciran na palisadno i sunderasto tkivo, a njegova širina iznosila je između 107 i 173 μm (Tab. 2). Palisadno tkivo je i kod listova biljaka sa ovog staništa raspoređeno i na licu (jedan do dva sloja čelija) i na naličju (jedan sloj čelija) lista, dok se između nalazi sunderasto tkivo (sl. 4). Čelije mezofila su čvrsto zbijene među sobom, tako da se jedva uočavaju veoma mali intercelulari. Provodno tkivo je izraženo, odnosno zapaža se znatan broj provodnih snopića na poprečnom preseku (preko 18). Stome su sitne, brojne, nalaze se samo na naličju lista i to u nivou epidermskih čelija.

Na planini Maljenik populacija vrste *T. montanum* nalazi se na krečnjačkim rudinama pri samom vrhu planine, na nadmorskoj visini od oko 950 m i na jugozapadnoj ekspoziciji. Zajedno sa vrstom *T. montanum* ovde se sreću još i sledeće vrste: *Genista subcapitata*, *Draba aizoides*, *Sesleria rigida*, *Festuca panciciana*, *Centaurea triumphetti*, *Eryssimum comatum*, *Poa badensis*, itd. Planina Maljenik, kao i većina planina severoistočne Srbije, odlikuje se kontinentalnom brdsko-planinskom klimom (sl. 1). U taksonomskom pogledu primerci vrste *T. montanum* sa planine Maljenik pripadaju var. *hirsutum* Boiss.

Listovi biljaka sa staništa na planini Maljenik odlikuju se takođe opštim erikoidnim oblikom, odnosno blago savijenim ivicama liske prema naličju lista. Dužina ovih listova bila je od 15 do 24 mm, a širina od 3 do 6 mm, odnosno koeficijent korelacije o voh dveju



Sl. 5. — Poprečan presek kroz list vrste *Teucrium montanum* sa staništa na planini Maljenik (fotografija): el — epidermis lica, pp — palisadni parenhim, sp — sunderasti parenhim, en — epidermis naličja, s — stoma.

Cross section of leaf of the species *Teucrium montanum* from the habitat on the mountain Maljenik (micrograph): el — upper epidermis, pp — palisade parenchyma, sp — spongy parenchyma, en — lower epidermis, s — stoma.

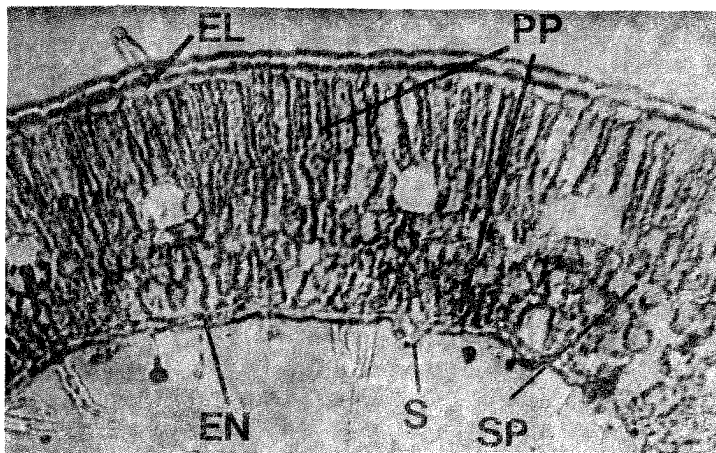
veličina je iznosio 0,58. Debljina listova biljaka iz ove populacije kretala se od 170 do 195 μm , a na mestu glavnog nerva od 390 do 420 μm . Kutikula je razvijena, debljine oko 1 do 1,5 μm i na licu i na naličju lista. Čelije epidermisa lica, zadebljalog, spoljašnjeg zida, dva puta su krupnije od čelija epidermisa naličja. Visina čelija epidermisa lica je od 19 do 32 μm , a njihova širina od 16 do 41 μm , dok je visina čelija epidermisa naličja ista kao i njihova širina i iznosi od 9 do 16 μm . Diferencirani mezofil sastoji se od dva sloja palisadnog tkiva na licu i jednog sloja čelija na naličju lista, dok se okruglaste parenhimske čelije sunderastog tkiva nalaze između ova dva sloja. Između čelija zapažaju se mali intercelularni prostori. Širina mezofila iznosila je od 132 do 158 μm (sl. 5). Na poprečnom preseku zapaža se veliki broj provodnih snopića (između 23 i 29). Stome se nalaze na naličju lista, u nivou čelija epidermisa, mnogobrojne i sitne.

Listovi biljaka sa staništa na planini Maljenik su najduži i najširi u poređenju sa listovima biljaka iz svih ostalih ispitivanih populacija. Na poprečnom preseku ovih listova uočavaju se krupnije čelije u mezofilu, mada slabo izraženi intercelularni prostori, tanja kutikula. Izrazita dlakavost ovih listova karakteristična je osobina ovog varijetata vrste *T. montanum* var. *hirsutum*. Indumentum biljaka sa ovog staništa sasvim je drugačijeg tipa od dlakavog, zaštitnog pokrivača listova biljaka sa ostalih staništa, a čine ga, pre svega, dugačke, štrčeće dlake i na licu, a naročito na naličju lista.

U Brđanskoj klisuri vrsta *T. montanum* razvija se na serpentinskim kamenjarima, na nadmorskoj visini od 370 m, na južnoj do jugoistočnoj ekspoziciji. Na ovom staništu *T. montanum* je veoma brojna i raste u zajednici sa vrstama koje su većinom tipične serpentinofite i to: *Halacsya sendtneri*, *Stipa novakii*, *Silene paradoxa*, *Silene bupleuroides*, *Scabiosa fumarioides*, *Chelianthes marantae*, *Genista friwaldskyana*, *Chrysopogon gryllus*, *Potentilla thomasiniana*. U taksonomskom pogledu primerci vrste *T. montanum* iz Brđanske klisure pripadaju var. *montanum*. Po opštem izgledu biljke sa serpentina su mali,

rastresito-busenasti žbuniči. Uopšte uzev, na stabljikama je manji broj listova koji su uglavnom grupisani u vršnim delovima.

Listovi biljaka sa ovog staništa su relativno sitni, dužine od 10 do 15 mm, a širine od 2 do 4 mm, tako da je koeficijent korelacije širine i dužine listova sa ovog staništa 0,59. Listovi su izrazito uvijeni duž oboda prema naličju. Na licu lista dlakavi pokrivač je slabije izražen nego na naličju lista, gde se zapaža gusti splet dugačkih, višećelijskih dlaka i veoma mnogo kratkih, zlezdanih dlaka. Na epidermisu lica veoma dobro su razvijeni kutikularni slojevi (3 do 4 μm), kao i zadebljao (donekle i lignifikovan) spoljašnji, tangencijalni zid ćelija epidermisa. Debljina lista kretala se od 145 do 180 μm , odnosno do 265 do 299 μm u zoni centralnog nerva, što ukazuje na njihovu znatno manju debljinu u odnosu na listove biljaka sa staništa na krečnjaku (Tab. 2). Čelije epidermisa lica su znatno krupnije od ćelija epidermisa naličja. Visina ćelija epidermisa lica bila je od 19 do 25 μm , a dužina od 22 do 35 μm , dok je visina, kao i dužina ćelija epidermisa naličja iznosila od 10 do 13 μm . Širina mezofila bila je od 117 do 148 μm , znatno manje od širine mezofila listova biljaka iz populacija na krečnjaku (od 107 do 211 μm). U mezofilu se uočava jedan do dva sloja ćelija palisadnog tkiva na licu lista i jedan sloj ovih ćelija na naličju lista, dok se između njih nalazi jedan do dva sloja ćelija sunderastog tkiva. Čelije su veoma čvrsto zbijene među sobom. Sitne, brojne stome su neznatno iznad nivoa ćelija epidermisa naličja (sl. 6). U mezofilu se zapažaju dobro razvijeni zlezdani intercelulari (kanali).

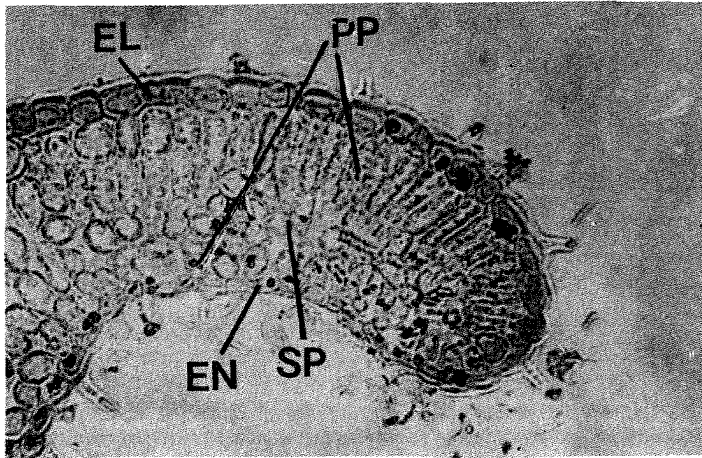


Sl. 6. — Poprečan presek kroz list vrste *Teucrium montanum* sa staništa u Brđanskoj klisuri (fotografija): el — epidermis lica, pp — palisadni parenhim, sp — sunderasti parenhim, en — epidermis naličja, s — stoma.

Cross section of leaf of the species *Teucrium montanum* from the habitat in Brđanska klisura (micrograph): el — upper epidermis, pp — palisade parenchyma, sp — spongy parenchyma, en — lower epidermis, s — stoma.

Stanište na Divčibarama nalazi se na nadmorskoj visini od 950 m. Vrsta *T. montanum* ovde raste na otvorenim, serpentinskim kamenjarima, južne do jugoistočne ekspozicije, u zoni zajednice *Pinetum nigrae-silvestris*. Ovo stanište se, uprkos otvorenosti i ekspoziciji, odlikuje vlažnijim i hladnijim uslovima kao posledicom položaja i

orografije čitavog masiva Divčibara koji je, i pored svoje male visine veoma izražena oaza hladne planinske klime. Na ovim kamenjarima vrsta *T. montanum* je obilno zastupljena zajedno sa serpentinskim vrstama *Chelianthes maranthes*, *Iris reichenbachii* var. *bosniaca*, *Gypsophila spergulariaefolia*, *Silene paradoxa*, *Asplenium adiantum nigrum*, *Stachys resta* ssp. *baldacii*, *Bromus fibrosus*, *Festuca* cf. *valesiaca*, itd. U taksonomskom pogledu primerci sa Divčibara pripadaju var. *montanum* f. *supinum* (L.) Rchb. Žbunići vrste *T. montanum* sa ovog staništa takođe su veoma rastresiti, proređeni, manje razgranati i sa manjim brojem listova na svakoj pojedinačnoj stabljici. Listovi biljaka sa ovog staništa dugački su od 8 do 12 mm, a široki od 1,0 do 2,5 mm, pa je koeficijent korelacije širine i dužine ovih listova 0,54. Sitni listići su izuzetno jako savijeni duž oboda liske prema naličju lista. Debeli dlakavi pokrivač od višećelijskih, dugih i kratkih, žlezdanih dlaka slabo je razvijen na licu lista, a izuzetno dobro na naličju lista. Širina dlakavog pokrivača na naličju lista prevazilazi debljinu lista (na poprečnom preseku). Dlakavi pokrivač i izrazito savijen obod lista predstavljaju specifičnu zaštitu stomama koje se nalaze na naličju lista, brojne i donekle ispupčene u odnosu na okolne epidermske ćelije. Kutikularni slojevi naročito su izraženi na licu lista (preko 4 μ m), kao i zadebljao spoljašnji tangencijalni zid ćelija epidermisa lica. Debljina lista iznosila je od 136 do 154 μ m (u zoni glavnog nerva od 296 do 322 μ m), što su najmanje vrednosti za debljinu listova ovih biljaka na svim ispitivanim, međusobno različitim staništima. Čelije epidermisa lica visine od 22 do 28 μ m i dužine od 16 do 28 μ m, znatno su veće od ćelija epidermisa naličja čija je visina od 13 do 16 μ m, a dužina od 13 do 19 μ m. Debljina mezofila iznosila je od 95 do 126 μ m (Tab. 2). Čelije mezofila su sitne, gusto zbijene među sobom. Palisadni parenhim čine jedan do dva sloja ćelija na licu lista i jedan sloj ćelija na naličju lista, dok je sunđerasti parenhim predstavljen jednim slojem ćelija između palisadnog tkiva lica i naličja lista (sl. 7). Biljke sa staništa na Divčibarama odlikuju se kako veoma malom debljinom lista uopšte, tako i mezofila u odnosu na listove biljaka sa svih ostalih staništa, bilo da su na krečnjaku ili na serpentinu. Takođe veoma sitni listovi biljaka sa staništa iz



Sl. 7. Poprečan presek kroz list vrste *Teucrium montanum* sa staništa na Divčibarama (fotografija): el – epidermis lica, pp – palisadni parenhim, sp – sunđerasti parenhim, en – epidermis naličja.

Cross section of leaf of the species *Teucrium montanum* from the habitat on Divčibare (micrograph): el – upper epidermis, pp – palisade parenchyma, sp – spongy parenchyma, en – lower epidermis

okoline Karina odlikuju se znatno širim mezofilom (od 117 do 211 μm), kao i debljim listovima (od 158 do 252 μm) na poprečnom preseku u odnosu na listove biljaka sa staništa na planini Divčibare.

Proučavajući vrstu *T. montanum* na različitim staništima uočene su izvesne razlike već u habitusu, odnosno opštem izgledu žbunića ove biljke u nekim populacijama. To nas je podstaklo da uporedimo neke morfološke i anatomske karakteristike, pre svega listova biljaka sa različitim staništa, kao organa koji se najčešće i najizrazitije menjaju i adaptiraju na određene uslove spoljašnje sredine.

Četiri od šest proučavanih staništa su na krečnjaku kao geološkoj podlozi, pri čemu je na staništu u okolini Karina zemljište crvenica, a na staništima na planinama Orjen, Rtanj i Maljenik bolje ili lošije razvijena planinska crnica. Staništa u Brđanskoj klisuri i na Divčibarama, međutim, nalaze se na serpentinskom zemljištu. Može se pretpostaviti da se kod vrste *T. montanum*, koja se javlja i na krečnjaku i na serpentinu, razvijaju izvesne specifičnosti u opštem izgledu i morfo-anatomskoj građi u vezi sa zemljištem na kojem raste. Međutim, u populacijama na ispitivanim staništima nađeni su različiti varijeteti vrste *T. montanum*. Pored karakterističnih osobina varijeteta, kod biljaka iz različitih populacija konstatovane su morfoanatomske specifičnosti kao izraz adaptivnih sposobnosti vrste na određene uslove spoljašnje sredine.

Staništa u okolini Karina odlikuju se karakterističnim uslovima mediteranske klime, sa izraženim sušnim, veoma toplim letnjim periodom. Stanište je veoma blizu niske morske obale na kojoj je razvijena slatinska vegetacija. Vrsta *T. montanum* ovde formira prilegle, gusto razgranate i zbijene busenčice. Listovi su sitni, upadljivo obrasli dlakama, naročito sa donje strane lista. Istovremeno ovi sitni listovi su najdeblji (prema vrednostima na poprečnom preseku) u odnosu na listove biljaka sa svih ostalih staništa. Na poprečnom preseku kroz list biljaka sa ovog staništa zapaža se izražena (odnosno najdeblja) kutikula, veći broj slojeva kratkih, čvrsto među sobom zbijenih ćelija mezofila, veliki broj provodnih snopića. List je duž oboda jako savijen prema naličju. Ovakvi listovi, s obzirom na morfo-anatomske specifičnosti, otporni su na uslove suše zemljišta i vazduha, pregrejavanje i visok intenzitet sunčevog zračenja na staništu. Biljke iz populacije u okolini Karina odlikuju se najbolje izraženim kseromorfnim karakteristikama, pa se mogu označiti kao prave kserofite sa kseromorfnom građom.

Kod biljaka iz populacija na planinama Orjen, Rtanj i Maljenik kseromorfne karakteristike se takođe uočavaju, pri čemu su manje ili više izražene, u saglasnosti sa opštim uslovima staništa, pre svega higrotermičkim režimom zemljišta i vazduha.

Stanište na planini Orjen nalazi se u uslovima modifikovane mediteranske klime, odnosno planinske varijante mediteranske klime, što ukazuje, u izvesnoj meri, na povoljnije uslove vlažnosti, odnosno na veću vlažnost u zimskom i prolećnom periodu. Voda, međutim, na ovim terenima najvećim delom vrlo brzo ponire u porozno kraško zemljište, a ostatak relativno brzo isparava iz površinskih slojeva zemljišta u uslovima visokih letnjih temperatura. I ovde se vrsta *T. montanum* nalazi u takvim higrotermičkim i svetlosnim prilikama koje uslovljavaju pojavu izraženih kseromorfnih odlika. Po opštem izgledu biljke na ovom staništu su, takođe, mali, zbijeni, gusto razgranati žbunići. Listovi ovih biljaka su duži i tanji (na poprečnom preseku) od onih iz okoline Karina. Duž oboda list je izrazito savijen prema naličju, što je gusto obraslo svetlim dlakama. Ćelije mezofila su relativno krupnije (u odnosu na iste ćelije listova biljaka iz okoline Karina), a između njih se zapažaju mali intercelularni prostori. Na poprečnom preseku se uočava manji broj provodnih snopića u odnosu na listove iz okoline Karina.

Veoma sličnim morfo-anatomskim karakteristikama odlikuju se i biljke sa staništa na planini Rtanj. Na razgranatim, niskim žbunićima listovi su sličnih dimenzija, dužine i

širine, kao i debljine kao i listovi biljaka sa staništa na planini Orjen. Zemljište na ovom staništu je planinska crnica, dok su higrotermički uslovi relativno nepovoljni s obzirom, pre svega, na kontinentalni tip distribucije padavina i dnevne, kao i sezonske temperature razlike. Listovi biljaka sa ovog staništa su, takođe, sa kseromorfnim karakteristikama, blago savijeni duž oboda liske, sa dlakavim pokrivačem naročito na naličju lista. Kutikula je relativno slabije razvijena, naročito u odnosu na listove iz okoline Karina, dok se između ćelija mezofila zapažaju mali intercelularni prostori.

Na staništu na planini Maljenik vrsta *T. montanum* razvija znatno veće, slabije razgranate, rastresitije žbuniće koji zahvataju veću površinu zemljišta. Listovi biljaka sa ovog staništa su najduži i najširi u odnosu na listove biljaka sa svih ostalih ispitivanih staništa. Debljina ovih listova (na poprečnom preseku) slična je debljini listova biljaka sa staništa na planinama Orjen i Rtanj. Kod biljaka sa staništa na planini Maljenik kutikula je slabije razvijena, ćelije epidermisa su tanjih zidova, između ćelija mezofila su slabo izraženi intercelularni prostori. Listovi su neznatno savijenih rubova prema naličju, pokriveni karakterističnim indumentom, koji na licu lista čine retko raspoređene dugačke, štrčeće dlake, na naličju znatno gušće raspoređene i uz njih brojne kratke, zlezdane dlake. Na ovom staništu koje se nalazi u sličnim opštim klimatskim uslovima kao i ono na planini Rtanj, ali na maloj nadmorskoj visini, biljke se razvijaju u povoljnom higričkom režimu i pri manje ekstremnim temperaturama, što je uticalo na pojavu određenih adaptivnih morfoanatomskih karakteristika.

Biljke sa staništa na Divčbarama i iz Brđanske klisure razvijaju se na serpentinu kao geološkoj podlozi. Serpentin kao ultra bazična stena odlikuje se nekim posebnim uslovima pod kojima žive i na koje se prilagođavaju biljke na ovakvim staništima. Visoka koncentracija magnezijuma, pri čemu se on najčešće akumulira u biljnim tkivima (P r o c t o r, J., 1971), praćena skoro uvek niskom koncentracijom kalcijuma najznačajnija je i odlučujuća karakteristika i uslov za pojavu specifično prilagođenih biljaka, tzv. serpentinofita na ovakvim mestima. Pored toga ova staništa su siromašna u glavnim mineralnim elementima, neophodnim za život biljaka, a često su uz to prisutni u većim količinama i neki teški metali. Sve ovo utiče da serpentina vegetacija ima osiromašen opšti izgled u odnosu na raznovrsniji i bogatiji vegetacijski pokrivač na krečnjačkim terenima, kao i na pojavu endemičnih biljaka i specifičnih formi određenih biljnih vrsta prilagođenih uslovima staništa. Morfo-anatomske osobine ovih biljaka istovremeno su adaptacije na relativno nepovoljne uslove kako vodnog, tako i mineralnog režima na ovakvim staništima, što se kod biljaka manifestuje u pojavi određenih kseromorfoza, odnosno peinomorfoza. Očigledno je da se vrsta *T. montanum* odlikuje dovoljnom fenotipskom plastičnošću u adaptaciji na dve različite vrste supstrata, odnosno pokazuje mogućnost diferenciranja na dva različita edafska ekotipa (K r u c k e b e r g, A. R., 1954).

Vrsta *Teucrium montanum* sa oba staništa na serpentinu odlikuje se rastresito-busenastim habitusom, pri čemu se na stabljikama žbunića nalazi manji broj listova nego kod biljaka sa krečnjaka. Listovi su sitni, naročito kod primeraka sa staništa na Divčbarama (ovi listovi su najuži u odnosu na listove biljaka sa svih ostalih ispitivanih staništa). Listovi malih dimenzija odlikuju se i malom debljinom (na poprečnom preseku). Ivice liske su izuzetno jako savijene prema naličju lista na kome je gust dlakavi pokrivač. Kutikularni slojevi su dobro razvijeni, a zadebljao je (i donekle lignifikovan) i spoljašnji zid ćelija epidermisa lica. Ćelije mezofila su sitne, između njih su mali intercelularni prostori. Kseromorfne osobine su naročito dobro izražene kod biljaka sa staništa na Divčbarama, što se može dovesti u vezu kako sa serpentinom podlogom, tako i sa dejstvom fiziološke suše koja je ovde izražena zbog hladne i vlažne planinske klime.

Vrsta *T. montanum* u okviru svoga veoma širokog areala raste uglavnom na kamenjarima kako na krečnjaku, tako i na serpentinu, gde je specifično prilagođena na uslove intenzivnog zračenja, visoke temperature i male vlažnosti zemljišta i vazduha. Pri tome su kod pojedinih populacija izražene više ili manje različite kseromorfne karakteristike. Najizrazitije kseromorfne odlike imaju biljke sa staništa iz okoline Karina koje se razvijaju u uslovima mediteranske klime, na oko 30 m nadmorske visine. Fenotipska plastičnost vrste ogleda se zatim u umerenije izraženim kseromornim osobinama biljaka iz populacija sa planina Orjen i Rtanj, sa nadmorskih visina od 1600 m, odnosno 1350 m, a naročito kod biljaka sa staništa na planini Maljenik, na 950 m nadmorske visine. Najzad, u okviru vrste *T. montanum* javljaju se populacije koje rastu na serpentinskom zemljištu, kao što su one na staništima u Brđanskoj klisuri i na Divčibarama. Biljke iz ovih populacija odlikuju se takođe specifičnim kseromornim karakteristikama. Kompleksnija, pre svega fiziološko-ekološka istraživanja pokazaće da li je opravdana potpuna diferencijacija u okviru vrste *T. montanum* na edafske ekotipove specifično prilagođene životu na serpentinskom zemljištu.

ZAKLJUČCI

Vrsta *T. montanum* poseduje izuzetnu fenotipsku plastičnost u okviru svog veoma širokog areala. Obilno je zastupljena na kamenjarima i rudinama na krečnjaku, ali i na serpentinu. Već u opštem izgledu vrste *T. montanum* sa staništa na različitim geološkim podlogama zapažaju se određene specifičnosti, a zatim i neke opšte ekološke, odnosno morfoanatomske, pa prema tome i fiziološke adaptacije biljaka na različite uslove spoljašnje sredine.

Analiza morfoanatomskih karakteristika izvršena je na biljkama vrste *T. montanum* sa šest različitih staništa. Četiri staništa su krečnjački kamenjari koji se nalaze na različitim nadmorskim visinama i u različitim opštim klimatskim uslovima. To su staništa iz okoline Karina, u blizini morske obale, na 30 m nadmorske visine, u području mediteranske klime, na planini Orjen, na nadmorskoj visini od oko 1600 m, u uslovima planinske mediteranske klime, zatim na planini Rtanj, na nadmorskoj visini od oko 1350 m, u uslovima umereno-kontinentalne planinske klime i najzad, na planini Maljenik, u sličnim uslovima klime (umereno-kontinentalna, planinska), ali na manjoj nadmorskoj visini od oko 950 m. Na serpentinu kao geološkoj podlozi, međutim, nalaze se staništa u Brđanskoj klisuri na nadmorskoj visini od oko 370 m, u uslovima umereno-kontinentalne klime i na Divčibarama, na nadmorskoj visini od oko 950 m, u uslovima umereno-kontinentalne vlažne i hladne planinske klime.

Na ovim staništima vrsta *T. montanum* zastupljena je sa nekoliko varijeteta, konstatovanih ranije za područje Balkanskog poluostrva. Na staništima iz okoline Karina i na planinama Orjen i Rtanj nalazi se *T. montanum*, var. *parnassicum* Č e l., pri čemu je na Orjenu var. *parnassicum*, f. *lineare* H a l., a na Rtnju var. *parnassicum* f. *lancoelatum* H a l. Na staništu na planini Maljenik je vrsta *T. montanum* var. *hirsutum* B o i s s. Na staništima na serpentinu u Brđanskoj klisuri nalazi se *T. montanum* var. *montanum*, a na Divčibarama var. *montanum* f. *supinum* (L.) R c h b.

Fenotipska plastičnost vrste *T. montanum* na ovim staništima ogleda se u manje ili više izraženim kseromornim karakteristikama. Kod biljaka iz populacije u okolini Karina uočen je veći broj jasno izraženih kseromornih osobina, tako da se *T. montanum* može okarakterisati kao prava kserofita sa kseromornom građom. Umerenije izražene kseromorfoze javljaju se kod biljaka u populacijama na planini Orjen i Rtanj, a naročito kod biljaka sa staništa na planini Maljenik.

Staništa u Brđanskoj klisuri i na Divčibarama, koja se nalaze na serpentinu, razlikuju se, pre svega, drugačijom geološkom podlogom, a zatim i drugim, opštim ekološkim uslovima kako od staništa na krečnjaku, tako i među sobom. Karakteristične morfoanatomske odlike listova biljaka iz ovih populacija razvijaju se, pre svega, u vezi sa nepovoljnim mineralnim režimom na serpentinskom zemljištu. Ove adaptacije manifestuju se kao različite i u različitom stepenu izražene kseromorfoze (peinomorfoze). Ovo je naročito izraženo kod biljaka iz populacije na Divčibarama čiji su listovi veoma sitni i izrazito kseromorfnii. Pored toga što raste na serpentinu, vrsta *T. montanum* se, na ovom staništu, razvija u specifičnim uslovima vlažne i hladne planinske klime.

Uopšte uzev, morfoanatomska analiza je pokazala da vrsta *T. montanum* poseduje dovoljnu fenotipsku plastičnost prema različitim edafskim i klimatskim uslovima. Detaljnija ekološko-fiziološka ispitivanja opravdala bi potpunu diferencijaciju vrste *T. montanum* na različite ekotipove, posebno edafske ekotipove.

LITERATURA

- Chamberlain, C. (1921): Mikrotehnika i botanički praktikum. – Zagreb.
- Diklić, N. (1974): *Teucrium* L. in Flora SR Srbije, VI. – SANU, Beograd.
- Eames, A., Mac Daniels, L. (1947): An introduction to plant anatomy. – New York.
- Epstein, E. (1972): Mineral nutrition of plants: principles and perspectives. – New York.
- Fahn, A. (1974): Plant anatomy. – Oxford.
- Hayek, A. von (1924–1933): Prodrömus Florae Peninsulae balcanicae (in Feddes Repert.), 30 (2). – Berlin–Dahlem.
- Hutchinson, T. C. (1967): Ecotype differentiation in *Teucrium scorodinia* with respect to susceptibility to lime-induced chlorosis and to shade factors. *New Phytologist*, 66 (3), 439–453.
- Janković, M. M. (1966): Fitoekologija sa osnovama fitocenologije i pregledom tipova vegetacije na Zemlji. – Beograd.
- Lange, O. L. et al. eds. (1983): Physiological Plant Ecology III. Responses to the Chemical and Biological Environment. – Berlin–Heidelberg–New York.
- Pavlović, S. (1975): Prilog proučavanju fiziološko-ekoloških osobina *Teucrium montanum* L. sa krečnjaka i serpentina. – Glasnik Prirodnjačkog muzeja u Beogradu, 30, 125–134.
- Proctor, J. (1971): The plant ecology of serpentine. II Plant response to serpentine soils. – *Journal of Ecology*, 59 (2), 397–410.
- Proctor, J., Woodell, S. (1971): The plant ecology of serpentine. I Serpentine vegetation of England and Scotland. – *Journal of Ecology*, 59 (2), 375–395.
- Prozina, M. N. (1960): Botaničeskaja mikrotehnika. – Moskva.
- Riter–Studnička, H. (1968): Die Serpentinomorphosen der Flora Bosniens. – *Botan. Jahrbucher*, 88 (4), 443–465.
- Stevanović, B., Stevanović, V. (1984): Morfo-anatomske karakteristike nekih značajnih hazmofita subalpijske vegetacije stena na planini Orjen u Crnoj Gori. – Glasnik Instituta za botaniku i botaničke bašte Univer. u Beogradu, XVIII, 59–76.
- Walter, H. (1973): Vegetation of the Earth. – New York, Berlin.

S u m m a r y

BRANKA STEVANOVIĆ and VLADIMIR STEVANOVIĆ

MORPHO-ANATOMICAL CHARACTERISTICS OF THE SPECIES *TEUCRIUM MONTANUM* L. IN RELATION TO DIFFERENT HABITATS

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

The species *Teucrium montanum* expresses an exceptional phenotypic plasticity on its wide area. It is abundantly present on stony places as well as on slopes and pastures on both limestone and serpentine. From the very common aspect of the plants growing on different soils some specific properties are evident. However, the plants from different habitats exhibit some specific adaptive morpho-anatomical and thereby physiological characteristics in relation to the distinct environmental conditions.

The analysis of morpho-anatomical adaptability has implied the plants of the species *T. montanum* from six separate habitats. Four habitats were on calcareous soil, from different sea level, as well as climatic, that is common environmental conditions. These habitats were in the neighbourhood of Karin, middle part of the Adriatic coast, at 30 m, in the region of mediterranean climate, on the mountain Orjen in Montenegro, at 1600 m, having modified mediterranean mountain climatic conditions, then on the mountain Rtanj, in eastern Serbia, at 1350 m, with temperate continental climate, moreover, with similar conditions was the habitat on the mountain Maljenik, but at 950 m, as well in eastern Serbia. However, two habitats on serpentine bedrock were in Brđanska klisura, western Serbia, at 370 m, with temperate continental climate, and at Divčibare, western Serbia as well, at 950 m, with temperate continental, but humid and cold mountain climate.

Several distinctive varieties of the species *T. montanum* have been presented in the referred habitats, as following: *T. montanum* var. *parnassicum* Č e l. in the neighbourhood of Karin and at the mountains Orjen and Rtanj, specially f. *lineare* H a l. on the mountain Orjen and f. *lanceolatum* H a l. on the mountain Rtanj, then var. *hirsutum* B o i s s. on the mountain Maljenik, and further on serpentine soil var. *montanum* in Brđanska klisura and var. *montanum* f. *supinum* (L.) R c h b. on the mountain Divčibare.

The phenotypic plasticity of the species *T. montanum* was well defined by more or less expressed xeromorphic properties. The plants from the population near Karin distinctively possess the number of xeromorphic properties (xerophyte with xeromorphic structure). Comparatively the plants from mountain Orjen population were with less emphasized xeromorphic features relative to less extreme environmental conditions. Gradually moderate xeromorphic characteristics are expressed by the plants from the mountain Rtanj and specially the plants from the mountain Maljenik.

The leaves of the plants from the habitat in the neighbourhood of Karin are small and very thick, strongly folded towards the lower side. Moreover, the plants from the habitats on the mountains Orjen and Rtanj have longer and thinner leaves, while the longest and relatively the thinnest are the leaves from the population on the mountain Maljenik. The leaf margin moderately convolved towards the lower side is the common feature of the plants from this habitat. The plants from the habitat near Karin are characterized by well developed indumentum on the lower side, as well as thick cuticular layers on the upper side of the leaves. Mesophyll of these leaves is composed of additional palisade layers of small but well differentiated parenchymatous cells crowded together.

The leaves of plants from other populations on limestone show less palisade tissue, but always on both side of the leaf. Moreover, the plants from the habitat on Maljenik have thinner cuticle on the epidermis as well as larger intercellular spaces among mesophyll cells.

Habitats from Brđanska klisura and Divčibare are on serpentine and differ in common ecological conditions from each other as well as from habitats on limestone. Typical morpho-anatomic features of the leaves belonging to these plants are related to the unfavourable mineral regime on serpentine soils. The ecological adaptations are distinguished by differently expressed xeromorphosis, that is psilomorphosis. The plants from these populatons are characterized by specific habitus, more scattered shrubs with smaller amount of leaves on individual stems, but distinctly xeromorphic ones. However, the leaves of plants from mountain Divčibare population are exceptionally small and xeromorphic. Besides the ability to grow on serpentine soil, the species *T. montanum* tolerate specific conditions of humid and cold mountain climate in this habitat.

Morpho-anatomic analysis showed that the species *T. montanum* possess a sufficient phenotypic plasticity for adaptation to different edaphic and climatic conditions. More detailed ecophysiological investigations are necessary for estimation the complete differentiation of the speceies *T. montanum* into different ecotypes, specially edaphic ecotypes.