

UDK 581.11 : 582.475 (497.1)

MILORAD M. JANKOVIĆ, RANKA POPOVIĆ, JASNA DIMITRIJEVIĆ,
BRANKA STEVANOVIĆ

PRILOG POZNAVANJU EKOFIZIOLOGIJE ENDEMORELIKTNIH BALKANSKIH BOROVA *PINUS HELDREICHII* I *PINUS PEUCE*

Institut za botaniku i botanička bašta PMF, Beograd
Institut za biološka istraživanja „Siniša Stanković”, Beograd

Janković, M.M., Popović, R., Dimitrijević, J., Stevanović, B. (1987):
*Contribution to the ecophysiology of the endemo-relic Balkan pine species
Pinus heldreichii and Pinus peuce.* — Glasnik Instituta za botaniku i
botaničke bašte Univerziteta u Beogradu, Tom XXI, 5–16.

Physiological-ecological investigations (transpiration rate, water content in leaves, osmotic pressure) were made of endemo-relic pine species *Pinus heldreichii* (munika pine) and *Pinus peuce* (molika pine) in different habitats of the Šarplanina and Prokletije mountains. An analysis of the water balance indicated that transpiration rates were low for both pines: the mean values of *P. heldreichii* were from 1,007–1,324 mg.g.min, and of *P. peuce* from 2,014–2,032 mg.g.min. The needles also contained small quantities of water: from 50–60% for both pines. Osmotic values of the munika pine cell sap were at most 20–22 bar, while the osmotic pressure in molika pine needles were most often around 12–15 bar. Both pines are characterized by an isohydric type of water balance in which the munika is more xerophilous and heliophilous than the molika pine.

Key words: *Pinus heldreichii*, *Pinus peuce*, endemo-relic species, isohydric water balance

Ključne reči: *Pinus heldreichii*, *Pinus peuce*, endemo-reliktna vrste, izohidrični vodni balans

UVOD

Endemični balkanski borovi, munika (*Pinus heldreichii* Christ.) i molika (*Pinus peuce* Griseb.), imaju posebno mesto i značaj u flori Balkanskog poluostrva. Oni su

prirodna retkost u današnjim uslovima klime i vegetacije ovog područja i graditelji gornje šumske granice na mediteranskim i submediteranskim planinama centralnog dela Balkanskog poluostrva. U Jugoslaviji ovi borovi izgrađuju raznovrsne i brojne šumske zajednice.

Munika i molika su bile predmet opsežnih istraživanja naših naučnika (Košarić, 1929; Rudski, 1936, Fukarek, 1941, 1949, 1951, 1966, 1979, Grebenšćikov, 1943, Blečić et Tatić, 1957, Janković, 1958, 1960, 1962, 1965, 1967, 1970, 1975, 1981, i dr.), kao i stranih (Beck von Mannagetta, 1901, Markgraf, 1932, Dimitrov, 1963, Penev, 1938, 1958, Velčev, 1973), od početka ovog veka do današnjih dana. Ova istraživanja, pre svega horološka i fitocenološka, dopunjuju se, poslednjih decenija, kompleksnim ekološkim (naročito u radovima Jankovića) i specifičnim ekofiziološkim (Milanović, 1973, Janković, Popović, Matijašević, 1975) i ekoanatomskim (Popnikola, 1978, Janković, Stevanović, u štampi) saznanjima. Ovakva opšta istraživanja doprineće potpunom poznavanju i boljoj i efikasnijoj zaštiti ovih starih i endemičnih vrsta, koje danas pripadaju ugroženom delu genofonda na području Jugoslavije.

Munika i molika najčešće izgrađuju čiste zajednice. S obzirom da zauzimaju istu visinsku zonu obično se isključuju, tako da ih možemo smatrati vikarnim vrstama. Ponekad, zavisno od ekoloških uslova, obrazuju međusobne mešovite zajednice ili sa drugim četinarima (*Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Abies alba*, *Pinus mugo*). Zajednice munike i molike nalaze se na različitim geološkim podlogama i različito razvijenom zemljištu. *Pinus heldreichii* raste pre svega na krečnjaku, a ređe na serpentinu i silikatu, a *Pinus peuce* prvenstveno na silikatu, a retko na krečnjaku sa dubokim i razvijenim zemljištem, sposobnim da akumulise relativno veliku količinu vode.

Masivi Šarplanine i Prokletija, na kojima su obavljena ispitivanja izuzetno su interesantni jer se na njima nalaze zajednice munike i molike na relativno malim udaljenostima, u sličnim opštim ekološkim uslovima makroklimе, čak, na pojedinim mestima ovi borovi obrazuju mešovite sastojine.

Istraživanja vodnog režima ovih borova izvršena su sa ciljem da se upoznaju njihove ekološke karakteristike i fiziološki status na različitim staništima, u oblasti gde se, u okviru svojih areala, nalaze obe vrste u čistim i mešovitim zajednicama. Osnovni parametri vodnog režima munike — transpiracija, količina vode u listovima i osmotske vrednosti — ispitivani su u zajednici *Seslerio-Pinetum heldreichii* M. Jank. et R. Bog. na masivu Ošljak (Šarplanina), na krečnjačkoj podlozi. Vodni režim molike analizovan je u zajednicama *Pinetum peucis typicum* M. Jank. i *Wulfenio-Pinetum peucis* Blečić et Tatić, na Prokletijama, kao i u zajednici *Ajugo-Pinetum peucis* M. Jank. et R. Bog. na Šarplanini, pri čemu se sva tri staništa nalaze na silikatnoj podlozi.

Analiza vodnog režima munike i molike sa različitih staništa omogućava sveobuhvatno poznavanje njihovih adaptivnih karakteristika i ekoloških rešenja opstanka tokom drugog niza godina. Ekofiziološka saznanja pomažu i pozitivnoj, praktičnoj delatnosti ljudi u primeni različitih, ali najprikladnijih mera zaštite ovih vrsta jer se na taj način zaštićuju i obnavljaju i visokoplaninski pojasevi naših mediteranskih i submediteranskih planina.

MATERIJAL I METODIKA

Ispitivanja vodnog režima kao važnog ekološkog indikatora opšteg biološkog stanja biljke i njenih adaptivnih mogućnosti, obuhvatila su praćenje dnevne i sezonske dinamike transpiracije, količine vode u listovima i osmotskog pritiska ćelijskog soka.

Transpiracija je određena metodom Štokera (Stocker, 1929), koja se sastoji u brzom merenju listova odmah po odsecanju sa grane i posle ekspozicije od tri minuta. Razlika u težini lista ukazuje na intenzitet transpiracije izražen u miligramima transpirisane vode na gram sveže težine lista u toku jednog minuta.

Količina vode u listovima izračunavana je na osnovu razlike u težini svežeg i potpuno suvog lista (osušenog u sušnici na 105°C do „konstantne” suve težine) i izražena je u procentima.

Osmotski pritisak ćelijskog soka izmeren je Valterovom metodom (Walter, 1931, 1934), koja uključuje obradu biljnog materijala iz kojeg se dobija ćelijski sok čiji se osmotski pritisak određuje krioskopskom metodom. Osmotske vrednosti ćelijskog soka su izražene u barima.

REZULTATI RADA I DISKUSIJA

Ekofiziološka istraživanja munike obavljena su u zajednici *Seslerio-Pinetum heldreichii* koja se nalazi na masivu Ošljak (Šarplanina), u dosta degradovanom obliku. Veći kompleksi munikove šume nalaze se samo iznad samog prevoja Prevalac, na visini od oko 1640 m nadmorske visine, na južnoj ekspoziciji padine nagiba 30°. Zajednica se nalazi na krečnjačkoj podlozi sa zemljištem u kojem je izražen sloj polusirovog humusa. Stabla munike grade gust šumski sklop; drveće je visine do 20 m (Sl. 1).

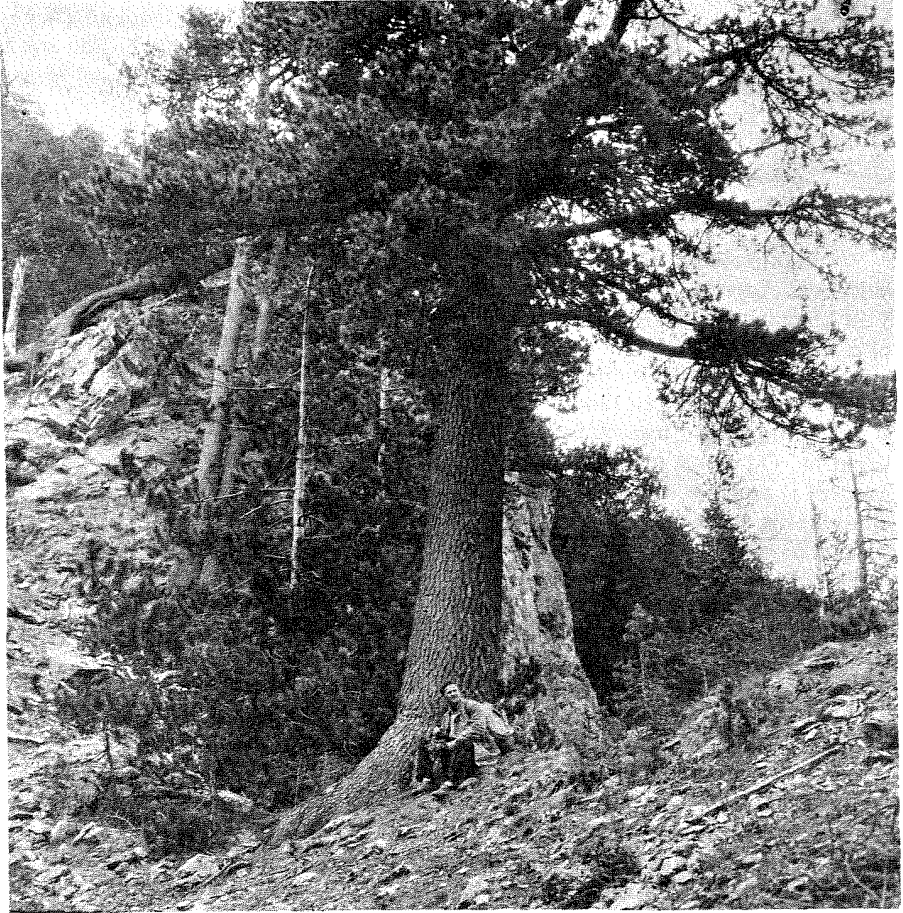
U dnevnom toku transpiracije munike zapažaju se veoma male, ali pravilne promene. Od niskih jutarnjih vrednosti, intenzitet transpiracije se blago povećava do 13 časova i ponovo opada u popodnevni časovima. Dnevne vrednosti intenziteta transpiracije kretale su se: u junu od 0,823–1,238 mg.g.min (srednja vrednost 1,023 mg.g.min), u julu od 0,956–1,324 mg.g.min (srednja vrednost 1,140 mg.g.min), i u septembru od 0,352–0,695 mg.g.min (srednja vrednost 0,390 mg.g.min). Intenzitet transpiracije *Pinus heldreichii* je izuzetno mali tokom letnjeg i jesenjeg vegetacijskog perioda. Istovremeno intenzitet transpiracije munike je izrazito manji od transpiracije zeljastih (*Sesleria autumnalis*, *Luzula luzulina*, *Scabiosa columbaria*) ili žbunastih cvetnica (*Vaccinium myrtillus*), koje su karakteristične za ovu zajednicu.

Količina vode u četinama munike bila je niska, dnevni tok promena je slabo izražen, odnosno razlike između dnevnih minimalnih i maksimalnih vrednosti su veoma male. U junu količina vode u listovima bila je između 52,60–55,34% (srednja vrednost 53,82%), u julu od 53,50–56,32% (srednja vrednost 54,90%), a u septembru od 55,08–59,255 (srednja vrednost 56,84%).

Osmotski pritisak ćelijskog soka kao izuzetno precizan pokazatelj vodnih odnosa u ćelijama i tkivima biljke, odlikovao se relativno visokim vrednostima tokom čitavog perioda u kojem su obavljena ispitivanja. Srednja vrednost osmotskog pritiska u junu bila je 22,3 bara, u julu 18,0 bara, a u septembru 17,1 bar. Dnevna dinamika se karakterisala veoma malim amplitudama osmotskih vrednosti.

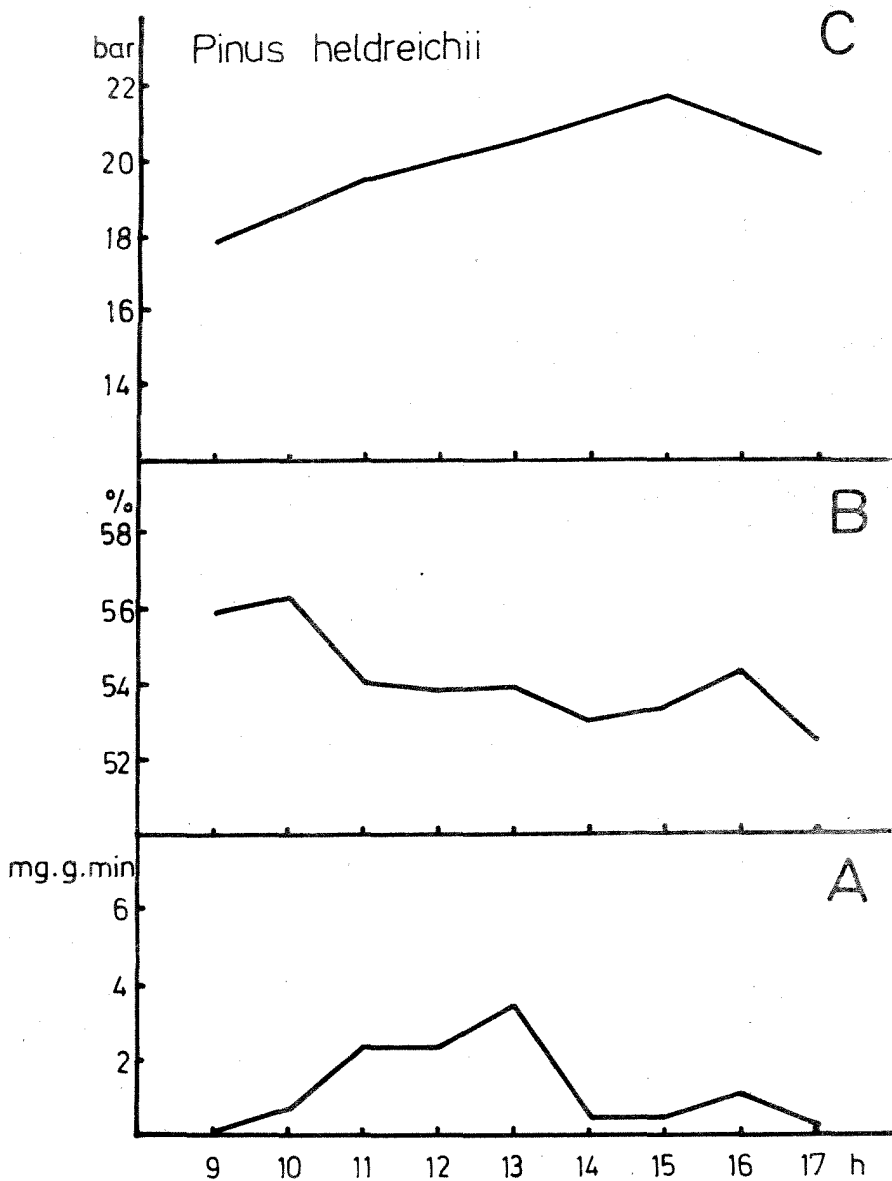
Karakteristike vodnog režima munike (Sl. 2), mali intenzitet transpiracije, mala količina vode u listovima i relativno visok osmotski pritisak objašnjavaju određenu adaptivnu strategiju ove stare i endemične vrste. Ovakvim tokom veoma malih dnevnih i sezonskih promena u okviru vodnog bilansa, munika uspeva da bude u saglasnosti sa relativno nepovoljnim uslovima spoljašnje sredine, gde je, često, izražena suša u podlozi, visoke temperature i intenzivno sunčevo zračenje. Veći osmotski pritisak omogućava bolje vododržljive sposobnosti unutar ćelije i tkiva, ali i bolje snabdevanje vodom iz relativni

suve podloge; tkiva lista su fiziološki i anatomski u skladu sa stanjem znatne dehidracije, i u takvim opštim uslovima kseromorfná četina obavlja veoma slabu transpiraciju. Sličnu dinamiku ispitivanih pokazatelja vodnog režima ima i stara, reliktna vrsta *Juniperus communis* var. *intermedia*, sa istog staništa.



Sl. 1. — Munika (*Pinus heldreichii*) na krečnjaku
Munika pine (*Pinus heldrichii*) on limestone soil.

Vodni režim molike ispitivan je u zajednici *Pinetum peucis typicum* na Prokletijama (Sl. 3). Zajednica je rasprostranjena na većim površinama, uglavnom na severnim padinama, na nadmorskoj visini od oko 1800 m, na silikatnoj podlozi. Zemljište je posmeđeno humusno silikatno, plitko jer se razvija na kiseloj podlozi u mezofilnoj klimi gde je slaba mineralizacija organskih otpadaka i izražen je debeo sloj sirovog humusa.



Sl. 2. – Dnevna dinamika: A – transpiracije, B – količine vode i C – osmotskog pritiska u listovima *Pinus heldreichii*, na Ošljaku, Sarplanina.

Diurnal changes in: A – transpiration, B – water content and C – osmotic pressure in leaves of *Pinus heldreichii*, on Ošljak, Sarplanina.



Sl. 3. — Molika (*Pinus peuce*) na silikatu
Molika pine (*Pinus peuce*) on silicate soil.

Na ovom staništu molika se odlikuje transpiracijom malog intenziteta, koja se tokom letnjeg i jesenjeg perioda ispitivanja kretala od 0,820–3,500 mg.g.min (srednje vrednosti između 2,014–2,032 mg.g.min.) Količina vode u listovima bila je (u periodu ispitivanja) između 54–57%. Osmotske vrednosti ćelijskog soka molike sa ovog staništa bile su između 6 i 10 bara.

Na Prokletijama vodni režim molike analizovan je i u zajednici *Wulfenio-Pinetum peucis* koja se takođe nalazi na silikatu i smeđe podzolastom zemljištu. Ovdje su zapažene skoro iste (ili veoma slične) opšte odlike promena ispitivanih pokazatelja vodnog režima. Veoma slaba transpiracija kretala se, tokom letnjeg perioda kada su obavljena ispitivanja od 0,001–6,021 mg.g.min (srednje vrednosti od 1,675–3,267 mg.g.min). Na jednovršnoj krivulji dnevnog toka transpiracije uočava se da su maksimalne vrednosti zabeležene između 13–15 časova.

Količina vode u četinama molike sa ovog staništa kretala se, sa nešto izraženijom opštom amplitudom, ali i dalje malim dnevnim promenama, između 57–69%. Osmotski pritisak ćelijskog soka listova molike najčešće je bio oko 10 bara.

Vodni režim molike ispitan je i na silikatnom staništu severnog dela Šarplanine u okviru zajednice *Ajugo-Pinetum peucis*.

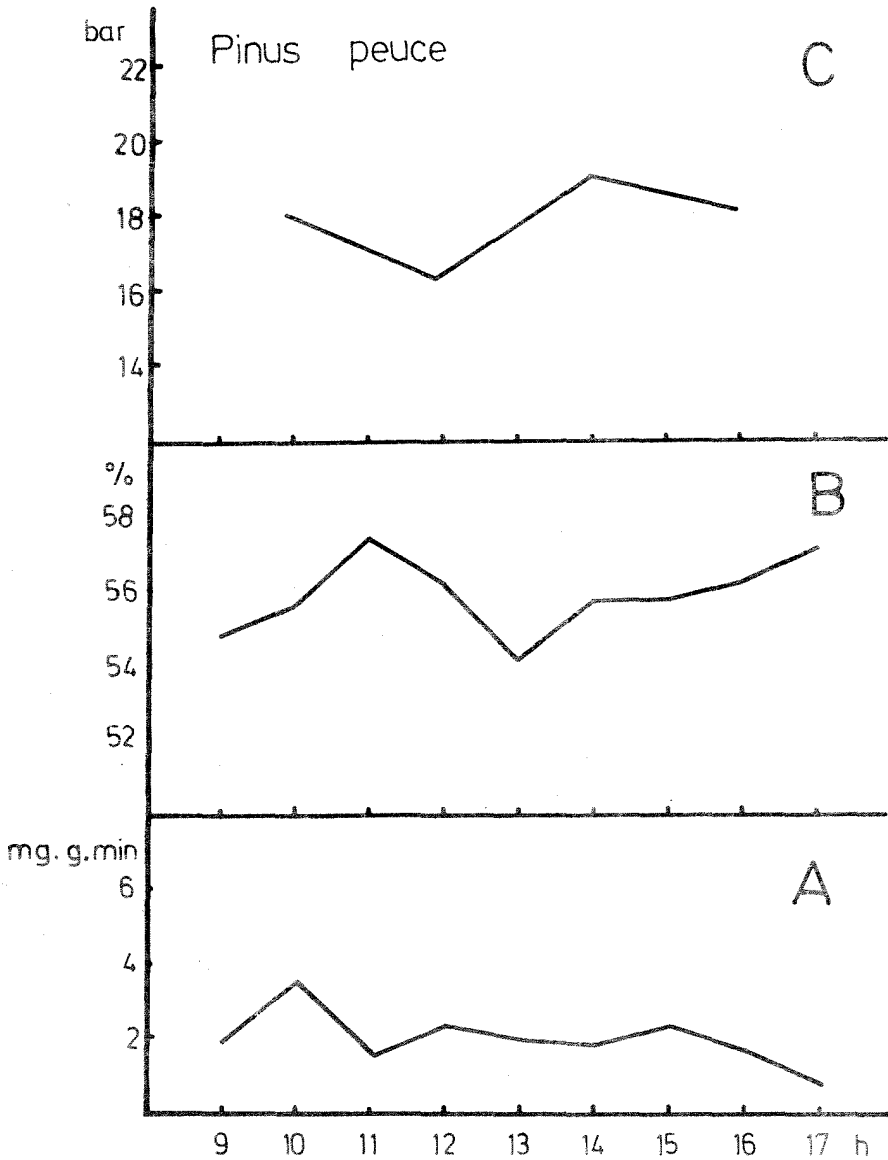
Ispitivanja su obavljena na lokalitetu Gine vode, na nadmorskoj visini od oko 1600 m u sastojini koju karakterišu *Ajuga pyramidalis* i mlada stabla molike obnovljena na sečinama. Teren na kojem se nalazi sastojina je zamočvaren zbog prisustva površinske vode. Zemljište je vlažno, smeđe podzolasto sa debelim slojem sirovog humusa. Ovo je najhigrofilniji tip molikovih šuma uopšte. Međutim, snažna obnova i odličan biološki status molike na ovom staništu ukazuje i na njene ekološke mogućnosti i kompetitivnu prednost.

Na ovom staništu, takođe, molika se odlikuje niskim vrednostima intenziteta transpiracije između 1,675–3,267 mg.g.min (maksimalna vrednost 7,135 mg.g.min). Količina vode u listovima bila je između 50,22–62,45% (maksimalna vrednost 68,92%). Osmotske vrednosti ćelijskog soka bile su između 6 i 18 bara. I na ovom staništu (u relativno povoljnijim opštim ekološkim uslovima) konstatovan je isti tip promena ispitivanih pokazatelja vodnog režima i slične vrednosti, izuzev nešto intenzivnije transpiracije, kao i u drugim molikovim zajednicama u kojima su vršena istraživanja (Sl. 4).

Munika i molika pokazuju određene sličnosti, pre svega u tipu i načinu dnevnih i sezonskih promena, ali i razlike u veličini vrednosti pojedinih parametara vodnog režima, što ih ekološki određuje i diferencira. Na području Šarplanine i Prokletija, gde se obe vrste nalaze, ekofiziološke specifičnosti opredeliće ove endemične i reliktno borove na različita staništa koja najviše odgovaraju njihovim genetičko-evolucijskim mogućnostima i ekološkim adaptacijama.

Uopšte uzev, molika se odlikuje intenzivnijom transpiracijom (opšta srednja vrednost 2,547 mg.g.min kod molike u odnosu na 0,898 mg.g.min kod munike). Količina vode u četinama je nešto veća kod molike (prosečno 58%) prema vrednostima konstatovanim kod munike (prosečno 55%). Kod obe vrste borova zapažene su izuzetno male, naročito dnevne promene količine vode u listovima. Osmotske vrednosti molike su niže (prosečno 12–15 bara) od onih koje su karakteristične za ćelijski sok listova munike (prosečno 20–22 bara), što ukazuje na opšte povoljnije hidraturno stanje tkiva molike. Prema tome, kako na osnovu dosadašnjih ekoloških saznanja (Janović, M. M., 1960, 1975, 1981, Fukaček, P., 1966, 1970 i drugi), analize vodnog režima i drugih ekofizioloških i ekoanatomskih istraživanja koja su u toku, može se zaključiti da je molika mezofilnija i manje heliofilna vrsta u odnosu na muniku. Oba bora zauzimaju istu visinsku zonu i pokazuje slične termofilne potrebe na svojim staništima što ih ograničava upravo na mediteranske i submediteranske planine. Na ovim područjima, mezofilnija molika je bolje zastupljena na vlažnijim i zaštićenijim staništima, a munika na kserofilnijim i ekstremnijim staništima (izloženijim opštem ekološkom stresu spoljašnje sredine).

Tok promena i veličina vrednosti ispitivanih pokazatelja vodnog režima ukazuje na još jednu specifičnost ovih borova vezanu, pre svega, za njihovu endemičnost i reliktnost. Način promena pojedinih parametara, mala variranja vrednosti, slab intenzitet transpiracije, izuzetno stabilna, iako relativno mala količina vode u listovima i slične osmotske vrednosti u učovima različitih staništa, određuju oba bora kao stenohidrične vrste i to sa izohidričnim tipom vodnog balansa. Slične vrednosti osmotskog pritiska ćelijskog soka i sličan tok dnevnih promena i male amplitude konstatovane su kod munike ispitivane u alpinetumu u okolini Sarajeva (Milanović, S., 1973). Sličan, izohidričan tip vodnog balansa konstatovan je i kod drugih biljaka velike starosti na području naše zemlje



Sl. 4. – Dnevna dinamika: A – transpiracije, B – količine vode i C – osmotskog pritiska u listovima *Pinus peuce*, na Šarplanini (Gine vode).

Diurnal changes in: A – transpiration, B – water content and C – osmotic pressure in leaves of *Pinus peuce*, on Šarplanina (Gine vode).

(Stevanović, B., 1986). Munika i molika su i danas biološki vitalne vrste; međutim, osetljive su na dejstva negativne ljudske delatnosti. Munika i molika su vrste koje u okviru vremensko-prostorne skale povezuju vegetacijsku prošlost i sadašnjost Balkanskog poluostrva. Fiziološko-ekološka istraživanja doprinose poznavanju ovih borova u savremenim uslovima spoljašnje sredine i mogu ubrzati proces preduzimanja odgovarajućih mera njihove zaštite.

ZAKLJUČAK

Ispitivanja vodnog režima munike (*Pinus heldreichii*) i molike (*Pinus peuce*) obavljena su na različitim staništima planinskih masiva Šarplanine i Prokletija. Na ovim područjima nalaze se obe vrste ovih endemoreliktnih borova, gradeći čiste ili mešovite zajednice, međusobno ili sa drugim četinarima. Upravo zbog toga je interesantno konstatovati na ovom području njihove ekofiziološke sličnosti ili razlike. Ispitivanja vodnog režima munike obavljena su u zajednici *Seslerio-Pinetum heldreichii* M. Jank. et R. Bog. na masivu Ošljak (Šarplanina), na krečnjačkoj podlozi. Vodni režim molike istraživana je u zajednicama *Pinetum peucis typicum* M. Jank. i *Wulfenio-Pinetum peucis* Blečić et Tatić na Prokletijama, kao i u zajednici *Ajugo-Pinetum peucis* M. Jank. et R. Bog. na Šarplanini; sva tri staništa molike nalaze se na silikatnoj podlozi.

Analiza vodnog režima je pokazala da se munika odlikuje slabijim intenzitetom transpiracije, manjom količinom vode u četinama i većim osmotskim vrednostima u odnosu na moliku. Prosečna vrednost transpiracije (koja je uopšte veoma malog intenziteta) kod munike je 0,898 mg.g.min, a kod molike 2,547 mg.g.min. Količina vode u četinama iznosi, prosečno, kod munike 55%, a kod molike 58%. Osmotske vrednosti ćelijskog soka listova munike su (prosečno) od 20–22 bara, dok su kod molike od 12–15 bara, što ukazuje na nešto povoljnije hidraturno stanje tkiva ovog petoigličastog endemoreliktnog bora. Na osnovu dosadašnjih ekoloških saznanja i obavljene analize vodnog režima može se zaključiti da je munika kserofilnija i heliofilnija vrsta koja dobro podnosi ekstremne temperature i velika godišnja temperaturna kolebanja na krečnjačkoj podlozi sa slabo razvijenim zemljištem. U manje ekstremnim uslovima, na zaklonjenijim mestima, nalazi se molika, najčešće na silikatu i dobro razvijenom šumskom braon zemljištu povoljnih higrotermičkih karakteristika. *Pinus peuce* je mezofilnija i manje heliofilna vrsta bora.

Obe vrste, i munika i molika su stenohidrične s obzirom na usku toleranciju promena ispitivanih parametara vodnog režima. Vodnim balansom izohidričnog tipa munika i molika su dobro prilagođene savremenim ekološkim uslovima na staništu na kojem se nalaze, ukoliko se ta staništa sačuvaju od dalje degradacije i uništavanja (širenje pašnjačkih površina, itd.).

Munika i molika svojim ekološkim, ekofiziološkim i horološkim osobinama pripadaju danas ugroženom delu genofonda i traže i zaslužuju pažnju ljudi i zaštitu u okviru očuvanja flore i vegetacije naših visokoplaninskih mediteranskih i submediteranskih predela.

LITERATURA

- Beck – Manna getta, G. (1901): Die Vegetationsverhältnisse der illyrischen Länder. In Engler u. Drude: Vegetation der Erde, 4, Leipzig.

- Blečić, V., Tatić, B. (1957): Šuma molike u Crnoj Gori (*Pinetum peucis montenegrinum*). – Glasnik Prir. muzeja, ser. B, 10, Beograd.
- Dimitrov, T. (1963): Bjala mura, Sovia.
- Em, H. (1953): Prilog poznavanju dendroflоре i vegetacije šuma u NR Makedoniji. – God. zbor. na Zemlj.-Šum. fak., Skopje.
- Fukarek, P. (1941): Prvi prilog poznavanju munike ili smrče *Pinus Heldreichii* Christ. var. *leucodermis* (Ant.) Markgraf. – Sum. list 8–9, 348–386.
- Fukarek, P. (1949): Podaci o geografskom raširenju munike (*Pinus heldreichii* Christ.). – Godišnjak Biol. inst. 1, 21–41, Sarajevo.
- Fukarek, P. (1951): Novi varijetet munike sa područja Srbije i Sandžaka (Crna Gora) (*Pinus heldreichii* Christ. var. *Pančići* n. var.) – Godišnjak Biol. inst. 4, 1, 41–50, Sarajevo.
- Fukarek, P. (1966): Zajednice endemne munike na planini Prenju u Hercegovini. – Acta Bot. Croat., 25, 61–63, Zagreb.
- Fukarek, P. (1979): Savremeni pogledi na taksonomiju i nomenklaturu bjelokorog bora–munike (*Pinus leucodermis* Ant. i *Pinus heldreichii* Christ.). – Glas. zemaljskog muzeja N. S. 18 – Prirodne nauke, 63–87, Sarajevo.
- Grebenšćikov, O. (1943): Prilog poznavanju vegetacije planine Koprivnik kod Peći. – Ohridski zbornik 2, Pos. izd. Srp. Kr. akad., 35, Beograd.
- Janković, M. M. (1958): Prilog poznavanju munikovih šuma (*Pinetum heldreichii*) na Metohijskim Prokletijama. – Arhiv biol. nauka, 10, 1–4, 51–77, Beograd.
- Janković, M. M. (1960): Razmatranja o uzajamnim odnosima molike (*Pinus peuce*) i munike (*Pinus heldreichii*), kao i o njihovim ekološkim osobinama, posebno u odnosu na geološku podlogu. – Glasnik Bot. bašte Univ. u Beogradu, 1, (5), 2, 141–180.
- Janković, M. M. (1962): O specifičnostima u granjanju munike (*Pinus heldreichii*) i njihovom ekološkom aspektu. – Arhiv biološ. nauka, 14, 3–4, 169–184, Beograd.
- Janković, M. M. (1962): Prilog poznavanju šuma endemičnih borova munike (*Pinus heldreichii*) i molike (*P. peuce*) na severnoj strani Šarplanine i njenim metohijskim ograncima. – Arhiv. biol. nauka, 14, 3–4, 143–155, Beograd.
- Janković, M. M. (1965): *Fritillario–Pinetum heldreichii*, nova zajednica munike (*Pinus heldreichii*) na planini Orjen iznad Boke Kotorske. – Arh. biol. nauka, 17, 3, 17–18, Beograd.
- Janković, M. M. (1967): *Peucedano–Pinetum heldreichii* M. Jank. nova asocijacija subendemičnog balkanskog bora *Pinus heldreichii* na Orjenu. – Glasnik Botan. zav. i bašte Univ. u Beogradu, 2, 1–4, 203–206.
- Janković M. M. (1970): Neki problemi ekologije, cenologije i rasprostranjenja endemoreliktnе balkanske vrste *Pinus peuce*. – Zbornik na Simp. za molikata, 173–177, Škopje.
- Janković, M. M. (1972): Visokoplaninska šumska vegetacijska zona endemoreliktnih balkanskih borova *Pinus heldreichii* i *Pinus peuce* i njen značaj u suzbijanju bujica, lavina i erozije u visokoplaninskim predelima naše zemlje. – Simpozijum aktuelni problemi šumarstva, drvne industrije i hortikulture, Šumar. fak. 63–70, Beograd.
- Janković, M. M. (1975): Pregled asocijacija munikovih šuma (*Pinetum heldreichii*) u Jugoslaviji. – Međunarodni simpoz. o munici, separat, 146–158, Dečani.
- Janković, M. M. (1981): Prilog poznavanju vegetacije i fitocenoza nekih visokoplaninskih borova (*Pinus heldreichii*, *P. peuce*, *P. mugo*) na Šarplanini i njenih metohijskim ograncima (Ošljak, Kodža Balkan, Ostrovica). – Glasnik Šumar.fak., 57, 127–134, Beograd.
- Janković, M. M., Bogojević, R. (1970): Neki aspekti ekoklimatskih uslova molike (*Pinus peuce*) i molikovih šuma (*Ajugo–Pinetum peucis* M. Jank. et R. Bog.) na Šarplanini. – Zbornik na Simp. za molikata, 181–187, Skopje.
- Janković, M. M., Popović, R., Matijašević, B. (1975): Neki rezultati fiziološko–ekoloških proučavanja munike (*Pinus heldreichii*) na Ošljaku, Šarplanina. – Međunarodni Simp. o munici, separat, 159–170, Dečani.
- Janković, M. M., Stefanović, K. (1971): Ekološki odnos reliktnе i (sub)endemične balkanske vrste *Pinus heldreichii* prema karakteru podloge i zemljišta u Jugoslaviji. – Ekologija, 6, 1, 49–61, Beograd.
- Janković, M. M., Stevanović, B. (1987): Ekoanatomske odlike endemo–reliktnih borova *Pinus heldreichii* (Bois) Christ. i *Pinus peuce* Gris. – Glasnik Instituta za bot. i bot. bašte Univ. u Beogradu (u štampi).
- Košanin, N. (1929): Die Koniferen Sudserbiens. – Glasnik Bot. zav. i bašte Univ. u Beogradu, 1, 1, 176–190.

- Markgraf, F. (1931): Die Panzerkiefer. – Mitt. Dt. Dendrol. Ges., 43, 250–255.
- Milanović, S. (1973): Ekofiziološke karakteristike vodnog režima tercijskih relikata (*Picea omorica* i *Pinus heldreichii*) i njima srodnih vrsta (*Picea excelsa* i *Pinus nigra*) na Trebeviću. – God. Biol. inst. u Sarajevu, 26, 97–108.
- Penev, N. (1938): Iglolistnata rastičnost v Plana planina. – Lesov. mis., 2–3.
- Penev, N., Georgiev, A. (1958): Bjalata mura v Centralna Stara planina. – Izv. na Botan. inst., 6.
- Popnikola, N. (1978): Anatomske karakteristike četina varijeteta munike (*Pinus heldreichii* Christ.) u prirodnim populacijama na Balkanskom poluostrvu. – Šum. list, 1–3, 25–39.
- Rudski, I. (1936): Die Vegetation der Ošljak-Planina. – Glas hrv. prir. dr., 118–146, Zagreb.
- Stevanović, B. (1986): Ecophysiological characteristics of the species *Ramonda serbica* Panč. and *Ramonda nethaliae* Panč. et Petrov. – Ekologija, 21, 2, 119–134.
- Stocker, O. (1929): Eine Feldmethode zur Bestimmung der momentanen Transpiration und Evaporationsgrosse. – Ber. dtsh. bot. Ges. 47, 126–136.
- Velčev, V. (1973): Fitocenološko proučvane na bjalata mura (*Pinus peuce* Griseb.) v sredna Stara planina. – Izv. na Bot. Ins., 24, 169–198, Sofia.
- Walter, H. (1931): Die Kryoskopische Bestimmung des osmotischen Wertes bei Pflanzen. – Abder. Handb. d. biol. Arbeit. Abt., 11, 4.

Summary

MILORAD M. JANKOVIĆ, RANKA POPOVIĆ, JASNA ĐIMITRIJEVIĆ,
BRANKA STEVANOVIĆ

CONTRIBUTION TO THE ECOPHYSIOLOGY OF THE ENDEMO-RELIC BALKAN PINE SPECIES *PINUS HELDREICHII* AND *PINUS PEUCE*

Institute of Botany and Botanical garden, Faculty of Science, Beograd
Institute for Biological Research „Siniša Stanković”, Beograd

Investigations of the water balance in the munika pine (*Pinus heldreichii*) and the molika pine (*Pinus peuce*) were made in various habitats of the Šarplanina and Prokletije mountains. Both species of endemo-relic pines are located in these areas where they built pure or mixed communities with each other or with other conifers. This is why it is interesting to establish their ecophysiological similarities or differences in this region. The water balance of the munika pine was investigated in the *Seslerio-Pinetum heldreichii* M. Jank. et R. Bog. community on the Ošljak massif (Šarplanina mountain), on a limestone soil. The water balance of the molika pine was investigated in the *Pinetum peucis typicum* M. Jank. and *Wulfenio-Pinetum peucis* Blečić et Tatić communities on Prokletije mountain and in *Ajugo-Pinetum peucis* M. Jank. et R. Bog. community on Šarplanina mountain; all three molika pine habitats are located on a silicate soils.

An analysis of the water balance indicated that the munika pine is characterized by a poorer transpiration level, a lesser quantity of water in the needles and a greater osmotic pressure compared to the molika pine. The average transpiration rate (which is generally very small) in the munika is 0,898 mg.g.min, and in the molika 2,547 mg.g.min. The average amount of water in the needles is 55% in the munika and 58% in the molika. Osmotic values of the munika leaf cell sap are (average) from 20–22 bar, while they are 12–15 bar in the molika pine which indicates somewhat better hydrature (water potential) in the tissue of this five-needled endemo-relic pine. Based on ecological knowledge to date and published water balance results, it can be concluded that the

munika pine is a more xerophilous and heliophilous species that well withstands the extreme temperatures and large annual temperature fluctuations on a limestone substrate with poorly developed soil. The molika pine is located in less extreme conditions, on more sheltered spots, most often on silicate and well-developed forest brown soil with favorable hygothermal characteristics. *Pinus peuce* is a more mesophilous and less heliophilous species of pine.

Both species, munika and molika, are stenohydric due to their limited tolerance to changes in the investigated water balance parameters. With a isohydric type of water balance, the munika and molika are well adapted to the present ecological conditions in their habitats, as long as these habitats are protected from further degradation and damage (expansion of pasture areas, etc.).

The munika and molika pines with their ecological, ecophysiological and chorological characteristics belong to the endangered part of the genes fund and require and deserve man's attention and protection within the scope of preserving the flora and vegetation of our high mountain, mediterranean and submediteranean regions.