

BULLETIN  
DE L'INSTITUT ET DU JARDIN BOTANIQUES  
DE L'UNIVERSITÉ DE BEOGRAD

Tom III nov. ser.

1965—1966

№ 1—4

---

ГЛАСНИК  
БОТАНИЧКОГ ЗАВОДА И БАШТЕ УНИВЕРЗИТЕТА  
У БЕОГРАДУ

Том III нов. сер.

1965—1966

№ 1—4

БЕОГРАД  
1968

REDAKCIONI ODBOR — COMITÉ DE RÉDACTION:

**Vilotije Blečić, Zvonimir Damjanović, Milorad Janković, Radivoje Marinović,  
Budislav Tatić**

UREDNIK — REDACTEUR:

**Milorad M. Janković**

KOREKTOR — CORRECTEUR:

**Radoje Bogojević**

UREDNIŠTVO — RÉDACTION:

**Botanički zavod i bašta, Beograd, Takovska 43  
Jugoslavija**

*Naučna Knjiga*

---

Štampa: Grafičko preduzeće „Radiša Timotić«, Beograd, Jakšićeva 9. — 1969.

ГЛАСНИК БОТАНИЧКОГ ЗАВОДА И БАШТЕ  
УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

BULLETIN DE L'INSTITUT ET DU JARDIN BOTANIKUES DE L'UNIVERSITE  
DE BEOGRAD

Tome III nov. ser.

Beograd 1965—1966 (1968)

№ 1—4

**TABLE DE MATIÈRES**

<b>Milorad M. Janković and Jelena Blaženčić</b> Anatomy and morphology of vegetative organs of <i>Trapa</i> L. grown in water and aerial environment in der experimental conditions . . . . .	5
<b>M. Muntanjola-Cvetković, M. Nešković and L.J. Čulafić</b> Morphogenetic responses of <i>Aspergillus aureolatus</i> Munt.-Cvet. & Bata to different carbohydrates and light . . . . .	29
<b>M. Muntanjola-Cvetković and M. Nešković</b> Studies on the effect of some substances as possible substitutes of lighth in the sporulation of <i>Aspergillus flavus</i> 28 A . . . . .	35
<b>Radoje Bogojević</b> Zonale Vegetationszugehörigkeit des Višnjica-Abhangs bei Beograd und seiner Umgebung . . . . .	43
<b>Radoje Bogojević</b> Floristische und phytocönologische Vegetationsuntersuchungen auf des Višnjica-Abhangs bei Beograd . . . . .	79
<b>Olivera B. Ristić und Radivoje Ž. Marinović</b> Beitrag zur Erforschung der Mikroflora einiger Quellengewässer von Kosovo und Metochien . . . . .	101
<b>Radivoje Ž. Marinović und Olivera B. Ristić</b> Über den pH Wert der Gewässer und den Wuchs der darin angesiedelten Mikrophyten . . . . .	109
<b>Mirjana Janković</b> Exchange of gases and salts in the Lake of Grošnica . . . . .	119
<b>Mirjana Janković</b> Der termiche Zyklus des Grošnicasees . . . . .	149
<b>Jelena Blaženčić</b> The structure of the endocarp of the water nut ( <i>Trapa</i> L.) fruit . . . . .	169
<b>M. Muntanjola-Cvetković</b> The influence of white light on 7 isolates of <i>Aspergillus flavus</i> Link . . . . .	173
<b>Momčilo Kojić</b> Der Lichtkompensationspunkt bei Blätter verschiedenen Alters . . . . .	179
<b>Radoje Bogojević</b> Phänologie der Steppenvegetation am Višnjica-Abhang bei Beograd . . . . .	189
<b>Ranka Popović</b> Contribution to the study of the effect of cloudness on the intensity of transpiration of some plants . . . . .	201
<b>Čedomir Radenović</b> Etude simultanée de l'activité des ions du chloride et des biopotentiels électriques dans la vacuole des cellules de <i>Nitella mucronata</i> et <i>N. flexilis</i> . . . . .	213
<b>Vilotije Blečić</b> Was ist <i>Glechoma serbica</i> Hal. et Wettst? . . . . .	221
<b>V. Blečić, B. Tatić und F. Krasnić</b> Beitrag zur Flora Jugoslawiens . . . . .	227
<b>Milutin B. Jelić et Milica V. Tortić</b> <i>Ischnoderma corrugis</i> (Fr.) Domaň et Orlicz, un nouvel élément dans la flora des macromycètes de Yougoslavie . . . . .	233
<b>Ernest Mayer</b> Notulae ad floram Yugoslavie II. Conspectas generis <i>Melampyrum</i> L. . . . .	239

<b>Mirjana Nešković and Ljubinka Čulafić</b> The influence of light on the content of growth substances in pea shoots. I. Effect of red light on the extractable indole auxins . . . . .	255
<b>Jakov Danon</b> Methoden und Probleme der modernen phytoekologie in Frankreich . . . . .	263

## S A D R Ž A J

<b>Milorad M. Janković i Jelena Blaženčić</b> Anatomske i morfološke karakteristike vegetativnih organa <i>Trapa L.</i> gajene uporedo u vodenoj i vazdušnoj sredini pod eksperimentalnim uslovima . . . . .	3
<b>M. Muntanjola-Cvetković, M. Nešković i Lj. Čulafić</b> Morfološke reakcije <i>Aspergillus aureolatus</i> Munt.-Cvet. & Bata na različite ugljene hidrate i svetlost . . . . .	29
<b>M. Muntanjola-Cvetković i M. Nešković</b> Proučavanje elekta nekih substanci kao mogućih substituenata za svetlost u procesu sporulacije <i>Aspergillus flavus</i> 28 A . . . . .	35
<b>Radoje Bogojević</b> Vegetacijska zonalna pripadnost Višnjičke kose kraj Beograda i njene okoline . . . . .	43
<b>Radoje Bogojević</b> Floristička i fitocenološka ispitivanja vegetacije na Višnjičkoj kosi kraj Beograda . . . . .	79
<b>Oliver B. Ristić i Radivoje Ž. Marinović</b> Prilog proučavanju mikroflоре nekih izvorskih voda Kosova . . . . .	101
<b>Radivoje Ž. Marinović i Olivera B. Ristić</b> O pH vrednosti voda i uzrasta mikrofita naseljenih u njima . . . . .	109
<b>Mirjana Janković</b> Promet gasova i soli u Grošničkoj akumulaciji . . . . .	119
<b>Mirjana Janković</b> Termički režim Grošničke akumulacije . . . . .	149
<b>Jelena Blaženčić</b> Prilog poznavanju anatomske građe endokarpa ploda oraška ( <i>Trapa L.</i> ) . . . . .	169
<b>M. Muntanjola-Cvetković</b> Uticaj bele svetlosti na 7 sojeva <i>Aspergillus flavus</i> Link . . . . .	173
<b>Momčilo Kojić</b> Kompenzaciona tačka svetlosti listova različite starosti . . . . .	179
<b>Radoje Bogojević</b> Fenologija stepске vegetacije na Višnjičkoj kosi kraj Beograda . . . . .	189
<b>Ranka Popović</b> Prilog proučavanju problema uticaja oblačnosti na intenzitet transpiracije nekih bilajaka . . . . .	201
<b>Čedomir Radenović</b> Istovremeno izučavanje aktivnosti hlorida i električnih biopotencijala u vakuoli ćelija <i>Nitella mucronata</i> i <i>N. flexilis</i> . . . . .	213
<b>Vilotije Blečić</b> Postoji li <i>Glechoma serbica</i> Hal. et Wettst. kao posebna vrsta? . . . . .	221
<b>V. Blečić, B. Tatić i F. Krasnići</b> Kratak prilog flori Jugoslavije . . . . .	227
<b>Milutin B. Jelić i Milica V. Tortić</b> <i>Ischnoderma corrugis</i> (Fr.) Domań et Orlicz, novi elemenat u flori makromiceta Jugoslavije . . . . .	233
<b>Ernest Mayer</b> Notulae ad floram Yugoslavie II. Conspectas generis <i>Melampyrum L.</i> . . . . .	239
<b>Mirjana Nešković i Ljubinka Čulafić</b> Uticaj svetlosti na količinu hormona rastenja u stablu graška. I. Uticaj crvene svetlosti na indolne auksine dobijene ekstrakcijom . . . . .	255
<b>Jakov Danon</b> Problemi i metode savremene fitoekologije u Francuskoj . . . . .	263

MILORAD M. JANKOVIĆ i  
JELENA BLAŽENČIĆ

## ANATOMSKE I MORFOLOŠKE KARAKTERISTIKE VEGETATIVNIH ORGANA TRAPA L. GAJENE UPOREDO U VODENOJ I VAZDUŠNOJ SREDINI POD EKSPERIMENTALNIM USLOVIMA

### U V O D

Orašak (*Trapa L.*) je vodena biljka koja živi u barama, umrtvljenim rečnim rukavcima, jezerima i sporo tekućim rekama, u vodama različite dubine, i to kako u plićacima uz samu obalu, tako i u vodi čija dubina iznosi 7—8 m. Pošto dubina vode u njenim staništima varira u toku sezone dolazi do toga da pojedine biljke *Trapa-e* ostanu u jednom periodu van vode, u mulju koji ostaje na onim mestima sa kojih se voda povukla. Takve biljke, koje duže ili kraće vreme žive van vode na muljevitoj podlozi, razlikuju se u pogledu anatomskih i morfoloških osobina od biljaka u vodi (*Trapa longicarpa* M. J a n k. f. *terestris* M. J a n k.). Međutim, ovo se dešava po pravilu samo sa već odraslim biljkama. Ovom prilikom nas je interesovalo da li i sasvim mlade biljčice oraška mogu da opstanu u uslovima vazdušne sredine, odnosno čitav niz pitanja u vezi sa njihovim životom u ovim nepovoljnim uslovima: da li semena oraška mogu da prokličaju van vode; koliko dugo mlada biljčica može da se razvija van vode i na koji način se prilagođava ovim njoj inače nenormalnim uslovima itd. Sva ova pitanja imaju ne samo neposrednog ekološkog značaja već su u vezi i sa širim problemom evolucije viših vodenih biljaka cvetnica na kopnu, odnosno njihovim sekundarnim prelaskom u vodenu sredinu i prilagođavanjem od suvozemnih uslova na uslove vodene sredine. Pri tome, vodene biljke su, više ili manje, sačuvala i neke crte suvozemnih biljaka kao i mogućnost da se našavši se opet na suvu, prilagode takvim promenjenim uslovima (npr. vrste roda *Batrachium*, *Nuphar luteum*, *Nymphoides flava*, *Potamogeton*, itd.). Od posebnog je interesa u kojoj meri se mlade vodene biljčice mogu prilagoditi suvozemnim uslovima. U ovom radu je učinjen pokušaj da se u svetlosti te problematike razmotri mogućnost i način adaptacije, odnosno organogeneze mladih biljčica *Trapa* u vazdušnoj sredini. U tom cilju postavili smo odgovarajuće eksperimente i došli do rezultata koje prikazujemo u ovom radu.

## METODIKA I MATERIJAL

Ispitivanja su vršena na vrstama *Trapa europaea* Fler. var. *vulgata* M. Jank., sa plodovima koji su sakupljeni iz bara u Apatinskom plavnom području Dunava, kao i sa vrstama *Trapa longicarpa* M. Jank. i *Trapa brevicarpa* M. Jank. Međutim, najveći deo podataka iznetih u ovom radu odnosi se na vrstu *Trapa europaea* Fler. Naravno, samo se po sebi razume, u svakom eksperimentu uporedo su gajene i posmatrane u vodenj i vazdušnoj sredini samo biljke jedne iste vrste.

Eksperimenti su postavljeni početkom aprila 1964. i 1965. godine, a trajali su do polovine maja. Dužina trajańja eksperimenta je ograničena mogućnostima razvića biljaka *Trapa*-e u vazdušnoj sredini s obzirom da su one posle 40—50 dana razvića podlegale gljivičnoj infekciji. Ovu netopornost biljaka na agresore iz vazdušne sredine mogli bi da shvatimo kao neprilagođenost vazdušnoj sredini. Međutim, neke jedinke su se i pod ovakvim uslovima lepo razvile, dostigavši dužinu od 13 cm, dok su njihovi listovi u rozeti imali i hidrostatička proširenja.

Eksperimentalne biljke su gajene u staklenim komorama (obrnuti stakleni cilindri) u kojima je Fischer-ovim polimetrom svakodnevno merena temperatura vazduha i relativna vlažnost. Znatni stepen vlažnosti u komorama održavan je stalnim isparenjem vode iz pridodatih sudova (čaja ili petri šolja), kao i dolivanjem vode oko komora koje su donjom ivicom bile ograđene ne suviše debelim slojem peska u obliku bedema.

Jedna grupa eksperimentalnih biljaka je gajena u vodi (kontrola), a druga grupa biljaka, iste starosti, u uslovima vazdušne sredine. Naravno, u staklene komore su u petri šolje sa malo vode na dnu stavljeni plodovi oraška izvesno vreme pre klijanja, tako da su oni u stvari klijali u uslovima vazdušne sredine. Na taj način eksperiment je počinjao praktično nešto pre klijanja. Eksperiment je ponavljan 15 puta, a broj eksperimentalnih biljaka se kretao od 100 do 120 u vazdušnoj sredini i isto toliko u vodenj sredini (kontrola). U toku eksperimenta neke biljke iz vazdušne sredine prebacivali smo u vodu, a iz vode u vazdušnu sredinu i posmatrali promene ovih biljaka u izmenjenim uslovima spoljańje sredine.

Za anatomsku obradu eksperimentalnih biljaka u toku eksperimenta povremeno smo fiksirali biljke u sledećem fiksativu:

1. Glacijalna sirćetna kiselina . . . . .	1 cc.
2. Formalin . . . . .	2 cc.
3. 96% etil alkohol . . . . .	15 cc.
4. Destilovana voda . . . . .	15 cc.

Tako fiksirane delove vegetativnih organa biljaka sprovodili smo kroz seriju alkohola i ksilola do parafina. Materijal, ukalupljen u parafin, sečen je mikrotomom; debljina preparata iznosila je 15—20 mikrona. Posle procesa oslobađanja od parafina, preparati su bojeni kombinacijom boja Delafield-ov hematoksilin i safranin. Preseci su pravljani kroz stablo, dršku koja povezuje dva kotiledona, hipokotil i listove.

Radi proučavanja građe listova vršena su, pomoću okularmikrometra, merenja debljine lista, odnosa palisadnog prema sunderastom tkivu, širine i dužine ćelija epidermisa lica i naličja lista, ćelija palisadnog tkiva, ćelija sunderastog tkiva kao i širine intercelulara.

Kod osovinskih organa mereni su odnos primarne kore prema centralnom cilindru, širina (u tangencijalnom i radijalnom pravcu) i dužina ćelija epidermisa, hipoderma, parenhima primarne kore, intercelulara u primarnoj kori, ćelija endoderma, sitastih cevi, ćelija pratilica, traheja, traheida i ćelija srži.

U cilju praćenja morfoloških razlika između biljaka gajenih u vazdušnoj i vodenj sredini, koje su inače bile veoma uočljive, vršena su merenja dužine glavne i sporednih stabljika, dužine i širine internodija, listova, perastih i končastih adventivnih korenova. Kod pomenutih organa izvršena je i uporedna morfološka analiza. Posebna pažnja je posvećena promenama koje se dešavaju na listovima u vezi sa nazubljenošću, pojavom dlaka i stoma, prelazom od sedećih listova ka listovima na kojima se jasno razlikuju liska i lisna drška, i dr.

## PREGLED I ANALIZA POSTIGNUTIH REZULTATA

### *Prethodne napomene*

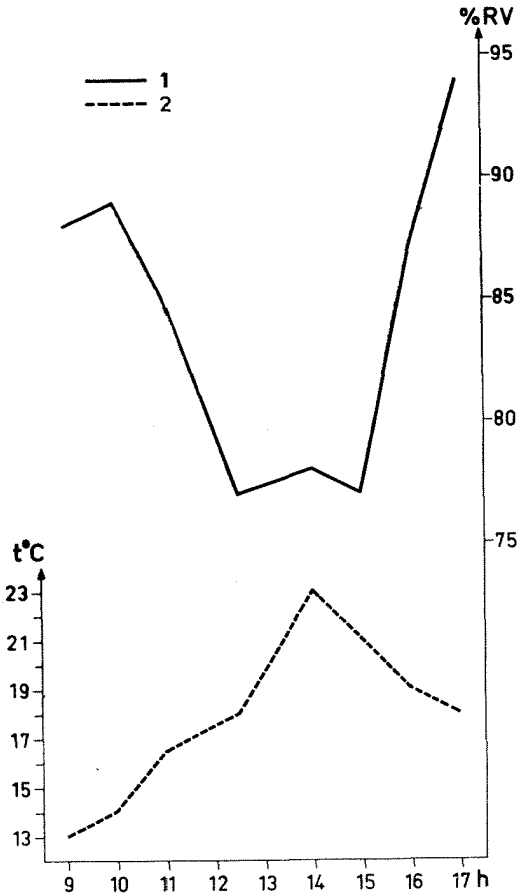
Temperatura vazduha u komorama sa eksperimentalnim biljkama merena je više puta u toku dana u vremenu od 9—18 časova. Najniža temperatura je izmerena u jutarnjim časovima: 13° C; najviša temperatura je zabeležena 8. V 1964. god. i iznosila je 38° C (izmereno u 13 h). Srednja vrednost temperature vazduha u komori, u toku eksperimenta, iznosila je 24,6° C.

Relativna vlažnost u komorama merena je istovremeno sa temperaturom (sl. 1). U toku eksperimenta ona je varirala od 58% do 99%. Najniža vrednost relativne vlažnosti je zabeležena u podnevnim časovima (58% u 12 h), a najveće vrednosti u jutarnjim časovima (99% u 9 h) i u kasnijim popodnevnim časovima (98% u 17,30 h).

Kao što se iz rezultata vidi temperatura vazduha i relativna vlažnost stoje u obrnutom odnosu. I temperatura i relativna vlažnost su varirali u toku dana, a takođe i u toku čitavog eksperimenta što je zavisilo od vremenskih uslova, koji su u ovo doba godine bili veoma promenljivi.

Pre nego što pređemo na analizu postignutih rezultata treba podsetiti da je orašak u prvim fazama svoga razvika submerzna biljka, sve dok rastenjem ne dostigne vrhom površinu vode na kojoj stvara flotantnu rozetu od tipičnih flotantnih listova, diferenciranih na više-manje dugačku peteljku i rombičnu nazubljenu lisku (Barnéoud M., 1848; Eberle G., 1927; Janković M. M., 1955). Pod vodom listovi su na prvim nodusima izrazito lniearni, nenazubljeni a na gornjim nodusima lancetasti, više ili manje nazubljeni. Prelazak od linearnih submerznih listova ka tipičnim flotantnim je uopšte uzev postepen, ali se može smatrati

da se između 10 i 15 nodusa obrazuju izraziti flotantni listovi. Detaljan opis individualnog razvića oraška pod normalnim uslovima, u vodenoj sredini, kao i podela individualnog razvića na stupnjeve, dat je već ranije (M. Janković, 1955).



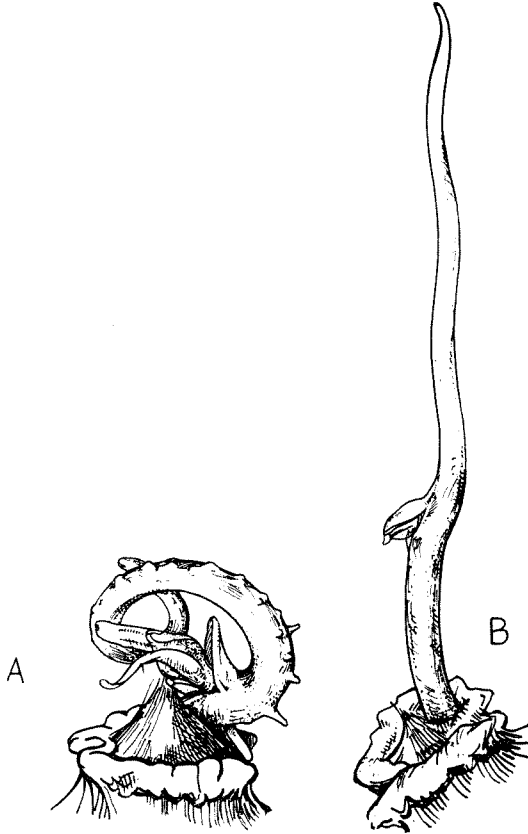
Sl. 1. Kretanje temperature vazduha i relativne vlažnosti u toku 10. IV. 1964. god., u staklenoj komori u kojoj su gajene biljke oraška (*Trapa L.*) u vazdušnoj sredini. 1 — relativna vlažnost, 2 — temperatura vazduha.

Fig. 1. Temperature variation of air and relative humidity in the course of April 4 th, 1964, in glass chamber in which water nut plants (*Trapa L.*) were grown in aerial environment. 1 — relative humidity, 2 — temperature of the air.

*Morfološke karakteristike biljaka gajenih paralelno u vodenoj i vazdušnoj sredini. Biljke gajene u vazdušnoj sredini odlikuju se niskim rastom; glavna stabljika biljke stare 41 dan iznosi 3,5 cm. Dužina drške koja povezuje dva kotiledona je 0,4 cm; hipokotil je dugačak 1,7 cm. Na*



biljci koja je rasla u vazdušnoj sredini razvio se manji broj nodusa (10—15) nego kod biljke iste starosti koja je rasla u vodi (20—25 nodusa). Osim toga, internodije su veoma kratke. Najduža internodija ima 0,4 cm; ona se nalazi pri osnovi stabla. Idući prema vrhu biljke internodije su sve kraće.



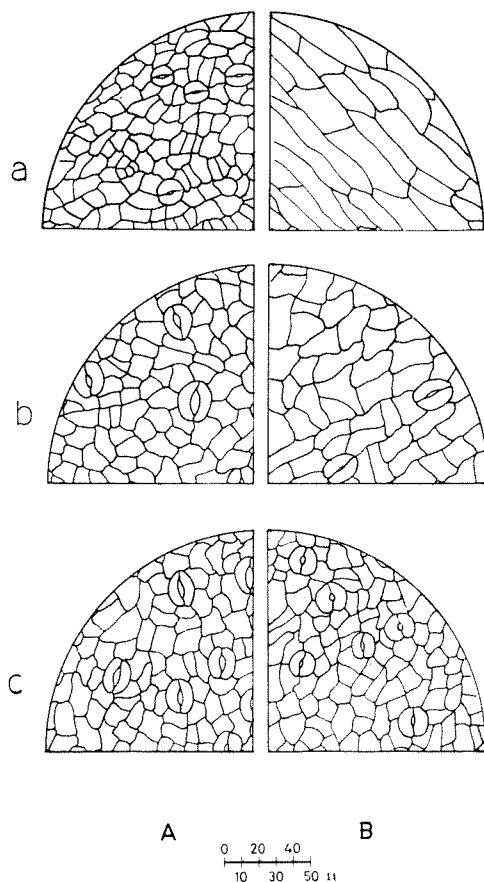
Sl. 2. Mlade biljke oraška (*Trapa* L.) u heterotrofnoj fazi razvića. A — biljka oraška iz vazdušne sredine. B — biljka oraška iz vodene sredine.

Fig. 2. Yang water nut plants (*Trapa* L.) in heterotrophic phase of development. A — Water nut plant from aerial environment. B. — plant from water environment.

Na nodusima biljaka iz vazdušne sredine razvijaju se samo listovi i perasti adventivni korenovi. U toku trajanja eksperimenta končasti jednostavni adventivni korenovi se nisu razvili na nodusima, mada su na osnovi hipokotila bili dobro razvijeni, čak i *razgranati*, što inače za orašak nije tipično.

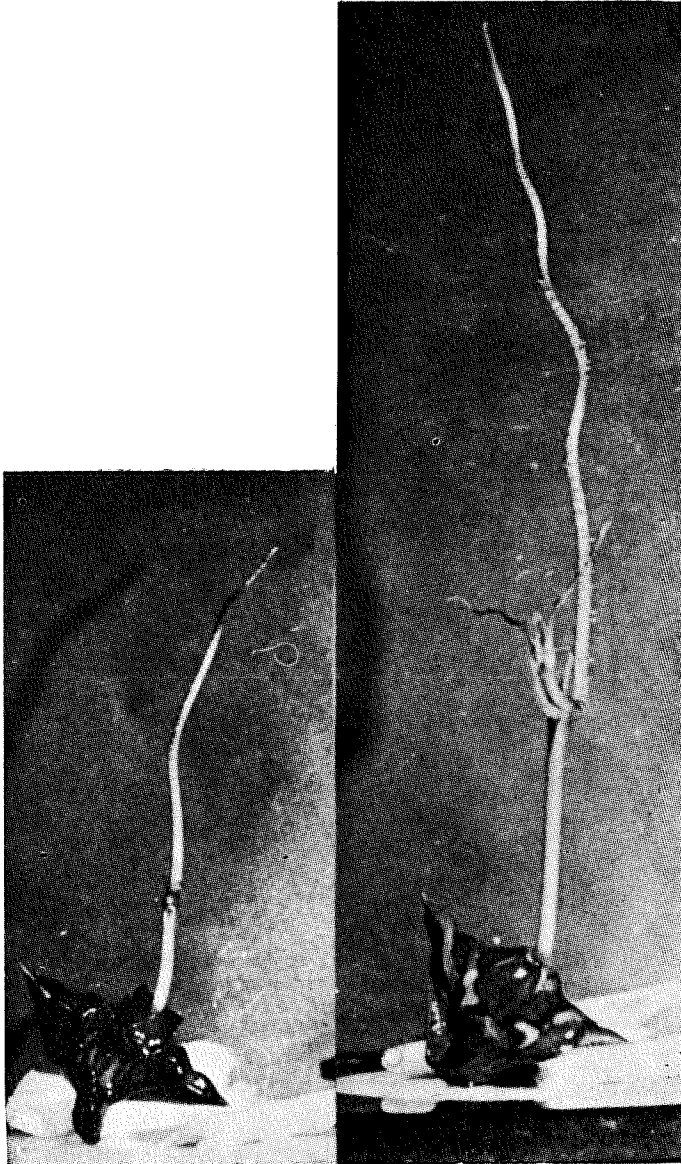
Hipokotil je kod biljaka iz vazdušne sredine kratak (3,5 cm) i spiralno uvijen iznad pupoljčića (sl. 2,A), dok je kod biljaka iz vodene sredine negativno geotropan, uspravan i znatno duži (8—10 cm), (sl. 2, B i 3).

Listovi su sitni, maslinasto zelene boje. Najveća dužina lista je 0,7 cm. Od prvog do petog nodusa (noduse brojimo od osnove stabla prema vrhu biljke) listovi su dugački od 0,5 do 0,7 cm, a široki od 0,2 do 0,3 cm. Počev od petog nodusa pa naviše dužina liske stagnira, ili čak i opada, ali se povećava širina, tako da dostiže širinu od 0,7 cm; znači koliko iznosi i dužina.



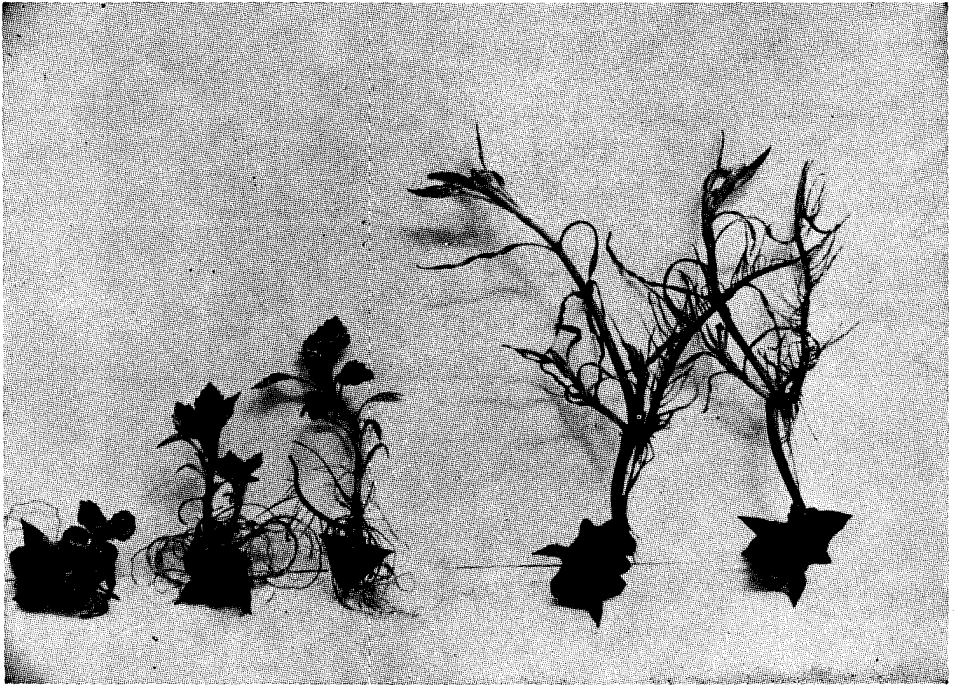
Sl. 4. Epidermis lica lista sa I (a), V (b) i IX (c) nodusa. A — epidermis lista biljke gajene u vazdušnoj sredini, B — epidermis lista biljke iz vode.

Fig. 4. Uppner epidermis of the leaf from I (a). V (b) i IX (c) nodus. A — leaf epidermis of the plant grown in aerial environment, B — leaf epidermis of the plant from water.



Sl. 3 Mlade biljke oraška (*Trapa L.*) iz vodene sredine, u heterotrofnoj fazi razvića.

Fig. 3. Yang water nut plants (*Trapa L.*) from water environment, in heterotrophic phase of development.



Sl. 5. Izgled mladih biljaka oraška (*Trapa* L.) iz vazdušne sredine (levo) i kontrolnih biljaka, iste starosti, gajenih u vodi (desno).

Fig. 5. Appearance of young water nut plants (*Trapa* L.) from aerial environment (left) and control plants, of the same age, grown in water (right).

Samo list na prvom nodusu možemo smatrati linearnim i sedećim. Počev od lista na drugom nodusu dolazi do postepenog suženja osnove lista i do sve većeg diferenciranja na lisnu dršku i lisku.

Nazubljenost se javlja već na listu sa drugog nodusa; međutim, zapanili smo zubce i na listu sa prvog nodusa, mada retko. Idući od listova koji se nalaze na nižim nodusima prema vrhu biljke zupci su sve izraženiji a njihov broj se uvećava. Na listovima sa I i II nodusa zupci su prosti, a na listovima sa ostalih nodusa zupci su dvojni.

Listovi koji su se razvili u vazdušnoj sredini imaju razgranatu mrežastu nervaturu.

Jedan od problema kome smo posvetili posebnu pažnju bio je praćenje pojave stoma. Ovo je od posebnog interesa s obzirom da je orašak vodena biljka, a da je za vodene biljke karakteristično da se stome nalaze samo na licu flotantnih listova, dok na submerznim listovima nema stoma.

Da bismo ustanovili na kome se listu stome prvi put javljaju služili smo se sledećim metodama: metodom otisaka pomoću kolodijuma, metodom skidanja epidermisa i njegovim posmatranjem pod mikroskopom i prosvetljavanjem listova. Sve tri metode dale su isti rezultat: a) stome se nalaze samo na licu lista, b) kod listova biljaka iz vazdušne sredine stome se nalaze već na listu sa prvog nodusa i naviše (sl. 4 a, b, c).

*Biljke gajene u vodi* razlikuju se od biljaka gajenih u vazdušnoj sredini pre svega visokim rastom: glavna stabljika biljke stare 41 dan dugačka je 45 cm; dužina drške koja povezuje dva kotiledona iznosi 8,5 cm; hipokotil je dugačak 4,0 cm. Internodije su znatno duže kod biljaka iz vodene sredine (najduža iznosi 5,5 cm). S obzirom da biljke u vodi razvijaju i veći broj internodija nego biljke iste starosti gajene u vazdušnoj sredini, to je njihova veća ukupna dužina rezultat ne samo dužih internodija već i njihovog većeg broja.

Na nodusima se razvijaju listovi, perasti i končasti adventivni korenovi. Kod njih, za razliku od biljaka u vazdušnoj sredini, linearni submerzni listovi opadaju čim počnu da se razvijaju končasti adventivni korenovi. Listovi kod biljaka iz vazdušne sredine ne opadaju, ali se nisu razvili ni končasti adventivni korenovi. Kod biljaka u vodi perasti adventivni korenovi su znatno duži (9,5 cm) nego kod biljaka u vazdušnoj sredini (0,3 cm), dok su končasti korenovi dostizali dužinu od 15 cm. Idući od nižih ka višim nodusima dužina adventivnih korenova se smanjuje.

Linearni submerzni listovi su dugački i uzani (dužina 3,5 cm. a širina 0,1 cm). Liska se idući ka vrhu stabljike postepeno skraćuje sve do dužine od 1,0 cm, a širina se povećava do iste vrednosti od 1,0 cm.

Kod biljaka u vodi nazubljenost se javlja na listovima trećeg ili četvrtog nodusa. Povećanje broja zubaca, veća usećenost lista kao i pojava dvostrukih zubaca osobine su karakteristične za listove sa viših nodusa (počev od šestog nodusa). To je, kao što se vidi, znatno drukčije nego kod listova biljaka gajenih u vazdušnoj sredini.

Prve stome smo kod biljaka u vodenoj sredini zapanili na listovima sa četvrtog nodusa; to je veoma interesantno s obzirom da se radi o submerznom listu. Na listu sa petog nodusa stome su još uvek retke (sl. 4b),

a počev od lista na šestom nodusu stome su sve brojnije. Prvi flotantni listovi provode u početku izvesno vreme pod vodom, ali na njima se već tada nalaze mnogobrojne stome. Kao što je napred već navedeno, kod biljaka u vazdušnoj sredini stome se razvijaju već na listu sa prvog nodusa.



Sl. 6. Izgled biljke iz vazdušne sredine.

Fig. 6. Appearance of plants from aerial environment.

Već na osnovu spoljašnje morfologije (sl. 5 i 6) može se zaključiti da se biljke oraška gajene u vazdušnoj sredini razvijaju znatno brže nego biljke gajene u vodenoj sredini, mada je istovremeno njihovo rastenje izrazito usporeno (ovo poslednje očigledno je već i s obzirom na njihovu veličinu u poređenju sa biljkama u vodenoj sredini). Ubrzano razviće ogleda se u skraćenim internodijama, vrlo brzom razvoju rozete sa flotantnim tipom listova, ranom pojavom nazubljenosti i stomama već na prvim listovima, itd.

*Karakteristike anatomske građe vegetativnih organa biljaka paralelno gajenih u vodi i vazdušnoj sredini*

U cilju utvrđivanja anatomske sličnosti i razlika između biljaka uporedo gajenih u vazdušnoj sredini i u vodi, fiksirali smo u određenim vremenskim razmacima biljke iz jedne i druge sredine i postupkom pravljenja trajnih preparata parafinskom metodom dobili smo seriju preparata kroz stablo i list.

*Stablo.* Na preseku kroz stablo oraška razlikuju se tri zone: epidermis, primarna kora i centralni cilindar. Posmatranjem preseka napravljenih kroz stablo biljaka iz vazdušne i vodene sredine jasno se zapažaju razlike u njihovoj građi.

Stablo oraška koje se razvija u vodenoj sredini ima tipičnu gradu stabla vodene biljke. Epidermis je jednoslojan, kutikula je jako redukovana a ćeliski zidovi su celulozni. Primarna kora zauzima široku zonu i sagrađena je iz dva tkiva. Odmah ispod epidermisa nalazi se višeslojni hipoderm, a njega postepeno zamenjuje parenhim primarne kore. Poslednji sloj parenhima primarne kore je endoderm.

Centralni cilindar zauzima užu zonu u odnosu na primarnu koru, što je takođe karakteristika vodenih biljaka. Srednji deo centralnog cilindra izgrađuju krupne ćelije srži, u kojima se nalazi skrob. Ispod endoderma nalazi se jednoslojni pericikl čije ćelije imaju tanke, celulozne zidove. Između pericikla i srži, u osnovnom parenhimskom tkivu centralnog cilindra, nalaze se provodni elementi sitaste cevi, traheje i traheidi, kao i ćelije pratilice. Zidovi traheja i traheida su lignifikovani.

Stablo biljaka iz vazdušne sredine ima isti plan građe, ali odnosi pojedinih zona su drukčiji; razvija se novo — mehaničko tkivo — kolenhim, koji je po tipu uglast.

Biljke koje provedu kraće vreme u vazdušnoj sredini imaju na površini stabla jednoslojni epidermis čija je spoljašnja tangencijalna membrana zadebljala. Kod biljaka koje duže vreme provedu u vazdušnoj sredini epidermis kao pokorično tkivo ne postoji. Umesto njega na površini organa se nalazi jedno novo tkivo mrke boje, koje je delimično ispucalo vertikalnim pukotinama. Ćelije ovoga tkiva su višeućelijske i čvrsto međusobom spojene (sl. 7). Tkivo sa ovakvim karakteristikama nismo sreli kod biljaka odgajenih u vodenoj sredini, mada njegove ćelije imaju sličnosti sa ćelijama hipoderma (oblik ćelija i položaj u organu).

Da bi se ustanovila hemijska priroda ćeliskih zidova ovoga tkiva urađene su mikrohemijske probe na celulozu (hlor-cink-jod), lignin (floroglucin i sona kiselina), kutin i suberin (sudana III i hlor-cink-jod). Pre nego što smo uradili poslednju probu na suberin preparate smo držali u Žavelevoj vodi 2 h i isprali smo ih 1% sonom kiselinom da bi smo odstranili lignin.

Na osnovu rezultata koji su dobijeni možemo reći da ćelijski zidovi ovog tkiva nisu celulozni ni lignifikovani. Dobili smo vrlo slabu reakciju na suberin, te na osnovu ovih proba ne možemo sa sigurnošću tvrditi kakve su hemijske prirode ćeliski zidovi ovog tkiva koje se nalazi na površini biljaka odgajenih u vazdušnoj sredini.

Pukotine koje se u ovom tkivu javljaju vrlo su interesantna pojava. One na poprečnom preseku imaju izgled latinskog slova »V« i dosežu skoro, ili sasvim, do kolenhimskih ćelija koje se nalaze odmah ispod pomenutog tkiva.

Ove pukotine, verovatno, nastaju pod pritiskom živog tkiva u procesu debljanja stabla, jer pokorično tkivo, čije su ćelije mrtve, ne može da prati proces debljanja stabla. Ove pukotine, možda, igraju i ulogu organa

za provetravanje (slično lenticelama), jer po svemu sudeći živa tkiva u unutrašnjosti stabla su prilično izolovana od spoljašnje sredine.

Ispod hipoderma, kod biljaka gajenih u vazdušnoj sredini, nalazi se mehaničko tkivo predstavljeno uglastim kolenhimom (sl. 8). Kod biljaka u vodenoj sredini ovo tkivo se javlja u regionu stabla ispod flotantne rozete i to u vreme cvetanja i plodonošenja, dok se u stablima mladih biljaka ne javlja. Pojava mehaničkog tkiva kod biljaka odgajenih u vazdušnoj sredini je adaptacija na izmenjene uslove spoljašnje sredine. Poznato je da kod vodenih biljaka mehaničko tkivo ili se ne razvija ili je vrlo slabo razvijeno u centralnom delu. Kod vodene biljke orašak, koju smo gajili u vazdušnoj sredini, mehaničko tkivo zauzima periferni položaj i to u vidu kontinuiranog prstena, što je inače odlika suvozemnih biljaka.

Ispod kolenhima nalazi se parenhim primarne kore. Čeliski zidovi parenhimskih ćelija su deblji od istih kod biljaka u vodenoj sredini (sl. 9 i 10), a same ćelije su višegaone a ne okrugle kao u istom tkivu biljaka iz vode. Krupni intercelulari postoje, ali se nalaze u manjem broju nego kod biljaka u vodenoj sredini.

U ćelijama ovog tkiva, kod biljaka u vazdušnoj sredini, skrobna zrna se često nalaze u velikoj masi, tako da je teško izvršiti analizu preparata.

U centralnom cilindru nalaze se isti elementi kao i kod biljaka iz vodene sredine, ali je lignifikacija zidova sudova jasno izražena.

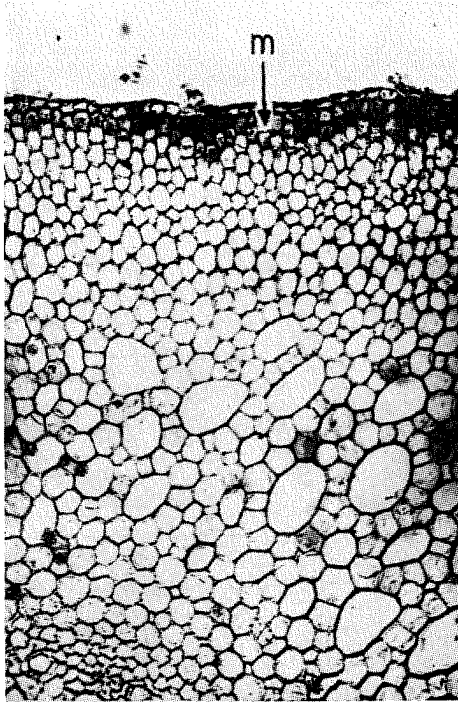
U pogledu srednjih vrednosti dužine i širine ćelija pojedinih tkiva u osovinskim organima (tabela 1) može se konstatovati da se najveće razlike u veličini ćelija, između biljaka gajenih u vazdušnoj i vodenoj sredini, ispoljavaju u njihovoj dužini. Sve ćelije kod biljaka u vazdušnoj sredini su kraće, čak i znatno kraće, od ćelija biljaka u vodenoj sredini. Ovo se naročito odnosi na dužinu ćelija parenhima primarne kore (biljka odgajena u vodi: u dršci — 120 mikrona, u hipokotilu — 103 mikrona, u internodiji — 165 mikrona; biljka odgajena u vazdušnoj sredini: u dršci — 43 mikrona, u hipokotilu — 50 mikrona, u internodiji — 28 mikrona). Slični odnosi se mogu konstatovati i u odnosu na dužinu sitastih cevi (biljka u vodi: u dršci 295 mikrona, u hipokotilu — 240 mikrona, u internodiji 449 mikrona; biljka u vazdušnoj sredini: u dršci — 72 mikrona, u hipokotilu — 83 mikrona, u internodiji 108 mikrona).

Širina ćelija je, nasuprot dužini, ili više-manje ista i kod biljaka u vodi i kod biljaka u vazdušnoj sredini, ili su ćelije u tkivima biljaka iz vazdušne sredine šire, izuzimajući širinu sitastih cevi u internodiji (u vodi 21 mikron, u vazdušnoj sredini 14 mikrona, ili u unutrašnjem floemu 30 mikrona u internodiji biljke u vodi a 16 mikrona u internodiji biljke odgajene u vazdušnoj sredini).

Intercelulari u dršci i hipokotilu su skoro iste širine i kod jednih i kod drugih biljaka, dok su intercelulari u internodiji (stablu) biljke iz vazdušne sredine uži (48 mikrona je širina intercelulara kod biljke iz vazdušne sredine, a 61 mikron kod biljke iz vode).

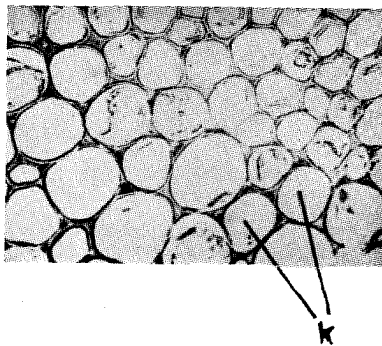
Primarna kora u internodiji je i kod jednih i kod drugih biljaka dva puta šira od centralnog cilindra; u dršci je primarna kora u kontroli šira





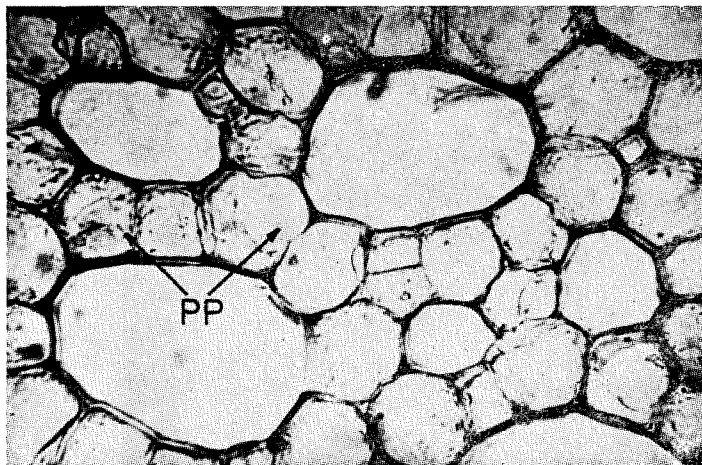
Sl. 7. Poprečni presek kroz stablo (IV internodija) vrste *Trapa europaea* Fler., biljke iz vazdušne sredine. m — mrko pokorično tkivo. (213 x).

Fig. 7. Cross section of the stem (IV internode) of the species *Trapa europaea* Fler., plants from aerial environment. m — brown protective tissue. (213 x).



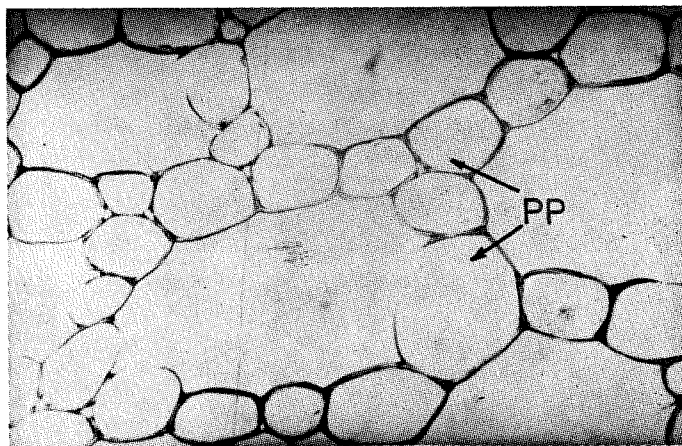
Sl. 8. Poprečni presek kroz stablo (IV internodija) vrste *Trapa europaea* Fler., biljke iz vazdušne sredine. k — kolenhim.

Fig. 8. Cross section of the stem (IV internode) of the species *Trapa europaea* Fler., plants from aerial environment. k — collenchyma.



Sl. 9. Poprečni presek kroz stablo oraška (IV internodija), biljke iz vazdušne sredine. pp — parenhim primarne kore. (853 x).

Fig. 9. Cross section of the stem (IV internode) of the species *Trapa europaea* Fler., plants from aerial environment. pp — parenchyma of the cortex. (853 x).



Sl. 10. Poprečni presek kroz stablo oraška (IV internodija), vrste *Trapa europaea* Fler., biljaka iz vodene sredine. pp — parenhim primarne kore. (853 x).

Fig. 10. Cross section of the stem (IV internode) of the species *Trapa europaea* Fler., plants from water environment. pp — parenchyma of the cortex. (853 x).

Tabela 1

Table 1

Srednje vrednosti dužine (D) i širine (u tangencijalnom — T i radialnom — R pravcu) ćelija epidermisa, hipoderma, endoderma, srži, sitastih cevi, traheja i traheida; širina intercelulara i odnos centralnog cilindričnog cilindra prema primarnoj kori u drsci, hipokotilu i stablu vrste *Trapa europaea* F. l. er. Vrednosti izražene u mikronima.

The mean values of the length (D) and width (tangential — T and radial — R direction) of the cells epidermis, hypodermis, endoderms, pith, sieve tubes, tracheae and tracheids; the width of the intercellular space and the ratio of the central cylinder to the cortex in the petiole, hypocotyl and stem of the species *Trapa europaea* F. l. er. Values expressed in mikrons.

	VAZDUŠNA SREDINA AERIAL ENVIRONMENT								KONTROLA (U VODENOJ SREDINI) CONTROL (IN WATER ENVIRONMENT)									
	Drška Petiole		Hipokotil Hypocotyl		Internodije Internodes		Drška Petiole		Hipokotil Hypocotyl		Internodije Internodes							
	T	R	D	T	R	D	T	R	D	T	R	D	T	R	D			
Ćelije epidermisa The cells of the epidermis	15	26	21	12	20	25	14	14	33	8	14	79	9	12	53	15	9	89
Ćelije hipoderma The cells of the hypodermis	15	30	24	14	24	44	15	16	—	12	19	88	14	19	77	14	15	85
Ćelije parenhima primarne kore. Parenchyma cells of the cortex.	29	24	43	26	24	49	26	30	28	20	21	120	27	25	104	28	31	165
Intercelularni prostori u primarnoj kori. Intercellular spaces in the cortex.	15	13	—	18	17	—	30	67	—	8	11	—	21	20	—	44	77	—
Ćelije endoderma The cells of the endoderms	22	19	29	20	16	29	20	18	26	13	12	59	16	17	48	17	15	54
Sitaste cevi (spoljašnji floem). Sieve tubes (outer phloem)	13	15	72	12	18	83	14	14	108	12	15	295	14	16	240	21	21	449
Sitaste cevi (unutrašnji floem). Sieve tubes (inner phloem)	20	14	—	15	19	—	17	16	—	18	16	—	15	16	—	30	29	—
Traheje i traheidi Tracheae and tracheids	15	16	—	19	21	—	24	22	—	22	20	—	25	18	—	52	51	—
Ćelije srži The cells of the pith	24	24	30	18	18	—	25	25	30	24	24	65	—	—	—	24	24	98
Odnos centralnog cilindričnog cilindra prema primarnoj kori. The ratio of the central cylinder to the cortex.	1062		856		760		716		646		747		199		197		362	
	= 3,1		= 2,8		= 2,0		= 3,6		= 3,2		= 2,0							
<b>334</b>																		

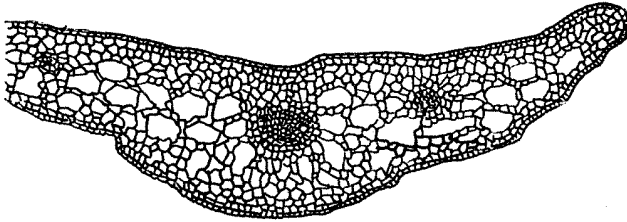


3,6 puta od centralnog cilindra, a kod biljaka iz vazdušne sredine 3,1 put; u hipokotilu je primarna kora u kontroli šira 3,2 puta od centralnog cilindra, a kod biljaka iz vazdušne sredine 2,8 puta. Znatno šira zona primarne kore u odnosu na centralni cilindar je osobina vodenih biljaka, koja se skoro neizmenjena zadržala i kod biljaka iz vazdušne sredine. Iz ovih rezultata se može izvesti i zaključak da je zona primarne kore razvijenija u dršci i hipokotilu nego u stablu. Mada su odnosi zone primarne kore i centralnog cilindra i u kontroli i u vazdušnoj sredini skoro isti, ipak se javljaju razlike u apsolutnoj širini ovih zona. Tako na primer u dršci i hipokotilu je znatno veća srednja vrednost širine primarne kore u vazdušnoj sredini (u dršci — 1063 mikrona; u hipokotilu — 856 mikrona), nego kod biljaka odgajenih u vodi (u dršci — 716 mikrona; u hipokotilu 646 mikrona).

*List.* Prilikom analize anatomske građe listova, s obzirom na postojanje i submerznih i flotantnih listova, bliže smo ispitivali građu lista sa trećeg nodusa — submerzni list, sa osmog nodusa — flotantni list koji je još potopljen u vodi i list sa šesnaestog nodusa kao flotantni list na površini vode.

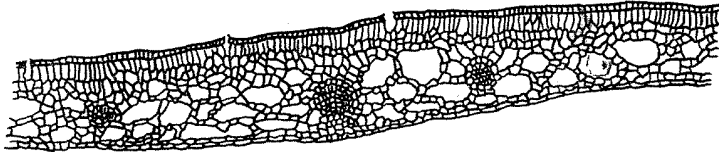
U tabeli 2 dati su numerički podaci srednjih vrednosti za dužinu i širinu ćelija epidermisa lica i naličja lista, ćelija palisadnog tkiva, ćelija sunderastog tkiva, kao i širina intercelulara, debljina lista i odnos palisadnog prema sunderastom tkivu. Sve vrednosti su izražene u mikronima.

Kod submerznih listova u vodenoj sredini (sl. 11), kao i kod listova



Sl. 11. Poprečni presek kroz list sa trećeg nodusa vrste *Trapa europaea* Fleer., biljke iz vodene sredine. (107 x).

Fig. 11. Cross section of the leaf from third nodus of the species *Trapa europaea* Fleer., plants from water environment. (107 x).



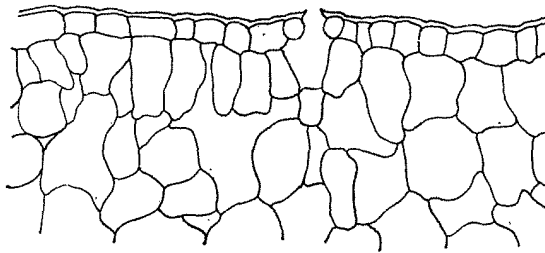
Sl. 12. Poprečni presek kroz list sa trećeg nodusa vrste *Trapa europaea* Fleer., biljke iz vazdušne sredine. (107 x).

Fig. 12. Cross section of the leaf from third nodus of the species *Trapa europaea* Fleer., plants from aerial environment. (107 x).

na nižim nodusima (I i II) u vazdušnoj sredini, mezofil nije diferenciran na palisadno i sunderasto tkivo, međutim u listu sa III nodusa, biljaka iz vazdušne sredine, palisadno tkivo je razvijeno (sl. 12).

Kod listova na osmom nodusu postoji jasno diferencirano dvoslojno palisadno tkivo, a kod lista sa 16-tog nodusa u vazdušnoj sredini razvija se i treći sloj palisadnog tkiva.

Sunderasto tkivo je kod lista sa osmog nodusa 3 do 3,5 puta deblje od palisadnog tkiva, kako kod biljaka iz vodene tako i kod biljaka iz vazdušne sredine. Kod lista sa šesnaestog nodusa ovaj odnos se znatno menja i za list u vodi iznosi 1,8 a za list u vazdušnoj sredini 1,3; to znači da su kod lista u vazdušnoj sredini skoro iste debljine sunderasto i palisadno tkivo.



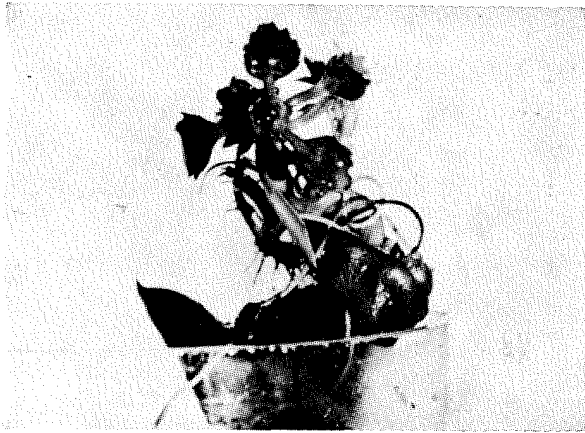
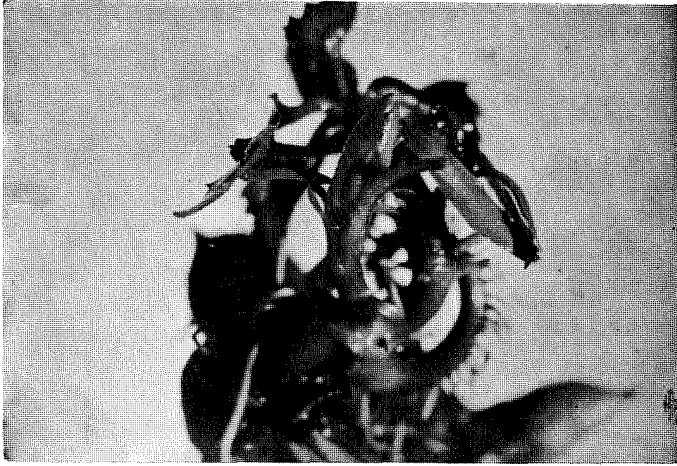
Sl. 13. Poprečni presek kroz list sa trećeg nodusa vrste *Trapa europaea* Fler., biljke iz vazdušne sredine. (640 x).

Fig. 13. Cross section of the leaf from the third nodus of the species *Trapa europaea* Fler., plants from water environment. (640 x).

Kod biljaka u vazdušnoj sredini ćelije epidermisa lica i naličja lista sa III-eg nodusa su duže od ćelija istog tkiva kod lista biljaka koje su rasle u vodi (u prvom slučaju: epidermis lica — 13 mikrona, epidermis naličja 15 mikrona; u drugom slučaju: epidermis lica 8 mikrona, epidermis naličja 10 mikrona). Takođe se javljaju razlike i u širini ćelija na epidermisu lica lista sa III-eg nodusa. U vazdušnoj sredini ove ćelije su kraće od onih u vodenoj sredini (9 mikrona prema 14 mikrona).

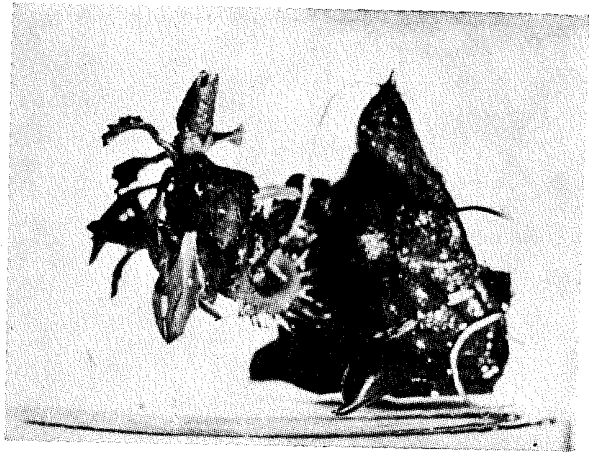
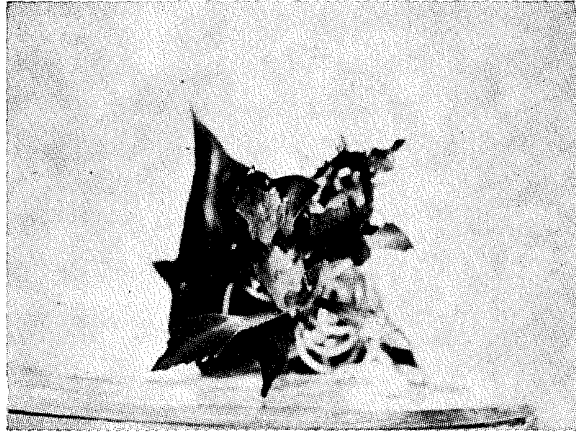
Ćelije sunderastog tkiva su nešto sitnije kod listova biljaka u vazdušnoj sredini.

Intercelulari su znatno krupniji kod listova biljaka u vodi (izuzev lista na III-ćem nodusu). Ovo je naročito izraženo kod lista sa osmog nodusa (širina intercelulara u kontroli 167 mikrona, a u vazdušnoj sredini 87 mikrona).



Sl. 14a. Izgled mladih biljaka oraška (*Trapa* L.) iz vazdušne sredine.

Fig. 14a. Appearance of young water nut plants (*Trapa* L.) from aerial environment.



Sl. 14b. Izgled mladih biljaka oraška (*Trapa* L.) iz vazdušne sredine.  
Fig. 14b. Appearance of young water nut plants (*Trapa* L.) from aerial environment.





Sl. 14c. Izgled mladih biljaka oraška (*Trapa* L.) iz vazdušne sredine.  
Fig. 14c. Appearance of young water nut plants (*Trapa* L.) from aerial environment.

Na preseku kroz III ili IV internodiju, odmah ispod hipoderma, nalazi se mehaničko tkivo sagrađeno od ćelija uglastog kolenhima, koje u vidu kontinuiranog prstena zauzima periferni položaj u stablu.

Ćelije parenhima primarne kore su višegaone, a njihovi ćeliski zidovi su zadebljali.

Ćelije koje izgrađuju osovinske organe su, uopšte uzev, sitnije i izrazito kraće od istih u odgovarajućim organima biljaka gajenih u vodenoj sredini.

Ćelije parenhima primarne kore su ovalne i tankozide.

Ćelije koje izgrađuju osovinske organe su, uopšte uzev, krupnije i izrazito duže od istih u odgovarajućim organima biljaka gajenih u vazdušnoj sredini.

#### Anatomske karakteristike listova

Anatomska građa listova sa nižih nodusa, biljaka iz vazdušne i vodene sredine ne pokazuje neke bitne razlike. Razlike se ispoljavaju na listovima sa viših nodusa.

*Palisadno tkivo* 2—3 sloja

*Intercelulari* sitniji (90 mikrona široki).

*Palisadno i sunderasto tkivo* su skoro niste debljine.

*Kutikula* jasno izražena.

Ćelije gornjeg epidermisa lista sa I nodusa (površinski gledano) znatno su sitnije od istih kod biljaka gajenih u vodi. Veličina ovih ćelija je manje-više ista na listovima sa viših nodusa.

Stome se javljaju na listu sa I nodusa. Višećelijske dlake su konstatovane na naličju lista sa II nodusa.

*Palisadno tkivo* 1—2 sloja.

*Intercelulari* krupniji (113 mikrona široki).

*Sunderasto tkivo* 2 puta deblje od palisadnog.

*Kutikula* slabo razvijena.

Ćelije gornjeg epidermisa lista sa I nodusa (površinski gledano) znatno su krupnije i izduženije od istih kod biljaka gajenih u vazdušnoj sredini. Ćelije gornjeg epidermisa listova sa viših nodusa su sve manje, tako da na listu sa 9-og nodusa imaju skoro istu veličinu kao ćelije gornjeg epidermisa lista iz vazdušne sredine.

Stome se javljaju na listu sa IV nodusa.

Višećelijske dlake se razvijaju na naličju lista sa VII nodusa.

#### ZAKLJUČCI

1. U ovom radu prikazani su preliminarni rezultati eksperimentalnog proučavanja uticaja vazdušne sredine na klijanje i ontogenetsko razviće vodene biljke oraška (vrsta *Trapa europaea* Fler., *T. longicarpa* M. Jank. i *T. brevicarpa* M. Jank.). U toku eksperimenta uporedo su posmatrani klijanci i biljke istih vrsta roda *Trapa* u vazdušnoj i vodenoj sredini, što znači eksperimentalni i kontrolni primerci. U staklenim komo-

rama, gde su plodovi *Trapa* klijali i zatim se proklijale biljčice dalje razvijale, relativna vlažnost vazduha varirala je u dnevnim časovima (od 9 do 18 h) u granicama između 58 do 99%, dok je temperatura vazduha iznosila 13 do 38°C (srednja vrednost 24,6°C). Eksperiment je trajao samo do obrazovanja prve flotantne rozete, s obzirom da pri postojećim eksperimentalnim uslovima biljke u vazdušnoj sredini nisu mogle da se dalje razvijaju podležući gljivičnoj infekciji.

2. Biljke oraška koje su proklijale i dalje se razvijale u vazdušnoj sredini razlikuju se od onih u vodenoj (kontrolnih) nizom karakteristika u spoljašnjoj morfologiji i anatomskoj građi, kao i tempu rastenja i osobinama razvića. Te razlike mogu se pripisati uticaju vazdušne sredine, nasuprot vodenoj sredini koja deluje na kontrolne biljke, naime kompleksu spoljašnjih faktora koji se u vazdušnoj sredini ispoljavaju na specifičan način.

3. Rastenje biljaka oraška u vazdušnoj sredini je usporeno u odnosu na kontrolne biljke, što se pre svega ogleda u njihovoj daleko manjoj veličini (posle 41 dana od klijanja biljke u vazdušnoj sredini su dugačke do 3,5 cm, a one u vodenoj 45 cm). Njihove internodije su izrazito kratke, i to sve kraće idući ka vrhu stabljike. Mlade biljke oraška odgajene u vazdušnoj sredini predstavljaju patuljast oblik odraslih biljaka iz vodene sredine (*Trapa L. f. nana*).

4. Nasuprot rastenju, razviće biljaka u vazdušnoj sredini je, u izvesnom smislu, ubrzano. To se pre svega ogleda u tome da se ranije nego kod kontrolnih biljaka, što znači na nižim nodusima, ispoljavaju morfološke i anatomске osobine karakteristične za više (gornje) noduse, pod normalnim uslovima razvića, odnosno za prve flotantne listove, pa čak, u odnosu na građu stabla, karakteristične za fazu cvetanja koja nastupa po pravilu u julu. Već od drugog nodusa listovi počinju dobijati neke karakteristike listova sa viših nodusa kontrolnih biljaka u vodi, kod kojih se neke od tih osobina pojavljuju tek na šestom nodusu. Pre svega možemo navesti pojavu izrazite nazubljenosti listova na donjim nodusima biljaka u vazdušnoj sredini, zatim pojavu stoma već na listovima drugog nodusa, kao i diferenciranje lista na lisku i lisnu dršku, dakle pojavu flotantnih listova, znatno ranije i na nižim nodusima nego kod kontrolnih biljaka.

5. Stablo biljaka iz vazdušne sredine ima isti plan atomske građe kao i stablo kontrolnih biljaka u vodi, ali su odnosi pojedinih zona drukčiji. Osim toga razvija se i jedno novo tkivo: mehaničko tkivo — kolenhim. i to uglastog tipa. Ono je kod biljaka u vazdušnoj sredini konstatovano već na trećoj internodiji. Treba istaći da se kolenhim kod kontrolnih biljaka ne javlja, a u prirodnim uslovima vodene sredine pojavljuje se kod oraška tek u fazi cvetanja, što znači u julu (kolenhim konstatovan na 25-oj internodiji).

6. Nasuprot stabljici kontrolnih biljaka, u vodi, stabljike biljaka iz vazdušne sredine imale su ili jednoslojan epidermis sa zadebljalim spoljašnjim zidom, ili, ako su u vazdušnoj sredini provele duže vreme, epidermis kao pokorično tkivo više ne funkcioniše jer se ubrzo deformiše. Umesto njega na površini organa se razvilo jedno novo pokorično tkivo

mrke boje, delimično ispucalo vertikalnim pukotinama. Čelije ovog tkiva su višegaone i čvrsto međusobno spojene; tkivo sa ovakvim karakteristikama nismo konstatovali kod kontrolnih biljaka u vodenoj sredini, mada njegove čelije imaju sličnosti sa čelijama hipoderma. Mikrohemijske probe na celulozu i lignin dale su negativne rezultate, dok je dobijena vrlo slaba reakcija na suberin. Prema tome, za sada se ne može reći kakve su hemijske prirode čelijski zidovi ovog novog pokoričnog tkiva. Pukotine koje se u njemu javljaju imaju, na poprečnom preseku, oblik latinskog slova »V«, i dopiru skoro ili sasvim do kolenhima. Moguće je da ove pukotine nastaju pod pritiskom živog tkiva, u procesu debljanja stabla, s obzirom da su čelije ovog pokoričnog tkiva mrtve te ne mogu da prate proces debljanja stabla. Te pukotine, možda, igraju ulogu i organa za provetranje (slično lenticelama), jer, po svemu sudeći, živa tkiva u unutrašnjosti stabla su donekle izolovana od spoljašnje sredine. Pojava ovog novog pokoričnog tkiva na stablu predstavlja verovatno pojačanu perifernu zaštitu unutrašnjim tkivima, od sušenja u vazdušnoj sredini, što inače jednoslojan epidermis sa jako redukovanom kutikulom i celuloznim čelijskim zidovima (pojava tipična za kontrolne biljke oraška u vodenoj sredini) ne bi mogao da obezbedi.

7. Kod biljaka oraška gajenih u vazdušnoj sredini javlja se u stablu, već na prvim internodijama, uglasti kolenhim ispod hipoderma, i to sa perifernim položajem u obliku kontinuiranog prstena (sve to je odlika suvozemnih biljaka). Ovakvo tkivo se kod kontrolnih biljaka u vodenoj sredini uopšte ne javlja, a i inače kod mladih biljaka oraška u prirodnim uslovima ono se ne razvija. Tek docnije, za vreme cvetanja i plodonošenja, uglasti kolenhim se razvija, ali tek iznad 25-tog nodusa, a veoma je razvijen u regionu odmah ispod dobro formirane flotantne rozete, pa prema vrhu stabljike.

8. U parenhimu primarne kore zapaža se da su čelije kod biljaka iz vazdušne sredine sa debljim zidovima nego kod kontrolnih biljaka, kao i to da su višegaone a ne okrugle. Krupni intercelulari postoje, ali u znatno manjem broju nego kod biljaka u vodenoj sredini. Centralni cilindar sadrži iste elemente kao i centralni cilindar kontrolnih biljaka, ali je lignifikacija čelijskih zidova sudova kod biljaka u vazdušnoj sredini jasnije izražena. Što se tiče veličine čelija u pojedinim tkivima stabla, može se reći da su one, uopšte uzev, znatno manje kod biljaka gajenih u vazdušnoj sredini.

9. U pogledu listova, konstatovano je da su submerzni listovi kontrolnih biljaka, kao i na prvom i drugom nodusu biljaka u vazdušnoj sredini, bez diferencijacije na palisadno i sunđerasto tkivo. Na osmom nodusu postoji jasno diferencirano dvoslojno palisadno tkivo, a kod lista na 16-om nodusu u vazdušnoj sredini razvija se i treći sloj palisadnog tkiva. Nasuprot kontrolnim biljkama, kod kojih je sunđerasto tkivo deblje od palisadnog, kod oraška u vazdušnoj sredini sunđerasto i palisadno tkivo lista sa 16-og nodusa je podjednake debljine. Čelije sunđerastog tkiva su nešto sitnije kod listova biljaka u vazdušnoj sredini. Intercelulari kod listova bi-

ljaka u vodi znatno su krupniji nego kod listova biljaka u vazdušnoj sredini.

10. Opšti zaključak u vezi sa morfološkim i anatomskim karakteristikama biljaka oraška uporedo gajenih u vazdušnoj i vodenoj sredini je u sledećem: plodovi oraška mogu klijeti u vazdušnoj sredini, a proklijale biljčice se u takvoj sredini mogu dalje razvijati; pri tome, njihovo raste-nje je usporeno (mala veličina čitave biljke i pojedinih njenih delova — patuljast oblik odrasle biljke u prirodnim uslovima), dok je razviće ubrza-no; u vazdušnoj sredini klijanci i mlade biljčice oraška dobijaju čitav niz osobina karakterističnih za suvozemne biljke; dok su kontrolne biljke oraška dugačke i savitljive, biljke oraška u vazdušnoj sredini su kratke (skraćene internodije), čvršće, u njihovoj građi se razvijaju nova tkiva koja im omogućuju da u takvoj sredini rastu uspravno (kolenhim); jača periferna zaštita, posebno na površini stabljike, koja štiti mladu biljku od suvišnog gubitka vode.

11. U izloženim eksperimentima radi se o klijanju i razviću mladih biljčica oraška u vazdušnoj sredini, što se inače u našem podneblju u prirod-nim uslovima ne dešava (klijanje i prve faze razvića oraška odigra-vaju se kod nas uvek u vodenoj sredini, u proleće kada su vode u prirod-nim staništima oraška visoke). Mogućnost klijanja u vazdušnoj sredini i daljeg razvoja prokljalih biljčica oraška u takvim uslovima, što je doka-zano našim eksperimentima, ima određen teorijski značaj, posebno u vezi sa ispoljavanjem niza osobina suvozemnih biljaka u prvim fazama razvića vodene biljke. Međutim, u drugim podnebljima areala roda *Trapa*, pre svega u njegovim tropskim i subtropskim delovima (Afrika, Indija, Jugo-istočna Azija), mogućnost klijanja i razvića prokljalih biljčica u vazdušnoj sredini, do čega u tim oblastima možda često i dolazi s obzirom na odsustvo hladnog perioda godine koji prekida vegetaciju i s obzirom na verovatnost da tamo plodovi oraška klijaju bez perioda mirovanja, može da ima ve-liko biološki i ekološki značaj (nažalost, o biologiji roda *Trapa* u tim obla-stima sasvim se malo zna). U tim podnebljima našavši se van vode, na primer na obali vodenih bazena, plodovi oraška mogu da klijaju (što do-kazuju naši eksperimenti), a prokljalih biljčice se u nepovoljnim uslovima vazdušne sredine mogu da dalje razvijaju i da se izvesno vreme održe pri-lagođavajući se morfološki i anatomski. Sa povećanjem nivoa vode i ove biljke mogu dospeti u vodenu sredinu i u njoj se dalje razvijati sve do cvetanja i plodonošenja. Na taj način, mogućnost za održavanje vrste u tim oblastima se znatno proširuje.

#### LITERATURA

- Arber A. (1963): Water plants. New York.  
 Barnéoud M. (1848): Mémoire sur l'anatomie et l'organogénie du *Trapa natans* L. — Ann. Sc. nat. Bd. 19, Paris.  
 Eberle G. (1927): Die Entwicklung der Wassernusspflanze (*Trapa natans*) von der reifen Frucht bis zum Auftauchen der Blattrosette. — A. Nat. u. Mus., Sencken-berg. Naturfor. Gessel., B. 57, H. 1—2, Frankfurt am M.

Janković M. M. (1955): Beitrag zur Kenntnis der individuellen Entwicklung der Wassernuss (*Trapa L.*). I. Die Frage der Abrezung der individuellen Entwicklung der Wassernuss nach Stufen. — Arch. sc. biol., VII, № 3/4, Beograd.

Janković M. M. (1958): Ekologija, rasprostranjenje, sistematika i istorija roda *Trapa L.* u Jugoslaviji. — Srpsko biološko društvo, posebna izdanja, 2. Beograd.

Stover E. (1951): An introduction to the anatomy of seed plants. — Boston.

Зауер Л. М. (1962): Водное растение растёт без воды. Природа, № 6, стр. 116.

## Summary

MILORAD M. JANKOVIĆ AND JELENA BLAŽENČIĆ

### ANATOMY AND MORPHOLOGY OF VEGETATIVE ORGANS OF *TRAPA L.* GROWN IN WATER AND AERIAL ENVIRONMENT UNDER EXPERIMENTAL CONDITIONS

In this paper preliminary results concerning experimental studies of effect of aerial environment on germination and ontogenetic development of the aquatic plant, water nut (species *Trapa europaea* Fler., *T. longicarpa* M. Jank. i *T. brevicarpa* M. Jank.) have been presented. In the course of the experiments the seedlings and plants of the same species of the genus *Trapa* were parallelly examined in aerial and water environment, it means experimental and control samples. In glass chambers, where *Trapa* fruits germinated and then germinated plants further developed, relative humidity of the air varied in diurnal hours (from 9 to 18 h) in ranges between 58 to 99%, whereas the temperature of the air amounted 13 to 38°C (the mean value being 24,6°C). The experiment lasted only until the formation of the first floating rosette, since under these experimental conditions the plants in aerial environment could not develop any further being affected with fungous infection.

Water nut plants which germinated and continued to develop further in aerial environment differ from those in water (control ones) by a series of characteristics in outer morphology and anatomical structure, as well as in the rate of growth and properties of development. These differences may be ascribed to the effect of aerial environment, contrary to water environment which affects control plants, namely to the complex of outer factors which are manifested in aerial environment in a specific way.

Growing of water nut plants in aerial environment is slowed down in relation to control ones, what is first of all manifested in their by far smaller size (after 41 days from the beginning of germination plants in aerial environment are 3,5 cm. long and that in water 45 cm). Their internodes are markedly short, and ever shorter towards the top of the stem. Young water nut plants grown in aerial environment have dwarfish shape of the grown plants from water environment (*Trapa L. f. nana*).

Contrary to growing, development of plants in aerial environment is, in some way, quickened. It is first of all manifested, that earlier than in control plants, that is to say on lower nodi, morphological and anatomical properties characteristic of higher (upper) nodi, under normal conditions of development, i.e. for the first floating leaves, and even, in relation to the structure of stem, characteristic of blossoming phase which generally begins in July are observed. Already from the second nodus leaves begin to receive some characteristics of leaves from higher nodi of control plants in water, in which some of these properties appear not before the sixth nodus. First of all we can mention the appearance of marked dentation of the leaves on lower nodi of plants in aerial environment, then the appearance of stomata already on the leaves on the leaves of the I nodus, as well as the differentiation of leaf into leaf lamina and petiole, i.e. the appearance of floating leaves, considerably earlier also on the lower nodi than in control plants.

The stem of plants from aerial environment has the same pattern of anatomical structure as the stem of control plants in water, but rations of some zones are different. Besides one new tissue is being developed: mechanical tissue-collenchyma

which is angular. In plants from aerial environment collenchyma was observed already on the third internode. It has to be pointed out that collenchyma does not appear in control plants and in natural conditions of water environment it appears in water nut not before blossoming phase that is to say in July (the observed collenchyma on the 25th internode).

Contrary to the stem of control plants, in water, the stem of plants from aerial environment had either one-layered epidermis with thickened outer wall, or, if they spent in aerial environment a longer time, epidermis as a protective tissue does not function any longer, because it is soon deformed. Instead of it on the surface of the organ one new, brown, protective tissue developed partially vertically cracked. The cells of this tissue are multiangular and fastly interconnected; we did not notice the tissue with such characteristics in control plants in water environment, although its cells have similarity with those of hypodermis. Microchemical samples on cellulose and lignin gave negative results, whereas very weak reaction to suberin was obtained. Accordingly, for the time being it cannot be said of what chemical nature are the cell walls of this new tissue. The cracks which appear in it have, on the cross section the shape of the letter »V«, and reach nearly or completely collenchyma. It is possible that these cracks are due to the pressure of living tissue, in the process of stem thickening, since the cells of this protective tissue are dead and thus cannot follow the process of stem thickening. These cracks, perhaps, also play the role of the airing organs (similar to lenticels), because, judging to all this living tissues in the inner side of the stem are to some extent isolated from the outer environment. The appearance of this new protective tissue on the stem represents probably the reinforced peripheral protection for the inner tissue, from desiccation in aerial environment, what otherwise one-layered epidermis with very reduced cuticle and cellulose cell walls (phenomenon typical of control water nut plants in aquatic environment) would not be able to secure.

In water nut plants grown in aerial environment there appears in the stem, already on the first internodes, under hypodermis angular collenchyma which is situated peripherally in the shape of a continual ring (these are all characteristics of terrestrial plants). Such a tissue in control plants in water environment does not appear at all, and otherwise it does not develop in young water nut plants in natural conditions. Only later during blossoming and fruiting, angular collenchyma develops under the 25th nodus, and it is very developed in the region immediately under the well formed floating rosete, and the towards the top of the stem.

It is noticed that cells in parenchyma of the cortex of plants from aerial environment have thicker walls than those of control plants, as well as that they are multiangular and not round. Large intercellular spaces exist, but in a considerably smaller number than in plants from water environment. Central cylinder contains the same elements as that of control plants, but lignification of cell walls of tracheae in plants from aerial environment, is more clearly expressed. As for the size of cells in some tissues of the stem, it may be said, that they are, in general, considerably smaller in plants grown in aerial environment.

With respect to leaves, it was observed that submerge leaves of control plants, as well as those on the first and second nodus of plants in aerial environment, are not differentiated into palisade and spongy tissue. On the 8th nodus there exists clearly differentiated two-layered palisade tissue, and in the leaf on the 16th nodus in aerial environment develops also the third layer of palisade tissue. Unlike control plants, in which spongy tissue is thicker than palisade one, in water nut from aerial environment spongy and palisade tissue of the leaf from the 16th nodus is of equal thickness. Cells of spongy tissue are somewhat smaller in the leaves of plants from aerial environment. Intercellular spaces in the leaves of plants from water are considerably larger than in the leaves of plants from aerial environment.

General conclusion concerning morphological and anatomical characteristics of water nuts plants parallelly grown in aerial and water environment, is as follows: water nut fruits may germinate in aerial environment, and already germinated plants in such an environment can further develop; thereby, growing is slowed down (small size of the whole plant and some of its parts — dwarfish shape of the grown plant in natural conditions), whereas the development is quickened; in aerial environment

seedlings and young water nut plants receive a whole series of properties characteristic of terrestrial plants; while control water nut plants are long and pliant, water nut plants from aerial environment are short (shortened internodes), firmer, in their structure new tissues develop which enable them to grow upright in such an environment (collenchyma); peripheral protection strengthens, especially on the surface of the stem, which protects young plant from excessive water loss.

In the described experiments the data on germination and development refer to young water nut plants in aerial environment, what otherwise in our climate in conditions does not occur (germination and the first stages of water nut development occur with us always in water environment, in spring when waters in natural habitats of water nut are high). The possibility of germination in aerial environment and the possibility of further development of germinated water nut plants in such conditions, what was proved in our experiments, has a definite theoretical significance, especially with respect to exhibition of a series of properties characteristic of terrestrial plants in the first phases of development of aquatic plants. However, in other climates of the areal of the genus *Trapa* first of all in its tropic and subtropic regions (Africa, India, South-Eastern Asia) the possibility of germination and development of germinated plants from aerial environment, what in these climatic conditions perhaps often occurs owing to the absence of cold period of the year which interrupts vegetation and also in view of the probability that there water nut fruits germinate without the period of dormancy may have a great biological and ecological significance (unfortunately, only little is known about biology of the genus *Trapa* in these regions). In these climates once outside water, for example on the shore of drainage basins, water nut fruits can germinate (what our experiments prove) and already germinated plants in unfavourable conditions of aerial environment can further develop and for some time maintain adapting themselves morphologically and anatomically. With the increase of water level these plants also may reach water environment and there they continue to develop until blossoming and fruiting. In such a way, the possibility for species maintenance in these regions is considerably widened.

PARALLEL SURVEY OF MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF WATER NUT PLANTS (*TRAPA* L.) PARALLELLY GROWN IN AERIAL AND WATER ENVIRONMENT ON THE SAMPLE OF 41-DAY-OLD PLANTS.

*Morphological characteristics of plants aerial environment*

*Petiole* connecting two cotyledons short (about 0,4 cm).

*Hypocotyl* short (2 cm) and spirally bent over gemmules. Adventitious roots which, often, ramify near the top, develop on it.

*Main stem* is short (3,5 cm), firm. Internodes are short and their number on the main stem varies from 10—15. (The longest internode 0,4 cm).

*On nodi* develop only leaves and feathered adventitious roots. In the course of the experiments feathered adventitious roots did not ramify.

*Morphological characteristics of plants from water (control)*

*Petiole* connecting two cotyledons long (about 8,5 cm).

*Hypocotyl* negatively geotropic, upright, long (7—10 cm). A great number of unramified adventitious roots develop on it.

*Main stem* lengthened (45 cm) and pliable. Internodes are considerably longer than those of the plants from aerial environment (the longest 5,5 cm). There are 20—25 internodes to rosette.

*On nodi* develop leaves, feathered ramified and thready single adventitious roots.



*Leaves* short (0,7 cm), dark green and do not fall down in the course of the experiments. The differentiation into leaf lamina and leaf petiole begins already on the leaf from the II nodus, and on the V nodus the leaf is already clearly differentiated into rhombic, dentate leaf lamina and leaf petiole. Dentation appears on the leaf from the II nodus, and towards the top of the stem the leaves are more markedly dentate.

*Leaves.* On the lower nodi develop long and narrow (3,5/0,2 cm), sitting, linear submersed leaves which, as soon as feathered and thready adventitious roots develop, soon fall down. Differentiation into leaf lamina and leaf petiole is noticed on the leaves from the IV and V nodus. On the leaf from the VIII nodus leaf petiole and rhombic dentate leaf lamina clearly differ. The first dentation is noticed on the leaf from the III nodus.

Parallel survey of anatomical characteristics of water nut plants (*Trapa* L.) parallelly grown in aerial and water environment of the sample of 41-day-old plants.

*Anatomical characteristics of plants aerial environment*

*Anatomical characteristics of plants from water (control)*

*Anatomical characteristics of axial organs*

*Epidermis* is a protective tissue only in the first stages of development, and later its cells deform and on the periphery of the organ develops the tissue which has most similarity with cork. The cells of this tissue are brown, stretch in radial lines and are dead. In this tissue vertical cracks are formed, which on the cross section have the appearance of the letter »V« and which, most probably are due to the pressure of living tissue in the process of growing.

On the cross section of the III or IV internode, immediately under hypodermis, there is *mechanical tissue* composed of the cells of angular collenchyma, which like a continuous ring takes a peripheral position in the stem.

Parenchyma cells of the cortex are multiangular, and their cell walls thickened.

The cells composing axial organs are, in general, smaller and markedly shorter than those in the corresponding organs of plants grown in water environment.

*Epidermis* is the only protective tissue which develops in the course of the experiments.

In the course of the experiments the *formation of mechanical tissue was not observed.*

Parenchyma cells of the cortex are oval and thin-walled.

The cells composing axial organs are, in general, larger and markedly longer than those in the corresponding organs of plants grown in aerial environment.

---

*Anatomical characteristics of leaves*

---

Anatomical structure of leaves from lower nodi, of plants from aerial and water environment do not show some essential differences. The differences are manifested on leaves from higher nodi.

---

*Palisade tissue* 2—3 layers.

*Intercellular spaces* smaller (90 microns wide).

*Palisade and spongy tissues* are nearly of the same thickness.

*Cuticle* clearly expressed.

*Cells of the upper epidermis* of the leaf from the I nodus (surface appearance) are considerably smaller than those of plants grown in water. The size of these cells is more or less the same on leaves from higher nodi.

*Stomata* appear on the leaf from the I nodus.

*Multicellular hairs* are observed on lower side of the leaf from the II nodus.

*Palisade tissue* 1—2 layers.

*Intercellular spaces* larger (113 microns wide)

*Spongy tissue* twice as thick as palisade one.

*Cuticle* poorly developed

*Cells of the upper epidermis* of the leaf from the I nodus (surface appearance) are considerably larger and more lengthened than those of plants grown in aerial environment. The cells of the upper epidermis of the leaves from higher nodi are ever smaller, so that on the leaf from the IXth nodus have nearly the same size as the cells on the upper epidermis of the leaf from aerial environment.

*Stomata* appear on the leaf from the IV nodus.

*Multicellular hairs* develop on the lower side of the leaf from the VII nodus.

M. MUNTANJOLA-CVETKOVIĆ,  
M. NEŠKOVIĆ & LJ. ČULAFIĆ

**MORPHOGENETIC RESPONSES  
OF *ASPERGILLUS AUREOLATUS* MUNT.-CVET. & BATA  
TO DIFFERENT CARBOHYDRATES AND LIGHT**

(Received March 1st. 1968)

While studying the morphological characteristics of *Aspergillus aureolatus* on the standard media given by Thom & Raper (1945) and Raper & Fennell (1965) for identification of *Aspergilli*, a considerably different growth pattern was remarked between colonies cultivated on Czapek's solution agar with 3% sucrose (where they are plane, slow growing, with scanty mycelial production and sporulation) (Fig. 1) and those cultivated on malt extract agar or PDA (where growth is abundant, pigment formation of the immersed hyphae intense, and central areas of the colonies show a tendency to split) (Figs. 2, 3, 4).

It was also remarked that sporulation in *A. aureolatus* is not a light-dependent phenomenon, because it occurs in the dark as well as in the light, and zonation, which in *A. aureolatus* takes the form of a fairly regular rings of crowded and sparse conidial structures, was not a response to external factors.

The present paper reports the results of further investigations on these subjects.

**MATERIAL AND METHODS**

**Organism:** *A. aureolatus*, isolated in Belgrade in 1963.

**Culture media:** Czapek's solution agar + sucrose, or the sucrose of the routine formula has been replaced by other sugars. The sugars and their concentrations employed in the present study are the following: dextrose, fructose, mannose, sucrose, lactose, and maltose, all of them at 3%, 10%, and 20%. In each case two parallel series were maintained under the same conditions of temperature ( $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ): one of them was kept in continuous darkness, while the other received 12 hours of white light (1.500 lx) daily.

**Illumination system:** Incandescent lamps mounted in a water-cooled glass tank, as described in a previous paper (Muntanjola—Cvetković 1967).

**Determination of sugars:** Agar surrounding the colonies was extracted with water or methanol, solvent evaporated at reduced pressure, and the residue spotted on 250  $\mu$  thick silica-gel G layers, buffered with 0,02 M sodium acetate. A mixture of chloroform : methanol (60 : 40) was used as solvent. Sugars were detected after spraying the plates with anilin-diphenylamine-phosphoric acid reagent (Stahl 1967). In some experiments, instead of spraying, silica-gel was scraped off and eluted with 1 ml of water, and the amount of reducing sugars was determined with Somogyi—Nelson reagent. Optical density was read at 520  $m\mu$ .

## RESULTS

### THE EFFECTS OF CARBOHYDRATES

#### *Hexoses*

Colonies grown on Czapek's solution agar with dextrose, fructose, or mannose follow the same pattern, which is enterily different from the one given by sucrose or lactose.

Though slow growing, colonies on Czapek's solution agar with *dextrose* are luxuriant, densely sporulated and surrounded by a gold-yellow halo of immersed hyphae. The most striking character of the colony surface is the complete and dramatic split of the central area, which leaves a large hollow (Fig. 5); the following zone is convex and covered by asexual fructifications; the immersed mycelium extends beyond the area of surface growth, often in a lobed or arborescent pattern (Fig. 2). In the dark, sporulation is so dense that zonations are indistinguishable. Colonies submitted to the light-cycle differ from those cultivated in darkness because: 1) growth is more moderate; 2) the central hollow is not so big and appears later (Fig. 6); 3) zonations are fairly evident. The diameter of colonies and the importance of the central hollow depend on the concentration of dextrose added to the mineral solution.

Colonies grown on the same media with *fructose* instead of dextrose show limited differences from the above description. They are less raised at center, especially when cultivated in light; the orange pigment of the immersed hyphae is more dull.

On *mannose* too, the central part of the colony splits earlier in cultures grown in the dark than in those receiving daily light-treatment (Figs. 7 and 8). Pigmentation of the immersed hyphae is more intense and brilliantly reddish-orange on mannose than on the other hexoses.

*Disaccharides (except maltose)\**

Growth on Czapek's solution agar with 3% sucrose is very thin, with vegetative mycelium largely immersed and bearing conidial structures of rather small dimensions. Colonies develop slowly and present the general aspect of a mold suffering from some nutritional deficiency. The yellow pigment of the immersed hyphae is seldom formed; still, in old colonies this pigment is eventually to be observed in the marginal areas.

Colonies on Czapek's solution agar with 3% lactose bear a resemblance to those on Czapek's sucrose agar with regard to growth habit. But here the production of mycelium is still poorer, never pigmented, and conidial heads are significantly small. A higher concentration of lactose in the medium does not increase growth or sporulation, as in the case of sucrose occurs. Zonation is evident (Figs. 9 and 10); zones begin to be formed 48 h after transferring the colony to the definitive plate, and their periodicity can be followed daily. In a colony which has reached its maturity we can distinguish: 1) a central area where sporulation is more dense and zonations almost undistinguishable because their coalescence; 2) a following area showing evident zonations; 3) an outer area where the loss of growth activity and beginning of senescence is evident.

These results reveal a poor capacity of *A. aureolatus* to utilise disaccharides as sole source of C, especially in the case of lactose. As for sucrose, this ability was somewhat stronger in 1963, when *A. aureolatus* was firstly isolated, than now, after five years on artificial culture.

It has been observed that the presence of some other fungi in the same plate where *A. aureolatus* was cultivated on Czapek's solution agar with 3% sucrose profoundly influences the behaviour of the latter. Among these fungi we have identified *Penicillium implicatum*, *P. notatum*, *Cladosporium* sp., and some others. The effects of these fungi are reflected on the production of a richer vegetative growth and sporulation, as well as on the formation of pigment in the immersed mycelium (Figs. 11, 12). In considering the strong responses of *A. aureolatus* to hexoses, it was assumed that enzymatic activity of the above mentioned *Penicillia* and *Cladosporium* could hydrolise the sucrose of the media and supply *A. aureolatus* with a certain amount of monosaccharides, or some products of the glycolytic processes, necessary for conidial apparatus and pigment formation. Some tests were performed to prove the correctness of this interpretation. Single colonies of the above mentioned *Penicillia* or *Cladosporium* were cultivated on Czapek's solution agar with 3% sucrose; after 15 days the agar surrounding the colonies was extracted with water or methanol, and the extract was completely evaporated at reduced pressure. Bidistilled water was added to the residue, and the aqueous solution

\* Colonies on Czapek's agar with 3% maltose instead of sucrose were slow growing and very restricted, with convex surface and irregular borders surrounded by an incomplete orange halo of immersed hyphae, central areas split or not, but their general aspect recalling those grown on hexoses. Chromatographic tests of pure solutions of the maltose employed (Carlo Erba) showed the presence of not negligible quantities of dextrose as impurity. For this reason, experiments made with maltose as sole source of C are not taken here into account.

was then sterilized. The effect of this solution was investigated by the cylinder plate method: the solution to be tested was placed in the hollows made in the Czapek's solution agar + 3% sucrose contained in a Petri dish; 3 cm far from the hollow was inoculated a 48 h old colony of *A. aureolatus*. Diffusing into the agar, the extract solution revealed its potency enhancing sporulation as well as pigment formation in the immersed hyphae of the half section of the *A. aureolatus* colony facing to the hollow (Fig. 13). This test proved two properties of the active substance: 1) its solubility in water and methanol; 2) its thermostability. Chromatographic tests revealed the presence of sucrose, fructose, and dextrose on the extract solution tested. The more the agar tested was close to the colony of *Penicillia* or *Cladosporium* the less was the presence of sucrose important. Two controls were investigated: № 1, extract of the Czapek's solution agar + 3% sucrose surrounding the colonies of *A. aureolatus*; and № 2, extract of the Czapek's solution agar + 3% sucrose after sterilization. Table 1 shows the amounts of reducing sugars found in those extracts. In each case agar from four colonies was extracted, extract residues dissolved in 3 ml of water, and 0,1 ml of these solutions spotted on a plate.

Table 1

*Amount of reducing sugars expressed in mg dextrose equivalents per one culture*

Colonies of	mg dextrose equivalents
<i>P. implicatum</i>	50,25
<i>Cladosporium</i> sp.	38,33
<i>A. aureolatus</i> (15 days old colonies)	4,52
Control (Czapek's sol. agar + 3% sucrose)	5,52

Somogyi — Nelson reaction revealed the presence of certain amount of hexoses in 25 days old colonies of *A. aureolatus* which exceptionally produced the yellow halo of immersed hyphae on Czapek's solution agar + 3% sucrose.

Some additional tests were performed wherein the hollows made in the Czapek's solution agar + 3% sucrose as described above were filled with pure solutions (3%) of dextrose, fructose, sucrose, or lactose. The solutions of dextrose and fructose proved to be highly effective, as the half section of the *A. aureolatus* colonies facing to the hollows presented a dense sporulation and intensely orange immersed hyphae after 3 days, though in the other half of the colonies growth was scanty and the immersed hyphae not pigmented. Pure solutions of sucrose or lactose did not produce these effects.

It is unquestionable that some other substances are segregated by the *Penicillia* or the *Cladosporium* to which we refer in the present work,

and that these substances may be active in sporulation or pigment promotion, but in this study we have focused our attention to the effect of carbohydrates and proved their significance for sporulation and pigment formation in *A. aureolatus*.

#### THE EFFECT OF LIGHT

While sporulation of some fungi is greatly dependent on light, with others the development of fruit-body initials may be inhibited by light, at least to some extent. *A. aureolatus* is an example of these last ones: colonies grown in the dark on a favourable medium are densely sporulated, while those in light are somewhat poorer in conidial apparatus production; the intensity of this effect is correlated to the composition of the culture media.

In the case of the species with a light-dependent asexual sporulation, which can be exemplified by *A. flavus* strain 28-A (Muntanjola-Cvetković 1968, Muntanjola-Cvetković & Nešković 1968), alternating periods of light and darkness give as a result the zonation of the colonies. With *A. aureolatus* zonation is evident even in continuous dark, and this fact denotes an endogenous cycle, in which the rhythm has a value equal to the diurnal periodicity (Figs. 9, 14, 15).

The evidence of zonation in *A. aureolatus* very much depends on the culture media. The nature firstly, and the concentration secondly, of carbohydrates as sole source of C greatly affect the development and aspect of colonies. Since growth of *A. aureolatus* is poorer on Czapek's solution agar with 3% sucrose or lactose than on the same substrate containing instead dextrose, fructose or mannose, the expression of zonations is more conspicuous in the first case because coalescence of the rings is avoided. Still, in old colonies on richer media, as for instance on PDA, zonations are to be seen in the marginal area (Fig. 15).

#### SUMMARY

1. The ability of *A. aureolatus* to use carbohydrates as sole source of C varies according to the nature of the sugar: hexoses are readily utilised, but not disaccharides (especially lactose). Colonies grown on Czapek's solution agar with some hexose differ considerably from those developed on the same medium when sucrose or lactose are the source of C.

2. Some organisms (among them *Penicillium implicatum*, *P. notatum*, *Cladosporium* sp.) capable to hydrolyse the sucrose of the Czapek's solution agar enhance conidial structures formation and the production of the yellow-orange pigment of the immersed hyphae of *A. aureolatus* when growing in the same plate. Extracts of the secreted products of these other organisms are active too to promote sporulation and pigment formation in colonies of *A. aureolatus* growing on Czapek's solution agar with 3% sucrose or lactose. Chromatographic and chemical analysis of these ex-

tracts have revealed the presence of dextrose and fructose as a result of the enzymatic activity of the above mentioned *Penicillia* and *Cladosporium*.

3. Sporulation in *A. aureolatus* is not a light-dependent phenomenon. Colonies grown in the dark even show a better sporulation than in light.

4. When growing on Czapek's solution agar with, as sole source of C, a carbohydrate that *A. aureolatus* can not utilise completely, colonies of the fungus present an evident zonation even when developed in continuous dark. This fact denotes an endogenous cycle, in which rythm has a value equal to the diurnal periodicity.

(Institute for Biological Research, Belgrade, Plant Physiology).

#### REFERENCES

Muntanjola-Cvetković, M. (1967): Action de la lumière sur la morphogénèse de diverses espèces d'*Aspergillus*. Inst. Recherches Biologiques de Belgrade. Recueil de Monographies, № 1. 38 pp.

Muntanjola-Cvetković, M. (1968): The influence of white light on 7 isolates of *Aspergillus flavus* Link., Bull. Inst. et Jardin Bot. Univ. Belgrade 3 n. s. (1—4): 173—178.

Muntanjola-Cvetković, M. & Nešković, M. (1968): Studies on the effect of some substances as possible substitutes of light in the sporulation of *Aspergillus flavus* 28-A. Bull. Inst. et Jardin Bot. Univ. Belgrade 3 n. s. (1—4): 35—41.

Raper, K. B. & Fennell, D. I. (1965): The Genus *Aspergillus*. Williams & Wilkins Co., Baltimore.

Stahl, E. (1967): Dünnschicht-Chromatographie. Springer-Verlag Berlin.

Thom, C. & Raper, K. B. (1945): A Manual of the Aspergilli. Williams & Wilkins Co., Baltimore.

#### Re z i m e

M. MUNTANJOLA-CVETKOVIĆ, M. NEŠKOVIĆ & LJ. ČULAFIĆ

#### MORFOGENETSKE REAKCIJE ASPERGILLUS AUREOLATUS MUNT.-CVET. & BATA NA RAZLIČITE UGLJENE HIDRATE I SVETLOST

1. Sposobnost *A. aureolatus* da koristi ugljene hidrate kao jedini izvor C varira prema prirodni šećera: heksoze se koriste lako, ali ne i disaharidi (naročito laktoza). Kolonije gajene na agaru sa Čapekovim rastvorom i nekom heksozom se znatno razlikuju od onih na istom medijumu sa saharozom ili laktozom kao izvorom C.

2. Neki organizmi (među kojima su *Penicillium implicatum*, *P. notatum*, *Cladosporium* sp.) imaju sposobnost da hidrolizuju saharozu iz agara sa Čapekovim rastvorom i da pojačavaju obrazovanje kondijalnih struktura i proizvodnju žuto-narandžastog pigmenta u umerzanim hifama *A. aureolatus*, kada se gaje u istom sudu. Ekstrakti medijuma na kome su rasli ovi organizmi su takode aktivni u stimulaciji sporulacije i formiranja pigmenta na kolonijama *A. aureolatus*, koje rastu na agaru sa Čapekovim rastvorom sa 3% saharozom ili laktozom. Hromatografska i hemijska analiza ovih ekstrakta su pokazale prisustvo dekstroze i fruktoze, što je rezultat enzimatične aktivnosti pomenutih *Penicillia* i *Cladosporium*.

3. Sporulacija *A. aureolatus* nije fenomen koji zavisi od svetlosti. Kolonije koje rastu u mraku pokazuju čak i jaču sporulaciju nego na svetlosti.

4. Kada rastu na Čapekovom rastvoru sa ugljenim hidratom koji ne mogu potpuno da iskoriste, kolonije *A. aureolatus* pokazuju jasnu zonaciju, čak i u kontinuelnom mraku. Ova činjenica otkriva endogeni ciklus, čija se ritmika podudara sa dnevnim periodicitetom.

(Iz Instituta za biološka istraživanja, Beograd)



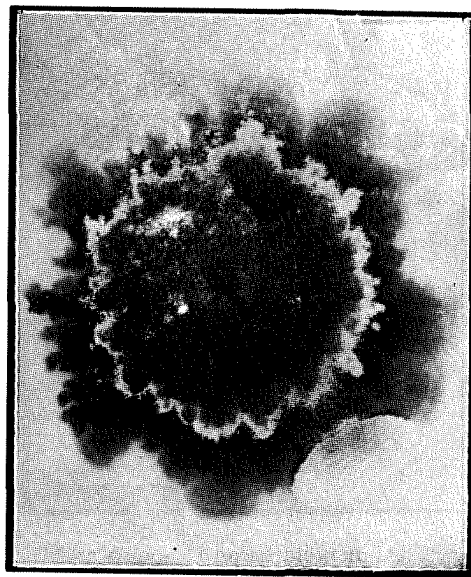


Fig. 1. *A. aureolatus*, a 2 weeks old colony on Czapek's sol. agar + 3% sucrose.  
Fig. 2. *A. aureolatus* on PDA, incubation 20 days.

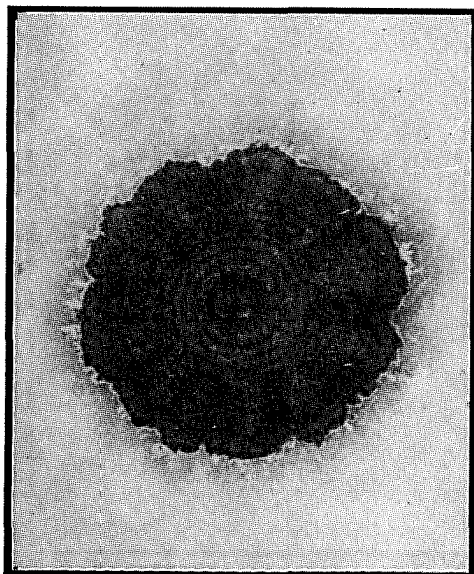
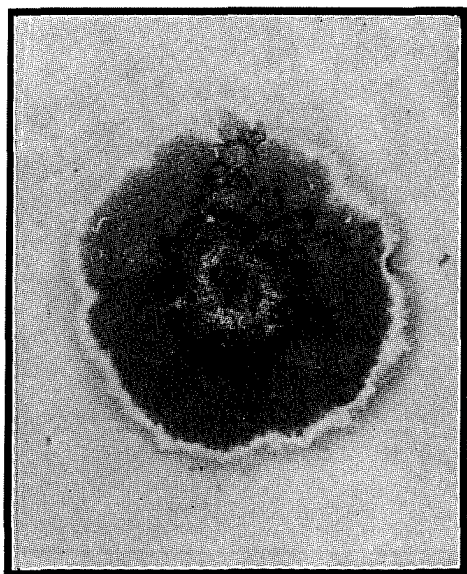


Fig. 3. *A. aureolatus* on malt agar incubated for 20 days in darkness.  
Fig. 4. *A. aureolatus* on malt agar, a 20 days old colony submitted to a daily treatment of 12 h white light (1.500 lx), 12 h darkness.

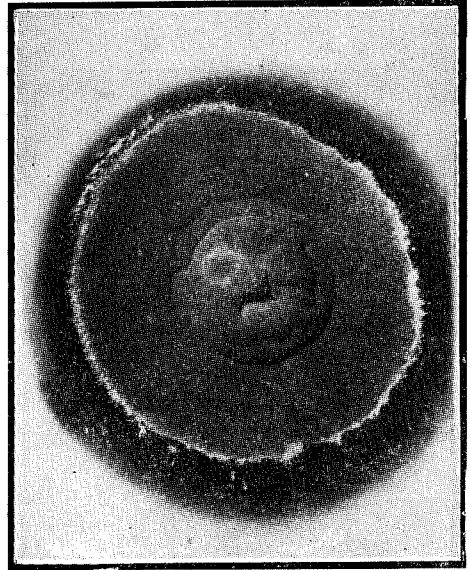
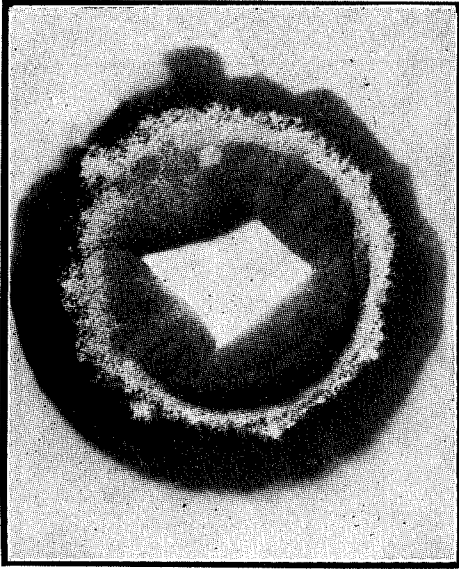


Fig. 5. *A. aureolatus* on Czapek's agar + 10% dextrose instead of sucrose, incubated for 20 days in continuous darkness.

Fig. 6. *A. aureolatus* on Czapek's agar + 10% dextrose instead of sucrose, a 20 days old colony submitted to a daily treatment of 12 h white light (1.500 lx) and 12 h darkness.

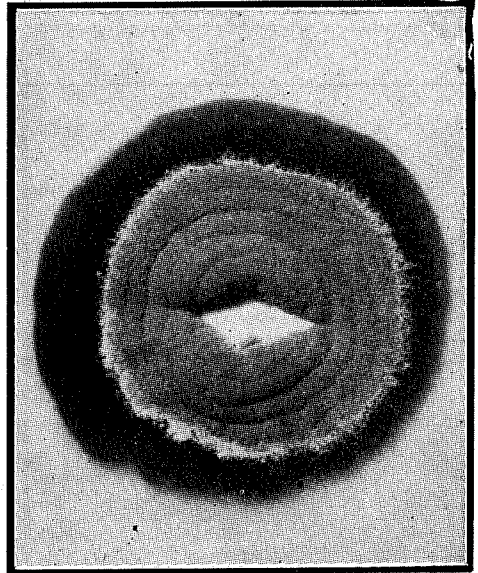
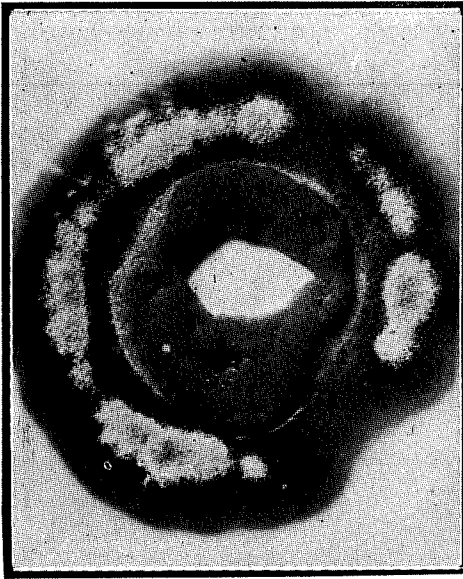


Fig. 7. *A. aureolatus* on Czapek's agar + 10% mannose instead of sucrose, incubation 20 days in darkness.

Fig. 8. *A. aureolatus* on Czapek's agar + 10% mannose instead of sucrose, a 20 days old colony submitted to a daily treatment of 12 h white light (1.500 lx) and 12 h darkness.

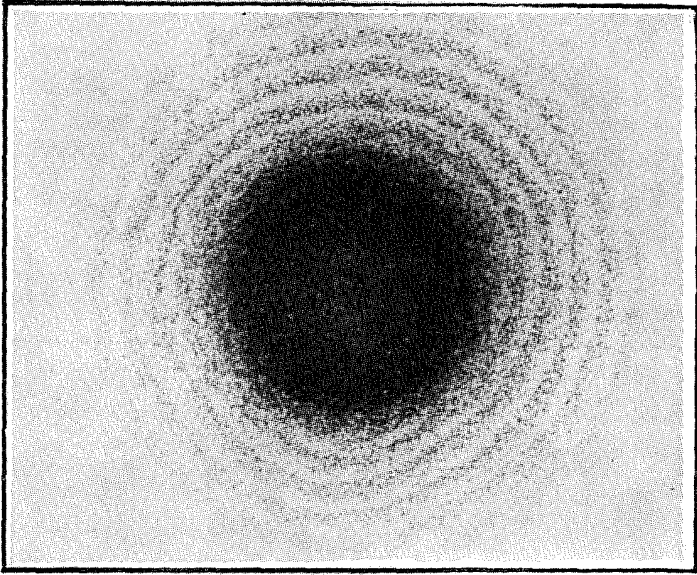


Fig. 9. *A. aureolatus* on Czapek's agar + 10% lactose instead of sucrose, a 20 days old colony incubated in continuous darkness. Note the conspicuous zónations.

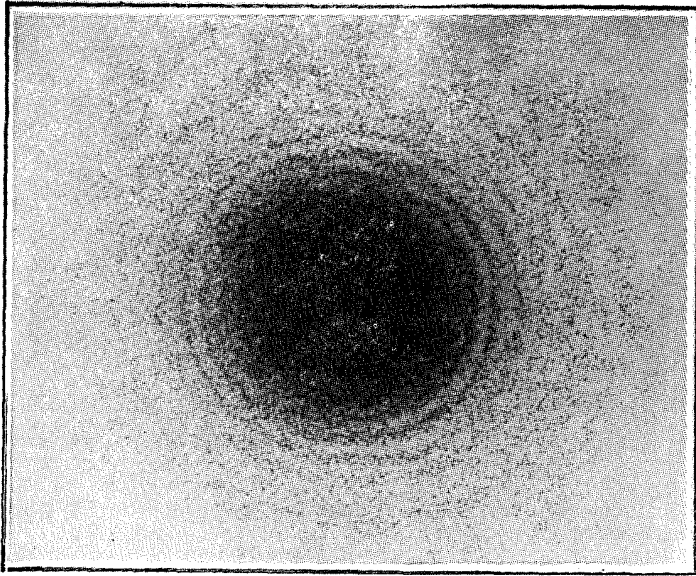


Fig. 10. *A. aureolatus* on Czapek's agar + 10% lactose instead of sucrose, a 20 days old colony submitted to a daily treatment of 12 h white light (1.500 lx) and 12 h darkness.

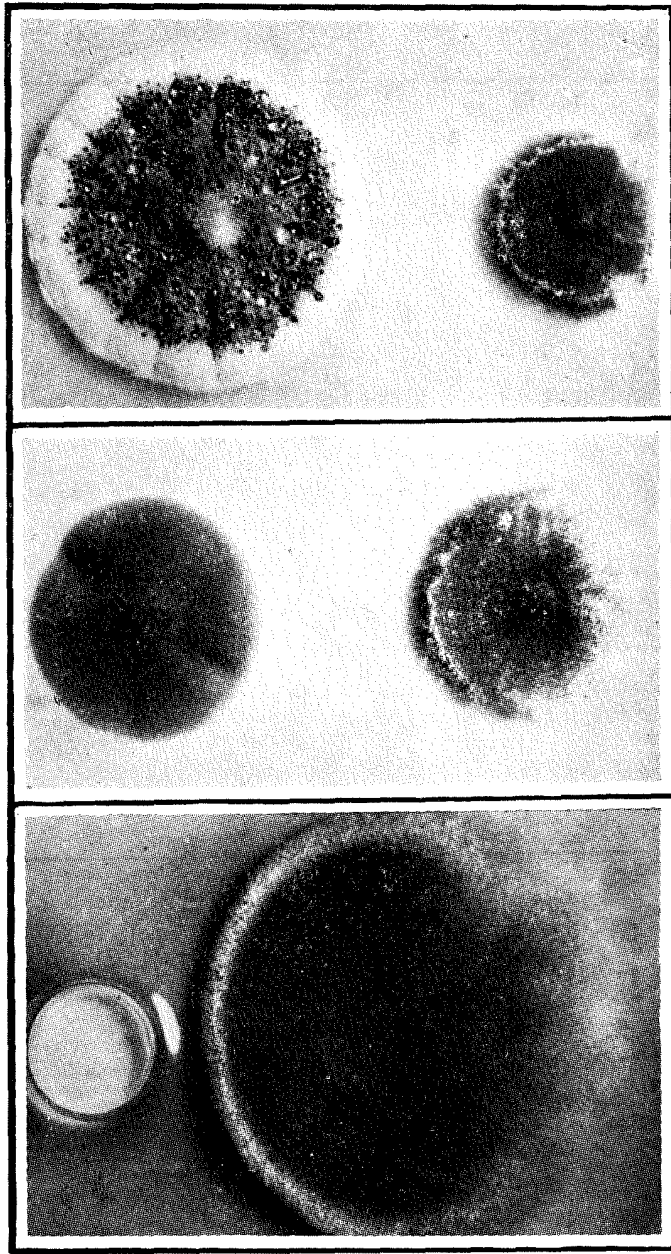


Fig. 11. The influence of *Penicillium notatum* on sporulation and pigment formation of *A. aureolatus* when growing in the same plate on Czapek's agar + 3% sucrose.

Fig. 12. *Cladosporium* sp. and *A. aureolatus* growing in the same plate on Czapek's agar + 3% sucrose; note the effect of the former (left) on the half of the colony of *A. aureolatus* (right) facing to it.

Fig. 13. Sporulation and pigment formation in *A. aureolatus* growing on Czapek's agar + 3% sucrose are enhanced in the half section of the colony facing to a hollow made in the agar and filled with aqueous extract of the agar surrounding a colony of *P. implicatum* cultivated on Czapek's agar + 3% sucrose.

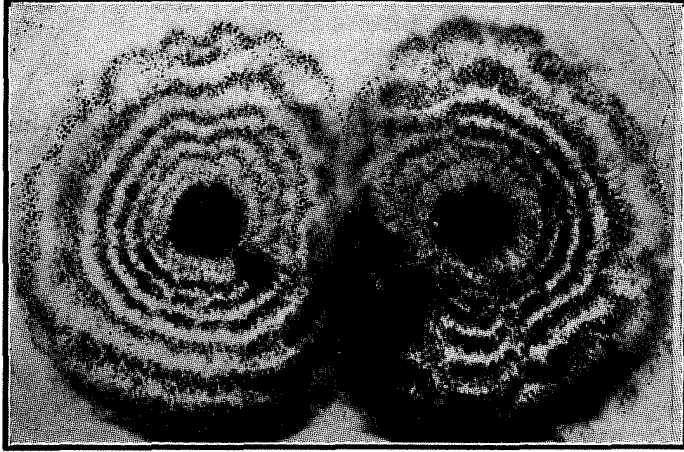


Fig. 14. Two colonies of *A. aurolatus* on Czapek's agar + 3% sucrose, cultivated for 15 days in continuous dark.



Fig. 15. Marginal area of a 25 days old colony of *A. aureolatus* on PDA cultivated in continuous darkness.

responses on the germination and development of three other fungi (*Aspergillus candidus*, *Schizophyllum commune*, and *Neurospora tetrasperma*). Machlis & Ossia (1953) found that IAA affects the development and maturing of meiosporangia of *Allomyces arbuscula*. Recently Kahn (1966) has reported that the addition of IAA in the synthetic nutrient solution induced sporulation in the dark and increased the growth rate of *Sclerotinia fructigena*. »Light and IAA appear to have the same effect on sporulation and one can be replaced by the other« — concludes Kahn.

GA<sub>3</sub>. The results obtained by the authors who have investigated the effects of gibberellin or the *Gibberella fujikuroi* filtrates on different fungi provide several indications of:

- 1) its microbial inactivity (Brian et al. 1954, Borrow et al. 1955, Ciferri & Bertossi 1957);
- 2) its antagonistic action to several fungi (Edwards 1940, Koehler & Woodworth 1938, Slagg & Fellows 1947, Santoro & Casida 1962);
- 3) its stimulating effect on the sclerotium promotion in two fungi (Stowe & Yamaki 1957).

*Nutrients.* The view that spore formation depends on energy relationships raises the interesting question of whether this energy source can be replaced to some extent by others, for example certain nutrients.

As early as 1886, Brefeld stated that there was no point in taking into consideration external factors such as media, lack of oxygen and nitrogen, for the production of sexual or asexual organs in fungi, as only light had that influence. Lendner (1897), giving an interpretation of his own results, arrived at the conclusion that there were species of fungi obviously sensitive to light, but that sensitiveness would be greatly influenced by quality of substrata. Light — says Lendner — is only needed when media is unfavourable. In this case the fungus has to obtain, for its complete development, a certain amount of energy in the form of light. It would be natural — concludes this author — to associate this entire phenomena of light sensitiveness to a simple phenomenon of nutrition.

Coons (1916) considered that the effect of light may be replaceable by certain oxydizing agents. He stated that »the direct result of the presence of light is oxydation, and since a higher temperature or a richer food tends to bring about a higher oxydation and a more rapid metabolism, the increased reproduction would naturally be traced to the effect of oxydation«. Leonian (1924) observed that some fungal organisms which were not able to develop more than very few pycnidia in the dark and at the room temperature, or in the ordinary nutrient solution, gave rise to a greater abundance of fruit bodies when the temperature was raised, or when the concentration of the media was increased, even when light

was excluded. Houston & Oswald (1946) observed that the host tissue substitutes the light requirements of *Helminthosporium gramineum* for sporulation. This plant pathogen cannot sporulate on agar media in the absence of light, but it can do it in the dark if growing on the host tissue. Working on several Dematiaceae, Johnson & Halpin (1952) obtained evidence that the magnitude of conidial increase was markedly affected by substratum, but that the influence of depth of medium, humidity, pH, or quality of light, was negligible.

Raper, Fennell & Tresner (1953) reported the behaviour of *Aspergillus ornatus* strain 2256 to be strongly affected by light on the majority of media investigated: colonies produced very few or no conidial heads when incubated in the dark, whereas such structures were produced abundantly in parallel cultures incubated in diffuse daylight; nevertheless, Czapek's solution agar enriched with 1% corn steep liquor offered a striking exception: in the dark on this medium conidial production approached the level attained in light. »What is contained in steep liquor — say these authors — that enables the mold to circumvent, in large measure, the metabolic block which on other substrata effectively precludes the development of conidial structures in darkness?«

## MATERIAL AND METHODS

**Organism:** *Aspergillus flavus* Link, strain 28-A, isolated from local soils. As reported in previous papers (Muntanjola-Cvetković 1967, 1968) the responses to light and dark are the following opposite phenomena: *light* — mycelium, sclerotia, and pigments in the reverse of the colony very poor; conidial heads and conidia abundant and intensely green; *darkness* — mycelium, sclerotia, and pigment in the reverse of the colony abundant; conidial apparatus absent or scanty and pale colored; *alternating periods of light and darkness* — zonation. In the dark sporulation is suppressed, although the central region of the colony can be an exception, the sporulation being there more or less weak and never zoned when present. This phenomenon can be explained as a result of the mechanical injury to the mycelium when transferring the incipient colonies to the definitive plate. That sporulation may be stimulated in the border immediately surrounding a killed zone is a fairly well known phenomenon. The mechanical injury has been employed by several mycologists to provoke sporulation in some fungi whose fructifications are seldom and poorly obtained in laboratory (Billotte 1963).

### Basal nutrient media:

- (1) Czapek's solution agar with 3% sucrose;
- (2) Czapek's solution agar with 20% sucrose.

Investigations have been made as comparative studies wherein the sucrose of the Czapek's agar was substituted by glucose, mannose or

raffinose as C source, the pH not having been modified (pH 6.5), or having been depressed to 5.5 or increased to 8.5. This series of experiments was based on the studies by Hawker (1939, 1947) and Hawker & Chaudhuri (1946) on the nature of carbohydrates as a source of C, and their concentration in influencing reproduction in some Ascomycetes.

(3) Raulin's neutral solution agar;

(4) Basal nutrient media (1), (2), and (3), with the addition of water dissolved IAA in the following rates: 10, 20, and 50 p.p.m.;

(5) Basal nutrient media (1), (2), and (3) with the addition of GA<sub>3</sub> in the following rates: 10, 20, and 50 p.p.m.;

(6) Basal nutrient media (1), (2), and (3), with the addition of CSL obtained at different stages of the technological process of the corn wet-milling industry, all of them at two concentrations, 1% and 10%, and at three different pH: 5.5, 6.5, and 8.5\*;

(7) Potato dextrose agar (PDA) (2% dextrose; pH 6.5);

(8) Malt agar (MA) (pH 6.5).

Amount of media: 30 cc per Petri dish.

Temperature of incubation: 25°C ± 1°C.

Incubation time: 8 days.

Illumination system: incandescent lamps mounted in a water-cooled glass tank, as described and figured in a previous paper (Muntanjola-Cvetković 1967).

Light conditions:

(a) 12 h white light 1.500 lx + 12 h dark daily;

(b) continuous dark.

## RESULTS OBTAINED

1. No growth- or sporulation-promoting activity of IAA or GA<sub>3</sub> were detected at the rates of 10, 20 and 50 p.p.m. In the case of IAA these results contrast with those obtained by Kahn (1966) on *Sclerotinia fructigena*.

2. None of the sugars tested here can substitute the effect of light, but at high concentrations they may favour asexual sporulation in the dark, specially when the relative humidity of the atmosphere is low. Nevertheless, this sporulation is always much weaker than in light. If we establish a scale from 0 to 5 for sporulation intensity, this index can vary from 0 to 3 depending to the concentration of sugar and moisture conditions.

\* The production and properties of CSL, and its usefulness in Microbiology, have been thoroughly discussed by Liggett & Koffler (1948).

Several samples from different periods of the steeping process, as well as the final concentrate, were employed for the present study.

The general analysis of this concentrate were the following ones: water 55%; proteins 21.37—23.34%; free reducing sugars 1.90—3.64%; lactic acid 8.44—8.88%; ash 10.26%; °Bx 50—52; pH 3.5—3.7. The concentrate was adjusted with distilled water until 12° Bé.



3. CSL conspicuously increases the diameter of the colonies when added to synthetic media; the rate of this increase has been dependent on the composition of media, and was more important in those with a lower concentration of sugars, as the following Table shows:

Media	Diameter of the colonies (7 days old) in mm			Relation
	Control	+ 1% CSL	+ 10% CSL	
Raulin's neutral sol. agar	35	58	60	1,60—1,70
Czapek's sol. agar + 3% sugar	50	75	75	1,50
Czapek's sol. agar + 20% sugar	65	75	75	1,15

4. The addition of CSL (at the rates of 1% and 10%) to the media with a low concentration of sugar (Raulin's neutral solution agar, and Czapek's solution agar + 3% sugar, both at different pH) was in no case able to substitute the effect of light. The addition of CSL to the media with a high concentration of sugar (20%) only enhances the picture obtained in the controls, i.e., there may be some sporulation in the dark, though it is always poorer than in light, not zonated, or it takes place over some sectors of the colony only. This effect may be favoured by dry conditions or by a high pH, and in that case conidial production in the dark may approach the level attained in the light. *A. flavus* 28-A shows some differences to that of *A. ornatus* reported by Raper et al.

5. This picture is a parallel one to that observed in other »natural« media — MA and PDA —, which are superior to synthetic ones as regards the diameter of the colonies, but they cannot completely replace the effect of light in promoting asexual sporulation in the dark.

6. Asexual sporulation in *A. flavus* 28-A takes place over a relatively wide range of pH. In our experiments the initial pH 6.5 of the nutrient media was deliberately varied from 5.5 to 8.5. The effect of a low pH is exerted principally upon the form of the colony, which appears more pleated and convex than the normal ones, and upon the colour of the conidia, which is more yellow than the normal green one; but sporulation is somehow affected too: at pH 5.5 it is slightly poorer than at pH 8.5.

7. When the temperature was raised to 30°C the sclerotia formed in the dark ripened quicker than in the colonies developed at 25°C, but this higher temperature had no effect on the increasing of sporulation.

## SUMMARY

*Aspergillus flavus* 28-A is a very light-sensitive strain which does not sporulate in the dark.

Neither indol-3-acetic acid nor gibberellic acid can substitute the effect of light and promote sporulation in the dark.

At high concentrations the sugars tested in this study (glucose, sucrose, raffinose, and mannose) may favour asexual sporulation in the dark.

The addition of CSL to the media was in no case able to substitute the effect of light; CSL only enhances the picture obtained in the controls. This picture is a parallel one with that observed in other »natural« media.

pH 8.5 has been more favourable for asexual sporulation than pH 5.5, and dry conditions more favourable than a wet atmosphere. Some other factors, such as mechanical injury, or the contact of another colony, stimulate asexual sporulation too.

By the combination of all these factors — high concentration of sugars, addition of CSL, high pH, dry conditions, mechanical injury — we can obtain colonies where asexual sporulation in the dark approaches the level of those incubated in the light.

When the temperature was raised to 30°C the sclerotia formed in the dark ripened quicker than in the colonies developed at 25°C but this higher temperature had no effect on the increasing of sporulation.

(Institute for Biological Research, Belgrade, Plant Physiology).

## LITERATURE CITED

- Billotte, J. M. (1963): Une méthode d'induction de la sporulation de l'*Alternaria brassicae* (Berk.) Sacc. du Colza en culture pure. Académie d'Agriculture de France. Extrait du procès verbal de la Séance du 16 Octobre 1963, pp. 1056—1061.
- Borrow, A. et al. (1955): J. Sci. Food Agr. 6 (6): 340—348.
- Brefeld, O. (1886): Bot. Unters. über Schimmelpilze, Heft IV. Bot. Zeit. 1876—1877.
- Brian, P. W. et al. (1954): J. Sci. Food Agr. 5 (12): 602—612.
- Ciferri, O. & Bertossi, F. (1957): Effect of gibberellic acid on microorganisms. Atti Ist. Bot. Univ. Lab. Crittogam. Pavia. Ser. 5. (1—3): 288.
- Coons, G. H. (1916): Factors involved in the growth and pycnidium formation of *Plenodomus fuscomaculans*. Jour. Agr. Res. 5: 713—769.
- Edwards, E. T. (1940): The biological antagonism of *Gibberella fujikuroi* and *Gibberella fujikuroi* var. *subglutinans* to *Trichoderma viridae*, with notes on the pathological effect of the latter fungus on maize. J. Australian Inst. Agr. Sci. 6 (2): 91—100.
- Hawker, L. E. & Chaudhuri, S. D. (1946): Growth and fruiting of certain ascomycetous fungi as influenced by the nature and concentration of carbohydrates in the medium. Ann. Bot. n. s. 10: 185—194.
- Johnson, T. W. & Halpin, J. E. (1952): Influence of light on the morphology and production of conidia in some species of Dematiaceae. Phytopath. 42: 342.
- Kahn, M. (1966): Substitution of light by Indolyl-3-acetic acid in the sporulation of *Sclerotinia fructigena*. Nature 212. № 5062: 640.

Koehler, B. & Wodworth, C. M. (1938): Corn-seedling virescence caused by *Aspergillus flavus* and *A. tamarii*. *Phytopath.* 28: 811—823.

Lendner, A. (1897): Des influences combinées de la lumière et du substratum sur le développement des Champignons. *Ann. Scien. Nat. Bot.* 3: 1—64.

Leonian, L. H. (1924): A study of the factors promoting pycnidium formation in some Sphaeropsidales. *Amer. Jour. Bot.* 11: 19—50.

Liggett, R. & Koffler, H. (1948): Corn steep liquor in Microbiology. *Bacteriol. Rev.* 12: 297—311.

Machlis, L. & Ossia, E. (1953): Maturation of meiosporangia of *Euellomyces*. II. Preliminary observations on the effect of auxins. *Amer. J. Bot.* 40 (6): 465—468.

Muntanjola-Cvetković, M. (1967): Action de la lumière sur la morphogénèse de diverses espèces d'*Aspergillus*. *Inst. de Recherches Biologiques de Belgrade. Recueil de Monographies* №. 1. 38 pp.

Muntanjola-Cvetković, M. (1968): The influence of the white light on 7 isolates of *Aspergillus flavus* Link. *Bull. Inst. Jard. Bot. Univ. Belgrade* 3 n. s. (1—4): 173—178.

Raper, K. B., Fennell, D. I. & Tresner, H. D. (1953): The ascospore stage of *Aspergillus citrisporus* and related forms. *Mycologia* 45: 671—692.

Richards, R. R. (1949): Responses of representative fungi to certain growth-regulating substances. *Bot. Gaz.* 110 (4): 523—550.

Santoro, T. & Casida, L. E. (1962): Growth inhibition of mycorrhizal fungus by gibberellin. *Mycologia* 54 (1): 70—71.

Slagg, C. M. & Fellows, H. (1947): Effects of certain soil fungi and their by-products on *Ophiobolus graminis*. *J. Agr. Res.* 75 (11—12): 279—293.

Stowe, B. B. & Yamaki, T. (1957): The history and physiological action of the gibberellins. *Annual Rev. Plant Physiology* 8: 181—126.

## Rezime

M. MUNTANJOLA-CVETKOVIĆ I M. NEŠKOVIĆ

### PROUČAVANJE EFEKTA NEKIH SUBSTANCI KAO MOGUĆIH SUBSTITUENATA ZA SVETLOST U PROCESU SPORULACIJE *ASPERGILLUS FLAVUS* 28-A

*Aspergillus flavus* 28-A je linija koja je vrlo osjetljiva na svetlost i koja ne proizvodi spore u mraku.

Ni indol-3-sirćetna ni giberelna kiselina ne mogu da zamene efekat svetlosti i da stimuliraju sporulaciju u mraku.

Šećeri koji su ovom radu ispitivani (dekstroza, manoz, saharoz i rafinoza) mogu u visokim koncentracijama da poboljšaju aseksualnu sporulaciju u mraku.

Dodavanje kukuruznog likera («corn steep liquor») u medijum ne može ni u kom slučaju da zameni efekat svetlosti; CSL samo pojačava sliku dobijenu u kontroli. Ova slika je paralelna onoj koja je zapažena sa drugim »prirodnim« medijumima.

pH 8.5 ima povoljnije dejstvo na aseksualnu sporulaciju nego pH 5.5 a suvi uslovi su povoljniji nego vlažna atmosfera. Neki drugi faktori, kao mehanička povreda, ili kontakt sa drugom kolonijom, takođe stimuliraju sporulaciju.

Kombinacijom svih ovih faktora — visokom koncentracijom šećera, dodavanjem CSL, visokom pH, suvim uslovima, mehaničkom povredom — mogu se dobiti kolonije kod kojih se nivo aseksualne sporulacije u mraku približava nivou kolonija koje se drže na svetlosti.

Kada se temperatura povisi na 30°C, sklerocije koje se formiraju u mraku sazrevaju brže nego kod kolonija držanih pri 25°C, ali viša temperatura ne pojačava sporulaciju.

(Iz Instituta za biološka istraživanja, Beograd)



RADOJE BOGOJEVIĆ

## VEGETACIJSKA ZONALNA PRIPADNOST VIŠNJIČKE KOSE KRAJ BEOGRADA I NJENE OKOLINE

### UVOD

Po I. Horvatu: »Najveći deo Jugoslavije pripada šumskom području. Samo su suvi krajevi Podunavlja, u kojima zauzima znatne površine černoze, po prirodi verovatno bez šume, te pripadaju stepskoj vegetaciji. Tamo se šume nalaze samo na vlažnim staništima.« (Horvat I., Šumarska Enciklopedija, 2, str. 562).

Po V. Nojgebaueru: «... današnje klimatske prilike Vojvodine odgovaraju krajnjem severnom pojasu stepe ili južnom delu šumostepe, koju A. Kaminski i M. Filatov nazivaju šumostepom na černozeu» (str. 32); »Karakteristično je da su rumunski botaničari, i pored toga što njihovi klimatolozi nisu uvrstili černoze zonu rumunskog Banata u stepsku klimu, ipak u svojoj karti vegetacije označili ovu zonu kao tipično stepsku« (str. 34), i da »Klima černoze oblasti Vojvodine u pogledu taloga i temperature nije istovetna sa klimom černoze zone SSSR, a slična je, i ako je nešto vlažnija, od klime rumunskog Banata. Međutim, blagodareći velikom bezmraznom periodu i letnjem karakteru taloga, a u vezi s tim i velikom ukupnom isparavanju, bilans vlage i dubina prokvašavanja vojvođanskog černoze talozima slični su prilikama u černozeu SSSR. Znatnom isparavanju u jesen i zimu, a naročito u proleće mnogo doprinose suvi jugoistočni i južni vetrovi. Veće količine taloga u Vojvodini nego u stepama SSSR, i njegova bolja raspodela u vegetacionom periodu daju biljkama više fiziološki korisne vlage. Zbog toga bi prirodna vegetacija vojvođanske stepe bila raznotravna livadska stepa, koja bi se po vrstama trave razlikovala od stepe SSSR« (str. 34, Nojgebauer V., 1951, Vojvođanski černoze, njegova veza sa černozeom istočne i jugoistočne Evrope i pravac njegove degradacije).

M. Janковиć, na osnovu vegetacijskih, klimatskih i drugih oznaka, smatra da Vojvodina pripada šumostepskom području (prema usmenom saopštenju).

I Višnjička kosa sa svojom okolinom, i pored toga što predstavlja pobrđe Podunavlja na južnom obodu Panonskog Bazena, ne pripada šumskoj zoni, već šumostepskoj podzoni.

Ovo tvrđenje potkrepljuju klimatske prilike koje vladaju na ovom području, kao i današnje stanje vegetacije na Višnjičkoj kosi.

Zelim da se i ovom prilikom najtoplije zahvalim profesoru dr Miloradu Jankoviću na dragocenim savetima i sugestijama pri izradi ovoga rada, koji je izvršen u okviru moje doktorske disertacije (pod rukovodstvom prof. dr. M. Jankovića).

### KLIMATSKE PRILIKE

Da bismo dali opšte klimatske karakteristike Višnjičke kose, poslužićemo se podacima meteoroloških stanica uže i šire okoline. Naime, poslužićemo se podacima meteoroloških stanica, koje se nalaze na području između 44° 18' i 45° 22' severne geografske širine i između 19° 38' i 21° 19' istočne geografske dužine. Meteorološke stanice, uzete u obzir, svojim položajima grade dve elipse (manju i veću) u čijem se centralnom delu nalazi ispitivani objekat, Višnjička kosa, tako da su sve manje više pod uticajem iste klime i reprezentuju klimatske prilike koje vladaju na Višnjičkoj kosi.

Stanice uzete u obzir:

Red. br.	Naziv stanice	Geograf. širina	Geograf. dužina	Nadmor. visina	Ima podataka od do god.	Osmat. god.
1	Zrenjanin	45° 22'	20° 25'	82	1947—1960	14
2	Novi Sad (Rimski Šanč.)	45° 20'	19° 51'	84	1925—1940 1949—1960	28
3	Vršac	45° 09'	21° 19'	84	1925—1940 1948—1960	29
4	Sremska Mitrovica	44° 58'	19° 38'	81	1947—1960	14
5	Padinska Skela	44° 56'	20° 26'	75	1956—1960	5
6	Pančevo	44° 53'	20° 40'	80	1954—1960	7
7	Zemun Polje Beograd	44° 52'	20° 20'	88	1954—1960	7
8	(M. opservat.) Beograd	44° 48'	20° 28'	132	1925—1960	36
9	(Zvezdara)	44° 48'	20° 28'	225	1956—1960	5
10	Šabac	44° 46'	19° 41'	80	1952—1960	9
11	Radmilovac	44° 45'	20° 35'	130	1956—1960	5
12	Kovin Avala	44° 45'	20° 59'	75	1951—1960	10
13	(Šuplja Stena)	44° 41'	20° 32'	300	1958—1960 1925—1940, 51,	3
14	Smederevo Smederevska	44° 39'	20° 57'	90	1954—1960	24
15	Palanka	44° 22'	20° 57'	110	1947—1960 1927—1940	14
16	Bukovačka Banja	44° 18'	20° 33'	280	1948—1960	27

Meteorološke stanice, date u ovoj tabeli, poredane su po svom geografskom položaju, idući od severa prema jugu, a što se vidi iz rubrike

»Geografska širina«. Najsevernija stanica je Zrenjanin a najjužnija Bukovička Banja. U odnosu na geografsku dužinu, najzapadnija je stanica Sremska Mitrovica a najistočnija Vršac (rubrika »Geografska dužina«). Iz tabele se dalje vide nadmorske visine, na kojima se nalaze pomenute meteorološke stanice, kao i godine iz kojih su korišćeni podaci i najzad ukupan broj godina osmatranja.

Svi meteorološki podaci dobiveni su od Hidrometeorološkog zavoda SR Srbije, kao srednje mesečne ili mesečne vrednosti za svaki mesec i za svaku stanicu pojedinačno za onoliko godina koliko je vršeno osmatranje na toj stanici.

Osmatranja su vršena u 7, 14 i 21 čas po lokalnom vremenu. Iz tih vrednosti su izračunavane srednje dnevne vrednosti a iz njih srednje mesečne ili mesečne, koje sam uzeo i dalje obradio.

Od dobivenih vrednosti za srednje mesečne, apsolutno maksimalne, apsolutno minimalne temperature vazduha, srednje mesečne relativne vlažnosti vazduha, srednje mesečne oblačnosti, srednje mesečna osunčavanja i mesečne sume padavina za svaki mesec i za svaku stanicu pojedinačno za onoliko godina koliko je vršeno osmatranje na toj stanici, sabiranjem i deljenjem sa brojem godina osmatranja, dobio sam višegodišnje mesečne vrednosti za svaki mesec. Sabiranjem višegodišnjih mesečnih vrednosti i deljenjem sa 12, dobio sam srednje godišnje (a za padavine godišnje) za višegodišnji period osmatranja. Kolebanja sam dobio oduzimanjem najnižih višegodišnjih srednjih mesečnih odnosno mesečnih vrednosti od najviših.

Dobivene mesečne vrednosti za osunčavanje — trajanje u časovima — pretvorene su u relativno trajanje sunčeva sjaja. Ovo trajanje sunčeva sjaja predstavlja odnos između stvarnog trajanja (a) i mogućeg — potencijalnog (b) (tablica 37), i izražava se u procentima, tj.  $c = \frac{a}{b} \cdot 100$  (M.

Milosa vljević, 1951, Klimatologija, strana 71. i 72.).

Dobiveni brojevi dana sa mrazom odnosno snežnim pokrivačem za svaki mesec i za svaku stanicu pojedinačno za onoliko godina koliko je vršeno osmatranje na toj stanici, sabiranjem i deljenjem sa brojem godina osmatranja, dobio sam višegodišnji mesečni broj dana sa mrazom odnosno snežnim pokrivačem za svaki mesec, tj. za mesece kada ih je bilo.

Od dobivenih čestina vetrova i tišina u ‰ za svaki mesec, za svaku godinu i za svaku stanicu pojedinačno za onoliko godina koliko je vršeno osmatranje na toj stanici, sabiranjem i deljenjem sa brojem godina osmatranja, dobio sam višegodišnje mesečne čestine pravaca i tišina za svaki mesec u ‰. Ove vrednosti u ‰ pretvorio sam u promile po prostom pravilu trojnom, vodeći računa o mesecima sa 31, 30, 28 odnosno 29 dana, tako da mi za sve pravce i tišine suma promila u jednom mesecu mora biti 1.000. Sabiranjem višegodišnjih mesečnih vrednosti u promilima i deljenjem sa 12, dobio sam godišnje vrednosti za višegodišnji period osmatranja. Kolebanja sam dobio oduzimanjem najnižih mesečnih vrednosti od najviših.

## TEMPERATURA VAZDUHA

Temperatura vazduha je jedan od najvažnijih klimatskih faktora. Zbog toga ćemo ovde izneti obrađene podatke za srednje mesečne temperature, srednje mesečne apsolutne maksimalne temperature, srednje mesečne apsolutne minimalne temperature, apsolutne mesečne maksimalne i minimalne temperature i njihove amplitude, kao i broj dana sa mrazom — minimumom temperature vazduha  $< 0^{\circ}\text{C}$ , za ovo područje. Napominjemo da su sve ove temperature vazduha merene na 2 metra iznad površine zemljišta u standardnoj meteorološkoj kućici (termometarskom zaklonu).

*Srednje mesečne i srednje godišnje temperature vazduha i njihova kolebanja* (Tablica 1). — Srednja mesečna temperatura vazduha najhladnijeg meseca, januara, varira od  $-1,2^{\circ}$  (Zemun Polje) do  $0,5^{\circ}$  (Vršac), tj. za  $1,7^{\circ}$ . U februaru od  $-1,0^{\circ}$  (Pančevo) do  $2,1^{\circ}$  (Avala—Š. Stena), tj.  $3,1^{\circ}$ . U februaru jedino Padinska Skela i Pančevo imaju niže srednje mesečne temperature od  $0^{\circ}$ , a u isto vreme to su i jedine stanice na ovom području koje imaju nižu februarsku od januarske temperature. U martu od  $4,4^{\circ}$  (Pad. Skela) do  $6,2^{\circ}$  (Beograd—M. opservat.), tj.  $1,8^{\circ}$ . U aprilu od  $9,9^{\circ}$  (Avala—Š. Stena) do  $12,1^{\circ}$  (Vršac i Beograd—M. opservat.), tj.  $2,2^{\circ}$ . U maju od  $15,6^{\circ}$  (Bukovička Banja) do  $17,0^{\circ}$  (Vršac i Beograd—M. opservat.), tj.  $1,4^{\circ}$ . U junu od  $18,7^{\circ}$  (Avala—Š. Stena) do  $20,4^{\circ}$  (Zrenjanin, Vršac i Beograd—M. opservat.), tj.  $1,7^{\circ}$ . U julu od  $21,0^{\circ}$  (Avala—Š. Stena) do  $22,7^{\circ}$  (Beograd—M. opservat.), tj.  $1,7^{\circ}$ . Juli mesec je najtopliji mesec i samo tri stanice (Zrenjanin, Beograd—Zvezdara i Avala Š. Stena) od 16, imaju najvišu temperaturu u avgustu a ne u julu. U avgustu od  $20,3^{\circ}$  (Smederevo) do  $22,0^{\circ}$  (Beograd—M. opservat.), tj.  $1,7^{\circ}$ . U septembru od  $16,0^{\circ}$  (Beograd—Zvezdara) do  $18,3^{\circ}$  (Beograd—M. opservat.), tj.  $2,3^{\circ}$ . U oktobru od  $11,1^{\circ}$  (Sremska Mitrovica) do  $12,9^{\circ}$  (Vršac), tj.  $1,8^{\circ}$ . U novembru od  $6,0^{\circ}$  (Pančevo i Beograd—Zvezdara) do  $7,9^{\circ}$  (Vršac), tj.  $1,9^{\circ}$ . U decembru od  $1,8^{\circ}$  (Novi Sad—Rimski Šančevi i Buk. Banja) do  $3,8^{\circ}$  (Pad. Skela), tj.  $2,0^{\circ}\text{C}$ .

Mesečna variranja temperature se kreću oko  $2,0^{\circ}$  osim februara, gde je variranje najveće ( $3,1^{\circ}$ ) i maja, kada je najmanje ( $1,4^{\circ}$ ).

Srednja godišnja temperatura varira od  $10,9^{\circ}$  (Zemun Polje i Buk. Banja) do  $11,9^{\circ}$  (Vršac i Beograd—M. opservat.), tj. za  $1,0^{\circ}\text{C}$ .

Godišnje variranje između najnižih i najviših srednjih mesečnih temperatura se kreće od  $21,3^{\circ}$  (Avala—Š. Stena) do  $22,9^{\circ}$  (Novi Sad—R. Šančevi), tj. za  $1,6^{\circ}\text{C}$ .

Srednja mesečna temperatura celog područja za najhladniji mesec, januar, iznosi  $-0,2^{\circ}$ , za februar  $0,7^{\circ}$ , za mart  $5,3^{\circ}$ , za april  $11,3^{\circ}$ , za maj  $16,4^{\circ}$ , za juni  $19,9^{\circ}$ , za najtopliji, juli  $21,8^{\circ}$ , za avgust  $21,3^{\circ}$ , za septembar  $17,2^{\circ}$ , za oktobar  $11,9^{\circ}$ , za novembar  $6,6^{\circ}$  i za decembar  $3,0^{\circ}\text{C}$ . Srednja godišnja temperatura celog područja iznosi  $11,3^{\circ}$  a kolebanje između najniže i najviše temperature je  $22,0^{\circ}\text{C}$ .

*Srednje mesečne i srednje godišnje apsolutne maksimalne temperature vazduha i njihova kolebanja* (Tablica 2). — Srednja mesečna apso-



Tablica 1. Srednje mesečne i srednje godišnje temperature vazduha u °C i njihova kolebanja za višegodišnji period osmatranja.

Table 1. Mittlere Monats- und Jahreslufttemperaturen in °C und ihre Schwankungen für mehrjährige Beobachtungsperioden.

naziv stanice	meseč												Kol.	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
1. Zrenjanin	0,8	0,3	5,3	11,8	16,9	20,4	21,2	21,8	17,8	11,4	6,1	2,5	11,2	22,6
2. Novi Sad	0,3	1,0	5,6	11,7	16,5	20,2	22,6	21,6	17,8	12,3	7,1	1,8	11,5	22,9
3. Vršac	0,5	1,2	6,1	12,1	17,0	20,4	22,6	21,8	18,2	12,9	7,9	2,5	11,9	22,1
4. Sremska Mitrovica	0,5	0,7	5,4	11,8	16,4	19,8	21,5	20,9	17,2	11,1	6,9	2,4	11,1	22,0
5. Padinska Skela	0,5	0,7	4,4	11,3	16,9	19,7	21,6	21,3	16,4	11,7	6,4	3,8	11,0	22,3
6. Pančevo	0,9	1,0	4,9	10,9	16,3	20,2	21,6	21,3	17,1	11,7	6,0	3,6	11,0	22,6
7. Zemun Polje	1,2	0,2	5,0	10,3	16,4	20,0	21,5	21,0	17,0	11,6	6,1	3,3	10,9	22,7
8. Beograd -- M. opservat.	0,1	1,9	6,2	12,1	17,0	20,4	22,7	22,0	18,3	12,5	7,3	2,3	11,9	22,8
9. Beograd -- Zvezdara	0,1	1,2	4,8	11,0	16,1	19,6	21,7	21,8	16,0	12,3	6,0	3,6	11,2	21,7
10. Šabac	0,3	0,6	5,6	11,3	15,8	19,8	21,5	21,0	17,0	11,7	6,1	3,2	11,1	21,8
11. Radmilovac	0,3	0,9	4,8	11,1	15,8	19,4	21,4	21,1	16,4	11,4	6,2	3,2	11,0	21,7
12. Kovin	0,2	0,6	5,4	11,4	16,4	20,2	22,0	21,6	17,6	11,8	6,1	2,8	11,3	21,8
13. Avala -- Š. Stena	0,2	2,1	4,8	9,9	16,4	18,7	21,0	21,1	16,3	12,2	6,8	5,2	11,2	21,3
14. Smederevo	0,0	0,3	5,7	11,6	16,3	20,0	22,1	20,3	17,4	12,4	7,5	2,1	11,3	22,1
15. Smederevska Palanka	0,1	1,2	5,6	11,7	16,5	19,8	21,9	21,5	17,4	11,5	6,7	3,2	11,4	21,8
16. Bukovička Banja	0,0	0,5	5,2	10,9	15,6	19,2	21,4	20,8	16,8	11,5	6,7	1,8	10,9	21,4
s r e d n j a	0,2	0,7	5,3	11,3	16,4	19,9	21,8	21,3	17,2	11,9	6,6	3,0	11,3	22,0

Tablica 2. Srednje mesečne i srednje godišnje apsolutne temperature maksimalne temperature vazduha u °C i njihova kolebanja za višegodišnji period osmatranja.

Tabelle 2. Absolut maximale mittlere Monats- und Jahreslufttemperaturen in °C und ihre Schwankungen für mehrjährige Beobachtungsperioden.

Red. naziv stanice	mesec													
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God. Kol.	
1. Zrenjanin	10,7	13,6	22,0	26,4	30,5	32,4	35,2	35,5	31,4	25,8	18,4	14,7	24,2	24,8
2. Novi Sad	12,8	14,7	20,9	25,8	29,6	33,0	35,6	35,3	31,5	26,4	19,9	15,2	25,1	22,8
3. Vršac	12,4	14,0	21,1	26,0	30,0	32,8	35,2	35,3	31,8	26,8	20,0	15,1	25,0	22,9
4. Sremska Mitrovica	12,8	15,4	22,6	26,4	30,2	32,4	35,0	35,7	31,6	26,2	19,3	16,0	25,3	22,9
5. Padinska Skela	11,9	14,2	19,8	24,8	32,0	32,0	34,6	34,4	30,1	25,8	19,9	8,6	24,9	23,1
6. Pančevo	11,4	14,1	21,9	25,3	29,8	32,3	35,0	34,7	31,4	26,2	18,7	16,8	24,8	23,6
7. Zemun Polje	11,7	14,4	21,7	25,0	29,5	31,9	35,0	35,2	30,7	26,1	18,8	16,4	24,7	23,5
8. Beograd — M. opservat.	13,6	15,3	21,9	26,1	29,1	33,0	35,4	35,8	32,3	27,2	20,4	15,6	25,5	22,2
9. Beograd — Zvezdara	13,4	13,8	20,2	24,6	27,4	30,9	34,0	34,5	30,3	24,8	18,2	16,9	24,1	21,1
10. Šabac	13,6	15,7	23,1	26,1	29,8	32,2	35,2	36,0	31,6	25,7	19,0	17,1	25,4	22,4
11. Radmilovac	13,6	14,3	21,0	25,0	29,0	31,7	35,1	36,2	30,2	26,1	19,1	17,3	24,9	22,6
12. Kovin	12,2	13,9	22,3	25,6	30,5	32,1	35,3	35,6	31,2	25,6	18,6	15,3	24,9	23,4
13. Avala — Š. Stena	13,7	16,5	19,9	22,7	31,1	30,3	34,8	33,8	29,3	24,6	18,1	16,7	24,3	21,1
14. Smederevo	11,6	13,8	20,5	25,4	29,4	33,0	35,5	34,3	31,2	26,4	19,8	13,5	24,5	23,9
15. Smederevska Palanka	12,5	15,2	22,8	25,8	30,2	32,4	35,1	36,0	31,9	25,8	19,5	15,8	25,4	23,5
16. Bukovička Banja	14,0	14,8	21,0	25,4	28,8	32,2	35,3	35,5	31,5	26,5	19,8	16,0	25,1	21,5
s r e d n j a	12,6	14,6	21,4	25,4	29,8	32,2	35,1	35,2	31,1	26,0	19,2	16,1	24,9	22,6

lutna maksimalna temperatura vazduha najhladnijeg meseca, januara, varira od 10,7° (Zrenjanin) do 14,0° (Buk. Banja), tj. za 3,3°. U februaru od 13,6° (Zrenjanin) do 16,5° (Avala—Š. Stena), tj. 2,9°. U martu od 19,8° (Pad. Skela) do 23,1° (Šabac), tj. 3,3°. U aprilu od 22,7° (Avala—Š. Stena) do 26,4° (Zrenjanin i Srem. Mitrovica), tj. 3,7°. U maju od 27,4° (Beograd—Zvezdara) do 32,0° (Pad. Skela), tj. 4,6°. U junu od 30,3° (Avala—Š. Stena) do 33,0° (Novi Sad—R. Šančevi, Beograd—M. opservat. i Smederevo), tj. 2,3°. U julu od 34,0° (Beograd—Zvezdara) do 35,6° (Novi Sad—R. Šančevi), tj. 1,6°. U avgustu od 33,8° (Avala—Š. Stena) do 36,2° (Radmilovac), tj. 2,4°. U septembru od 29,3° (Avala—Š. Stena) do 32,3° (Beograd—M. opservat.), tj. 3,0°. U oktobru od 24,6° (Avala—Š. Stena) do 27,2° (Beograd—M. opservat.), tj. 2,6°. U novembru od 18,1° (Avala—Š. Stena) do 20,4° (Beograd—M. opservat.), tj. 2,3°. U decembru od 13,5° (Smederevo) do 18,6° (Pad. Skela), tj. 5,1°C.

Period januar—mart ima više srednje mesečne apsolutne maksimalne temperature na južnijim stanicama a period april—decembar ima više temperature na severnijim stanicama.

Mesečna kolebanja srednjih mesečnih apsolutnih maksimalnih temperatura su veća u zimskim mesecima (za decembar 5,1°) i u prolećnim (za maj 4,6°) a manja u letnjim (u julu je variranje najmanje 1,6°). Zimski mesec februar i jesenji meseci oktobar i novembar imaju nešto manje variranje od ostalih meseca ova dva godišnja doba.

Srednja godišnja apsolutna maksimalna temperatura varira od 24,1° (Beograd—Zvezdara) do 25,5° (Beograd—M. opservat.), tj. za 1,4°C.

Godišnje variranje između najnižih i najviših srednjih mesečnih apsolutnih maksimalnih temperatura kreće se od 21,1° (Beograd—Zvezdara i Avala—Š. Stena) do 24,8° (Zrenjanin), tj. za 3,7°C.

Srednja mesečna apsolutna maksimalna temperatura celog područja za najhladniji mesec, januar, iznosi 12,6°, za februar 14,6°, za mart 21,4°, za april 25,4°, za maj 29,8°, za juni 32,2°, za juli 35,1°, za avgust 35,2°, za septembar 31,1°, za oktobar 26,0°, za novembar 19,2° i za decembar 16,1°. Najviša srednja mesečna apsolutna maksimalna temperatura pada u avgustu, a ne u najtoplijem, julu, i viša je svega za 0,1°. To dolazi otuda, što od 16 stanica, samo 5 imaju maksimum u julu a 11 taj maksimum imaju u avgustu. Srednja godišnja maksimalna temperatura celog područja iznosi 24,9° a kolebanje između najniže i najviše temperature je 22,6°C.

*Srednje mesečne i srednje godišnje apsolutne minimalne temperature vazduha i njihova kolebanja* (Tablica 3). — Srednja mesečna apsolutna minimalna temperatura vazduha najhladnijeg meseca, januara, varira od —17,1° (Pad. Skela) do —11,3° (Beograd—M. opservat.), tj. za 5,8°. U februaru od —18,6° (Pad. Skela) do —9,8° (Beograd—Zvezdara i Avala—Š. Stena), tj. 8,8°. U februaru Pad. Skela, Kovin i Buk. Banja imaju nižu srednju mesečnu apsolutnu minimalnu temperaturu od januarske, a sve ostale stanice imaju nižu januarsku od februarske temperature. Najniža minimalna temperatura celog područja pada u ovom mesecu (Pad. Skela —18,6°). U martu varira od —8,1° (Buk. Banja) do —5,3° (Beograd—M. opservat.), tj. 2,8°. U aprilu od —2,3° (Zemun Polje) do 0,2° (Beograd—M.

opservat.), tj. 2,5°. U aprilu jedino Beograd—M. opservatorija ima višu srednju mesečnu apsolutnu minimalnu temperaturu od 0°, dok sve ostale stanice na ovom području imaju te temperature niže od 0°. U maju varira od 1,8° (Kovin) do 4,9° (Beograd—M. opservat.), tj. 3,1°. U maju su na celom području srednje mesečne apsolutne minimalne temperature više od 0°. U junu varira od 7,2° (Smederevo i Buk. Banja) do 9,8° (Beograd—M. opservat. i Beograd—Zvezdara), tj. 2,6°. U julu od 9,3° (Smederevo) do 11,9° (Beograd—M. opservat.), tj. 2,6°. Juli mesec je najtopliji mesec i samo dve stanice (Beograd—Zvezdara i Avala—Š. Stena) od 16, imaju najvišu srednju mesečnu apsolutnu minimalnu temperaturu u avgustu a ne u julu. U avgustu varira od 8,2° (Smed. Palanka) do 11,8° (Beograd—Zvezdara), tj. 3,6°. U septembru od 2,0° (Smed. Palanka) do 6,8° (Beograd—M. opservat.), tj. 4,8°. U oktobru od —1,8° (Smed. Palanka) do 2,5° (Avala—Š. Stena), tj. 4,3°. U oktobru samo 5 stanica (Novi Sad—R. Šančevi, Beograd—M. opservat., Beograd—Zvezdara, Radmilovac i Avala—Š. Stena) imaju više srednje mesečne apsolutne minimalne temperature od 0° a sve ostale stanice niže. U novembru varira od —5,5° (Kovin) do —2,0° (Avala—Š. Stena), tj. 3,5°. U decembru od —12,3° (Smederevo) do —3,5° (Avala—Š. Stena), tj. 8,8°C.

Mesečna variranja srednjih mesečnih apsolutnih minimalnih temperatura su najveća u zimskim mesecima. Posle zimskih dolaze jesenji meseci a prolećni i letnji imaju najmanje variranje.

Srednja godišnja apsolutna minimalna temperatura varira od —2,3° (Smederevo) do 1,0° (Beograd—M. opservat.), tj. za 3,3°C.

Godišnje variranje između najnižih i najviših srednjih mesečnih apsolutnih minimalnih temperatura kreće se od 22,6° (Avala—Š. Stena) do 29,0° (Pad. Skela), tj. za 6,4°C.

Srednja mesečna apsolutna minimalna temperatura celog područja za najhladniji mesec, januar, iznosi —14,4°, za februar —13,6°, za mart —6,7°, za april —1,2°, za maj 3,3°, za juni 8,6°, za najtopliji mesec, juli 10,4°, za avgust 9,8°, za septembar 3,8°, za oktobar —0,2°, za novembar —4,2° i za decembar —8,4°. Srednja godišnja minimalna temperatura celog područja iznosi —1,0° a kolebanje između najniže i najviše temperature je 24,8°C.

Iz dosadašnjeg izlaganja može se izvući zaključak, da su godišnji hodoi temperaturnih krivulja srednjih, apsolutnih maksimalnih i apsolutnih minimalnih skoro paralelni.

*Apsolutne mesečne minimalne i maksimalne temperature vazduha i njihove amplitude.* — U toku višegodišnjeg perioda osmatranja zabeležene su na pojedinim stanicama sledeće najniže i najviše temperature vazduha: U Zrenjaninu je zabeležena najniža temperatura vazduha u februaru 1956. godine (—28,7°), a najviša u julu 1950. godine (39,8°); amplituda 68,5°. U Novom Sadu—R. Šančevi najniža u januaru 1933. godine (—26,5°), a najviša u avgustu 1957. godine (39,9°); amplituda 66,4°. U Vršcu najniža u februaru 1956. godine (—31,3°), a najviša u julu 1927. godine (39,2°); amplituda 70,5°. U Sremskoj Mitrovici najniža u januaru 1947. godine (—26,6°), a najviša u julu 1950. godine (40,8°); amplituda 67,4°. U Pa-

4\* Tablica 3. Srednje mesečne i srednje godišnje apsolutne minimalne temperature vazduha u °C i njihova kolebanja za višegodišnji period osmatranja.

Tabelle 3. Absolut minimale mittlere Monats- und Jahreslufttemperaturen in °C und ihre Schwankungen für mehrjährige Beobachtungsperioden.

naziv stanice	meseč												Kol.	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
1. Zrenjanin	-15,0	-13,6	-7,2	-1,3	3,7	8,9	9,8	9,1	3,8	-1,1	-4,9	-8,8	-1,4	24,8
2. Novi Sad	-13,6	-12,5	-6,6	-0,6	4,2	9,1	11,3	10,6	5,4	0,8	-3,4	-9,5	-0,5	24,9
3. Vršac	-13,8	-13,7	-6,4	-1,6	3,4	8,3	10,3	9,6	3,5	-1,1	-4,2	-10,2	-0,6	24,1
4. Sremska Mitrovica	-13,7	-13,2	-5,7	-0,4	4,1	9,0	10,6	9,9	3,9	-0,7	-4,2	-8,2	-0,7	24,3
5. Padinska Skela	-17,1	-18,6	-7,1	-0,6	3,0	8,6	10,4	9,1	2,7	-1,0	-4,5	-8,2	-1,9	29,0
6. Pančevo	-16,1	-15,9	-7,3	-0,8	3,8	9,3	10,9	10,8	3,4	-0,6	-4,6	-6,8	-1,2	27,0
7. Zemun Polje	-16,5	-14,0	-6,7	-2,3	2,7	8,1	10,5	9,9	3,3	-1,1	-4,5	-7,8	-1,5	27,0
8. Beograd — M. opservat.	-11,3	-10,2	-5,3	0,2	4,9	9,8	11,9	11,1	6,8	1,4	-2,5	-8,7	1,0	23,2
9. Beograd — Zvezdara	-11,7	-9,8	-5,8	-0,7	3,6	9,8	11,7	11,8	5,7	2,4	-3,5	-6,8	0,7	23,5
10. Šabac	-15,0	-14,0	-6,2	-1,5	2,3	7,8	10,4	9,7	3,0	-0,5	-5,3	-8,3	-1,5	25,4
11. Radmilovac	-14,9	-13,3	-5,9	-0,3	3,4	8,8	10,4	9,7	3,5	0,2	-4,0	-7,1	-0,6	25,3
12. Kovin	-14,9	-15,2	-7,5	-2,0	1,8	8,5	9,6	8,4	2,3	-1,1	-5,5	-9,4	-2,1	24,8
13. Avala — Š. Stena	-11,5	-9,8	-5,6	-1,3	3,7	9,3	10,4	11,1	5,9	2,5	-2,0	-3,5	0,8	22,6
14. Smederevo	-15,5	-14,8	-7,5	-1,9	2,8	7,2	9,3	8,3	2,5	-1,1	-4,4	-12,3	-2,3	24,3
15. Smederevska Palanka	-15,8	-14,3	-8,0	-1,8	2,6	7,5	9,8	8,2	2,0	-1,8	-5,4	-8,6	-2,1	25,6
16. Bukovička Banja	-13,6	-13,9	-8,1	-1,7	2,7	7,2	9,7	8,9	3,8	-0,7	-4,9	-10,7	-1,8	23,6
s r e d n j a	-14,4	-13,6	-6,7	-1,2	3,3	8,6	10,4	9,8	3,8	-0,2	-4,2	-8,4	-1,0	24,8

dinskoj Skeli najniža u februaru 1956. godine ( $-31,0^\circ$ ), a najviša u avgustu 1956. godine ( $36,5^\circ$ ); amplituda  $67,5^\circ$ . U Pančevu najniža u februaru 1956. godine ( $-27,8^\circ$ ), a najviša u avgustu 1958. godine ( $38,2^\circ$ ); amplituda  $66,0^\circ$ . U Zemun Polju najniža u februaru 1956. godine ( $-28,3^\circ$ ), a najviša u avgustu 1957. g. ( $38,7^\circ$ ); amplituda  $67,0^\circ$ . U Beogradu—M. opservatorija najniža u februaru 1929. godine ( $-25,5^\circ$ ), a najviša u septembru 1946. godine ( $41,8^\circ$ ); amplituda  $67,3^\circ$ . U Beogradu—Zvezdara najniža u februaru 1956. godine ( $-18,7^\circ$ ), a najviša u avgustu 1958. godine ( $37,0^\circ$ ); amplituda  $55,7^\circ$ . U Šabcu najniža u februaru 1956. godine ( $-28,5^\circ$ ), a najviša u avgustu 1952. godine ( $40,0^\circ$ ); amplituda  $68,5^\circ$ . U Radmilovcu najniža u februaru 1956. godine ( $-24,8^\circ$ ), a najviša u avgustu 1957. godine ( $39,5^\circ$ ); amplituda  $64,3^\circ$ . U Kovinu najniža u februaru 1956. godine ( $-27,0^\circ$ ), a najviša u avgustu 1956. godine ( $39,0^\circ$ ); amplituda  $66,0^\circ$ . Na Aavali—Š. Stena najniža u februaru 1960. godine ( $-13,2^\circ$ ), a najviša u avgustu 1958. godine ( $37,2^\circ$ ); amplituda  $50,4^\circ$ . U Smederevu najniža u februaru 1929. godine ( $-31,5^\circ$ ), a najviša u julu 1939. godine ( $39,0^\circ$ ); amplituda  $70,5^\circ$ . U Smederevskoj Palanci najniža u januaru 1947. godine ( $-32,6^\circ$ ), a najviša u avgustu 1951. godine ( $39,9^\circ$ ); amplituda  $72,5^\circ$ . U Bukovičkoj Banji najniža u februaru 1929. godine ( $-28,4^\circ$ ), a najviša u julu 1939. godine ( $41,2^\circ$ ); amplituda  $69,6^\circ\text{C}$ .

Apsolutne minimalne temperature vazduha, na celom području, kreću se od  $-32,6^\circ$  (Smed. Palanka) do  $-13,2^\circ$  (Avala—Š. Stena). Ovako visoka apsolutno minimalna temperatura na Avali zabeležena je februara 1960. godine, jer za ovu stanicu raspoložemo najmanjim periodom osmatranja (1958—1960), a u ovom periodu nismo imali tako izrazito niske temperature. Minimalni ekstremi padaju na kraj zime, tj. u januaru (Novi Sad, Srem. Mitrovica, Smed. Palanka) i u februaru (sve ostale stanice).

Apsolutne maksimalne temperature kreću se od  $36,5^\circ$  (Padinska Skela) do  $41,8^\circ$  (Beograd — M. opservatorija). Maksimalni ekstremi padaju na kraj leta, tj. u julu (Zrenjanin, Vršac, Srem. Mitrovica, Smederevo, Bukovička Banja) i u avgustu (sve ostale stanice izuzev Beograd — M. opservatorija, kod koje ovaj maksimum pada u septembru).

Amplitude se kreću od  $50,4^\circ$  (Avala — Š. Stena) do  $72,5^\circ$  (Smed. Palanka).

*Broj dana sa mrazom — minimumom temperature vazduha  $< 0^\circ\text{C}$  (Tablica 4).* — Broj dana sa mrazom u oktobru varira od 0 dana (Beograd — M. opservat., Beograd — Zvezdara, Avala — Š. Stena) do 4 dana (Smed. Palanka), tj. za 4 dana. U novembru od 3 dana (Avala — Š. Stena) do 9 dana (Kovin), tj. za 6 dana. U decembru od 9 dana (Avala — Š. Stena) do 20 dana (Buk. Banja), tj. za 11 dana. U januaru od 21 dan (Vršac) do 26 dana (Kovin), tj. za 5 dana. U februaru od 15 dana (Beograd — Zvezdara) do 22 dana (Pad. Skela), tj. za 7 dana. U martu od 1 dan (Avala — Š. Stena) do 15 dana (Pad. Skela, Kovin, Buk. Banja), tj. za 14 dana. U aprilu od 1 dan (Srem. Mitrovica, Pad. Skela, Beograd — M. opservat., Beograd — Zvezdara, Radmilovac, Avala — Š. Stena) do 3 dana (Vršac, Zemun Polje, Šabac, Kovin, Smederevo, Smed. Palanka, Buk. Banja), tj. za 2 dana.

Tablica 4. Broj dana sa mrazom-minimumom temperature vazduha  $< 0^{\circ}\text{C}$  za višegodišnji period osmatranja.

Tabelle 4. Frosttagenanzahl mit minimaler Lufttemperatur  $< 0^{\circ}\text{C}$  für mehrjährige Beobachtungsperioden.

Red. broj	mesec							
	naziv stanice	X	XI	XII	I	II	III	IV
1.	Zrenjanin	3	8	16	23	19	14	2
2.	Novi Sad	1	6	17	23	18	13	2
3.	Vršac	2	6	16	21	18	13	3
4.	Sremska Mitrovica	2	7	16	22	18	12	1
5.	Padinska Skela	2	7	15	23	22	15	1
6.	Pančevo	2	8	13	24	20	14	2
7.	Zemun Polje	2	6	12	25	18	12	3
8.	Beograd — M. opservat.	—	5	16	22	17	10	1
9.	Beograd — Zvezdara	—	6	14	22	15	13	1
10.	Šabac	1	8	16	23	20	14	3
11.	Radmilovac	1	5	13	22	17	13	1
12.	Kovin	3	9	19	26	20	15	3
13.	Avala — Š. Stena	—	3	9	22	16	1	1
14.	Smederevo	2	7	19	24	21	14	3
15.	Smederevska Palanka	4	7	16	22	18	14	3
16.	Bukovička Banja	2	8	20	24	20	15	3
	s r e d n j a	2	7	15	23	18	13	2

Mesečna variranja se kreću od 2 dana (april) do 14 dana (mart).

Broj dana sa mrazom celog područja za oktobar iznosi 2 dana, za novembar 7 dana, za decembar 15 dana, za januar 23 dana, za februar 18 dana, za mart 13 dana i za april 2 dana.

Najveći mesečni brojevi dana sa mrazom su u najhladnijem mesecu, januaru, i to kod svih 16 stanica, a najmanji padaju u oktobru ili aprilu.

U toku višegodišnjeg perioda osmatranja mrazeva je bilo i u drugim mesecima, osim perioda oktobar—april, ali samo u pojedinim godinama i trajali su vrlo kratko, svega nekoliko dana (Smederevo maja 4 a septembra 5 dana, Vršac maja 2 a septembra 3 dana, Buk. Banja maja 4 a septembra 2 dana, Smed. Palanka maja 2 i septembra 2 dana, Kovin maja 4 dana, Zemun Polje maja 1 dan, Novi Sad — R. Šančevi maja 1 dan i Beograd — M. opservatorija 1 dan).

SREDNJE MESEČNE I SREDNJE GODIŠNJE RELATIVNE VLAŽNOSTI VAZDUHA  
U ‰ I NJIHOVA KOLEBANJA (Tablica 5)

Srednja mesečna relativna vlažnost u januaru varira od 81‰ (Beograd — M. opservat.) do 90‰ (Pad. Skela), tj. za 9‰. U februaru od 77‰ (Beograd — M. opservat.) do 90‰ (Pad. Skela), tj. za 13‰. U martu od 68‰ (Beograd — M. opservat.) do 83‰ (Pad. Skela), tj. za 15‰. U aprilu od 63‰ (Beograd — M. opservat.) do 77‰ (Avala — Š. Stena), tj. za 14‰. U maju od 66‰ (Beograd — M. opservat.) do 77‰ (Radmilovac i Smederevo), tj. za 11‰. U junu od 65‰ (Beograd — M. opservat.) do 76‰ (Srem. Mitrovica i Smederevo), tj. za 11‰. U julu od 62‰ (Beograd — M. opservat.) do 73‰ (Pančevo, Šabac, Smederevo), tj. za 11‰. U avgustu od 62‰ (Beograd — M. opservat.) do 74‰ (Pančevo, Šabac), tj. za 12‰. U septembru od 65‰ (Beograd — M. opservat.) do 76‰ (Šabac), tj. za 11‰. U oktobru od 65‰ (Beograd — M. opservat.) do 76‰ (Šabac), tj. za 11‰. U novembru od 77‰ (Beograd — M. opservat.) do 86‰ (Srem. Mitrovica, Pad. Skela, Pančevo, Beograd — Zvezdara, Radmilovac), tj. za 9‰. U decembru od 82‰ (Vršac) do 89‰ (Srem. Mitrovica, Pad. Skela, Pančevo, Smederevo), tj. za 7‰.

Najmanje variranje je u decembru (7‰) a najveće u martu (15‰). Kraj proleća, leto i početak jeseni imaju ista variranja (11‰).

Srednje godišnje relativne vlažnosti variraju od 70‰ (Beograd — M. opservat.) do 80‰ (Pad. Skela), tj. za 10‰.

Godišnja variranja između najnižih i najviših srednjih mesečnih relativnih vlažnosti kreću se od 16‰ (Vršac, Šabac, Smederevo, Smed. Palanka) do 23‰ (Srem. Mitrovica), tj. za 7‰.

Srednja mesečna relativna vlažnost celog područja u januaru iznosi 86‰, u februaru 82‰, u martu 76‰, u aprilu 70‰, u maju 73‰, u junu 72‰, u julu 69‰, u avgustu 70‰, u septembru 71‰, u oktobru 77‰, u novembru 84‰ i u decembru 86‰. Srednja godišnja relativna vlažnost celog područja iznosi 76‰ a kolebanje između najniže i najviše relativne vlažnosti je 18‰.

Najmanja srednja mesečna relativna vlažnost je u mesecu julu, tj. kada je srednje mesečna temperatura najviša. Izuzetak čine stanice gde je najtopliji mesec avgust (Zrenjanin, Beograd — Zvezdara i Avala — Š. Stena). Kod njih najmanja srednja mesečna relativna vlažnost ne pada u julu, već u najtoplijem mesecu avgustu (Zrenjanin i Beograd — Zvezdara) a na stanici Avala — Š. Stena minimum pada na mesec septembar. I kod dve stanice sa najtoplijim mesecom julom (Zemun Polje i Radmilovac) ne poklapa se minimum relativne vlažnosti sa najvišom temperaturom. Kod prve stanice (Zemun Polje) minimum pada u septembru a kod druge (Radmilovac) u avgustu.

U aprilu imamo drugi minimum relativne vlažnosti, koji nastaje usled naglog porasta temperature vazduha u odnosu na period februar—mart. Izuzetak su samo dve stanice (Zrenjanin i Avala — Š. Stena). Drugi minimum za Zrenjanin pada na mesec maj a na Avali — Š. Stena pada čak na mesec juli, te se poklapa sa prvim minimumom.



Tablica 5. Srednje mesečne i srednje godišnje relativne vlažnosti vazduha u % i njihova kolebanja za višegodišnji period osmatranja.  
 Tabelle 5. Mittlere Monats- und Jahres- relative Luftfeuchtigkeitstemperaturen in % und ihre Schwankungen für die mehrjährige Beobachtungsperioden.

broj naziv stanice	meseč												God. Kol.	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
1. Zrenjanin	88	86	76	71	70	71	68	67	69	76	85	88	76	21
2. Novi Sad	86	81	75	68	70	69	64	67	70	77	84	86	75	22
3. Vršac	82	79	72	66	70	69	66	67	67	73	79	82	74	16
4. Sremska Mitrovica	88	85	77	72	74	76	66	73	75	79	86	89	78	23
5. Padinska Skela	90	90	83	72	76	75	72	73	73	78	86	89	80	18
6. Pančevo	88	87	79	72	75	74	73	74	73	81	86	89	79	17
7. Zemun Polje	85	81	75	70	71	69	69	68	67	76	81	84	75	18
8. Beograd — M. opservat.	81	77	68	63	66	65	62	62	65	73	77	83	70	21
9. Beograd — Zvezdara	82	80	80	66	76	71	70	67	68	76	86	87	76	21
10. Šabac	86	82	75	71	75	75	73	74	76	81	85	87	78	16
11. Radmilovac	87	84	76	73	77	74	72	70	72	78	86	87	78	17
12. Kovin	88	85	77	73	74	75	70	71	72	78	83	86	78	18
13. Avala — Š. Stena	85	80	82	77	74	71	69	71	66	72	85	85	76	19
14. Smederevo	88	81	78	74	77	76	73	73	75	80	85	89	79	16
15. Smederevska Palanka	83	80	72	68	71	71	67	67	69	75	81	83	74	16
16. Bukovička Banja	84	79	74	68	73	72	66	67	71	79	83	85	75	19
s r e d n j a	86	82	76	70	73	72	69	70	71	77	84	86	76	18

U maju relativna vlažnost raste uporedo sa temperaturom zbog toga što i mesečne sume padavina rastu.

Relativna vlažnost vazduha dostiže svoj maksimum u zimskim mesecima (decembar, januar, februar), kada je temperatura vazduha najniža.

MESEČNA I GODIŠNJA ISPARLJIVOST U mm I NJIHOVA KOLEBANJA  
(Tablica 6)

Višegodišnje mesečne vrednosti za isparljivost dobio sam po tablicama N. N. Ivanova (Ivanov N. N., 1958.), iz višegodišnjih srednjih mesečnih temperatura i višegodišnjih srednjih mesečnih relativnih vlažnosti vazduha.

Mesečna isparljivost u januaru varira od 11 mm (Pad. Skela) do 22 mm (Vršac), tj. za 11 mm. U februaru od 10 mm (Pad. Skela) do 29 mm (Beograd — M. opservat.), tj. za 19 mm. U martu od 24 mm (Pad. Skela) do 55 mm (Beograd — M. opservat.), tj. za 31 mm. U aprilu od 48 mm (Avala — Š. Stena) do 89 mm (Beograd — M. opservat.), tj. za 41 mm. U maju od 67 mm (Radmilovac, Smederevo) do 108 mm (Beograd — M. opservat.), tj. za 41 mm. U junu od 87 mm (Srem. Mitrovica, Pad. Skela, Šabac, Kovin, Smederevo) do 124 mm (Beograd — M. opservat.), tj. za 37 mm. U julu od 103 mm (Pančevo, Šabac, Smederevo) do 157 mm (Beograd — M. opservat.), tj. za 54 mm. U avgustu od 95 mm (Smederevo) do 151 mm (Beograd — M. opservat.), tj. za 56 mm. U septembru od 76 mm (Srem. Mitrovica, Šabac, Smederevo) do 113 mm (Beograd — M. opservat.), tj. za 37 mm. U oktobru od 44 mm (Pančevo, Šabac) do 69 mm (Avala — Š. Stena), tj. za 25 mm. U novembru od 24 mm (Zrenjanin, Pad. Skela, Pančevo, Beograd — Zvezdara, Šabac, Radmilovac) do 41 mm (Beograd — M. opservat.), tj. za 17 mm. U decembru od 13 mm (Srem. Mitrovica, Smederevo) do 25 mm (Vršac), tj. za 12 mm.

Godišnja isparljivost varira od 652 mm (Smederevo) do 976 mm (Beograd — M. opservatorija), tj. za 324 mm.

Najveća mesečna isparljivost pada na stanicu Beograd — M. opservatorija, tako da je i godišnja vrednost isparljivosti na toj stanici najveća (976 mm). Veću mesečnu isparljivost ima samo Vršac u januaru i decembru i Avala — Š. Stena u oktobru.

Ovakvo stanje konstatovano je i za relativnu vlažnost vazduha. Naime, najmanje srednje mesečne relativne vlažnosti padaju na stanicu Beograd — M. opservatorija, pa je i godišnja vrednost na toj stanici najmanja (70%). Manje mesečne relativne vlažnosti ima samo Vršac u decembru i Avala u oktobru.

Godišnja variranja između najnižih i najviših mesečnih isparljivosti kreću se od 87 mm (Šabac) do 137 mm (Beograd — M. opservat.), tj. za 50 mm.

Mesečna isparljivost celog područja u januaru iznosi 16 mm, u februaru 20 mm, u martu 39 mm, u aprilu 70 mm, u maju 82 mm, u junu 99 mm, u julu 124 mm, u avgustu 110 mm, u septembru 92 mm, u oktobru

Tablica 6. Mesečna i godišnja isparljivost u mm i njihova kolebanja za višegodišnji period osmatranja.  
 Tabelle 6. Monats- un Jahresverdunstung in mm und ihre Schwankungen für mehrjährige Beobachtungsperioden.

Red. [10]	naziv stanice	mesec													
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God. Kol.	
1.	Zrenjanin	12	16	39	69	95	102	122	127	100	56	24	17	779	115
2.	Novi Sad	16	22	41	79	95	110	149	127	100	54	29	18	840	133
3.	Vršac	22	24	48	84	95	110	141	127	106	68	39	25	889	119
4.	Sremska Mitrovica	13	17	36	69	79	87	135	99	76	47	26	13	697	122
5.	Padinska Skela	11	10	24	65	76	87	111	99	79	54	24	15	655	101
6.	Pančevo	12	12	32	65	73	95	103	99	83	44	24	15	657	91
7.	Zemun Polje	15	20	39	66	85	110	120	115	101	59	31	23	784	105
8.	Beograd — M. opservat.	20	29	55	89	108	124	157	151	113	68	41	21	976	137
9.	Beograd — Zvezdara	20	24	32	79	73	102	120	127	97	59	24	20	775	107
10.	Šabac	16	22	41	65	73	87	103	99	76	44	24	17	667	87
11.	Radmilovac	13	19	39	61	67	91	118	115	85	51	24	17	700	105
12.	Kovin	13	17	36	61	79	87	120	111	93	54	28	20	719	107
13.	Avala — Š. Stena	16	26	29	48	79	98	115	116	103	69	26	23	738	100
14.	Smederevo	13	20	38	64	67	87	103	95	76	49	27	13	652	90
15.	Smederevska Palanka	18	24	46	79	89	102	131	130	95	59	33	23	831	113
16.	Bukovička Banja	18	24	42	75	79	98	129	122	89	49	29	18	772	111
	s r e d n j a	16	20	39	70	82	99	124	110	92	55	28	19	754	108

55 mm, u novembru 28 mm i u decembru 19 mm. Godišnja isparljivost celog područja iznosi 754 mm a kolebanje između najniže i najviše mesečne isparljivosti je 108 mm.

Najveće mesečne isparljivosti su u najtoplijem mesecu julu. Na stanicama gde je avgust najtopliji mesec, tu su i mesečne isparljivosti najveće u tom mesecu (Zrenjanin, Beograd — Zvezdara, Avala — Š. Stena). Velika isparljivost je posledica visoke temperature vazduha i zemljišta, kao i niske relativne vlažnosti vazduha, tj. ukoliko je temperatura vazduha i zemljišta viša a relativna vlažnost vazduha niža, u toliko će isparljivost biti veća.

Najmanja mesečna isparljivost pada u najhladnijem mesecu januaru a za dve stanice (Pad. Skela i Pančevo) u februaru, jer je to njihov najhladniji mesec. Mala isparljivost, isto kao i velika, posledica su temperature, u ovom slučaju niske, kao i visoke relativne vlažnosti vazduha, za koju smo već kazali da svoj maksimum dostiže u zimskim mesecima (decembar, januar, februar), kada su i temperature vazduha i zemljišta najniže.

#### SREDNJE MESEČNE I GODIŠNJE OBLAČNOSTI U DESETINAMA (0—10) I NJIHOVA KOLEBANJA (Tablica 7)

Srednja mesečna oblačnost najhladnijeg meseca, januara, varira od 5,8 (Avala — Š. Stena) do 7,5 (Vršac), tj. za 1,7. U februaru od 5,7 (Avala — Š. Stena) do 6,9 (Srem. Mitrovica, Smed. Palanka), tj. za 1,2. U martu od 5,7 (Šabac, Kovin) do 6,8 (Srem. Mitrovica), tj. za 1,1. U aprilu od 5,2 (Avala — Š. Stena) do 6,4 (Beograd — Zvezdara), tj. za 1,2. U maju od 4,4 (Avala — Š. Stena) do 6,1 (Vršac), tj. za 1,7. U junu od 4,0 (Avala — Š. Stena) do 5,7 (Srem. Mitrovica), tj. za 1,7. U julu od 3,2 (Pad. Skela) do 4,4 (Srem. Mitrovica), tj. za 1,2. U avgustu od 3,0 (Pad. Skela, Avala — Š. Stena) do 4,2 (Vršac), tj. za 1,2. U septembru od 2,6 (Avala — Š. Stena) do 4,3 (Vršac), tj. za 1,7. U oktobru od 3,7 (Avala — Š. Stena) do 5,7 (Zrenjanin), tj. za 2,0. U novembru od 6,1 (Avala — Š. Stena) do 7,5 (Beograd — Zvezdara), tj. za 1,4. U decembru od 5,5 (Avala — Š. Stena) do 7,6 (Vršac), tj. za 2,1.

Mesečna variranja oblačnosti kreću se od 1,1 (mart) do 2,1 (decembar).

Srednje godišnje oblačnosti variraju od 4,6 (Avala — Š. Stena) do 5,9 (Vršac, Srem. Mitrovica, Buk. Banja), tj. za 1,3.

Godišnja variranja između najmanjih i najvećih srednjih mesečnih oblačnosti se kreću od 3,4 (Vršac, Kovin) do 4,4 (Pančevo, Beograd — Zvezdara), tj. za 1,0.

Srednja mesečna oblačnost celog područja za najhladniji mesec, januar, iznosi 7,0, za februar 6,6, za mart 6,1, za april 5,8, za maj 5,6, za juni 4,9, za juli 3,9, za avgust 3,6, za septembar 3,7, za oktobar 4,9, za novembar 7,0 i za decembar 7,1. Srednja godišnja oblačnost celog područja iznosi 5,5 a kolebanje između najmanjih i najvećih oblačnosti je 3,6

Tablica 7. Srednje mesečne i godišnje oblačnosti u desetinaima od ukupne površine neba (0—10) i njihova kolebanja za višegodišnji period osmatranja.

Tabelle 7. Mittlere Monats- und Jahresbevölkung in Zehnteln von gesamtter Himmelsfläche (0—10) und ihre Schwankungen für mehrjährige Beobachtungsperioden.

Red. naziv stanice	meseč													
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God. Kol.	
1. Zrenjanin	7,1	6,8	6,0	5,7	5,6	5,3	4,2	3,6	3,7	5,7	7,1	7,1	5,7	3,5
2. Novi Sad	7,2	6,8	6,3	5,9	5,9	5,2	4,1	4,0	4,2	5,2	6,9	7,5	5,8	3,5
3. Vršac	7,5	6,8	6,3	6,1	6,1	5,5	4,3	4,3	4,3	5,3	7,0	7,6	5,9	3,4
4. Sremska Mitrovica	7,3	6,9	6,8	5,9	6,0	5,7	4,4	3,8	4,0	5,3	7,3	7,3	5,9	3,5
5. Padinska Skela	6,3	6,4	5,8	5,9	5,0	4,7	3,2	3,0	3,5	4,5	6,8	6,9	5,2	3,9
6. Pančevo	7,0	6,8	6,0	6,0	5,4	4,2	3,8	3,6	3,1	4,6	7,1	7,5	5,4	4,4
7. Zemun Polje	7,1	6,7	6,1	5,9	5,5	4,8	4,1	3,9	3,6	4,7	7,2	7,2	5,6	3,6
8. Beograd — M. opservat.	7,2	6,4	6,0	5,7	5,6	5,0	3,9	3,6	4,0	5,1	7,2	7,4	5,6	3,8
9. Beograd — Zvezdara	6,8	6,6	6,3	6,4	5,8	4,9	4,2	3,1	3,2	4,3	7,5	7,1	5,5	4,4
10. Šabac	7,4	6,6	5,7	5,4	5,4	4,6	3,7	3,3	3,5	5,0	7,1	7,0	5,4	4,1
11. Radmilovac	6,4	6,1	5,9	5,7	5,5	4,8	4,2	3,4	3,3	4,1	6,7	6,8	5,2	3,5
12. Kovin	7,2	6,8	5,7	5,4	5,8	5,2	4,2	3,8	3,9	5,3	6,5	6,9	5,6	3,4
13. Avala — Š. Stena	5,8	5,7	6,0	5,2	4,4	4,0	3,5	3,0	2,6	3,7	6,1	5,5	4,6	3,5
14. Smederevo	6,9	6,2	5,9	5,4	5,5	4,4	3,5	3,4	3,6	4,9	6,3	7,3	5,3	3,9
15. Smederevska Palanka	7,2	6,9	6,0	5,6	5,8	5,1	3,8	3,5	3,7	5,1	6,9	6,8	5,4	3,7
16. Bukovička Banja	7,4	6,8	6,3	6,1	6,0	5,2	3,9	4,1	4,5	5,6	7,0	7,5	5,9	3,6
s r e d n j a	7,0	6,6	6,1	5,8	5,6	4,9	3,9	3,6	3,7	4,9	7,0	7,1	5,5	3,6

Najmanje srednje mesečne oblačnosti su u mesecu avgustu. Izuzetak čine pet, od šesnaest stanica, gde minimum pada u mesecu septembru (Pančevo, Zemun Polje, Radmilovac, Avala — Š. Stena) i u julu (Buk. Banja).

Najveće srednje mesečne oblačnosti su u mesecu decembru. Izuzetak čine stanice čiji je maksimum u novembru (Beograd — Zvezdara, Avala — Š. Stena) i u januaru (Šabac, Kovin, Smed. Palanka).

Oblačnost opada od zimskih prema letnjim mesecima, a zatim opet raste prema zimskim.

Ako se uporede vrednosti za oblačnost sa vrednostima relativne vlažnosti vazduha, vidi se, da se oblačnost u svome godišnjem toku podudara sa promenama relativne vlažnosti vazduha, tj. što se vazduh više bliži stanju zasićenosti to je i oblačnost veća i obrnuto. Velika oblačnost smanjuje sunčevo zračenje a isto tako i izračivanje u kosmos. Zbog toga se oblačni dani odlikuju neznatnim dnevnim kolebanjima temperature. Velika oblačnost zimi ublažuje hladnoću a leti toplotu. Velika oblačnost smanjuje i isparljivost. Tako da godišnji tok oblačnosti stoji u obrnutom odnosu sa temperaturom i isparljivošću, a što se vidi, ako se uporede vrednosti srednjih mesečnih temperatura vazduha i vrednosti mesečnih isparljivosti sa vrednostima mesečnih oblačnosti.

SREDNJA MESEČNA I SREDNJA GODIŠNJA OSUNČAVANJA-RELATIVNA  
TRAJANJA U % OD MOGUĆEG TRAJANJA SUNČEVA SJAJA  
I NJIHOVA KOLEBANJA (Tablica 8)

Za osunčavanje raspoložem samo podacima za 7 stanica, jer na ostalim ovaj podatak nije osmatran, i to samo za šestogodišnji period (1955—1960).

Srednje mesečno osunčavanje najhladnijeg meseca, januara, varira od 22% (Novi Sad — R. Šančevi) do 30% (Smed. Palanka), tj. za 8%. U februaru od 23% (Novi Sad — R. Šančevi) do 33% (Zrenjanin), tj. za 10%. U martu od 29% (Zemun Polje) do 40% (Zrenjanin, Vršac), tj. za 11%. U aprilu od 39% (Smederevo) do 42% (Zrenjanin, Vršac, Smed. Palanka), tj. za 3%. U maju od 45% (Zemun Polje) do 53% (Novi Sad — R. Šančevi), tj. za 8%. U junu od 51% (Smederevo) do 55% (Zrenjanin, Novi Sad — R. Šančevi, Smed. Palanka), tj. za 4%. U julu od 54% (Smederevo) do 61% (Smed. Palanka), tj. za 7%. U avgustu od 59% (Novi Sad—R. Šančevi) do 64% (Smederevo), tj. za 5%. U septembru od 59% (Smederevo) do 64% (Zrenjanin), tj. za 5%. U oktobru od 49% (Novi Sad — R. Šančevi, Zemun Polje) do 53% (Zrenjanin), tj. za 4%. U novembru od 23% (Zemun Polje) do 28% (Smed. Palanka), tj. za 5%. U decembru od 19% (Zemun Polje) do 29% (Smed. Palanka), tj. za 10%.

Mesečna variranja osunčavanja se kreću od 3% (april) do 11% (mart).

Srednja godišnja osunčavanja variraju od 41% (Zemun Polje) do 45% (Smed. Palanka), tj. za 4%.

Godišnja kolebanja između najkraćih i najdužih srednjih mesečnih osunčavanja se kreću od 35% (Smed. Palanka) do 44% (Zemun Polje), tj. za 9%.

Tablica 8. Srednja mesečna i srednja godišnja osunčanost — relativna trajanja u % od mogućeg trajanja sunčeva sjaja i njihova kolebanja za višegodišnji period osmatranja.

Tabelle 8. Mittlere Monats- und Jahres Sonnenbescheinung — Relative Andauer in % von der möglichen Sonnenlichtdauer und ihre Schwankungen für die mehrjährige Beobachtungsperioden.

naziv stanice	mesec												God. Kol.	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
1. Zrenjanin	24	33	40	42	50	55	60	63	64	53	26	23	44	41
2. Novi Sad	22	23	34	40	53	55	56	59	61	49	27	24	43	39
3. Vršac	26	30	40	42	50	53	60	62	62	51	27	24	44	38
4. Sremska Mitrovica	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5. Padinska Skela	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6. Pančevo	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7. Zemun Polje	23	29	29	40	45	53	60	60	63	49	23	19	41	44
8. Beograd — M. opservat.	28	31	38	41	46	54	60	60	62	50	26	23	43	39
9. Beograd — Zvezdara	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10. Šabac	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11. Radmilovac	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12. Kovin	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13. Avala — Š. Stena	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14. Smederevo	26	30	37	39	48	51	54	64	59	50	24	28	43	40
15. Smederevska Palanka	30	31	38	42	46	55	61	61	63	51	28	29	45	35
16. Bukovička Banja	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
s r e d n j a	26	30	37	41	48	54	59	61	62	50	26	24	43	38

Srednje mesečno osunčavanje celog područja za najhladniji mesec, januar, iznosi 26<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, za februar 30<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, za mart 37<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, za april 41<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, za maj 48<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, za juni 54<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, za juli 59<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, za avgust 61<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, za septembar 62<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, za oktobar 50<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, za novembar 26<sup>0</sup>/<sub>0</sub> i za decembar 24<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. Srednje godišnje osunčavanje celog područja iznosi 43<sup>0</sup>/<sub>0</sub> a kolebanje između najkraćih i najdužih osunčavanja je 38<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

Najduža srednja mesečna osunčavanja su u mesecu septembru. Izuzetak čine dve, od sedam stanica, gde maksimum pada u mesecu avgustu (Vršac, Smederevo).

Najkraća srednja mesečna osunčavanja su u mesecu decembru. Izuzetak čine stanice čiji je minimum u novembru (Smederevo, Smed. Palanka) i u januaru (Novi Sad — R. Šančevi).

Osunčavanje stoji u obrnutoj srazmeri s oblačnošću.

MESEČNE I GODIŠNJE SUME PADAVINA U mm I NJIHOVA KOLEBANJA  
(Tablica 9)

Mesečne sume padavina u januaru variraju od 35 mm (Novi Sad — R. Šančevi) do 58 mm (Pančevo), tj. za 23 mm. U februaru od 23 mm (Avala — Š. Stena) do 48 mm (Šabac), tj. za 25 mm. U martu od 32 mm (Zemun Polje) do 55 mm (Buk. Banja), tj. za 23 mm. U aprilu od 39 mm (Zrenjanin) do 70 mm (Avala — Š. Stena, Buk. Banja), tj. za 31 mm. U maju od 49 mm (Pad. Skela) do 91 mm (Beograd — Zvezdara), tj. za 42 mm. U junu od 65 mm (Avala — Š. Stena) do 99 mm (Beograd — Zvezdara), tj. za 34 mm. U julu od 46 mm (Beograd — Zvezdara) do 80 mm (Avala — Š. Stena), tj. za 34 mm. U avgustu od 36 mm (Beograd — Zvezdara, Radmilovac) do 68 mm (Vršac), tj. za 32 mm. U septembru od 29 mm (Beograd — Zvezdara) do 52 mm (Buk. Banja), tj. za 23 mm. U oktobru od 35 mm (Zrenjanin) do 69 mm (Buk. Banja), tj. za 34 mm. U novembru od 49 mm (Pad. Skela, Zemun Polje) do 77 mm (Avala — Š. Stena), tj. za 28 mm. U decembru od 46 mm (Smederevo) do 68 mm (Šabac), tj. za 22 mm.

Mesečna vadiranja suma padavina se kreću od 22—31 mm (januar, februar, mart, april, septembar, novembar i decembar) do 32—42 mm (maj, juni, juli, avgust i oktobar), tj. za 10—11 mm.

Godišnje sume padavina variraju od 558 mm (Pad. Skela) do 745 mm (Buk. Banja), tj. za 187 mm.

Godišnja variranja između najnižih i najviših mesečnih suma padavina kreću se od 36 mm (Novi Sad — R. Šančevi) do 70 mm (Beograd — Zvezdara), tj. za 34 mm.

Mesečna suma padavina celog područja u januaru iznosi 46 mm, u februaru 37 mm, u martu 40 mm, u aprilu 53 mm, u maju 72 mm, u junu 84 mm, u julu 60 mm, u avgustu 51 mm, u septembru 41 mm, u oktobru 49 mm, u novembru 57 mm i u decembru 55 mm. Godišnja suma padavina celog područja iznosi 645 mm a kolebanje između najniže i najviše sume padavina je 47 mm.



Tablica 9. Mesečne i godišnje sume padavina u mm i njihova kolebanja za višegodišnji period osmatranja.  
 Tabelle 9. Monats- und Jahresniederschlagsummen in mm und ihre Schwankungen für mehrjährige Beobachtungsperioden.

naziv stanice	mesec												God. Kol.	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
1. Zrenjanin	36	43	33	39	60	75	57	54	34	35	55	57	578	42
2. Novi Sad	35	37	43	49	65	71	50	57	42	60	53	53	615	36
3. Vršac	45	39	38	48	84	86	63	68	46	52	52	55	676	48
4. Sremska Mitrovica	42	43	36	51	66	97	64	48	34	46	60	63	650	63
5. Padinska Skela	45	26	39	45	49	83	65	37	34	36	49	50	558	57
6. Pančevo	58	42	41	54	85	86	70	65	42	51	58	55	707	45
7. Zemun Polje	38	30	32	50	84	81	65	48	41	46	49	53	617	54
8. Beograd — M. opservat.	47	43	43	52	77	92	57	59	48	54	61	57	690	49
9. Beograd — Zvezdara	53	40	52	60	91	99	46	36	29	40	62	65	673	70
10. Šabac	50	48	33	54	77	87	57	58	47	54	63	68	696	54
11. Radmilovac	50	29	36	58	60	83	49	36	41	44	56	55	597	54
12. Kovin	45	39	39	55	64	85	64	50	40	55	51	53	640	46
13. Avala — Š. Stena	55	23	37	70	55	65	30	38	44	44	77	54	642	57
14. Smederevo	41	33	40	53	84	80	52	55	45	54	51	46	634	51
15. Smederevska Palanka	47	37	40	42	62	87	66	48	35	48	56	50	618	52
16. Bukovička Banja	49	46	55	70	84	90	59	61	52	69	56	52	745	44
s r e d n j a	46	37	40	53	72	84	60	51	41	49	57	55	645	47

Maksimum padavina na celom području pada u mesecu junu, izuzev Zumn Polja i Smedereva, gde maksimum pada u mesecu maju i Aavala — Š. Stena, gde maksimum pada u mesecu julu.

Minimum padavina na celom području pada u mesecu februaru (Pad. Skela, Zemun Polje, Beograd — M. opservat., Radmilovac, Kovin, Avala — Š. Stena, Smederevo, Smed. Palanka, Buk. Banja), u mesecu martu (Zrenjanin, Vršac, Pančevo, Šabac), u mesecu septembru (Srem. Mitrovica, Beograd — Zvezdara), i u mesecu januaru (Novi Sad — R. Šančevi).

Padavine u svom godišnjem toku manje više prate relativnu vlažnost vazduha i oblačnost, a stoje u obrnutom odnosu sa temperaturom vazduha, osunčavanjem i isparljivošću.

BROJ DANA SA SNEŽNIM POKRIVAČEM (Tablica 10)

Broj dana sa snežnim pokrivačem u novembru varira od 0 dana (Vršac, Pad. Skela, Pančevo, Kovin, Avala — Š. Stena) do 2 dana (Beograd — Zvezdara, Šabac), tj. za 2 dana. U decembru od 0 dana (Pančevo, Avala — Š. Stena) do 9 dana (Buk. Banja), tj. za 9 dana. U januaru od 6 dana (Smederevo) do 20 dana (Pančevo), tj. za 14 dana. U februaru od 4 dana (Pad. Skela) do 16 dana (Pančevo), tj. za 12 dana. U martu od 3 dana (Vršac, Pančevo, Kovin) do 7 dana (Šabac), tj. za 4 dana.

Tablica 10. Broj dana sa snežnim pokrivačem za višegodišnji period osmatranja.  
Tabelle 10. Tagesanzahl mit der Schneedecke für mehrjährige Beobachtungsperioden.

Red. broj	mesec				
	XI	XII	I	II	III
1. Zrenjanin	1	4	12	10	5
2. Navi Sad	1	6	12	9	5
3. Vršac	—	6	9	8	3
4. Sremska Mitrovica	1	6	12	12	5
5. Padinska Skela	—	3	13	4	5
6. Pančevo	—	—	20	16	3
7. Zemun Polje	1	2	11	12	5
8. Beograd — M. opservat.	1	8	14	11	4
9. Beograd — Zvezdara	2	4	11	11	5
10. Šabac	2	7	14	14	7
11. Radmilovac	1	1	13	15	4
12. Kovin	—	3	9	11	3
13. Avala — Š. Stena	—	—	14	10	6
14. Smederevo	1	4	6	6	4
15. Smederevska Palanka	1	4	16	12	5
16. Bukovička Banja	1	9	15	11	6
s r e d n j a	1	4	12	11	5

Mesečna variranja se kreću od 2 dana (novembar) do 14 dana (januar).

Broj dana sa snežnim pokrivačem celog područja za novembar iznosi 1 dan, za decembar 4 dana, za januar 12 dana, za februar 11 dana i za mart 5 dana.

Najveći mesečni brojevi dana sa snežnim pokrivačem su u najhladnijem mesecu, januaru, skoro na svim stanicama, osim Zemun Polja, Radmilovca i Kovina, gde se nalaze u februaru, a najmanji u novembru na svim stanicama.

U toku višegodišnjeg osmatranja snežnog pokrivača je bilo i u drugim mesecima, osim perioda novembar — mart, ali samo u pojedinim godinama i trajao vrlo kratko, svega nekoliko dana (aprila: Buk. Banja 11, Novi Sad — R. Šančevi 7, Beograd — M. opservat. 5, Smederevo 5, Šabac 3, Vršac 3, Srem. Mitrovica 2, Zrenjanin 2 i Zemun Polje 1 dan; oktobra: Beograd — M. opservatorija 3 dana i maja: Smed. Palanka 1 dan 1953. godine).

Snežni pokrivač, pored toga što štiti prizemnu vegetaciju od zimskih mrazeva, isto tako daje i zalihe vode, naročito kad se njegovo topljenje vrši polako i kad ispod njega zemljište nije zamrznuto. Ta zaliha vode od snežnog pokrivača služi vegetaciji u beskišnim prolećnim danima.

#### VETAR

Vetar je vrlo važan klimatski elemenat i često se smatra kao faktor koji određuje klimu jedne oblasti, jer donosi sa sobom karakteristične osobine one klime odakle duva. Ako dolazi sa mora i okeana, on donosi osobine morske klime, a ako duva iz dubokih kontinentalnih predela, donosi osobine kontinentalne klime. Upravo, taj je slučaj i sa našim ispitivanim područjem, jer se ono nalazi na granici različitih klimata, te se dejstvo vetrova odražava na ostalim klimatskim elementima: temperaturu, vlažnost, isparljivost, oblačnost, padavine itd.

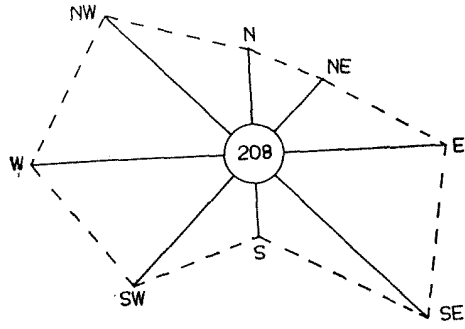
Da bi smo prikazali dejstvo vetrova na ispitivano područje, poslužićemo se podacima za čestinu pravaca vetrova i tišinu u promilima za višegodišnji period osmatranja za osam pravaca vetrova i to samo sa sedam meteoroloških stanica na kojima je ovaj elemenat osmatran.

Na ovom području duvaju vetrovi svih pravaca tokom čitave godine, ali se po čestini javljanja a samim tim i po ulozi razlikuju. Nekima od njih pripada značajnija uloga, dok su drugi skoro beznačajni (Sl. 1).

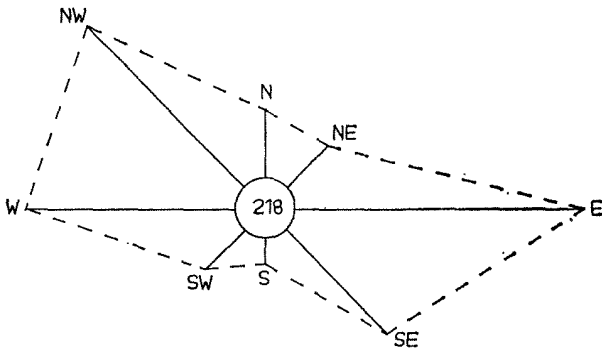
Za Zrenjanin i Vršac najčešće duvaju vetrovi iz jugoistočnog i južnog pravca u toku cele godine, nešto ređe u toku leta. Ovi vetrovi pripadaju košavskom vetru, koji ovde ima više južni pravac, naročito za Vršac. Sem košave ovde dosta često duvaju i vetrovi sa severa, severozapada i zapada i to u proleće i leto, dok su u jesen i zimu nešto ređi. Ostali vetrovi se ne ističu svojim čestinama javljanja. Broj tišina u Zrenjaninu iznosi 117‰ a u Vršcu 139‰.

Novi Sad — R. Šančevi se takođe odlikuje čestim vetrovima iz istočnog kvadranta, čije maksimalne čestine javljanja padaju na jugoistočne i istočne pravce. Košavski vetar ovde ima više istočniji pravac od istog

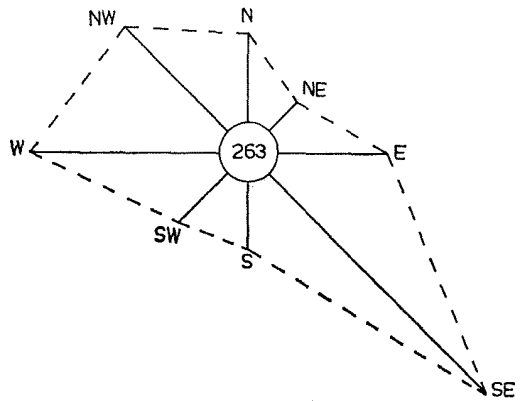
NOVI SAD

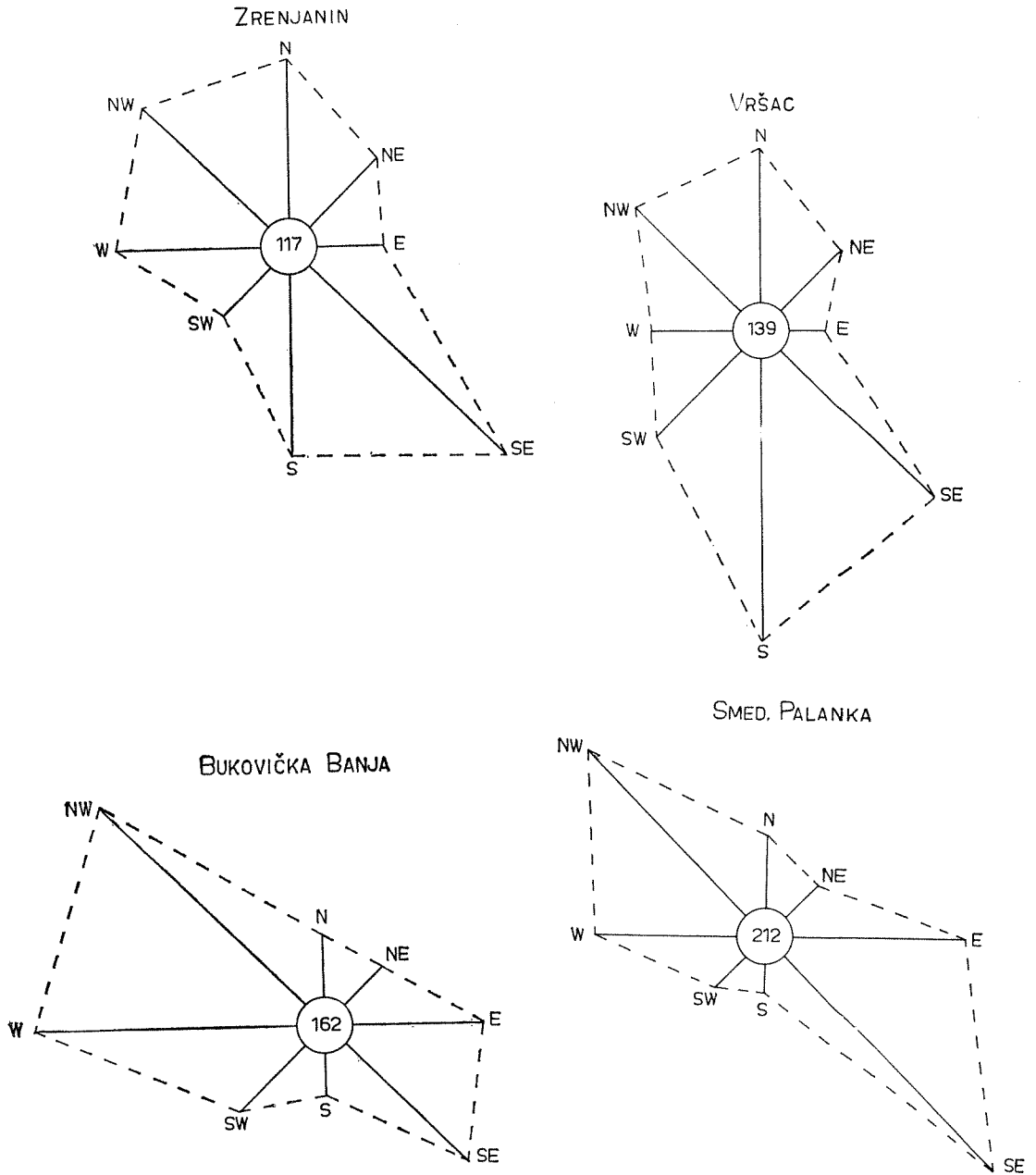


SREM. MITROVICA



BEOGRAD-M. OPSERV.





Sl. 1. Godišnje ruže vetrova za višegodišnji period osmatranja.  
 Abb. 1. Jahreswindrosen für mehrjährige Beobachtungsperioden.

u Zrenjaninu i Vršcu. U Novom Sadu se pored košave javljaju i zapadni vetrovi (SW—W—NW), koji duvaju u toku cele godine, s tim što su s jeseni nešto ređi, dok su severni, severoistočni i južni vetar znatno ređi. Broj tišina u Novom Sadu (208‰) je veći od broja tišina u Zrenjaninu i Vršcu.

I Sremska Mitrovica, kao i Novi Sad, odlikuje se košavskim vetrovima, ali ovde maksimalne čestine javljanja padaju više na istočne pravce. Od zapadnih vetrova ovde se ističu samo zapadni i severozapadni vetar. Južni, jugozapadni, severoistočni i severni vetrovi su vrlo retki. Broj tišina u Sremskoj Mitrovici (218‰) je nešto veći od Novog Sada.

Beograd — M. opservatorija je centralni deo dejstva košave i to iz jugoistočnog pravca. Košavski vetar jugoistočnog pravca je najčešći a za njim dolaze vetrovi zapadnog i severozapadnog pravca, dok su ostali znatno ređi. Naprotiv, broj tišina je ovde najveći (263‰) od svih 7 stanica.

Smederevska Palanka i Bukovička Banja imaju veliki broj čestina košavskih vetrova jugoistočnog i istočnog pravca i zapadnih vetrova zapadnog i severozapadnog pravca. Za Smederevsku Palanku su značajniji košavski vetrovi a za Bukovičku Banju zapadni vetrovi. Ostali vetrovi su za obe stanice znatno ređi. Broj tišina za Smed. Palanku iznosi 212‰ a za Buk. Banju 162‰.

Na svim stanicama najistaknutiju ulogu imaju košavski vetrovi — košava, bilo da dolazi iz jugoistočnog, južnog ili istočnog pravca. Košava, kao hladan i suve vetar, koja duva u toku cele godine, s tim što je preko leta znatno ređa, ima značajnu ulogu u klimi ovog područja. Značajni su i vetrovi jugozapadnog, zapadnog i severozapadnog pravca, kao vlažni vetrovi, jer donose kišu i njihova učestalost se povećava u toku proleća i leta, mada i oni duvaju preko cele godine. Ostali vetrovi su skoro beznačajni za klimu ovog područja.

Iz iznete analize meteoroloških podataka, jasno se vidi, da je klima na Višnjičkoj kosi umereno kontinentalna. Višnjička kosa, zbog svog geografskog položaja, izložena je jakom uticaju kontinentalne klime sa severa i severoistoka, koja vlada u Panonskom Bazenu i dublje u kontinentu a taj uticaj pojačan je i duvanjem košave, mada nešto ublažen masivom Karpata. Sa zapada se u izvesnoj meri oseća uticaj atlantske klime, tj. česti su prodori atlantskih vazdušnih masa a koje su glavni donosioci vodenih taloga i utiču na povećanje vlažnosti vazduha. Sa jugozapada i juga uticaj mediteranske klime Jadranskog i Egejskog Mora, nije u tolikoj meri izražen, jer masivi dinarskih, šarskopinskih, rodopskih i balkanskih planina čine veliku prirodnu prepreku.

#### KLIMADIJAGRAMI PO H. WALTER-U

Kod ovih dijagrama uzeti su najvažniji klimatski faktori (temperatura i padavine), izražene u svom godišnjem hođu. Za temperaturu su uzete srednje mesečne vrednosti temperature u °C a za padavine ukupna količina vodenog taloga u toku meseca izražena u mm. Odnos tempera-

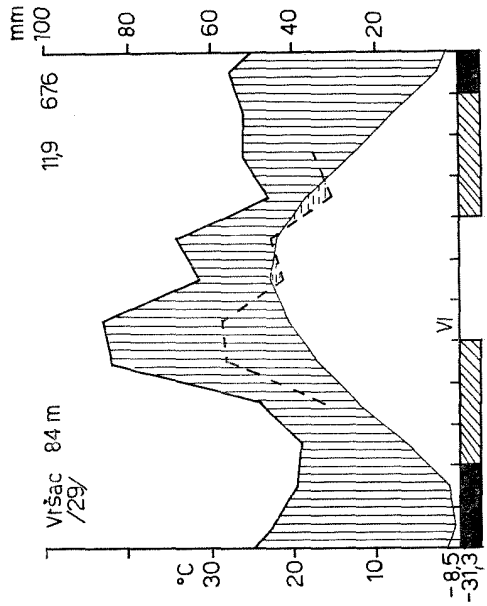
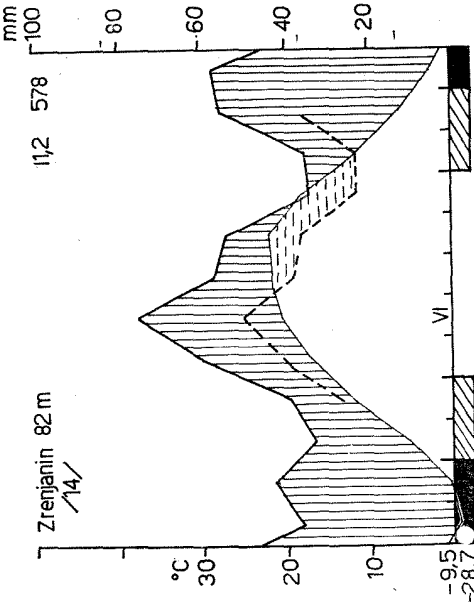
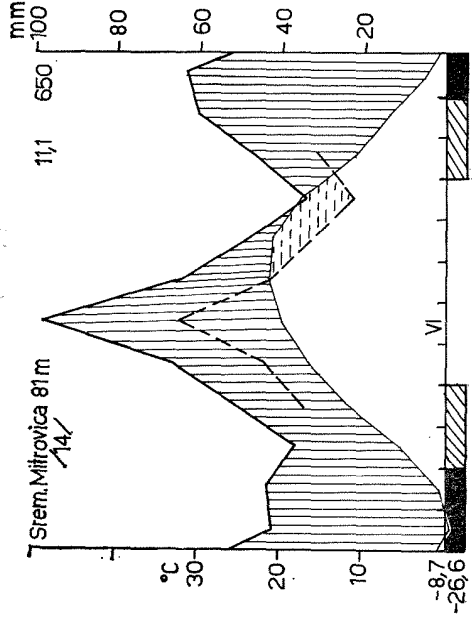
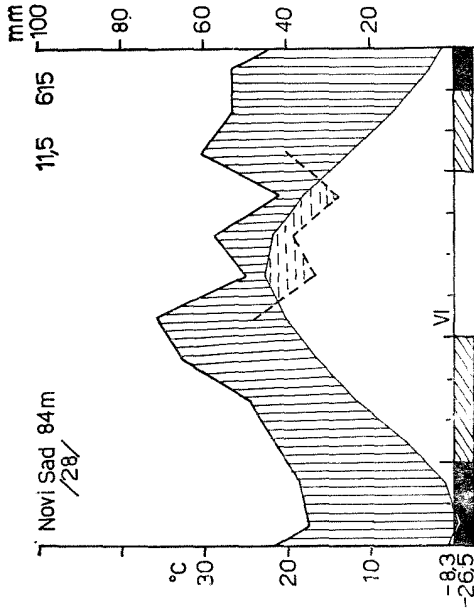
tura : padavine = 1 : 2. Prema tome rastojanje na ordinati, kojim je predstavljeno  $10^{\circ}\text{C}$  odgovara rastojanju, kojim je predstavljeno 20 mm vode-nog taloga. Na apscisi su naneti meseci, od januara do decembra. Temperaturna krivulja označena je tanjom a krivulja padavina debljom linijom. Na ovaj način lako uočavamo period suše, ako postoji, kao i stepen humidnosti klime. Sušni period pada na ono godišnje doba u kome se krivulja padavina spušta ispod temperature krivulje, zahvatajući sa njom punktiranu površinu, koja svojom veličinom i oblikom daje predstavu o aridnosti za vreme sušnog perioda. Površina ispod krivulje padavina a iznad temperature krivulje je šrafirana vertikalnim linijama i predstavlja svojom veličinom intenzitet humiditeta za vreme vlažnog godišnjeg perioda.

Ispod nulte linije označeni su crnim poljima meseci sa srednjim minimumom temperature ispod  $0^{\circ}$ , dok su meseci sa apsolutnim minimumom ispod  $0^{\circ}\text{C}$  označeni šrafiranim poljima. Na taj način se iz klimadijagrama odmah vidi da li postoji hladno godišnje doba i koliko meseci traje (crna polja), a takođe i u kojim mesecima dolazi ponekad do mrazeva (šrafirana polja). Bela površina ispod nulte linije označava mesece bez mrazeva. S leve strane dijagrama, pri dnu, data je vrednost srednjeg minimuma najhladnijeg meseca a ispod toga vrednost apsolutnog minimuma. U levom gornjem uglu dato je ime mesta na koje se odnosi dijagram, sa svojom nadmorskom visinom. Ispod toga je broj godina u kojima su vršena osmatranja i koje su uzete za sastavljanje dijagrama. Sa desne gornje strane je srednja godišnja temperatura u  $^{\circ}\text{C}$  i godišnja suma padavina u mm.

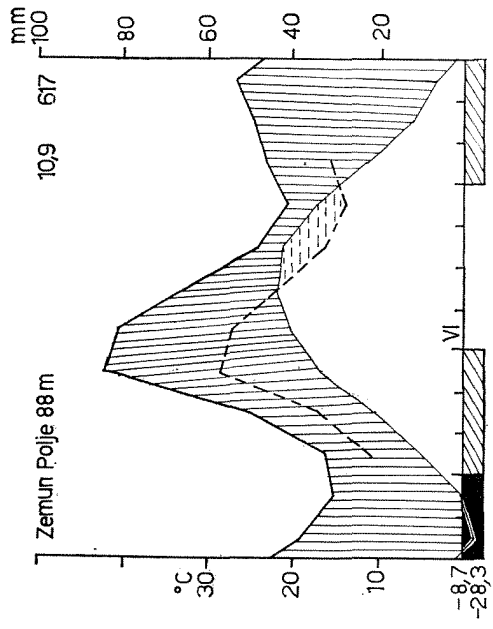
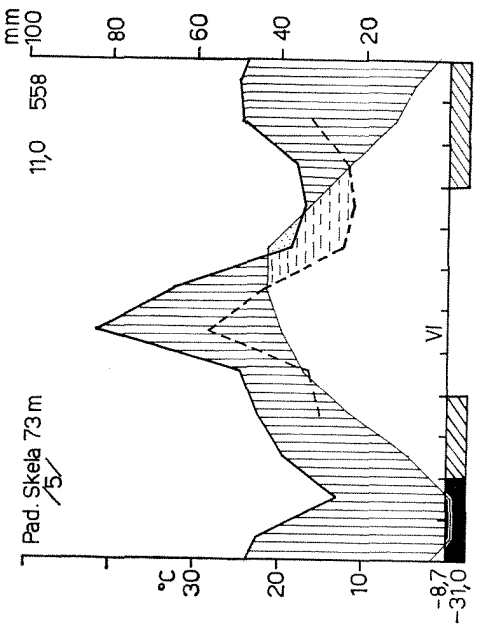
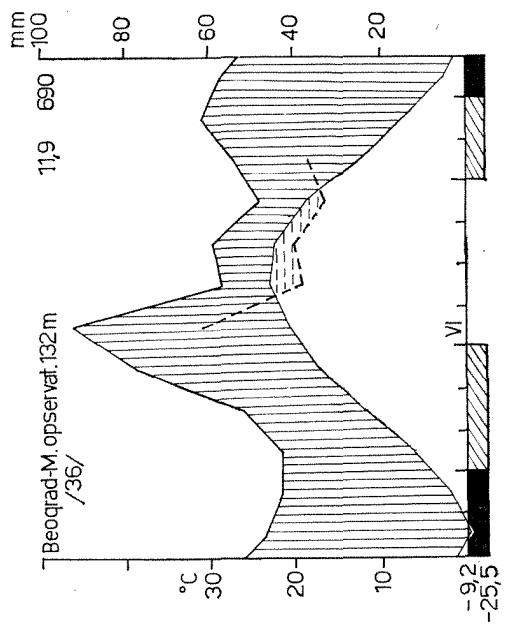
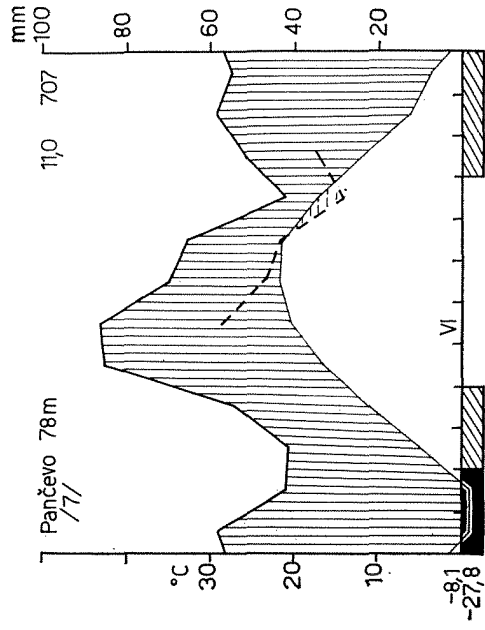
Za bliže diferenciranje perioda suše ucrtana je i dopunska krivulja padavina isprekidanom linijom i to u odnosu temperatura : padavine = 1 : 3, tako da je ova krivulja za  $\frac{1}{3}$  niža od prve. Površina iznad dopunske krivulje padavina a ispod temperature krivulje je šrafirana isprekidanim linijama i označava umereno sušni period. Na taj način, pored sušnog perioda (punktirana površina), koja označava vrlo ekstremnu sušu sa dosta visokim temperaturama i ponekad potpunim odsustvovanjem padavina, možemo na ovim klimadijagramima uočiti i manje ekstremnu sušu označenu kao umereno sušni period (površina sa vodoravnim isprekidanim linijama). Uvođenjem dopunske krivulje padavina, omogućeno nam je da odvojimo šumske od šumostepskih oblasti, kod kojih se krivulja padavina 1 : 3 nalazi leti i početkom jeseni ispod temperature krivulje.

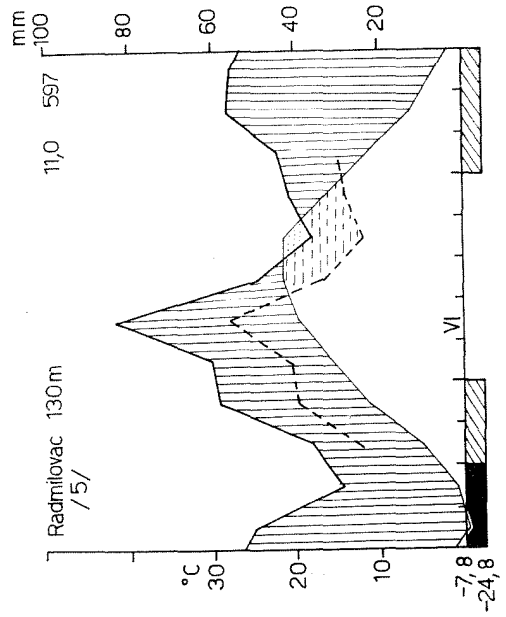
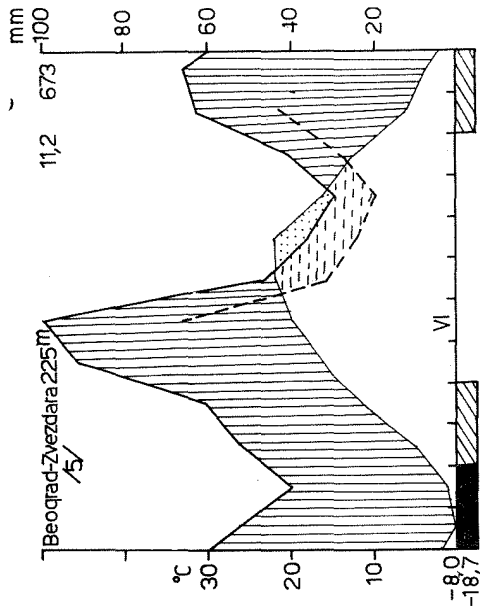
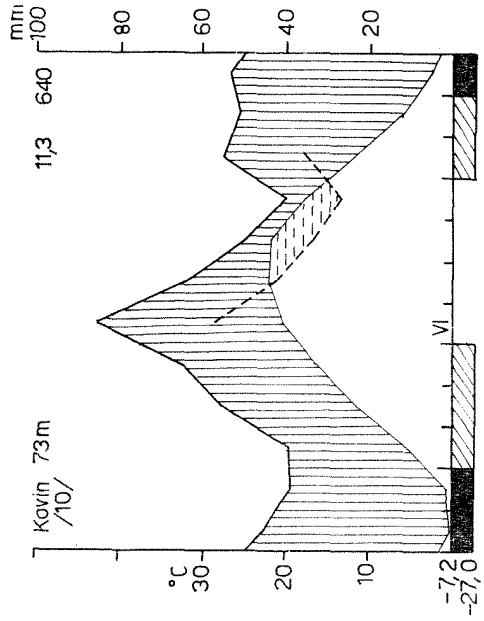
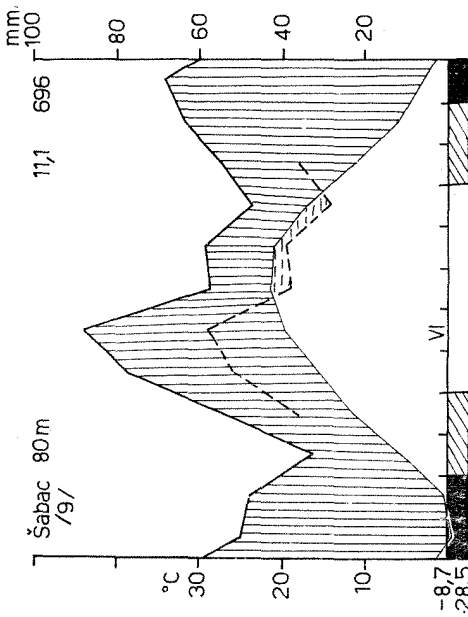
Iz priloženih klimadijagrama za višegodišnji period osmatranja (Sl. 2), vidi se, da je intenzitet humiditeta dosta veliki u zimskim mesecima (decembar, januar, februar), mada padavine ne prelaze vrednost od 68 mm (u Šapcu decembra) a ne spuštaju se ispod vrednosti od 23 mm (na Avali februara), ali su zato u tim mesecima srednje mesečne temperature vazduha dosta niske i na većini stanica u januaru (Zemun Polje —  $1,2^{\circ}\text{C}$ ) a na dvema i u februaru (Pančevo —  $-1,0^{\circ}\text{C}$ ) padaju ispod  $0^{\circ}\text{C}$ .

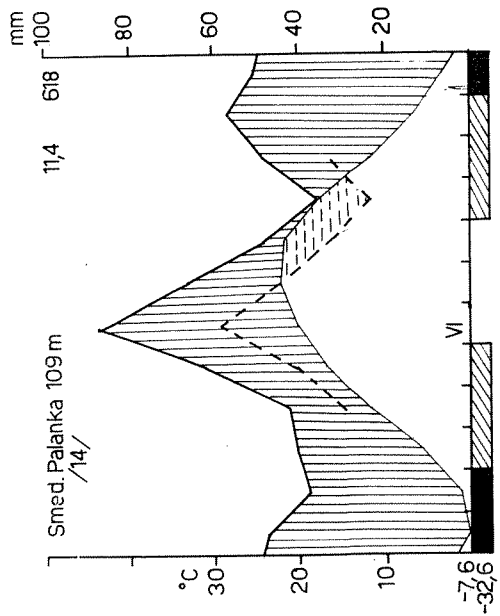
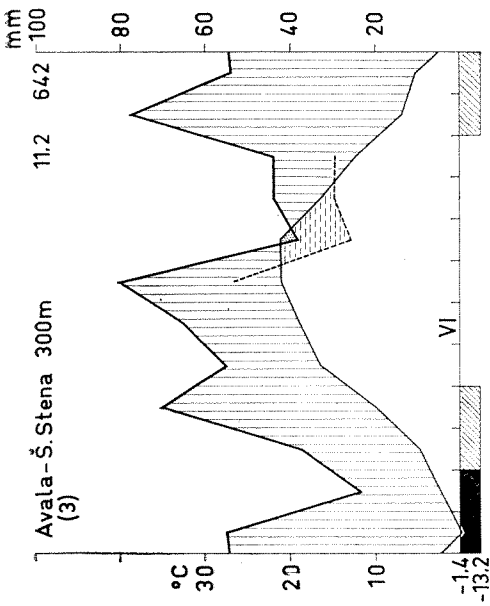
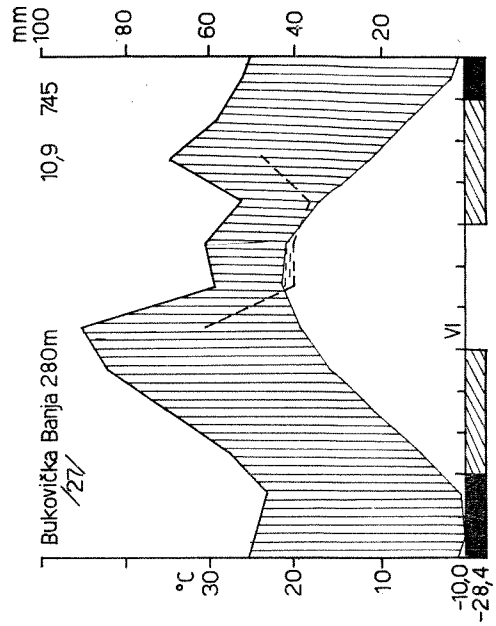
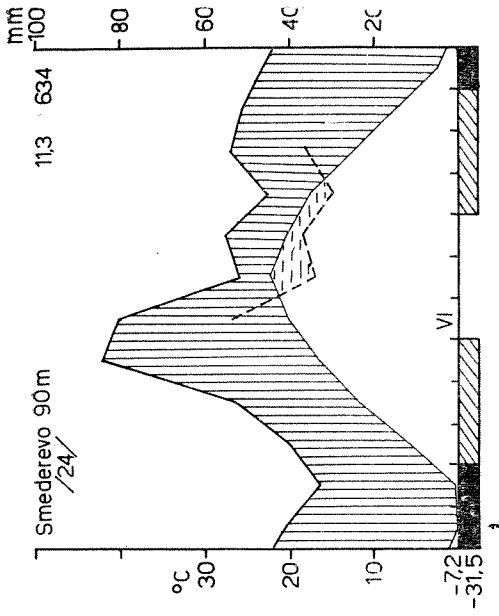
U prolećnim mesecima (mart, april, maj) i u letnjem mesecu junu, dolazi do osetnog povećanja padavina, tako da imamo povećanje od najniže vrednosti 32 mm (u Zemun Polju marta) do najviše 99 mm (u Beo-











gradu — Zvezdara juna), ali u ovom periodu dolazi i do osetnog povećanja srednje mesečne temperature vazduha od najniže u martu (Pad. Skela 4,4° C) do najviše u junu (Zrenjanin, Vršac i Beograd — M. opservat. 20,4° C). Kišni period i pored toga je još uvek dobro izražen, jer se krivulja padavina i dalje nalazi iznad temperaturne krivulje, ali ne i podjednako u čitavom periodu (mart—jun). U martu i aprilu je manje izražen a u maju i junu više. U prva dva meseca padavine ne rastu tako osetno kao temperatura i krivulje nisu mnogo udaljene jedna od druge. U druga dva meseca, padavine osetno rastu (to su u stvari najkišovitiji meseci u višegodišnjem periodu osmatranja), kao i temperature, ali je ipak kišni period izraženiji od prethodna dva meseca.

U letnjim mesecima (juli, avgust) i jesenjem mesecu septembru, dolazi do naglog smanjenja padavina, tako da se najviša vrednost od 80 mm (na Avali jula) smanjuje na 29 mm (u Beogradu — Zvezdara septembra), dok temperatura raste jula i avgusta (to su u stvari najtopliji meseci — najviša temperatura 22,7° C u Beogradu — M. opservatorija jula) a septembra naglo opadaju (najniža 16,0° C u Beogradu — Zvezdara). U ovom periodu krivulja padavina se naglo spušta i približava temperaturnoj krivulji na mnogim stanicama (Novi Sad — R. Šančevi, Vršac, Pančevo, Zemun Polje, Beograd — M. opservat., Šabac, Kovin, Smederevo, Bukovička Banja), tako da je kišni period na ovim stanicama svojom veličinom najmanje izražen u ovim mesecima u odnosu na ostale mesece. U Smed. Palanci krivulja padavina se više spušta i u septembru dodiruje temperaturnu krivulju i ako je temperatura naglo opala. Na ostalim stanicama (Zrenjanin, Srem. Mitrovica, Pad. Skela, Beograd — Zvezdara, Radmilovac i Avala — Š. Stena) krivulja padavina se čak spušta i ispod temperaturne krivulje, zahvatajući sa njom izvesnu površinu, koja nam svojom veličinom daje predstavu o izraženosti sušnog perioda u nekim mesecima. Sušni period je vrlo malo izražen u Zrenjaninu i Srem. Mitrovici (septembra), nešto više u Pad. Skeli (avgusta), u Beogradu — Zvezdara (avgusta i septembra) i u Radmilovcu i na Avali (avgusta).

U ostala dva jesenja meseca (oktobar i novembar) dolazi do ponovnog porasta padavina, tako da se najniža vrednost od 35 mm (u Zrenjaninu oktobra) penje na 77 mm (Avala novembra), dok temperature i dalje naglo opadaju od najviše 12,5° C (u Beogradu — M. opservat. oktobra) na 6,0° C (u Pančevu i Beogradu — Zvezdara novembra). U ovom periodu krivulja padavina se ponovo diže i udaljuje od temperaturne krivulje na svim stanicama, tako da imamo ponovo izražen kišni period, koji se nastavlja u već pomenuti zimski kišni period.

Dopunska krivulja padavina 1 : 3 u letnjim mesecima (juli i avgust) i jesenjem mesecu septembru, više se spušta od prve, preseca temperaturnu krivulju i zahvata sa njom izvesnu površinu, koja predstavlja umereno sušni period u ovim mesecima. Umereno sušni period za višegodišnji period osmatranja izražen je u priličnoj meri na svim stanicama. Ovaj period izražen je u sva tri pomenuta meseca u Zrenjaninu, Novom Sadu — R. Šančevi, Beogradu — M. opservat., Beogradu — Zvezdara, Šapcu, Radmilovcu, Kovinu i Smederevu. Isto tako prilično je izražen,

ali samo avgusta i septembra, i u Srem. Mitrovici, Pad. Skeli, Zemun Polju, Avali — Š. Stena i Smed. Palanci. Manje je izražen, i to samo jula i septembra, u Vršcu, kao i u Pančevu (samo septembra), dok je najmanje izražen u Buk. Banji i to jula i avgusta. Dopunska krivulja padavina je u ostalim mesecima na svim stanicama iznad temperaturne krivulje, izuzev Pad. Skelu, gde maja meseca neznatno preseca temperaturnu krivulju, naznačujući početak umereno sušnog perioda, jer u maju Pad. Skela ima najmanju količinu padavina (49 mm).

Nepovoljno doba godine u odnosu na niske temperature izraženo je u sva tri zimska meseca na stanicama na kojima je osmatranje vršeno veći broj godina (od 9 do 36 godina), dok je na stanicama, kod kojih je osmatranje vršeno manji broj godina (od 3 do 7 godina) izraženo samo u januaru i februaru. Međutim, to ne znači da na ovim stanicama ranijih godina nije bilo hladno godišnje doba i u decembru, jer one nisu mnogo udaljene od ostalih, ali mi tim podacima ne raspoložemo, jer na tim stanicama ranije nije vršeno osmatranje. Mrazeva je bilo na svim stanicama marta, aprila, oktobra i novembra, izuzev Beograd — Zvezdara i Avala — Š. Stena, gde izostaju u oktobru, jer je na ovim stanicama osmatranje vršeno najmanje (5 odnosno 3 godine). Na nekim stanicama mrazeva je bilo i u maju i septembru (maja u Novom Sadu — R. Šančevi, Zemun Polju, Beogradu — M. opservat. i Kovinu a maja i septembra u Vršcu, Smederevu, Smed. Palanci i Buk. Banji).

Iz analize klimadijagrama, jasno se vidi, da ispitivano područje a samim tim i Višnjička kosa, pripada šumostepskoj podzoni. Leto je dosta toplo sa srednje mesečnom temperaturom najtoplijeg meseca oko 22,0°C. Zima je prohladna a ponekad može da bude oštrija ili toplija. Snežni pokrivač se gotovo uvek obrazuje. Prosečna količina godišnjeg taloga iznosi oko 650 mm. Maksimum taloga padne krajem proleća i početkom leta. Sušni period takoreći i ne postoji u prosečnim godinama, ali je zato izražen umereno sušni period za vreme leta i početkom jeseni, koji upravo i karakteriše šumostepsku podzону.

Danas se na Višnjičkoj kosi, na neobrađenim površinama, nalaze stepski fragmenti asocijacije *Andropogoneto-Euphorbietum pannonicae* R. Bog. i degradirani ostaci hrastovih šuma-šikare asocijacije *Querceto-Carpinetum serbicum* R u d s k i, 1940. Ovi stepski fragmenti na Višnjičkoj kosi razvijeni su skoro na svim ekspozicijama, nagibima, nadmorskim visinama i na dovoljno dubokom černozemnom zemljištu, koje se nalazi na dubljim ili plićim lesnim naslagama ili pak na pojedinim mestima direktno na karbonatnim aluvijalnim nanosima kao geološkoj podlozi. Međutim, degradirani ostaci hrastovih šuma-šikare nalaze se na vlažnijim, hladnijim, severnijim ekspozicijama, strmijskim terenima i na dubljim ili plićim zemljištu, manje ili više skeletnom a na pojedinim mestima čak i čitavi komadi krečnjaka izbijaju na samu površinu.

## ZAKLJUČAK

Višnjička kosa pripada šumostepskoj podzoni. Danas se na Višnjičkoj kosi, na neobrađenim površinama, nalaze stepski fragmenti asocijacije *Andropogoneto-Euphorbietum pannonicae* R. Bog. i degradirani ostaci hrastovih šuma-šikare asocijacije *Querceto-Carpinetum serbicum* R u d-ski, 1940.

Klima na Višnjičkoj kosi je umereno kontinentalna, a što se jasno vidi iz iznete analize meteoroloških podataka. Višnjička kosa, zbog svog geografskog položaja, izložena je jakom uticaju kontinentalne klime sa severa i severoistoka, koja vlada u Panonskom Bazenu i dublje u kontinentu a taj uticaj pojačan je duvanjem košave, mada nešto ublažen masivom Karpata. Sa zapada se u izvesnoj meri oseća uticaj atlantske klime, tj. česti su prodori atlantskih vazdušnih masa a koje su glavni donosioci vodenih taloga i utiču na povećanje vlažnosti vazduha. Sa jugozapada i juga uticaj mediteranske klime Jadranskog i Egejskog Mora, nije u tolikoj meri izražen, jer masivi dinarskih, šarsko-pindskih, rodopskih i balkanskih planina čine veliku prirodnu prepreku.

Što se tiče vetrova, najistaknutiju ulogu imaju košavski vetrovi-košava, bilo da dolazi iz jugoistočnog, južnog ili istočnog pravca. Košava, kao hladan i сув ветар, koja duva u toku cele godine, s tim što je preko leta znatno ređa, ima značajnu ulogu u klimi ovog područja.

Iz priloženih klimadijagrama, jasno se vidi, da Višnjička kosa sa svojom okolinom pripada šumostepskoj podzoni. Leto je dosta toplo sa srednje mesečnom temperaturom najtoplijeg meseca oko 22,0°C. Zima je prohladna a ponekad može da bude oštrija ili toplija. Snežni pokrivač se gotovo uvek obrazuje. Prosečna količina godišnjeg taloga iznosi oko 650 mm. Maksimum taloga padne krajem proleća i početkom leta. Sušni period takoreći i ne postoji u prosečnim godinama, ali je zato izražen umereno sušni period za vreme leta i početkom jeseni, koji upravo i karakteriše šumostepsku podzonu.

## LITERATURA

- Bertović S. (1960): Klimadijagrami Hrvatske. — Obavijesti Šumarskog instituta, br. 10, Zagreb.
- Bertović S. (1962): Prilog poznavanju odnosa klime i vegetacije u Hrvatskoj. — Građa za klimu Hrvatske, sv. 5. Zagreb.
- Bogojević R. (1965): Ekološka studija fragmenata stepske vegetacije na Višnjičkoj kosi kraj Beograda (Doktorska disertacija). — Beograd.
- Braun-Blanquet J. (1951): Pflanzensozologie. — Wien.
- Horvat I. (1949): Nauka o biljnim zajednicama. — Zagreb.
- Horvat I. (1960): Biljni svijet Jugoslavije. — Enciklopedija Jugoslavije 4, Zagreb.
- Horvat I. (1963): Šumske zajednice Jugoslavije. — Šumarska Enciklopedija, 2, KOS-ŽUT, izdanje i naklada Jugoslovenskog leksikografskog zavoda, Zagreb.
- Ivanov N. N. (1958): Atmosfernoje uvlažnjenje tropičeskih i sopedeljnih stran zemnovo šara. — Akad. nauk SSSR, Moskva — Lenjingrad.
- Janković M. M. (1963): Fitoekologija s osnovama fitocenologije i pregledom tipova vegetacije na Zemlji. — Naučna knjiga, Beogra.

- Janković M. M. i Bogojević R. (1963): Značaj i primena klimadijagrama kod ekoloških i vegetacijskih istraživanja. — (manuskript), Beograd.
- Jovičić Ž. (1960): Reljef beogradskog Podunavlja i sliva Topčiderske reke. — Zbornik radova Geografskog instituta, VII sveska, Beograd.
- Laskarev V. (1938): Treća beleška o kvartarnim naslagama u okolini Beograda. — GABP, knj. XV, Beograd.
- Milosavljević M. (1948): Temperaturni i kišni odnosi u NR Srbiji. — God. Polj. — šum. fakulteta, br. 1, Beograd.
- Milosavljević M. (1949): Temperatura vazduha kao vegetacijski činilac u NR Srbiji. — Glas. Srpskog geograf. društva, sv. XXIX, br. 2, Beograd.
- Milosavljević M. (1949): Meteorologija. — Beograd.
- Milosavljević M. (1959): Vetar »košava« u Podunavlju. — Glas. Šum. fakulteta, br. 1, Beograd.
- Milosavljević M. (1951): Klimatske promene u Beogradu. — Glas. Šum. fakulteta, br. 3, Beograd.
- Milosavljević M. (1951): Klimatologija. — Beograd.
- Nojgebauer V. (1951): Vojvodanski černoze, njegova veza sa černozeom istočne i jugoistočne Evrope i pravac njegove degradacije. — Nauč. zbor. Matice srpske, ser. priir. nauka 1, Novi Sad.
- Nojgebauer V. (1952): Činioci stvaranja zemljišta u Vojvodini. — Novi Sad.
- Todorović D. (1926): O černozeu beogradske okoline. — GABP, knj. VIII/2, Beograd.
- Vujević P. (1953): Podneblje FNR Jugoslavije. — Arhiv za poljoprivredne nauke br. 12, Beograd.

### Z u s a m m e n f a s s u n g

RADOJE BOGOJEVIĆ

#### ZONALE VEGETATIONSZUGEHÖRIGKEIT DES VIŠNJICA-ABHANGS BEI BEOGRAD UND SEINER UMGEBUNG

Die Berglehne von Višnjica gehört der Waldsteppenunterzone an. Gegenwärtig befinden sich an ihren ungebauten Flächen Steppenfragmente der Assoziation *Andropogoneto-Euphorbietum pannonicae* R. Bog. und degradierte Reste von Eichenwäldern — Eichengestrüpp der Assoziation *Querceto-Carpinetum serbicum* R u d s k i, 1940.

Das Klima auf der Višnjica-Berglehne ist gemässigt-kontinental, was auch aus der Analyse der meteorologischen Angaben klar hervorgeht. Wegen ihrer geographischen Lage ist die Višnjica-Berglehne einem scharfen Einfluss des kontinentalen Klimas vom Norden und Nord Osten ausgesetzt, das in Pannonischenbassin und tiefer am Kontinent herrscht, und dieser Einfluss ist noch durch das Wehen des Koschava-Windes verstärkt, obwohl er etwas durch den Karpatenmassiv besänftigt wird. Vom Westen fühlt man im gewissen Masse den Einfluss des atlantischen Klimas, d. h. häufig sind die Einrisse der atlantischen Luftmassen, welche die Hauptträger der Niederschläge sind und auf die Steigerung der Luftfeuchtigkeit einwirken. Der Einfluss des mediterranischen Klimas vom Adriatischen- und Ägäischenmeer vom Südwesten und Süden ist nicht in solchem Masse ausgeprägt, da die Massive des Dinara- und Schara-, des Pind-, Rodopa-, und Balkangebirges ein grosses natürliches Hindernis bilden.

Was die Winde anbelangt, so haben die Koschava-Winde die hervorragendste Rolle, entweder dass sie vom Südosten, vom Süden oder aus der östlichen Richtung kommen. Koschava hat, als ein kalter und trockener Wind, der im Laufe des ganzen Jahres — im Sommer jedoch bedeutend seltener — weht, eine bedeutende Rolle im Klima dieses Gebietes. Die Winde von südwestlicher, westlicher und nordwestlicher Richtung sind ebenfalls als feuchte Winde von Bedeutung, da sie Regen bringen und ihre Häufigkeit steigt im Laufe des Frühlings und Sommers, obwohl auch sie über das ganze Jahr wehen. Die übrigen Winde sind fast für das Klima dieses Gebietes ohne Bedeutung.

---

Aus den beigefügten Klimadiagrammen ist klar ersichtlich, dass der Vischnjica — Abhang mit seiner Umgebung der Waldsteppenunterzone angehört. Der Sommer ist gewöhnlich warm mit der mittleren Monatstemperatur im wärmsten Monat von etwa 22,0°C. Die Winter sind kühl, können aber auch schärfer kalt oder auch wärmer sein. Schneedecke bildet sich fast immer. Die mittlere Niederschlagsmenge beträgt etwa 650 mm. Das Niederschlagsmaximum fällt am Frühlingsende und im Anfang des Sommers. Eine Trockenperiode existiert in den Durchschnittsjahren fast gar nicht, darum ist aber eine gemässigte Trockenperiode während des Sommers und am Herbstanfang ausgeprägt, die eigentlich die Waldsteppenunterzone auch charakterisiert.



RADOJE BOGOJEVIĆ

## FLORISTIČKA I FITOCENOLOŠKA ISPITIVANJA VEGETACIJE NA VIŠNJIČKOJ KOSI KRAJ BEOGRADA

### UVOD

Ispitivanjima na Višnjičkoj kosi kraj Beograda bavio sam se u periodu od 1959. do 1964. godine, u okviru moje doktorske teze.

Inicijativa za rad na ovom problemu potiče od profesora dr Milorada Jankovića, koji je i rukovodio ovim ispitivanjima, pružajući mi dragocene savete i sugestije u toku rada, na čemu mu se i ovom prilikom najtoplije zahvaljujem.

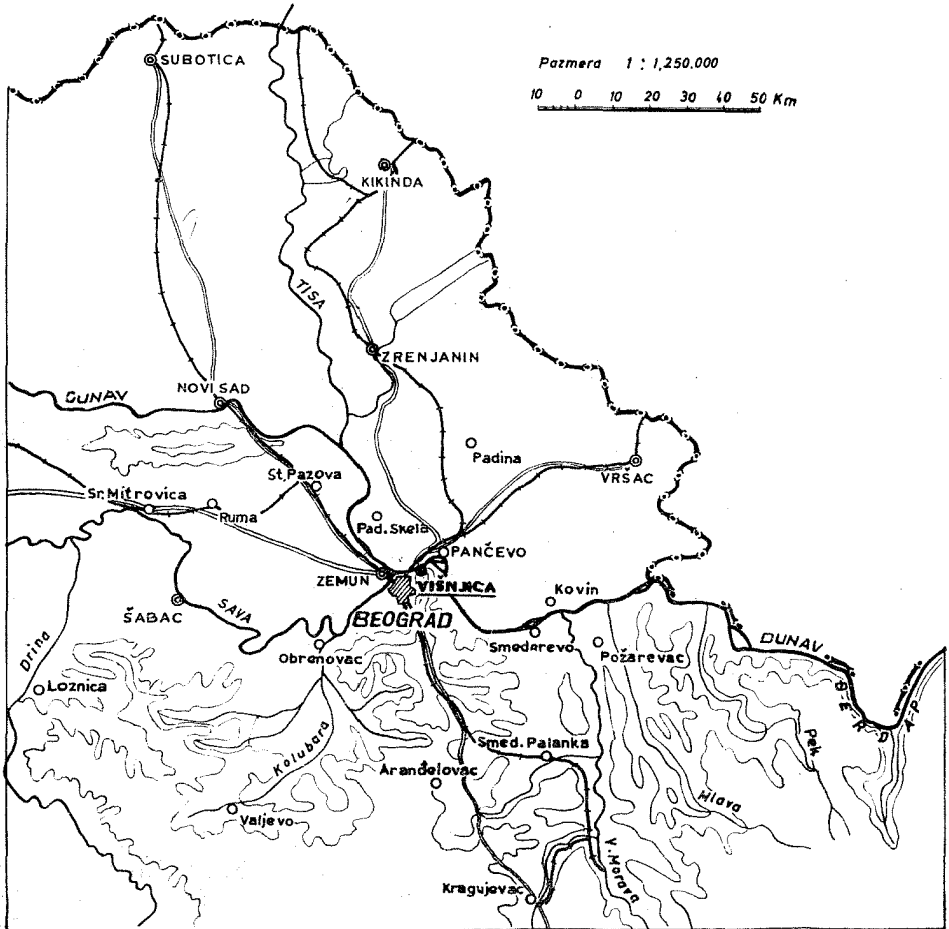
Zahvalnost dugujem i profesoru dr Vilotiju Blečiću, docentu dr Budislavu Tatiću i dr Rajni Jovanović-Dunjić, naučnom saradniku Instituta za biološka istraživanja SR Srbije, na pomoći oko determinacije nekih biljnih vrsta. Takođe sam zahvalan i Kovin ki Stefanović, stručnom saradniku Instituta za biološka istraživanja SR Srbije, na pomoći pri izradi pedoloških analiza.

### OPŠTI PREGLED USLOVA STANIŠTA

*Geografski položaj i geomorfološke osobine Višnjičke kose.* — Višnjička kosa ustvari predstavlja južni obod Panonskog Bazena, isturena nešto više u pravcu severoistoka gradeći tzv. višnjički rt u luku Dunava, tako da je celom svojom teritorijom, zahvaljujući konfiguraciji terena, izložena Panonskoj Niziji sa kojom se graniči i to sa zapada, severozapada, severa, severoistoka i istoka (Sl. 1). Teritorija Višnjičke kose ima oblik ravnokrakog trougla sa osnovicom prema jugozapadu, koja ide od Rospri Čuprije do Velikog Sela. Dužina osnovice, koja se pruža pravcem severozapad-jugoistok, iznosi oko 8 kilometara. Dužina krakova, a to je ustvari i dužina luka Dunava od Rospri Čuprije do Velikog Sela, iznosi oko 10 kilometara. Visina ovog ravnokrakog trougla, a to je ustvari dužina Višnjičke kose, iznosi oko 4,5 kilometara.

Reljef Višnjičke kose odlikuje se blagim formama, širokim i plitkim dolinama i prostranim blagozatalasanim uzvišenjima, koja se blago spuštaju prema Dunavu. Najviša tačka na ovom terenu je Milićevo brdo

(279 m). Idući prema severoistoku tj. prema luku Dunava, teren se postepeno spušta, Brestići (270 m), Nikino brdo (257 m), Belo brdo (215 m), kao i od Milićevog brda prema jugozapadu, Lipak (251 m), pa prema severozapadu, Krndaj (190 m), Deonice (137 m) i preko uvale Despotovac

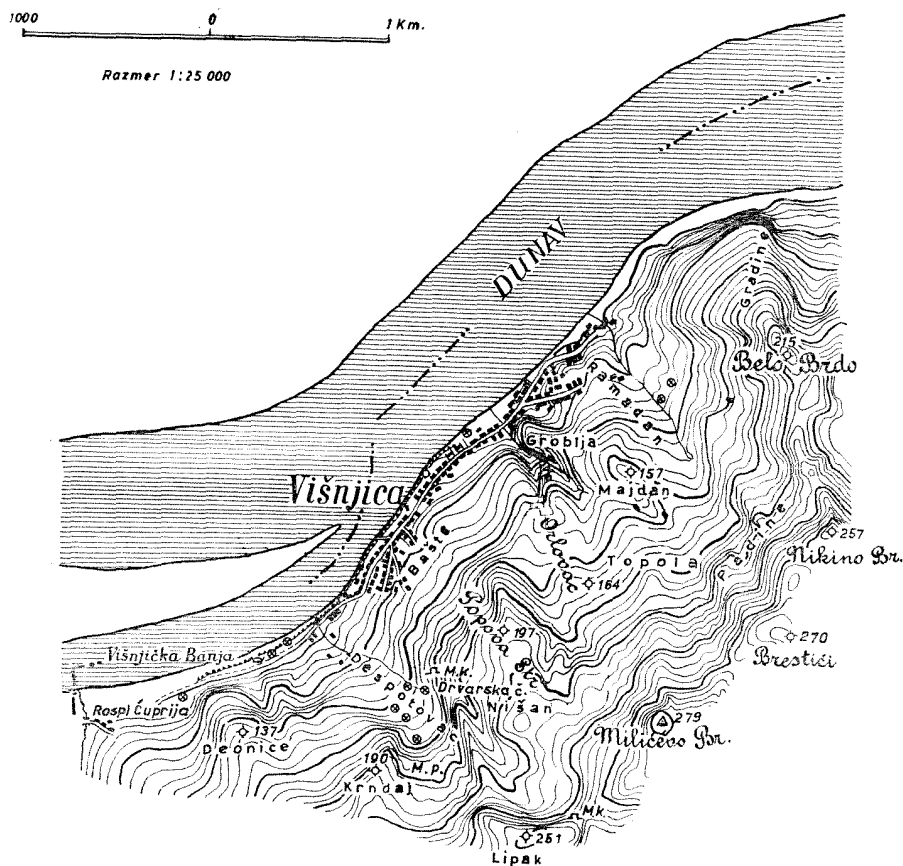


Sl. 1. Položaj Višnjičke kose prema Panonskoj Niziji.  
Abb. 1. Lage des Višnjica-Abhangs gegen die Pannonische Niederung.

do Dunava. Isto tako od Milićevog brda prema severozapadu i severu preko Popove strane (197 m), Orlovca (164 m), Majdana (157 m) i Ramadana, teren se spušta blago prema Dunavu. Ustvari Višnjička kosa sa svojim uzvišenjima ima oblik kifle pravca severozapad-severoistok. Doline su uglavnom orijentisane u pravcu sever-jug, severozapad-jugoistok i jugozapad-severoistok (Sl. 2).

Višnjička kosa je vrlo siromašna izvorima i tekućom vodom. Vredno je spomenuti samo tri izvora: Drvarsku česmu, izvor kod Višnjičke crkve i izvor na Ramadanu, koji ne presušuju i od kojih voda stalno otiče malim potocićima, koji se ulivaju u Dunav.

*Geološke i pedološke prilike Višnjičke kose.* — Najstarije geološke tvorevine Višnjičke kose predstavljene su srednjemiocenskim tortonskim



Sl. 2. Višnjička kosa.  
Abb. 2. Der Višnjica-Abhang.

naslagama različitog litološkog sastava. U koritu i uz korito Dunava su sedimenti dublje vode, poznate višnjičke gline, sivo-plavičaste boje (Ramadan). U višim delovima terena mestimično na površinu izbijaju krečnjačke stene poznate pod imenom lajtovački (po planini Lajta kod Beča), a kod nas tašmajdanski, krečnjak (Gradine, Belo brdo, Nikino brdo, Bre-

stići, Milićevo brdo, Krndaj i Despotovac). Ovi krečnjaci u oblasti Lipaka pokriveni su mlađim donjosarmatskim krečnjacima (krečnjak pužarac).

Ove miocenske tvorevine pokrivena su na celom prostranstvu kvarternim lesnim naslagama gornjopleistocenske i donjoholocenske starosti. Lesne naslage, debljine 2—15 m, izgrađene su od čestica peska, praha i gline i imaju osobine alumosilikatnih stena glinovitog tipa sa većim ili manjim koncentracijama  $\text{CaCO}_3$  u pojedinim nivoima lesnoga profila u vidu tzv. lesnih lutkica.

U uvali iznad Višnjičke banje primećeni su šljunkovi, debljine oko 1 m, koji predstavljaju ostatke Dunavske terase (karbonatni aluvijalni nanos).

Na lesnim naslagama, a na pojedinim mestima direktno na karbonatnim aluvijalnim nanosima, obrazovan je normalni karbonatni černozem kao podoločka podloga.

Fizičko-hemijske osobine černozema na Višnjičkoj kosi prikazadne su u tablici (Tablica 1).

Profil br. 5, iskopan u uvali iznad Višnjičke banje na zapadnoj ekspoziciji, obrazovan je na karbonatnom aluvijumu, tako da je ovde pedoločka podloga mlađa i plića od ostalih profila. Dubina joj ne prelazi 60 cm. Za razliku od ostalih profila ovde je i sadržaj humusa nešto niži (6,48%).

Profil br. 3, iskopan u Despotovcu na jugozapadnoj ekspoziciji, obrazovan je na lesu i pokazuje reakciju na  $\text{CaCO}_3$  još od same površine. Po granulometrijskom sastavu ovo je ilovača gde preovlađuju čestice praha i peska. Sa dubinom dolazi do neznatnog povećanja glinenih čestica (0,002=15,80—19,80%).

Ovako povoljan mehanički sastav, pored vegetacije i prisustva  $\text{Ca}$  jona, utiče na stvaranje stabilne mrvičaste strukture, koja je važan faktor za regulisanje vodnog i vazdušnog režima.

Što se tiče hemijskih osobina, može se reći da su vrlo povoljne. Sadržaj humusa je dosta visok (8,86%) u površinskom horizontu, dok se sa dubinom postepeno smanjuje, ali ga ima u dovoljnim količinama čak i u najdubljim slojevima profila (4,21%). Mikrobiološki procesi su zadovoljavajući, tako da je mineralizacija intenzivna i dovodi do stvaranja dovoljnih količina asimilativa. Količine kalijuma i azota su zadovoljavajuće, dok je sadržaj fosfora dosta nizak. Sadržaj azota stoji u korelaciji sa količinom humusa ( $\text{N}=0,18—0,15\%$ ). Zemljište je karbonatno i sadrži velike količine kreča još od same površine ( $\text{CaCO}_3=43,62—58,41\%$ ). Ovakvo bogatstvo zemljišta u  $\text{CaCO}_3$  može se objasniti bogatstvom kreča u geološkoj podlozi. Reakcija je uslovljena sadržajem  $\text{CaCO}_3$ , tako da u A-horizontu imamo u vodi slabo alkalnu reakciju ( $\text{pH}=7,75$ ).

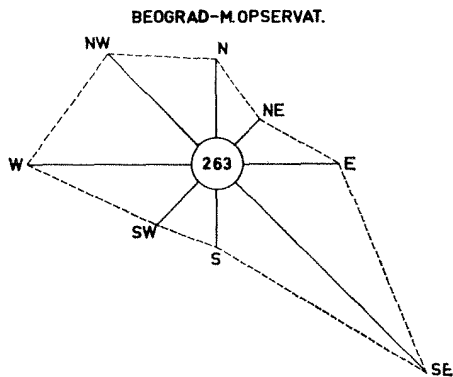
Profil br. 10, iskopan u uvali iznad Drvarske česme na severozapadnoj ekspoziciji, pod istom je vegetacijom a razlikuje se od ostalih po tome, što ne pokazuje reakciju na  $\text{CaCO}_3$  sve do dubine od 130 cm. U tom delu profila jasno se vidi nataloženi kreč. Ovo se odražava kako na promenu strukture i smanjenje humusa tako i na reakciju zemljišta. Ovde se  $\text{pH}$ , u n KCl-u, smanjuje na 6,50, što kod ostalih profila nismo imali. Adsorptivni kompleks je potpuno zasićen bazama tako da je  $\text{V}=99,85\%$ . Takođe

se javlja povećano učešće glinenih čestica na dubini od 52 cm gde se u odnosu na površinski horizont udvostručuje (0,002=22,60—45,40%).

Ostali profili su veoma slični napred opisanim, kako po fizičkim tako i po hemijskim osobinama.

Podzemne vode su vrlo duboke tako da nemaju uticaja na promene u zemljištu. Dubok korenov sistem i bogata korenova masa, daju svake godine velike količine organske materije, koje se dobro humificiraju i obogaćuju zemljište humusom i kalcijum humatima, koji dalje utiču na stvaranje veoma povoljne mrvičaste strukture. Pored ovoga, zemljište ima dobar vazdušni režim i bogato je hranljivim elementima. Bogatstvo lesne podloge u kreću utiče na mnoge fizičko-hemijske osobine černoze, jer se  $\text{CaCO}_3$  najčešće nalazi još od same površine profila. Povoljan granulometrijski sastav lesa utiče na veliku propustljivost a takođe smanjuje degradaciju, koja je vrlo retka za ovaj tip zemljišta.

*Klimatske prilike.* — Opšta klimatska karakteristika Višnjičke kose data je na osnovu podataka meteoroloških stanica uže i šire okoline (Zrenjanin, Novi Sad — Rimski Šančevi, Vršac, Sremska Mitrovica, Padinska Skela, Pančevo, Zemun Polje, Beograd — Meteorološka opservatorija, Beograd — Zvezdara, Šabac, Radmilovac, Kovin, Avala — Šuplja Stena, Smederevo, Smederevska Palanka i Arandelovac — Bukovička Banja).



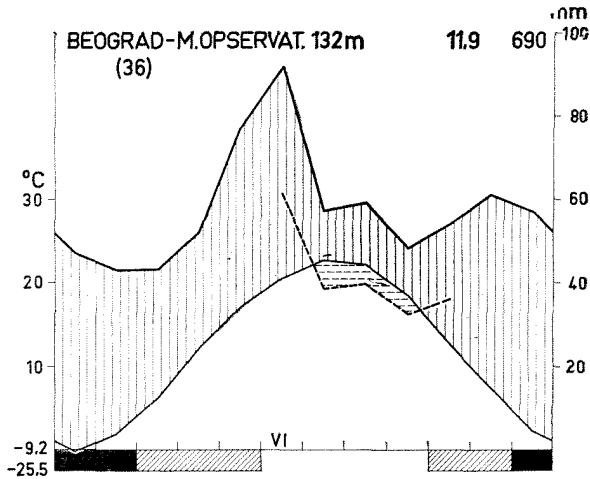
Sl. 3. Čestina vetrova i tišina za period od 36 godina (1925.—1960. god.).

Abb. 3. Häufigkeit der Winde und Stille für die Periode von 36 Jahren (1925—1960).

Iz analize meteoroloških podataka sa ovih stanica, jasno se vidi, da je klima na Višnjičkoj kosi umereno kontinentalna. Višnjička kosa, zbog svog geografskog položaja, izložena je jakom uticaju kontinentalne klime sa severa i severoistoka, koja vlada u Panonskom Bazenu i dublje u kontinentu a taj uticaj pojačan je i duvanjem košave, mada nešto ublažen masivom Karpata. Sa zapada se u izvesnoj meri oseća uticaj atlantske klime, tj. česti su prodori atlantskih vazdušnih masa a koje su glavni donosioci vodenih taloga i utiču na povećanje vlažnosti vazduha. Sa jugozapada

i juga uticaj mediteranske klime Jadranskog i Egejskog Mora, nije u tolikoj meri izražen, jer masivi dinarskih, šarskopinskih, rodopskih i balkanskih planina čine veliku prirodnu prepreku.

Što se tiče vetrova, najistaknutiju ulogu imaju košavski vetrovi-košava, bilo da dolazi iz jugoistočnog ili istočnog pravca. Košava, kao hladan i suv vetar, koja duva u toku cele godine, stim što je preko leta znatno ređa, ima značajnu ulogu u klimi ovog područja. Značajni su vetrovi zapadnog i severozapadnog pravca, kao vlažni vetrovi, jer donose kišu i njihova učestalost se povećava u toku proleća i leta, mada i oni duvaju preko cele godine. Ostali vetrovi su skoro beznačajni za klimu ovog područja (Sl. 3).



Sl. 4. Klimadijagram za vremenski period od 1925. do 1960. godine.  
Abb. 4. Klimadiagram für die Zeitperiode von 1925 bis 1960.

Iz priloženog klimadijagrama za Beograd (M. opservatorija) (Sl. 4), jasno se vidi, da Višnjička kosa pripada šumostepskoj podzoni. Leto je dosta toplo sa srednje mesečnom temperaturom najtoplijeg meseca 22,7°C. Zima je prohladna a ponekad može da bude oštija ili toplija. Snežni pokrivač se gotovo uvek obrazuje. Prosečna količina godišnjeg taloga iznosi 690 mm. Maksimum taloga padne krajem proleća i početkom leta. Sušni period takoreći i ne postoji u prosečnim godinama, ali je zato izražen umereno sušni period za vreme leta i početkom jeseni, koji upravo i karakteriše šumostepsku podzону.

#### FLORISTIČKA I FITOCENOLOŠKA ANALIZA VEGETACIJE

Na osnovu analize i poređenja sa sličnom vegetacijom Vojvodine (Pannonska Nizija) i uže Srbije, izdvojena je nova asocijacija *Andropogoneto-Euphoribetum pannonicae* R. B o g., koja je razvijena u vidu stepskih

fragmenata na Višnjičkoj kosi, na neobrađenim površinama. Pored ovih stepskih fragmenata, na Višnjičkoj kosi se nalaze i degradirani ostaci hrastovih šuma-šikare asocijacije *Querceto-Carpinetum serbicum* Rudski, 1940.

A. As. *Andropogoneto-Euphorbietum pannonicae* R. Bog.

Asocijacija *Andropogoneto-Euphorbietum pannonicae* predstavlja novu stepsku zajednicu, kao krajnji južni ogranak brojnih stepskih fitocenoza u Panonskoj Niziji (Soó, Hargitai, Stjepanović-Veseličić i dr.). Ova asocijacija pokazuje dosta sličnosti sa panonskim stepskim zajednicama ali se ipak jasno od njih izdvaja, kako ekološki tako i floristički, što je uslovljeno specifičnim geografskim položajem Višnjičke kose.

Ova fitocenoza na Višnjičkoj kosi razvijena je na skoro svim ekspozicijama nagiba od 5—45°, na nadmorskoj visini od oko 200 m i na dovoljno dubokom černozemnom zemljištu, koje se nalazi na dubljim ili plićim lesnim naslagama ili pak na pojedinim mestima direktno na karbonatnim aluvijalnim nanosima kao geološkoj podlozi.

Floristički sastav fitocenoze prikazan je u sintetičkoj tabeli od 40 fitocenoloških snimaka (Fit. tabl. 1).\*

Asocijacija *Andropogoneto-Euphorbietum pannonicae* je u florističkom i fiziognomskom pogledu jasno izražena i odlično okarakterisana na svom relativno malom prostranstvu od oko 10 km<sup>2</sup>. Fitocenoza je floristički veoma bogata, a što se ogleda u velikom broju vrsta (173), koje ulaze u njen sastav, javljajući se 2.167 puta u 40 fitocenoloških snimaka, tako da u svakom pojedinačnom snimku prosečno dolazi po 54 vrste, dok se broj vrsta u snimcima kreće od 37—77.

Od ukupnog broja vrsta (173), karakterističnu kombinaciju vrsta asocijacije *Andropogoneto-Euphorbietum pannonicae* čine 23 vrste (vrste sa V i VI stepenom stalnosti), manje više ravnomerno raspoređene odlično karakterišu zajednicu. 13 vrsta karakteristične kombinacije sreću se u svim ispitivanim površinama (snimcima), a to su: *Andropogon ischaemum*, *Thymus glabrescens*, *Teucrium chamaedrys*, *Medicago falcata*, *Potentilla arenaria*, *Festuca vallesiaca*, *Achillea millefolium*, *Asperula cynanchica*, *Euphorbia cyparissias*, *Eryngium campestre*, *Linum austriacum* i *Centaurea stoebe*. Ostalih 10 vrsta karakteristične kombinacije sreću se u nešto manjem broju snimaka ali još uvek u dovoljnom broju, da spravom sa prethodnima čine karakterističnu kombinaciju vrsta ove zajednice a to su: *Veronica prostrata* (u 35 snimaka), *Carex verna* (33), *Salvia pratensis* (32), *Reseda lutea* (32), *Chrysopogon gryllus* (31), *Xeranthemum annuum*

\* Pri uzimanju fitocenoloških snimaka služio sam se metodom probnih površina po Braun-Blanquet-u. Pri svakoj ekskurziji, koje su bile vrlo česte, uzimao sam tj. dopunjavao snimke u toku čitave godine u vezi sa promenama u vegetaciji, sa odgovarajućih određenih probnih površina, tako da definitivni snimci, koji su ušli u sastav fitocenoloških tabela (Fit. tab. 1 i 2), pružaju potpunu sliku o karakteru vegetacije na Višnjičkoj kosi.

(29), *Koeleria gracilis* (29), *Lotus corniculatus* (29), *Thesium intermedium* (27) i *Nigella arvensis* (u 26 snimaka).

U florističkom sastavu ove asocijacije brojnošću i socijalnošću najviše se ističe dominantna vrsta *Andropogon ischaemum*, određujući fiziognomiju asocijacije. Pored nje se, kako svojom stalnošću tako i priličnom pokrovnom vrednošću, ističe vrsta *Euphorbia pannonica*, koja je kao pannonsko-balkanski florni elemenat vezana za ovu asocijaciju i sa *Andropogon ischaemum* dobro karakteriše uslove pod kojima je zajednica razvijena, te su ušli u njen naziv.

Radi dobijanja iscrpnije slike o karakteru asocijacije *Andropogoneto-Euphorbietum pannonicae*, upoređice se sa nekim sličnim zajednicama u susjednim područjima. U užoj Srbiji nalazi se nekoliko fitocenoza koje po svojoj građi pokazuju sličnost sa ovom asocijacijom. To su asocijacije *Xeranthemeto-Ischaemetum* R. J o v. (Avala), *Agrostideto-Chrysopogonetum grylli* Kojić (Zapadna Srbija) i *Teucrieteto-Chrysopogonetum* R. J o v. (Istočna Srbija).

Poređenje florističke građe asocijacije *Andropogoneto-Euphorbietum pannonicae* sa Višnjičke kose i asocijacije *Xeranthemeto-Ischaemetum* (Avala) pokazuje da postoje svega 35 zajedničkih vrsta a osim toga vidi se da je fitocenoza sa Avale floristički vrlo siromašna (60 vrsta). Zajedničke vrste su sledeće: *Andropogon ischaemum*, *Teucrium chamaedrys*, *Festuca vallesiaca*, *Achillea millefolium*, *Euphorbia cyparissias*, *Eryngium campestre*, *Lotus corniculatus*, *Nigella arvensis*, *Chondrilla juncea*, *Tragopogon pratensis*, *Holosteum umbellatum*, *Dorycnium herbaceum* i još neke a sledeće vrste nalaze se samo na Višnjičkoj kosi a nema ih u zajednici sa Avale: *Thymus glabrescens*, *Medicago falcata*, *Potentilla arenaria*, *Euphorbia pannonica*, *Asperula cynanchica*, *Linum austriacum*, *Centaurea stoebe*, *Veronica prostrata*, *Carex verna*, *Salvia pratensis*, *Reseda lutea*, *Chrysopogon gryllus*, *Xeranthemum annuum*, *Koeleria gracilis*, *Thesium intermedium*, *Stipa capillata*, *Crupina vulgaris*, *Bromus squarrosus*, *Taraxacum corniculatum*, *Tlaspi perfoliatum*, *Carthamus lanatus*, *Muscari comosum*, *Seseli tortuosum*, *Alyssum calycinum*, *Allium sphaerocephalum*, *Verbascum phoeniceum*, *Poa bulbosa*, *Erysimum cheiranthoides*, *Jurinea mollis*, *Astragalus austriacus*, *Sternbergia colchiciflora*, *Scabiosa ochroleuca*, *Pimpinella saxifraga*, *Plantago media*, *Brachypodium pinnatum*, *Ranunculus polyanthemus*, *Brunella vulgaris*, *Leontodon hispidus*, *Agrostis canina* i druge.

I asocijacije sa *Chrysopogon gryllus* iz zapadne i istočne Srbije (*Agrostideto-Chrysopogonetum grylli* i *Teucrieteto-Chrysopogonetum*), koje u svom sastavu imaju 107 odnosno 106 vrsta, floristički pokazuju malu sličnost sa asocijacijom *Andropogoneto-Euphorbietum pannonicae*, jer imaju svega 43 odnosno 42 zajedničke vrste. Asocijacija *Andropogoneto-Euphorbietum pannonicae* sa zajednicom *Agrostideto-Chrysopogonetum grylli* iz zapadne Srbije ima sledeće zajedničke vrste: *Andropogon ischaemum*, *Teucrium chamaedrys*, *Medicago falcata*, *Festuca vallesiaca*, *Achillea millefolium*, *Euphorbia cyparissias*, *Eryngium campestre*, *Chrysopogon gryllus*, *Lotus corniculatus*, *Muscari comosum*, *Tragopogon pratensis*, Do-





*rycnium herbaceum*, *Plantago media*, *Ranunculus polyanthemos*, *Brunella vulgaris*, *Leontodon hispidus* i još neke, a vrste: *Thymus glabrescens*, *Potentilla arenaria*, *Euphorbia pannonica*, *Asperula cynanchica*, *Linum austriacum*, *Centaurea stoebe*, *Veronica prostrata*, *Carex verna*, *Salvia pratensis*, *Reseda lutea*, *Xeranthemum annuum*, *Koeleria gracilis*, *Thesium intermedium*, *Nigella arvensis*, *Stipa capillata*, *Chondrilla juncea*, *Crupina vulgaris*, *Bromus squarrosus*, *Taraxacum corniculatum*, *Tlaspi perfoliatum*, *Carthamus lanatus*, *Seseli tortuosum*, *Alyssum calycinum*, *Allium sphaerocephalum*, *Holosteum umbellatum*, *Verbascum phoeniceum*, *Poa bulbosa*, *Erysimum cheiranthoides*, *Jurinea mollis*, *Astragalus austriacus*, *Sternbergia colchiciflora*, *Scabiosa ochroleuca*, *Pimpinella saxifraga*, *Brachypodium pinnatum*, *Agrostis canina* i dr. nalaze se samo na Višnjičkoj kosi. Sa zajednicom *Teucrieto-Chrysopogonetum* iz istočne Srbije ima sledeće zajedničke vrste: *Teucrium chamaedrys*, *Medicago falcata*, *Festuca vallesiaca*, *Asperula cynanchica*, *Euphorbia cyparissias*, *Eryngium campestre*, *Chrysopogon gryllus*, *Koeleria gracilis*, *Lotus corniculatus*, *Crupina vulgaris*, *Bromus squarrosus*, *Muscari comosum*, *Dorycnium herbaceum*, *Plantago media*, *Leontodon hispidus* i još neke a vrste: *Andropogon ischaemum*, *Thymus glabrescens*, *Potentilla arenaria*, *Euphorbia pannonica*, *Achillea millefolium*, *Linum austriacum*, *Centaurea stoebe*, *Veronica prostrata*, *Carex verna*, *Salvia pratensis*, *Reseda lutea*, *Xeranthemum annuum*, *Thesium intermedium*, *Nigella arvensis*, *Stipa capillata*, *Chondrilla juncea*, *Taraxacum corniculatum*, *Tlaspi perfoliatum*, *Carthamus lanatus*, *Seseli tortuosum*, *Alyssum calycinum*, *Allium sphaerocephalum*, *Tragopogon pratensis*, *Holosteum umbellatum*, *Verbascum phoeniceum*, *Poa bulbosa*, *Erysimum cheiranthoides*, *Jurinea mollis*, *Astragalus austriacus*, *Sternbergia colchiciflora*, *Scabiosa ochroleuca*, *Pimpinella saxifraga*, *Brachypodium pinnatum*, *Ranunculus polyanthemos*, *Brunella vulgaris*, *Agrostis canina* i dr. nalaze se samo na Višnjičkoj kosi.

Međutim, komparativna floristička analiza sa zajednicom *Chrysopogonetum pannonicum* Stjep.-Ves. (Deliblatska Peščara) ukazuje na znatno veću sličnost asocijacije *Andropogoneto-Euphorbietum pannonicae* sa ovom stepskom fitocenozom, sa kojom ima 69 zajedničkih vrsta a to su: *Andropogon ischaemum*, *Thymus glabrescens*, *Teucrium chamaedrys*, *Medicago falcata*, *Potentilla arenaria*, *Festuca vallesiaca*, *Achillea millefolium*, *Asperula cynanchica*, *Euphorbia cyparissias*, *Eryngium campestre*, *Linum austriacum*, *Centaurea stoebe*, *Veronica prostrata*, *Carex verna*, *Salvia pratensis*, *Chrysopogon gryllus*, *Koeleria gracilis*, *Lotus corniculatus*, *Stipa capillata*, *Chondrilla juncea*, *Bromus squarrosus*, *Tlaspi perfoliatum*, *Allium sphaerocephalum*, *Verbascum phoeniceum*, *Poa bulbosa*, *Jurinea mollis*, *Scabiosa ochroleuca*, *Pimpinella saxifraga*, *Plantago media* i još neke, dok se *Euphorbia pannonica*, *Reseda lutea*, *Xeranthemum annuum*, *Thesium intermedium*, *Nigella arvensis*, *Crupina vulgaris*, *Taraxacum corniculatum*, *Carthamus lanatus*, *Muscari comosum*, *Seseli tortuosum*, *Alyssum calycinum*, *Tragopogon pratensis*, *Holosteum umbellatum*, *Dorycnium herbaceum*, *Erysimum cheiranthoides*, *Astragalus austriacus*, *Sternbergia colchiciflora*, *Brachypodium pinnatum*, *Ranun-*

*culus polyanthemos*, *Brunella vulgaris*, *Leontodon hispidus*, *Agrostis canina* i druge nalaze samo na Višnjičkoj kosi a nema ih u zajednici *Chrysopogonetum pannonicum*. Veliki broj zajedničkih vrsta (69) ide u prilog povezanosti fitocenoze sa Višnjičke kose sa stepskim zajednicama Panonske Nizije.

*Biološki spektar*. — Potpuniju ekološku karakteristiku ovoga staništa pružaju odnosi životnih formi u ovoj fitocenozi. Od ukupnog broja vrsta (173), hemikriptofitama pripada više od polovine: 119 vrsta odnosno 68,8%, terofitama: 30 odnosno 17,3%, geofitama: 15 odnosno 8,7% i hamefitama: 9 odnosno 5,2%. Fitocenoza je hemikriptofitska sa priličnim učešćem terofita, skoro sa jednom petinom od ukupnog broja vrsta.

*Spektar arealtipova*. — Da bi se dobila što jasnija slika biljnogeografskog položaja i flornogenetskog odnosa ove asocijacije, prikazaće se spektar arealtipova, pri čemu su uzete u obzir sve vrste koje izgrađuju ovu fitocenozu. Spektar arealtipova izgleda ovako:

Pontisko-mediteranski	(59)	34,1%
Evroaziski	(54)	31,2%
Mediteranski	(14)	8,1%
Pontiski	(13)	7,6%
Srednjeevropski	(12)	7,0%
Panonsko-balkanski	(7)	4,0%
Cirkumpolarni	(5)	2,9%
Kosmopoliti	(4)	2,3%
Pontisko-sarmatski	(3)	1,7%
Balkanski	(2)	1,1%

Spektar arealtipova, pre svega, pokazuje da asocijaciju izgrađuju vrste koje pripadaju većem broju različitih flornih elemenata iz različitih geografskih područja. Sukobljavanje većeg broja flornih elemenata potvrđuje ranije pomenuti geografski položaj Višnjičke kose i uticaj različitih klimata na klimu ovog područja.

Najveći procenat otpada na pontisko-mediteranski florni element (*Teucrium chanaedrys*, *Asperula cynanchica*, *Eryngium campestre*, *Centaurea stoebe*, *Veronica prostrata*, *Salvia pratensis*, *Reseda lutea*, *Chrysopogon gryllus*, *Xeranthemum annuum*, *Nigella arvensis*, *Crupina vulgaris*, *Bromus squarrosus*, *Taraxacum corniculatum*, *Traspi perfoliatum*, *Carthamus lanatus*, *Muscari comosum*, *Alyssum calycinum*, *Tragopogon pratensis*, *Holosteum umbellatum*, *Poa bulbosa*, *Sternbergia colchiciflora*, *Brachypodium pinnatum*, *Brunella vulgaris* i dr.) a zatim na evroazijski (*An-dropogon ischaemum*, *Medicago falcata*, *Achillea millefolium*, *Carex ver-na*, *Lotus corniculatus*, *Stipa capillata*, *Chondrilla juncea*, *Astragalus austriacus*, *Pimpinella saxifraga*, *Plantago media*, *Ranunculus polyanthemos*, *Leontodon hispidus*, *Agrostis canina* i dr.), dok je procentualno učešće mediteranskih (*Allium sphaerocephalum*, *Dorycnium herbaceum* i dr.), pontiskih (*Thymus glabrescens*, *Potentilla arenaria*, *Euphorbia cyparissias*,

*Linum austriacum*, *Seseli tortuosum*, *Verbascum phoeniceum*), srednje-evropskih (*Thesium intermedium*, *Scabiosa ochroleuca*), panonsko-balkanskih (*Euphorbia pannonica*, *Jurinea mollis*), cirkumpolarnih (*Erysimum cheiranthoides*), kosmopolitskih (*Cynodon dactylon*), pontisko-sarmatskih (*Festuca vallesiaca*, *Koeleria gracilis*) i balkanskih (*Helleborus odoratus*) flornih elemenata znatno manje.

Kao što se iz spektra arealtipova vidi, u ovoj fitocenozi preovlađuju kserotermni elementi (pontisko-mediteranski, mediteranski, pontiski, panonsko-balkanski, pontisko-sarmatski) na koje otpada 55,5%, dok su mezofilniji elementi (evroazijski, srednjeevropski, cirkumpolarni, kosmopoliti, balkanski) nešto slabije zastupljeni, na koje otpada 44,5%, od ukupnog broja vrsta. Među kserotermnim elementima naročito se ističu pontisko-mediteranske vrste (34,1%), koje ukazuju na izvesne crte stepskog klimata na ovom području, dok se među mezofilnijim elementima naročito ističu evroazijske vrste (31,2%). Uopšte uzev, u ovoj asocijaciji prevagu imaju stepsko-mediteranski florni elementi, koji daju ovoj fitocenozi kserotermni karakter i ukazuju na flornogenetske veze sa stepskom vegetacijom Panonske Nizije (Deliblatska Peščara), iako Stjepanović-Veseličić ne daje posebno spektre arealtipova asocijacija stepske vegetacije, pa samim tim ni za asocijaciju *Chrysopogonetum pannonicum*. već samo naglašava da u vegetaciji stepskoga tipa pored pontisko-sarmatskih, odnosno irano-turanskih elemenata, koji su zastupljeni u znatnoj množini, javljaju se i pontisko-mediteranski elementi, zatim mediteranski, submediteranski, panonski, balkanski, ilirski, srednjeevropski, evroazijski, polukosmopolitski i kosmopolitski elementi.

*Raščlanjenje asocijacije.* — Na osnovu većega broja diferencijalnih vrsta (28), asocijacija *Andropogoneto-Euphorbietum pannonicae* raščlanjena je na dve subasocijacije: subas. *Andropogoneto-Euphorbietum stipetosum capillatae* R. B o g. i subas. *Andropogoneto-Euphorbietum brachypodietosum pinnati* R. B o g.

Subasocijacija *Andropogoneto-Euphorbietum stipetosum capillatae* razvijena je na suvljim, toplijim, južnijim ekspozicijama (S, SW, W, E), nagiba od 5 do 45°, na nadmorskoj visini od 110—275 m. Ova subasocijacija je izdvojena na osnovu sledećih 20 diferencijalnih vrsta: *Stipa capillata*, po kojoj je subasocijacija dobila ime, *Chondrilla juncea*, *Crupina vulgaris*, *Bromus squarrosus*, *Taraxacum corniculatum*, *Traspi perfoliatum*, *Carthamus lanatus*, *Muscari comosum*, *Seseli tortuosum*, *Alyssum calycinum*, *Allium sphaerocephalum*, *Tagopogon pratensis*, *Holosteum umbellatum*, *Dorycnium herbaceum*, *Poa bulbosa*, *Erysimum cheiranthoides*, *Jurinea mollis*, *Astragalus austriacus* i *Sternbergia cochiciflora*. Sve ove vrste su indikatori suvljeg i toplijeg staništa i sve se skoro isključivo javljaju samo u ovoj subasocijaciji. Jedino izuzetak čini *Stipa capillata* koja se javlja i u pet snimaka druge subasocijacije i još šest diferencijalnih vrsta samo u po jednom snimku.

Subasocijacija *Andropogoneto-Euphorbietum brachypodietosum pinnati* razvijena je na nešto vlažnijim, hladnijim, severnijim ekspozicijama (NW, NE, N), nagiba od 10—40°, na nadmorskoj visini od 120—275 m.

Ova subasocijacija je izdvojena na osnovu sledećih 8 diferencijalnih vrsta: *Scabiosa ochroleuca*, *Pimpinella saxifraga*, *Plantago media*, *Brachypodium pinnatum*, *Ranunculus polyanthemos*, *Brunella vulgaris*, *Leontodon hispidus* i *Agrostis canina*. Sve ove vrste su indikatori vlažnijeg i hladnijeg staništa i prve četiri vrste, pored toga što se javljaju u svim snimcima ove subasocijacije, javljaju se i u priličnom broju snimaka (13 i 11) prve dve vrste a druge dve u nešto manjem broju (6 i 3) u prvoj subasocijaciji, dok se poslednje četiri diferencijalne vrste javljaju isključivo u drugoj subasocijaciji ali ne i u svim snimcima. Od navedenih vrsta, *Brachypodium pinnatum* predstavlja najznačajniju vrstu za ovu subasocijaciju te je po njoj subasocijacija i dobila ime.

#### B. As. *Querceto-Carpinetum serbicum* R u d s k i. 1940.

Ovu asocijaciju opisao je R u d s k i (1940) u jugoistočnoj Šumadiji na području između Velike i Zapadne Morave, trougao Rudnik — Kraljevo — Lapovo. Po R u d s k o m, grupacije asocijacije *Querceto-Carpinetum* u Srbiji »dolaze uvek u manjim kompleksima ili čak fragmentarno na dnu dubokih, vlažnih jaruga i uvala, usred površina *Quercetum confertae-cerris* ili čine najniži pojas severno eksponiranih strana rečnih dolina«. Pored toga, R u d s k i smatra da se sastojine ove asocijacije razlikuju od istih u Hrvatskoj pre svega znatnim brojem termofilnih vrsta.

U severnoj Srbiji opisan je ovaj tip hrastovo-grabove šume predstavljen kserotermnom subasocijacijom sa kostrikom — *Ruscus aculeatus* (Subas. *Querceto-Carpinetum serbicum aculeatetosum* J o v., 1949), i to za Jasenicu i okolinu Beograda (B. J o v a n o v i ć i R. D u n j i ć 1951), u Košutnjaku (M. G a j i ć 1952) i na Avali (Lj. B o r i s a v l j e v i ć 1955).

Na Višnjičkoj kosi nalaze se degradirani ostaci hrastovih šuma — šikare asocijacije *Querceto-Carpinetum serbicum* R u d s k i, 1940. Ovi ostaci su se zadržali još samo tamo gde nagib i donekle ekspozicija nisu povoljni za oranice odnosno kulture, jer nagib ide skoro uvek uporedno sa stvaranjem skeletnog zemljišta a što je i uslovalo očuvanje ovih ostataka, tako da je ova zajednica danas razvijena uglavnom na vlažnijim, hladnijim, severnijim ekspozicijama, strmijim terenima, prosečno 36° nagiba, na nadmorskoj visini od 100 do 279 m i na dubljem ili plicem zemljištu, manje ili više skeletnom a na pojedinim mestima čak i čitavi komadi krečnjaka izbijaju na samu površinu. pH zemljišta ispitivanih površina kreće se od 7 do 8.

Floristički sastav ove zajednice prikazan je u sintetičkoj tabeli od 10 fitocenoloških snimaka (Fit. tab. 2).

Asocijacija *Querceto-Carpinetum serbicum* je floristički veoma bogata, a što se ogleda u velikom broju vrsta (154), što naročito važi za II i III sprat, koje ulaze u njen sastav, javljajući se 572 puta u 10 fitocenoloških snimaka, tako da u svakom pojedinačnom snimku prosečno dolazi po 57 vrsta, dok se broj vrsta u snimcima kreće od 36 do 85.

Sprat drveća je vrlo maloga sklopa i po starosti dosta mlad, jer se starija stabla seku a što svedoče zaostali panjevi. U dva fitocenološka snimka (Krndaj i Istočni Lipak) sprat drveća i ne postoji. Mali sklop kruna (prosečno 25%) može se donekle objasniti nagibom terena (prosečno 36°) i mladošću stabala, jer se starija i deblja stabla seku, kao što je već napred rečeno, tako da se prosečna visina ovoga sprata kreće oko 10 m a prosečna debljina prsnog prečnika oko 30 cm.

Najveću brojnost i socijalnost u spratu drveća ima *Ulmus campestris*, koji se javlja u 7 od 8 snimaka, tj. sa stepenom stalnosti IV, dok se *Prunus domestica*, *Fraxinus ornus*, *Acer campestre*, *Quercus pubescens*, *Prunus avium*, *Hedera helix* i *Clematis vitalba* javljaju u 3 odnosno 2 snimka, tj. sa stepenom stalnosti II odnosno I a *Sambucus nigra*, *Populus alba*, *Pirus communis* i *Morus alba* samo u po jednom snimku.

Sprat žbunova je bogatiji od sprata drveća (37 vrsta) i znatno sklop-ljeniji (prosečan sklop 85%), visine 3 do 5 m. U ovom spratu najveću brojnost i socijalnost imaju *Ulmus campestris*, *Crataegus monogyna*, *Prunus spinosa*, *Rosa canina*, *Cornus sanguinea*, *Rhamnus cathartica*, *Clematis vitalba*, *Viburnum lantana*, *Ligustrum vulgare* i *Evonymus europaeus*, od kojih se prvih 8 vrsta javljaju u svih 10 snimaka a poslednje 2 u 9, tj. sa stepenom stalnosti V. Zatim dolaze *Prunus domestica*, *Morus alba* i *Bryonia alba*, koje se javljaju u 8 odnosno 7 snimaka, tj. sa stepenom stalnosti IV, *Quercus pubescens*, *Sambucus nigra*, *Fraxinus ornus*, *Corylus avellana*, *Cornus mas* i *Cytisus austriacus* u 6 odnosno 5 snimaka, tj. sa stepenom stalnosti III, *Prunus avium*, *Evonymus verrucosus*, *Staphylea pinnata*, *Cytisus nigricans*, *Berberis vulgaris*, *Acer campestre*, *Ailanthus glandulosa* i *Hedera helix* u 4 odnosno 3 snimka, tj. sa stepenom stalnosti II i najzad *Lycium vulgare*, *Ononis spinosa*, *Pirus communis*, *Paliurus aculeatus*, *Quercus conferta*, *Quercus robur*, *Carpinus betulus*, *Populus alba*, *Prunus chamaecerasus* i *Humulus lupulus*, koji se javljaju u 2 odnosno 1 snimku, tj. sa stepenom stalnosti I i nemaju velikog učešća u ovom spratu, ali su neke od njih važne za razumevanje ostataka hrastovih šuma.

Sprat prizemnih biljaka je najbogatiji vrstama (151) sa prosečnom pokrovnošću od preko 50%. Najobilnije su *Ulmus campestris*, *Crataegus monogyna*, *Prunus spinosa*, *Rosa canina*, *Cornus sanguinea*, *Clematis vitalba*, *Viburnum lantana*, *Rhamnus cathartica*, *Euphorbia cyparissias*, *Viola silvestris*, *Rubus caesius*, *Helleborus odorus*, *Ligustrum vulgare*, *Evonymus europaeus*, *Hypericum perforatum*, *Dactylis glomerata* i *Brachypodium silvaticum*, od kojih se prvih 12 vrsta javljaju u svih 10 snimaka a poslednje 5 u 9, tj. sa stepenom stalnosti V; dok se *Prunus domestica*, *Morus alba*, *Sambucus ebulus*, *Reseda lutea*, *Clinopodium vulgare*, *Bryonia alba*, *Agropyron repens* i *Digitalis lanata* javljaju u 8 odnosno 7 snimaka, tj. sa stepenom stalnosti IV. Od ostalih vrsta 29 se javljaju u 6 odnosno 5 snimaka, tj. sa stepenom stalnosti III, 45 u 4 odnosno 3 snimka, tj. sa stepenom stalnosti II i 52 vrste u 2 i 1 snimku, tj. sa stepenom stalnosti I. Preko 30 vrsta od ukupnog broja prizemnih biljaka su prodrle iz stepe a to su *Euphorbia cyparissias*, *Hypericum perforatum*, *Sambucus ebulus*, *Reseda lutea*, *Clinopodium vulgare*, *Agropyron repens*, *Carduus*

*acanthoides*, *Thalictrum aquilegifolium*, *Origanum vulgare*, *Linaria genistifolia*, *Cichorium intybus*, *Lavatera thuringiaca*, *Teucrium chamaedrys*, *Melilotus officinalis*, *Achillea millefolium*, *Cytisus austriacus*, *Daucus carota*, *Falcaria vulgaris*, *Eryngium campestre*, *Centaurea scabiosa*, *Verbena officinalis*, *Veronica austriaca*, *Mentha longifolia*, *Marrubium peregrinum*, *Galium verum*, *Anthemis tinctoria*, *Potentilla recta*, *Stachys recta*, *Ononis spinosa* i još neke.

Da bi se dobila potpunija slika o karakteru asocijacije *Querceto-Carpinetum serbicum* sa Višnjičke kose, upoređice se sa nekim opisanim subasocijacijama i asocijacijama ovoga tipa u severnoj Srbiji i jugoistočnoj Šumadiji. To su: Subasocijacija *Querceto-Carpinetum serbicum aculeatetosum* Jov., 1949, koju su opisali M. Gajić u Košutnjaku, Lj. Borisavljević na Avali i B. Jovanović i R. Dunjić za Jasenicu i okolinu Beograda i asocijacija *Querceto-Carpinetum serbicum* Rudski, 1940, (Jugoistočna Šumadija).

Poređenje florističkog sastava asocijacije *Querceto-Carpinetum serbicum* sa Višnjičke kose i subasocijacije *Querceto-Carpinetum serbicum aculeatetosum* (Košutnjak), koja je floristički vrlo siromašna, jer u njen sastav ulaze 64 vrste, pokazuje da postoje svega 37 zajedničkih vrsta a i vrednost pH zemljišta ove zajednice je niža (kreće se do 6,59). Zajedničke vrste su sledeće: *Ulmus campestris*, *Fraxinus ornus*, *Acer campestre*, *Quercus pubescens*, *Crataegus monogyna*, *Cornus mas*, *Quercus robur*, *Carpinus betulus*, *Clematis vitalba*, *Helleborus odorus*, *Brachypodium silvaticum*, *Dactylis glomerata*, *Evonymus europaeus*, *Hypericum perforatum*, *Lithospermum purpureoceruleum*, *Achillea millefolium*, *Ballota nigra*, *Silene inflata* i još neke a sledeće vrste nalaze se samo na Višnjičkoj kosi a nema ih u zajednici na Košutnjaku: *Prunus domestica*, *Prunus avium*, *Sambucus nigra*, *Populus alba*, *Pirus communis*, *Morus alba*, *Prunus spinosa*, *Rosa canina*, *Cornus sanguinea*, *Rhamnus cathartica*, *Viburnum lantana*, *Ligustrum vulgare*, *Bryonia alba*, *Corylus avellana*, *Cytisus austriacus*, *Evonymus verrucosus*, *Cytisus nigricans*, *Staphylea pinnata*, *Ailanthus glandulosa*, *Berberis vulgaris*, *Lycium vulgare*, *Ononis spinosa*, *Paliurus aculeatus*, *Quercus conferta*, *Prunus chamaecerasua*, *Humulus lupulus*, *Euphorbia cyparissias*, *Viola silvestris*, *Rubus caesius*, *Reseda lutea*, *Clinopodium vulgare*, *Agropyron repens*, *Digitalis lanata*, *Ranunculus ficaria*, *Carduus acanthoides*, *Thalictrum aquilegifolium*, *Origanum vulgare*, *Linaria genistifolia*, *Cichorium intybus*, *Teucrium chamaedrys*, *Polygonatum officinale*, *Solanum dulcamara*, *Muscari botryoides*, *Polygonum convolvulus*, *Melilotus officinalis*, *Physalis alkekengi*, *Veronica chamaedrys*, *Pulmonaria mollissima*, *Viola hirta*, *Daucus carota* i druge.

Subasocijacija sa *Ruscus aculeatus* iz Jasenice i okoline Beograda (*Querceto-Carpinetum serbicum aculeatetosum*), koja je nešto bogatija vrstama, ali siromašnija od asocijacije sa Višnjičke kose, jer u njen sastav ulazi preko 100 vrsta, floristički pokazuje nešto veću sličnost, jer postoje 46 zajedničkih vrsta a i vrednost pH zemljišta ove asocijacije je nešto viša (kreće se do 6,74). Zajedničke vrste su sledeće: *Ulmus campestris*, *Fraxinus ornus*, *Acer campestre*, *Prunus avium*, *Crataegus mo-*

Fitocenološka tabela br. 2.  
Phytocönologische Tabelle No 2.

Asocijacija (Assoziation)		QUERCETO-CARPINETUM SERBICUM Rudski, 1940.										Stepen stalnosti (Stetigkeitsgrad)
		Lokalitet (Lokalität)										
Života forma (Lebensform)	Nadmorska visina (Höhe ü. M.)	190	240	240	250	279	270	270	250	200	100	
	Ekspozicija (Exposition)	NE	N	ENE	NNE	NNW	S	NW	W	E	E	
	Nagib (Neigung)	45°	30°	45°	40°	40°	25°	35°	45°	45°	10°	
	Geološka podloga (Geologische Grundlage)	Krečnjak (Kalkstein)										
	Vel. snim. površ. u m <sup>2</sup> (Größe der Aufnahmefläche in m <sup>2</sup> )	5300	5030	5000	5030	5000	1000	5000	1500	5000	5000	
	Broj snimka (Aufnahme No)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	I sprat (drveće). Sklop u %, visina u m i prosečna debljina u cm. (I Baumschicht. Struktur in %, Höhe in m und durchschnittliche Dicke in cm)		50%	30%		10%	40%	20%	10%	10%	80%	
		10m	8m		8m	8m	10m	10m	10m	15m		
		30	20		20	30	40	30	30	40		
P	Ulmus campestris		1.1	2.2			3.2	2.2	1.1	1.1	4.4	IV
P	Prunus domestica		+	+							+	II
P	Fraxinus ornus		3.3	2.1								I
P	Acer campestre		2.1	2.1								I
P	Quercus pubescens						2.2	+	+			I
P	Prunus avium							+	+			I
P	Hedera helix		+	+								I
P	Clematis vitalba		+	+								I
P	Sambucus nigra			+								I
P	Populus alba					1.1						I
P	Pirus communis							1.1				I
P	Morus alba										+	I
	II sprat (Zbunovij). Sklop u %, visina u m. (II Strauchschicht. Struktur in % und Höhe in m)	80%	80%	80%	95%	95%	60%	95%	95%	80%	80%	
		3m	3m	5m	3m	3m	3m	5m	5m	5m	5m	
P	Ulmus campestris	1.2	1.1	2.2	1.1	1.1	2.2	2.2	2.2	3.3	3.3	V
P	Crataegus monogyna	3.3	2.2	2.2	2.2	2.2	1.2	3.3	2.2	3.3	1.1	V
P	Prunus spinosa	3.3	1.1	2.2	1.3	2.2	1.2	3.3	2.2	2.2	1.2	V
P	Rosa canina	+	+	1.1	1.1	1.1	+	1.1	1.1	1.1	+	V
P	Cornus sanguinea	1.1	1.1	1.1	2.2	3.3	+	+	+	1.1	1.1	V
P	Rhamnus cathartica	1.1	+	1.1	1.1	2.2	+	1.1	1.1			V
P	Clematis vitalba	2.2	1.1	2.2	2.2	1.1	+	2.2	2.2	2.2	1.1	V
P	Viburnum lantana	+	1.2	+	2.3	1.1	+	1.1	+	1.1	+	V
P	Ligustrum vulgare	1.1	+	+	+	1.1	+	1.1	+	1.1	+	V
P	Evonymus europaeus	+	1.1	1.1	+	+	+	+	1.1	+	1.1	V
P	Prunus domestica	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	IV
P	Morus alba	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	IV
H	Bryonia alba	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	IV
P	Quercus pubescens	+	+	+	+	+	2.2	+	+	+	+	III
P	Sambucus nigra	+	+	1.1				+	+		1.1	III
P	Fraxinus ornus	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1						III
P	Corylus avellana	+	1.1	+	3.3	1.1						III
Ch	Cytisus austriacus	+			+	+	1.1	+				III
P	Cornus mas		1.1	1.1	+	+				+		III
P	Evonymus verrucosus	+	1.1	+								II
Ch	Cytisus nigricans	+				1.1		1.1		+		II
P	Prunus avium	+	+					+				II
P	Staphylea pinnata	2.2		+	1.1	2.2						II
P	Acer campestre	1.2	2.2	2.2								II
P	Ailanthus glandulosa	+	+	+								II
P	Berberis vulgaris	+	1.1	+	+							II
P	Hedera helix	+	+	1.1		+						II
P	Lycium vulgare	+									1	I
Ch	Ononis spinosa	+				+						I
P	Pirus communis							+				I
P	Paliurus aculeatus	+										I
P	Quercus conferta			R								I
P	Quercus robur			R								I
P	Carpinus betulus											I
P	Populus alba					1.2						I
P	Prunus chamaecerasus							+	2			I
H	Humulus lupulus										+	I
	III sprat (prizemne biljke). Pokrovnost u %, visina u m. (III Krautschicht. Deckungsgrad in %) )	50%	80%	70%	50%	50%	80%	50%	30%	30%	50%	
P	Ulmus campestris			1.1		+	1.1	1.2	1.1	2.2	1.2	V
P	Crataegus monogyna	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	+	1.2	1.1	1.2	+	V
P	Prunus spinosa	1.1	+	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.1	1.1	1.1	V
P	Rosa canina	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	V
P	Cornus sanguinea	+	+	+	1.1	1.1	+	+	+	+	+	V
P	Clematis vitalba	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	+	+	1.1	1.1	1.1	V
P	Viburnum lantana	+	+	+	2.2	+	+	+	+	+	+	V
P	Rhamnus cathartica	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	V
H	Euphorbia cyparissias	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	V
H	Viola silvestris	1.1	1.2	1.1	1.1	1.2	1.1	1.2	1.1	1.1	1.1	V
Ch	Rubus caesius	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	V
H	Helleborus odoratus	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	V
H	Brachypodium silvaticum	+	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	+	+	+	2.2	V
H	Dactylis glomerata	+	1.1	1.1	+	1.2	1.1	+	+	1.1	1.1	V
P	Ligustrum vulgare	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	V
P	Evonymus europaeus	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	V
H	Hypericum perforatum	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	V
H	Sambucus ebulus	+	+	+	+	1.1	+	+	+	+	+	V
T	Reseda lutea	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	IV
H	Clinopodium vulgare	+	+	+	+	1.1	+	+	+	+	+	IV
P	Prunus domestica	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	IV
P	Morus alba	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	IV
H	Bryonia alba	1.1	+	1.1	+	+	+	+	+	+	+	IV
G	Agropyron repens	1.1	+	+		1.1	1.1	+	+	+	+	IV
H	Digitaria lanata	+	+	+			+	+	+	+	+	IV
P	Quercus pubescens	+	+	+			1.1	+	+	+	+	III
P	Sambucus nigra	+	+	+			+	+	+	+	+	III
H	Ranunculus ficaria	1.1	1.1	+	+	+	+	+	+	+	+	III
H	Lithospermum purpureoceruleum	+	1.1	1.1	1.1		+	+	+	+	2.2	III
H	Carduus acanthoides	+	+	+			+	+	+	+	+	III
H	Thalictrum aquilegifolium	+	+	+		+	+	+	+	+	+	III
H	Origanum vulgare	+	+	+		+	+	+	+	+	+	III
H	Linaria genistifolia	+	+	+			+	+	+	+	+	III
H	Cichorium intybus	+	+	+		+	+	+	+	+	+	III
P	Fraxinus ornus	+	+	+		+	+	+	+	+	+	III
P	Corylus avellana	+	+	+	2.2	+	+	+	+	+	+	III
Ch	Teucrium chamaedrys	+	+	+		+	2.2	+	+	+	+	III
G	Polygonatum officinale	+	+	+	1.1			1.1				III
Ch	Solanum dulcamara	1.1	+	+		1.1			1.1			III
G	Muscari botryoides	1.1	1.1	1.1		1.1				1.1		III
H	Verbascum nigrum	+	+	+		+	+	+	+	+	+	III
H	Lavatera thuringiaca	+	+	+		+	+	+	+	+	+	III
T	Polygonum convolvulus	+	+	+		+	+	+	+	+	+	III
Ch	Cytisus austriacus	+	+	+		+	1.1	+	+	+	+	III
H	Achillea millefolium	+	+	+		+	+	+	+	+	+	III
H	Melilotus officinalis	+	+	+		+	+	+	+	+	+	III
H	Physalis alkekengi	+	+	+		+	+	+	1.1	+	+	III
H	Veronica chamaedrys	+	+	+		+	+	+	+	+	+	III
H	Ballota nigra	+	+	+		+	+	+	+	+	+	III
H	Silene inflata	+	+	+		+	+	+	+	+	+	III
H	Pulmonaria mollissima	+	2.2	1.1	1.1	1.2	+	+	+	+	+	III
P	Viola hirta	+	+	+		+	+	+	1.1	1.1	1.1	III
P	Cornus mas	+	+	+		+	+	+	+	+	+	III
H	Daucus carota	+	+	+		+	+	+	+	+	+	III
H	Galium molugo	+	+	+		+	+	+	+	+	+	II
Ch	Euphorbia amygdaloides	+	1.1	1.1	+	+	+	+	+	+	+	II
P	Evonymus verrucosus	+	+	+		+	+	+	+	+	+	II
G	Ornithogalum umbellatum	+	+	+		+	+	+	+	+	+	II
P	Prunus avium	+	+	+		+	+	+	+	+	+	II
H	Taraxacum officinale	+	+	+		+	+	+	+	+	+	II
H	Falcaria vulgaris	+	+	+		+	+	+	+	+	+	II
H	Salvia verticillata	+	+	+		+	+	+	+	+	+	II
H	Eryngium campestre	+	+	+		+	+	+	+	+	+	II
H	Salvia nemorosa	+	+	+		+	+	+	+	+	+	II
Ch	Cytisus nigricans	+	+	+		+	+	+	+	+	+	II
H	Centaurea scabiosa	+	+	+		+	+	+	+	+	+	II
P	Hedera helix	1.1	2.2	2.2		1.1						II
H	Scutellaria altissima	2.2	+	+		+						II
P	Staphylea pinnata	1.1	+	+		1.1						II
H	Synanthes pinnatifida	+	+	+		+						II
H	Cynanchum vincetoxicum	+	+	+		+						II
H	Geum urbanum	1.1	+	+		+					+	II
H	Galium cruciata	+	+	+		+					+	II
H	Verbena officinalis	+	+	+		+					+	II
H	Veronica teucrium	+	+	+		+					+	II
H	Mentha longifolia	+	+	+		+					+	II
H	Veronica austriaca	+	+	+		+					+	II
H	Galium verum	+	+	+		+					+	II
H	Anthemis tinctoria	+	+	+		+					+	II
H	Potentilla recta	+	+	+		+					+	II
H	Campanula bononiensis	+	+	+		+					+	II
H	Marrubium peregrinum	+	+	+		+					+	II
H	Astragalus glycyphyllos	+	+	+		+					+	II
P	Acer campestre	+	+	1.1		1.1						II
P	Ailanthus glandulosa	+	+	+		+						II
P	Berberis vulgaris	+	+	+		+						II
G	Arum maculatum	1.1	2.1	+								



nogyna, *Prunus spinosa*, *Rosa canina*, *Cornus sanguinea*, *Viburnum lantana*, *Ligustrum vulgare*, *Evonymus europaeus*, *Corylus avellana*, *Cornus mas*, *Evonymus verrucosus*, *Staphylea pinnata*, *Quercus conferta*, *Quercus robur*, *Carpinus betulus*, *Viola silvestris*, *Helleborus odorus*, *Brachypodium silvaticum*, *Dactylis glomerata*, *Hypericum perforatum*, *Lithospermum purpureoceruleum*, *Veronica chamaedrys*, *Viola hirta* i još neke a sledeće vrste nalaze se samo na Višnjičkoj kosi a nema ih u zajednici iz Jasenice i okoline Beograda: *Prunus domestica*, *Quercus pubescens*, *Hedera helix*, *Clematis vitalba*, *Sambucus nigra*, *Populus alba*, *Pirus communis*, *Morus alba*, *Rhamnus cathartica*, *Bryonia alba*, *Cytisus austriacus*, *Cytisus nigricans*, *Ailanthus glandulosa*, *Berberis vulgaris*, *Lycium vulgare*, *Ononis spinosa*, *Paliurus aculeatus*, *Prunus chamaecerasus*, *Humulus lupulus*, *Euphorbia cyparissias*, *Rubus caesius*, *Sambucus ebulus*, *Reseda lutea*, *Clinopodium vulgare*, *Agropyron repens*, *Digitalis lanata*, *Ranunculus ficaria*, *Carduus acanthoides*, *Thalictrum aquilegifolium*, *Origanum vulgare*, *Linaria genistifolia*, *Cichorium intybus*, *Teucrium chamaedrys*, *Polygonatum officinale*, *Solanum dulcamara*, *Muscari botryoides*, *Verbascum nigrum*, *Lavatera thuringiaca*, *Polygonum convolvulus*, *Achillea millefolium*, *Melilotus officinalis*, *Physalis alkekengi*, *Ballota nigra*, *Silene inflata*, *Pulmonaria mollissima*, *Daucus carota* i druge.

Međutim, uporedna floristička analiza sa asocijacijom *Querceto-Carpinetum serbicum* (Jugoistočna Šumadija), koja je bogatija vrstama od asocijacije sa Višnjičke kose, jer u njen sastav ulaze 183 vrste, floristički pokazuje najveću sličnost i ima 69 zajedničkih vrsta a i vrednost pH zemljišta ove zajednice je ista (kreće se od 7 do 8). Zajedničke vrste su sledeće: *Ulmus campestris*, *Fraxinus ornus*, *Acer campestre*, *Prunus avium*, *Pirus communis*, *Crataegus monogyna*, *Prunus spinosa*, *Rosa canina*, *Cornus sanguinea*, *Rhamnus cathartica*, *Clematis vitalba*, *Viburnum lantana*, *Ligustrum vulgare*, *Evonymus europaeus*, *Sambucus nigra*, *Corylus avellana*, *Cornus mas*, *Evonymus verrucosus*, *Hedera helix*, *Quercus conferta*, *Quercus robur*, *Carpinus betulus*, *Euphorbia cyparissias*, *Viola silvestris*, *Rubus caesius*, *Helleborus odorus*, *Brachypodium silvaticum*, *Dactylis glomerata*, *Clinopodium vulgare*, *Digitalis lanata*, *Quercus pubescens*, *Ranunculus ficaria*, *Lithospermum purpureoceruleum*, *Polygonatum officinale*, *Veronica chamaedrys*, *Pulmonaria mollissima* i još neke a sledeće vrste nalaze se samo na Višnjičkoj kosi a nema ih u jugoistočnoj Šumadiji: *Prunus domestica*, *Populus alba*, *Morus alba*, *Bryonia alba*, *Cytisus austriacus*, *Cytisus nigricans*, *Staphylea pinnata*, *Ailanthus glandulosa*, *Berberis vulgaris*, *Lycium vulgare*, *Ononis spinosa*, *Paliurus aculeatus*, *Prunus chamaecerasus*, *Humulus lupulus*, *Hypericum perforatum*, *Sambucus ebulus*, *Reseda lutea*, *Agropyron repens*, *Carduus acanthoides*, *Thalictrum aquilegifolium*, *Origanum vulgare*, *Linaria genistifolia*, *Cichorium intybus*, *Teucrium chamaedrys*, *Solanum dulcamara*, *Muscari botryoides*, *Verbascum nigrum*, *Lavatera thuringiaca*, *Polygonum convolvulus*, *Achillea millefolium*, *Melilotus officinalis*, *Physalis alkekengi*, *Ballota nigra*, *Silene inflata*, *Viola hirta*, *Daucus carota* i druge.

## ZAKLJUČAK

U ovom radu izneti su rezultati ispitivanja na Višnjičkoj kosi u periodu od 1959. do 1964. godine.

Višnjička kosa pripada šumostepskoj podzoni. Na osnovu analize i poređenja sa sličnom vegetacijom Vojvodine (Panonska Nizija) i uže Srbije, izdvojena je nova asocijacija *Andropogoneto-Euphorbietum pannonicae* R. Bog., koja je razvijena u vidu stepskih fragmenata na Višnjičkoj kosi, na neobrađenim površinama. Pored ovih stepskih fragmenata, na Višnjičkoj kosi se nalaze i degradirani ostaci hrastovih šuma-šikare asocijacije *Querceto-Carpinetum serbicum* Rudski, 1940.

Asocijacija *Andropogoneto-Euphorbietum pannonicae* predstavlja novu stepsku zajednicu, kao krajnji južni ogranak brojnih stepskih fitocenoza u Panonskoj Niziji (Soó, Hargitai, Stjepanović-Veseličić i dr.). Ova asocijacija pokazuje dosta sličnosti sa panonskim stepskim zajednicama ali se ipak jasno od njih izdvaja, kako ekološki tako i floristički, što je uslovljeno specifičnim geografskim položajem Višnjičke kose.

Ova fitocenoza na Višnjičkoj kosi razvijena je na skoro svim ekspozicijama, nagibima, nadmorskim visinama i na dovoljno dubokom černo-zemnom zemljištu, koje se nalazi na dubljim ili plićim lesnim naslagama ili pak na pojedinim mestima direktno na karbonatnim aluvijalnim nasosima kao geološkoj podlozi.

Fitocenoza je floristički veoma bogata, a što se ogleda u velikom broju vrsta (173), od kojih 23 čine karakterističnu kombinaciju vrsta asocijacije. Brojnošću i socijalnošću najviše se ističe dominantna vrsta *Andropogon ischaemum* određujući fiziognomiju asocijacije. Pored nje se, kako svojom stalnošću tako i priličnom pokrovnom vrednošću, ističe vrsta *Euphorbia pannonica*, koja je kao panonsko-balkanski florni element vezana za ovu asocijaciju i sa *Andropogon ischaemum* dobro karakteriše uslove pod kojima je zajednica razvijena, te su ušli u njen naziv.

Asocijacija *Andropogoneto-Euphorbietum pannonicae* sa Višnjičke kose najveću sličnost pokazuje sa asocijacijom *Chrysopogonetum pannonicum* Stjepanović-Veseličić (Deliblatska Peščara) po broju zajedničkih vrsta (69), što ide u prilog povezanosti fitocenoze sa Višnjičke kose sa stepskim zajednicama Panonske Nizije i ukazuje na njihove florogenetske veze.

Na osnovu većega broja diferencijalnih vrsta (28), asocijacija *Andropogoneto-Euphorbietum pannonicae* raščlanjena je na dve subasocijacije: subas. *Andropogoneto-Euphorbietum stipetosum capillatae* R. Bog. i subas. *Andropogoneto-Euphorbietum brachypodietosum pinnati* R. Rog. Prva subasocijacija je razvijena na suvljim, toplijim, južnijim ekspozicijama a druga na nešto vlažnijim, hladnijim, severnijim ekspozicijama.

Na Višnjičkoj kosi, pored stepskih fragmenata, nalaze se i degradirani ostaci hrastovih šuma-šikare asocijacije *Querceto-Carpinetum serbicum*. Ovi ostaci su se zadržali još samo tamo gde nagib i donekle ekspozicija nisu povoljni za oranice odnosno kulture, jer nagib ide skoro upo-

redo sa stvaranjem skeletnog zemljišta a što je i uslovalo očuvanje ovih ostataka, tako da je ova zajednica danas razvijena uglavnom na vlažnijim, hladnijim, severnijim ekspozicijama, strmijim terenima i na dubljem ili plićem zemljištu, manje ili više skeletnom a na pojedinim mestima čak i čitavi komadi krečnjaka izbijaju na samu površinu.

Asocijacija je floristički veoma bogata a što se ogleda u velikom broju vrsta (154), što naročito važi za II i III sprat. I sprat drveća je maloga sklopa i po starosti dosta mlad jer se starija stabla seku a što svedoče zaostali panjevi. II sprat žbunova je bogatiji od sprata drveća (37 vrsta) i znatno sklopljeniji (prosečan sklop 85<sup>0</sup>/<sub>0</sub>), dok je III sprat prizemnih biljaka najbogatiji vrstama (151) sa prosečnom pokrovnošću od preko 50<sup>0</sup>/<sub>c</sub>. Najveću sličnost ova asocijacija pokazuje sa asocijacijom *Querceto-Carpinetum serbicum* Rudski (Jugoistočna Šumadija), sa kojom ima 69 zajedničkih vrsta.

#### LITERATURA

Adamović L. (1900): Die mediterranen Elemente der serbischen Flora. — Leipzig.

Adamović L. (1909): Die Vegetationsverhältnisse der Balkanländer (Mössische Länder). — Die vegetation der Erde XI. W. Engelmann, Leipzig.

Aljohin V. V. (1944): Geografija rastenij. — »Sovjetskaja nauka«, Moskva.

Bogojević R. (1965): Ekološka studija fragmenata stepске vegetacije na Višnjičkoj kosi kraj Beograda (Doktorska disertacija). — Beograd.

Borisavljević Lj., Jovanović-Dunjić R. i Mišić V. (1955): Vegetacija Avale. Zbornik radova Inst. za ekol. i biogeogr. SAN, knj. 6, br. 3, Beograd.

Borza A. (1931): Die Vegetation und Flora Rumäniens. — Guide de la sisième excursion Phytogeographyque International Romaine, Cluj.

Braun-Blanquet J. (1951): Pflanzensoziologie. — Wien.

Cincović T. (1956): Tipovi livada u Posavini. — Zbor. radova Polj. fakulteta, sv. 1, Beograd.

Cincović T. (1959): Livadska vegetacija u rečnim dolinama Zapadne Srbije. — Zbor. radova Polj. fakul., Beograd.

Cvijić J. (1924): Geomorfologija. Beograd.

Černjavski P. (1950): Morfološko — ekološka analiza roda *Thymus* iz okoline Beograda. — Glasnik Prir. muz. srpske zemlje, ser. B, 3—4, Beograd.

Černjavski P. (1950): Problem klasifikacije fitocenoza. — Glasnik Šum. fakulteta, br. 1, Beograd.

Danon J. (1960): Fotocenološka ispitivanja livada tipa *Agrostidetum vulgaris* i *Poterieto-Festucetum vallesiacae* u okolini Krivog Vira. — Arhiv biol. nauka, 1/2, Beograd.

Danon J. (1962): Fotocenološka ispitivanja livada tipa *Brometo-Cynosuretum cristati* u okolini Krivog Vira. — Arh. biol. nauka, 1/2, Beograd.

Domac R. (1950): Flora. — Zagreb.

Fiori A. (1933): Flora Italiana. — Firenca.

Gračanin M. (1951): Pedologija. — »Školska knjiga«, Zagreb.

Gajić M. (1952): O vegetaciji Košutnjaka. — Glasnik Šum. fakulteta, br. 5, Beograd.

Gajić M. (1954): Prilog poznavanju hrastovo-grabovih šuma (*Querceto-Carpinetum*) Šumadije. — Zbor. rad. Inst. za ekol. i biogeogr. SAN, knj. 5, № 9, Beograd.

Gajić M. (1954): Šumske i livadske fitocenoze Kosmaja. — Zbor. rad. Inst. za ekol. i biogeogr. SAN, knj. 5, № 10, Beograd.

- Gajić M. (1955): Asocijacija *Chrysopogonetum grylli* na severnim i zapadnim ograncima planine Rudnika. — Glas. Šum. fakulteta, br. 3, Beograd.
- Gajić M. (1959): Osvrt na florne elemente planine Rudnika i na njegov biljno-geografski značaj. — Arh. biol. nauka, 1/4, Beograd.
- Georgiev T. i Hristov M. A. (1944): Nkoi livadni tipove u nas. — Godiš. na Sof. univ., kn. 1, Sofija.
- Hargitai Z. (1940): Die Vegetation von Nagykörös. — Bot. Közlem., Band 37, Heft 5—6, Budapest.
- Hayek A. (1924): »Pontische« und »pannonische« Flora. — Oester. Bot. Zeitschrift, LXXII, Wien.
- Hayek A. (1927—1933): Prodrromus Florae Peninsulae Balcanicae. — Berlin.
- Hegi G.: Illustrierte Flora von Mittel-Europa. — Lehman, München.
- Horvat I. (1929): Rasprostranjenje i prošlost mediteranskih, ilirskih i pontiskih elemenata u flori sjeverne Hrvatske i Slovenije. — Izvješ. Bot. zavoda sveuč. u Zagrebu, Vol. IV, Zagreb.
- Horvat I. (1949): Nauka o biljnim zajednicama. — Zagreb.
- Horvat I. (1950): Šumske zajednice Jugoslavije. — Zagreb.
- Horvat I. (1960): Biljni svijet Jugoslavije. — Enciklopedija Jugoslavije 4, Zagreb.
- Horvatić S. (1927): Flora i vegetacija otoka Plavnika. — Acta Bot. 2, Zagreb.
- Horvatić S. (1954): Flora i vegetacija otoka Paga. — Jug. ak. zn. i umj., sv. 19, Zagreb.
- Hristov M. A. (1948): Isledovanja vrhu livadite v Berkovsko. — God. na Sof. univ., Tom 26, Sofija.
- Ivanov V. V. (1958): Stepi zapadno Kazahstana v svjazi s dinamikoj ih pokrova. — Akad. nauk SSSR, Moskva — Lenjingrad.
- Janković M. M. i Bogojević R. (1963): Značaj i primena klimadijagrama kod ekoloških i vegetacijskih istraživanja. — (manuskript), Beograd.
- Janković M. M. i Mišić V. (1960): Šumska vegetacija Fruške Gore. — Zbornik Matice srpske, 19, Novi Sad.
- Jávorka S. (1925): Magyar Flora. — Leipzig — Budapest.
- Jordanov D. (1936): Vrhu rasprostranieto na stepnata rastitelnost v Blgaria. — Sbor. na Bulg. akad. na nauk, kn. 32, Sofija.
- Jovanović B. (1950): Nesamonikla dendoflora Beograda i okoline. — Glasnik Šum. fakulteta, br. 1, Beograd.
- Jovanović B. i Dunjić R. (1951): Prilog poznavanju fitocenoza hrastovih šuma Jasenice i okoline Beograda. — Zbor. rad. Inst. za ekol. i biogeogr. SAN, knj. 2, Beograd.
- Jovanović-Dunjić R. (1954): O fitocenozi djipovine (*Chrysopogon gryllus*) u istočnoj Srbiji. — Zbor. rad. Inst. za ekol. i biogeogr. SAN, knj. 5, № 5, Beograd.
- Jovanović-Dunjić R. (1955): Tipovi pašnjaka i livada Suve Planine. — Zbor. rad. Inst. za ekol. i biogeogr. SAN, knj. 6, № 2, Beograd.
- Jovanović-Dunjić R. (1956): Tipovi pašnjaka i livada na Rtnju. — Zbor. rad. Inst. za ekol. i biogeogr., knj. 6, № 1, Beograd.
- Jovičić Ž. (1960): Reljef beogradskog Podunavlja i sliva Topčiderske reke. — Zbornik radova Geografskog instituta, VII sveska, Beograd.
- Keller B. A. (1923): Rastiteljni mir ruskih stepej, polupustinj i pustinj. — Voronjež.
- Klika J. (1939): Die Gesellschaften des Festucion vallesiaceae. — Verbandes des in Mitteleuropa Eingegangen, Studia Botanica Cechica, Vol. II, Parcha.
- Kojić M. (1955): O fitocenozi djipovine (*Chrysopogon gryllus*) u Šumadiji. — Zbor. rad. Polj. fakulteta, sv. 1., Beograd.
- Kojić M. (1959): Zastupljenost, uloga i značaj djipovine (*Chrysopogon gryllus* Trin.) u livadskim fitocenzozama zapadne Srbije. — Arhiv za polj. nauke, god. XII, sv. 37, Beograd.
- Kojić M. i Ivanović M. (1954): Fitocenološka istraživanja livada na južnim padinama Maljena. — Zbor. radova Polj. fakulteta, sv. 1, Beograd.
- Laskarev V. (1922): Sur le loess des environs de Belgrade, GABP, knj. VII/1, Beograd.

Laskarev V. (1926): Deuxieme note sur le loess des environs de Belgrade, GABP, knj. VIII/2, Beograd.

Laskarev V. (1938): Treća beleška o kvartarnim naslagama u okolini Beograda. — GABP, knj. XV, Beograd.

Milosavljević M. (1948): Temperaturni i kišni odnosi u NR Srbiji. — God. Polj.-šum. fakulteta, br. 1, Beograd.

Milosavljević M. (1949): Temperatura vazduha kao vegetacijski činilac u NR Srbiji. — Glas. Srpskog geograf. društva, sv. XXIX, br. 2, Beograd.

Milosavljević M. (1949): Meteorologija. — Beograd.

Milosavljević M. (1950): Vetar »košava« u Podunavlju. — Glasnik Šum. fakulteta, br. 1, Beograd.

Milosavljević M. (1951): Klimatske promene u Beogradu. — Glasnik Šum. fakulteta, br. 3, Beograd.

Milosavljević M. (1951): Klimatologija. — Beograd.

Mišić V. (1961): Poreklo, sukcesija i degradacija šumske vegetacije Srbije (I). — Zbor. rad. Biol. inst. NR Srbije, knj. 5, № 3, Beograd.

Nojgebauer V. (1951): Vojvodanski černozeni, njegova veza sa černoziemom istočne i jugoistočne Evrope i pravac njegove degradacije. — Nauč. zbor. Matice srpske, ser. prir. nauka 1, Novi Sad.

Nojgebauer V. (1952): Činioci stvaranja zemljišta u Vojvodini. — Novi Sad.

Pančić J. (1874): Flora kneževine Srbije. — Beograd.

Pančić J. (1884): Dodatak flori kneževine Srbije. — Beograd.

Pančić J. (1892): Flora u okolini Beogradskoj. — Šesto izdanje, Beograd.

Pavićević N. (1959): Pedologija — skripta — II deo. — Beograd.

Pavićević N. (1962): Tipovi zemljišta Jugoslavije. — Zadržna knjiga, Beograd.

Pavlović P. (1922): Geološki sastav Beogradskog Dunavskog Ključa. — GABP, knj. VII/1, Beograd.

Radde G. (1899): »Grundzüge der Pflanzenverbreitung in der Karavanken«, »Vegetation der Erde«. Leipzig.

Rostovcev (1913): »Opređelitel Rastenij« Čast I, Moskva.

Rudski J. (1949): Tipovi lišćarskih šuma jugoistočnog dela Šumadije. — Prir. muz. srp. zemlje, 25, Beograd.

Stebut A. (1949, 1950, 1953): Agropedologija, I, II, III. — »Naučna knjiga«, Beograd.

Stjepanović-Veseličić L. (1953): Vegetacija Deliblatske Peščare. — Poseb. izd. Inst. za ekol. i biogeogr. SAN, T. CCXVI, № 4, Beograd.

Stjepanović-Veseličić L. (1956): Psamofitska vegetacija živih peskova Srbije. — Zbor. rad. Inst. za ekol. i biogeogr., knj. 7, № 2, Beograd.

Stjepanović-Veseličić L. (1956): Sekundarne fitocenoze podunavskih peskova Srbije. — Arhiv. biol. nauka, br. 1—2, Beograd.

Stjepanović-Veseličić L. i Čanak M. (1959): Dinamika obrastanja nasutog peska Novog Beograd. — Glasnik Prir. muz. srp. zemlje, ser. B, knj. 14, Beograd.

Stojanov N. (1925): Vrhui proizhoda na kserotermnija rastitelen element v Blgaria. — God. na Sof. univ., 5, Sofija.

Soó R. (1938): Sand-und Alkalisteppenassociation des Nyirség.-Botan. Közleménych, Band 36, Budapest.

Soó R. (1940): Vergangenheit und Gegenwart der pannonischen Flora und Vegetation. — Nova acta Leopoldina, N. F. 9, Halle (Saale).

Soó R. - Jávorka S. (1951): A magyar növényvilág kézikönyve. — Akadémiai kiadó, Budapest.

Tatić B. (1961): Flora i vegetacija Studene Planine kod Kraljeva, — Beograd.  
 Todorović D. (1926): O černoze mu beogradske okoline. — GABP, knj. VIII/2, Beograd.

Turrill M. B. (1929): The plant — life of the Balkan Peninsula. — A Phytogeographical Study, Oxford.

Vujević P. (1953): Podneblje FNR Jugoslavije. — Arhiv za polj. nauke, br. 12, Beograd.

Zloković Đ. (1922): Pedološka proučavanja u okolini Beograda. — GABP, knj. VII, deo I, Beograd.

## Z u s a m m e n f a s s u n g

RADOJE BOGOJEVIĆ

### FLORISTISCHE UND PHYTOCÖNOLOGISCHE VEGETATIONSUNTERSUCHUNGEN AUF DER VIŠNJICA-BERGLEHNE BEI BEOGRAD

In der vorliegenden Arbeit wurden die Unersuchungsergebnisse auf der Višnjica-Berglehne in der Periode von 1959 bis 1964 ausgelegt.

Die Berglehne von Višnjica gehört der Waldsteppenunterzone an. An Hand der Analyse und Vergleichung mit ähnlicher Vegetation der Woiwodina (Pannonische Niederung) und des engeren Serbiens, wurde eine neue Assoziation, die Ass. *Andropogoneto-Euphorbietum pannonicae* R. Bog. ausgesondert, die sich in der Form von Steppenfragmenten an den unbebauten Flächen vom Višnjica-Abhang entwickelt hat. Neben diesen Steppenfragmenten sind am Višnjica-Abhang auch degradierte Reste von Eichenwäldern — Eichengestrüpp der Assoziation *Querceto-Carpinetum serbicum* Rudski, 1940, vorhanden.

Die Assoziation *Andropogoneto-Euphorbietum pannonicae* stellt als der letzte südliche Ausläufer der zahlreichen Steppenphytocönosen in der Pannonischen Niederung (Soó, Hargitai, Stjepanović — Veseličić u.a.) eine neue Steppengesellschaft dar. Diese Assoziation weist eine Ähnlichkeit mit den pannonischen Steppengesellschaften auf, sie sondert sich aber ökologisch wie auch floristisch klar von ihnen ab, was durch die spezifische geographische Lage des Abhanges von Višnjica bedingt ist.

Diese Phytocönose auf dem Višnjica-Abhang entwickelte sich fast an allen Expositionen, Hängen, Übermeereshöhen und auf genügend tiefem Tschernosjomboden, der sich auf tieferen oder sechternen Lössablagerungen oder auch auf einzelnen Stellen an den Karbonat-alluvialen Anschwemmungen als geologischem Substrat befindet.

Die Phytocönose ist floristisch sehr reich, was sich in einer sehr reichen Artenanzahl (173) spiegelt, von denen 23 die charakteristische Kombination der Artenassoziationen bilden, durch ihre Anzahl und Sozialität hebt sich die dominante Art *Andropogon ischaemum* besonders hervor, indem sie die Physiognomie der Assoziation bestimmt. Daneben hebt sich durch ihre Beharrlichkeit wie auch durch den ziemlich grossen Wert des Deckungsgrades die Art *Euphorbia pannonica* hervor, die als das pannonisch-balkanische Florenelement an diese Assoziation gebunden ist und mit *Andropogon ischaemum* sehr gut die Verhältnisse unter denen die Gesellschaft entwickelt ist, charakterisiert, so dass sie auch in ihren Namen auftreten.

Die Assoziation *Andropogoneto-Euphorbietum pannonicae* vom Višnjica-Abhang zeigt grösste Ähnlichkeit mit der Assoziation *Chrysopogonetum pannonicum* Stjepanović-Veseličić (Deliblatska Pešćara) nach der Anzahl gemeinsamen Arten (69), was noch mehr für die Verbindung der Phytocönose vom Višnjica-Abhang mit den Steppengemeinschaften der Pannonischen Niederung spricht und auf ihre florogenetische Verbindung hinweist.

Auf Grund einer grösseren Anzahl von Differenzialarten (28) ist die Assoziation *Andropogoneto-Euphorbietum pannonicae* in zwei Subassoziationen gegliedert: Subassoziation *Andropogoneto-Euphorbietum stipetosum capillatae* R. Bog. und Subas-

soziation *Andropogoneto-Euphoribeitum brachypodietosum pinnati* R. Bog. Die erste Subassoziation entwickelte sich an trockeneren, wärmeren, südlichen Expositionen, und die andere an etwas feuchteren, kälteren, nördlicheren Expositionen.

An der Vischnjica-Berglehne sind neben den Steppenfragmenten auch die degradierten Reste von Eichenwäldern — Eichenwaldgestrupp der Assoziation *Querceto-Carpinetum serbicum* vorhanden. Diese Resthalten sich nur noch dort auf, wo sich die Bodenneigung und bis zum einen gewissen Grad auch die Exposition für Ackerfelder, bzw. für Kultur nicht eignen, denn die Bodenneigung geht fast parallel mit der Erschaffung des Skelettbodens, was auch die Bewahrung dieser Reste bedingt hatte, so dass sich diese Gesellschaft gegenwärtig in der Hauptsache an feuchteren, kälteren, nördlicheren Expositionen, steileren Terrains und auf tieferen, oder auch flächeren mehr oder weniger skelettreichem Boden entwickelt, wo auch an einzelnen Stellen sogar auch ganze Kalksteinfelsen auf die Oberfläche hervorbrechen.

Die Assoziation ist floristisch sehr reich, was sich auch in der grossen Anzahl der Arten (154) spiegelt und insbesondere für die zweite Etage (Strauchschicht) und III Etage (Krautschicht) gilt. Die erste — Baumetage ist von kleinerem Bau (Struktur) und nach ihrer Alter noch ziemlich jung, denn die älteren Stämme werden geschlagen worüber auch die übriggebliebenen Baumstümpfe zeugen. Die zweite Etage — die Strauchschicht ist reicher als die Baumschicht (37 Arten anzahl) und ziemlich geschlossener (die durchschnittliche Abgeschlossenheit 85%), während die Krautschicht, als Schicht der bodennahen Pflanzen, die reichste an Arten ist (151) mit durchschnittlichem Deckungsvermögen von über 50%. Die grösste Ähnlichkeit zeigt diese Assoziation mit der Assoziation *Querceto-Carpinetum serbicum* Rudski (Südöstliches Schumadien), mit der sie 69 gemeinsamen Arten hat.





OLIVERA B. RISTIĆ und  
RADIVOJE Z. MARINOVIĆ

## BEITRAG ZUR ERFORSCHUNG DER MIKROFLORA EINIGER QUELLENGEWÄSSER VON KOSOVO UND METOCHIEN

Die Quellen sind bei uns noch immer keine häufigen Objekte der mikrobiologischen Untersuchung. Dabei wurden recht selten die Quellen von Kosovo und Metochien untersucht, wo sich auch eine Anzahl Mineralwasserguellen befinden. Um einen Beitrag zur Kenntnis ihrer Zusammensetzung hinsichtlich etlicher Mikrophyten geben zu können, wurde die Untersuchung ihrer Biocönose durchgeführt.

Die vorliegende Arbeit enthält die Untersuchungsergebnisse der Biocönosen der Bakterien in den Poklekaquellen und im Bache der daraus entstanden ist. Den anderen Biocönosen wurde weniger Aufmerksamkeit geschenkt. Die Proben wurden zweimal monatlich in der Frühlings- und Sommersperiode (April — Juli) des Jahres 1967 entnommen.

Das Material ist im Laboratorium der Technologischen Fakultät in Novi Sad bearbeitet und die Präparate befinden sich bei den Biologischem Katheder der Philosophischen Fakultät in Novi Sad.

### MATERIAL UND METHODIK

Die Poklekaquellengewässer schlagen aus zwei Metallröhren hervor, und die Röhren sind an den Flankenseiten eines Betoneinschnittes im Abstand von etwa 1,5 Meter angebracht. Um diese Quellen ist eine grössere Anzahl trichterförmigen Bodenvertiefungen vorhanden, aus welchen das Wasser hervorquillt. Abfluss des Quellenwassers von den waagerechten Lagen ist bedeutend langsamer und in weit geringerer Menge als aus den Metallröhren. Ihrer chemischen Zusammensetzung nach gehören die Quellengewässer der eisenhaltigen säuerlichen Gewässern an (pH des Wassers ist etwa 6,3). Temperatur des Quellwassers bewegt sich um 12 Grad C und zeigt im Laufe des Jahres keine thermischen Oszillationen. Die Quelle der rechten Röhre wurde in dieser Arbeit mit der Nummer 1 und die aus der linken Röhre mit Nummer 2 bezeichnet.

Der Bach entsteht aus den Quellengewässern 1 und 2 wie auch aus um den zehn trichterartigen Quellen vom umliegenden Boden. Er ist 1

bis 2 Metter breit und hat ein geringes Gefälle, so dass er den Charakter eines langsam fliessenden Wassers hat, insbesondere aber in seinem unteren Lauf.

Die Wasserproben wurden der Quelle 1 und 2 wie auch aus der Bachoberfläche entnommen. Die Lokalität, aus welcher die Bachwasserproben entnommen wurden, ist etwa 500 Metter von der Quelle entfernt. Die Wasserproben sind immer von demselben Ort entnommen.

Die Probenbearbeitung war am Terrain nicht möglich, so dass sie im Laboratorium bearbeitet wurde, d.h. 24 h nach dem Entnehmen. Aus diesem Grunde war es auch nicht möglich die quantitative Vertretung dieser Mikroflora zu verfolgen (Wie auch die Gesamtzahl der Mikroorganismen nach direkten Methoden und ebenso die Zahlenmässigkeit der Heterotrophen). Erforscht ist die qualitative Zusammensetzung und zu diesem Zweck wurde je 2 ml Wasser am Nährboden Fleisch — Pepton — Agar und am Nährboden nach R a s u m o v, L i s k e, M a y e r und v a n N i e l zum Kultivieren der Eisenbakterien damit besät.

Neben den Kultivierungsmethoden ist die Zusammensetzung der Mikrobencönosen mittels des Bewachsens der Objektgläschen — nach der H o l o d n i s und K o n s - Methode, mit der R o d i n a s Modifikation (1936) verfolgt. Durch diese Methode wurde ein vollständiges Bild der Mikrobensiedlungen gewonnen, wähen dies durch die Kultivierungsmethoden unmöglich war. Die bewachsenen Objektgläser wurden im Formalindampf fixiert und anschliessend mit 5% Eritrosin gefärbt. Ausserdem wurden die Präparate auch — von allen Proben — mit 5% gelbem Blutsalz und 0,5% HCL gefärbt, um die Anwesenheit der Eisenbakterien in den Biocönosen festzustellen.

## DIE GEWONNENEN RESULTATE UND DISKUSSION

Die Untersuchungsergebnisse, die in der Tabelle Nummer 1 aufgestellt sind, obwohl sie kein qualitatives Bild der Bakterienflora geben beweisen jedoch klar, dass die Zahl der ausgesonderten Heterotrophen in den beiden Quellen klein ist; er bewegt sich von 2 — 10. In dieser Hinsicht zeigen jedoch die beiden Quellen das grösste Reichtum im Laufe des Monats Mai.

Im Wasser der untersuchten Quellen zeigen sich nur unbedeutende Differenzen nach der ausgesonderten Artenzahl am Nährboden F.P.A., obgleich sie in der Quelle Nummer 2 gewöhnlich etwas grösser war. Der Terminus »Artenzahl« bezeichnet die isolierten Bakterien nicht in systematischer Hinsicht, er ist vielmehr bedingt, denn als Charaktere für die Differenzbestimmung dienen: Form und Pigmentation der Kolonien, morphologische Eigenschaften der Zellen (ausser der Form und Grösse sind auch die Struktur, in den sichtbaren Grenzen des Phasenkontrastmikroskop, beobachtet worden), wie auch das Verhältnis zur Färbung nach G r a m, Anwesenheit der Kapseln, Beweglichkeit und Sporener-schaffungsfähigkeit. Die physiologischen Eigenschaften wurden nicht untersucht.

Zum Unterschied von den Quellen war die Zahl der ausgesonderten heterotrophen Bakterien aus dem Bachwasser grösser und bewegte sich von 14 bis 24. So beträgt die Maximalzahl der vertretenen Heterotrophen im Quellwasser nur 71% von der Minimalzahl dieser Bakterien im Bache. Dies spiegelt allerdings die etwas günstigeren Umweltbedingungen für diese Bakteriengruppe. Die lebendige Welt des Baches in seinen Metabolismusvorgangen, wie auch im Laufe seines Absterbens, vermehrt den organischen Materialgehalt im Wasser, und damit werden in der ersten Reihe günstigere Bedingungen für das Leben der Heterotrophen geschaffen. Ausserdem kommt es zum Einbringen der allochthonen Mikroflora vom umgebenden Boden, insbesondere in der Regenzeit, was allerdings die grösste Verschiedenheit der Mikroflora in diesem Biotop beeinflusst.

In den Quellen dominieren *kugelförmige* Vertreter der heterotrophen Bakterien. Prozentsatz der Kokkenvertretung gegen die Gesamtzahl der Heterotrophen variierte in Grenzen von 66 — 100%. Im Bache dominierten dagegen *stäbchenförmige* Formen mit prozentueller Anteilnahme von 70,9 bis 98,2 (Tab. 1).

Tabelle 1

Standort	Monat	Gesamtzahl ausgesondelter Bakterienarten	% <sub>0</sub> Verhältnis gegen die Gesamtzahl ausgesonderten Bakterien				% der Bakterienarten mit Kapseln gegen die Gesamtzahl	Zahl der augegesonderten Arten anderer Mikroorganismengruppen		
			Stäbchen	Kokken	Gram +	Gram —		Schimmelpilze	Aktinomyzeten	Hefen
Quelle 1	April	3	—	100	100	—	75	—	—	—
Quelle 2	April	2	—	100	100	—	100	—	—	—
Bach	April	21	95,8	4,2	20,8	79,2	25	—	—	—
Quelle 1	Mai	7	28,5	71,5	85,7	14,3	35,7	1	—	—
Quelle 2	Mai	10	8,4	91,6	58,5	41,5	75	1	1	—
Bach	Mai	24	70,9	29,1	57,1	42,9	37,1	1	3	2
Quelle 1	Juni	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Quelle 2	Juni	5	20	80	100	—	100	—	—	—
Bach	Juni	8	100	—	87,5	12,5	25	—	1	—
Quelle 1	Juli	2	100	—	50	50	100	1	1	—
Quelle 2	Juli	3	33,3	66,7	100	—	100	1	1	—
Bach	Juli	14	98	1,8	57	43	32	—	4	8

Es ist festgestellt worden, dass in den Quellen weit mehr der kapsel-förmigen Bakterienarten als im Bach. Jedoch, da die Bakterienkapseln adaptiven Charakter sein können und auch eine Schutzrolle haben, wie es Frobisher (1956), Fjodorov (1955), Imšenjecki (1962) und ander bringen, wurde in dieser Arbeit die Vertretenheit der *kapselartiger* wie auch der *nicht kapselartiger* Bakterien analysiert. Die gewonnenen Ergebnisse zeigen, dass die in den Quellen vertretenen Kapselbakterien 75 — 100% ausmachen, während die maximale Anteilnahme dieser Bakterien im Bache nur 37% beträgt. Diese Tatsache könnte uns zur Annahme der Festlegung bringen, dass die Bakterien in den Quellen ungünstigen Einflüssen ausgesetzt wären.

Die Vertretenheit anderer Mikroorganismengruppe im Vergleich mit den Bakterien ist kleiner in den Quellen wie auch im Bache. In allen Proben erscheinen die *Actinomyceten* häufiger als *Schimmelpilze*, wobei ihre ausgesonderte Artenzahl im Bach 3 — 4 Mal grösser war als die in den Quellen. Aus den Proben wurden auch die den *Hefen ähnlichen* Mikroorganismen ausgesondert, sie sind aber nur in den Bachgewässern festgestellt.

In den Quellwasserproben kam regelmässig ein reicher flockenartiger rostfärbiger Lösungsniederschlag zum Vorschein. Solche Niederschläge in Gewässern eisenhaltiger Quellen sind häufig Anwesenheitindikatoren der *Eisenbakterien*, die intensiv grosse Mengen von Ferrihydrxoid, als eines der Hauptprodukte der Oxydationsprozesses ausscheiden. Jedoch, das Bilden ähnlicher Niederschläge kann auch ein Ergebnis *abiogenerischer* Vorgänge sein.

Die mehrfachen Versuche Eisenbakterien — am vorher angegebenen Nährboden — zu kultivieren blieben bisher ständig erfolglos. Deshalb wurde auch bei Analysen von Mikrobenansiedlungen mit besonderer Aufmerksamkeit die Anwesenheit der *Ferrobakteriales* untersucht. Für viele von diesen Bakterien dient, ausser der Reaktion von berlinisch Blau, als zuverlässigem Charakter neben der Zellenmorphologie auch die Form oder die Struktur des eisenhaltigen Niederschlages an der Zelloberfläche.

Im beobachteten Material war es oft sehr schwer — wegen dem Vorhandensein reicher Niederschläge — Zellen von unspezifischer Form zu sehen. In solchen Bedingungen und beim Mangel an physiologischen Eigenschaften drängt sich unbedingt das Bedürfnis nach einer besonderen Umsicht auf. Trotzdem konnte man im Quellwasser der Mikrobengemeinschaften — und zwar in allen Proben — im eisenhaltigen Niederschlag winzige stäbchenförmige Zellen beobachten. Diese winzigen Stäbchen blieben beim Färben mit Eritrosen fast farblos, im Gegensatz zu den übrigen Representanten der vertretenen Mikroflora (Abb. 1), während sie sich beim Färben mit gelbem Blutsalz blau gefärbt haben. Ihre blaue Farbe war regelmässig blässer als die Niederschlagsfarbe an ihnen oder um sie herum. Die eisenhaltigen Niederschläge zeigen einen gewissen genetischen Zusammenhang mit den Zellen, denn sie erscheinen als Spuren ihrer morphologischen Charakters. Die Niederschläge übersteigen mehr-

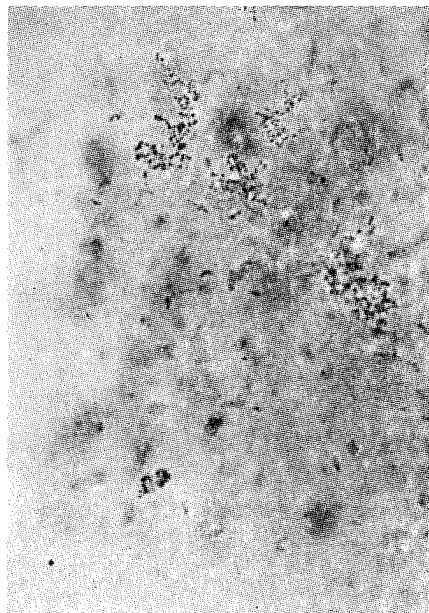


Abb. 1. — Eisenbakterien der Quelle № 1 im April  
(500 x)

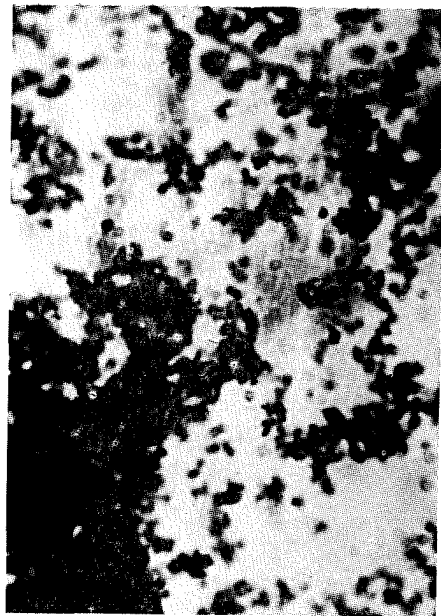


Abb. 2. -- Eisenbakterien der Quelle № 1 im Juli  
(1500 x)



Abb. 3. — Eisenbakterien der Quelle № 2 im Juni  
(1500 x);

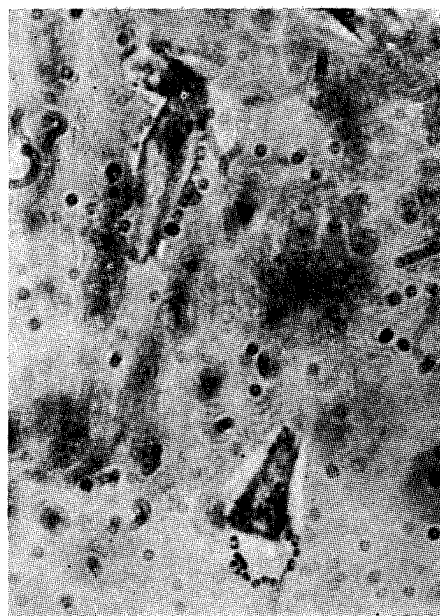
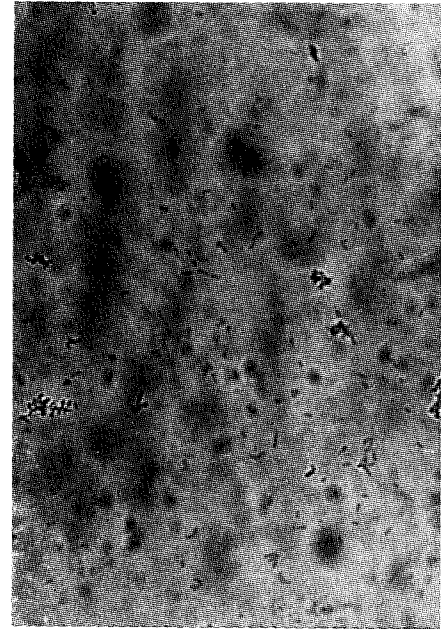
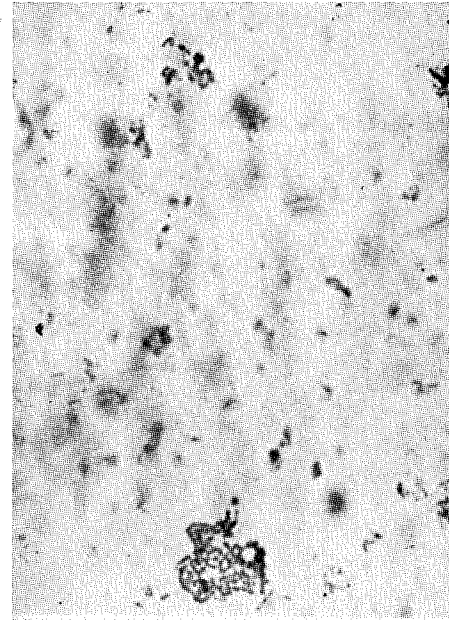


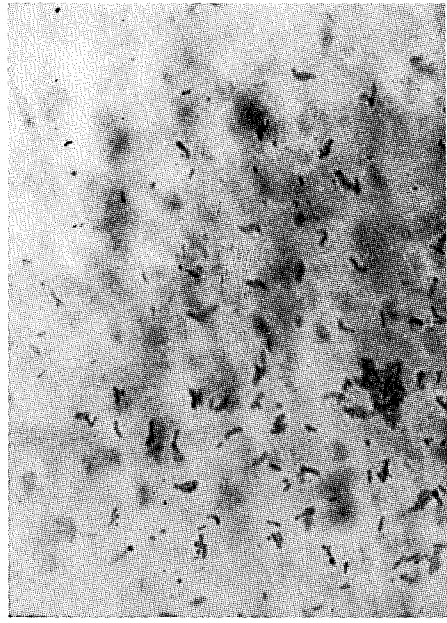
Abb. 4. — Mikroflora der Quelle № 1 im April  
(1500 x)



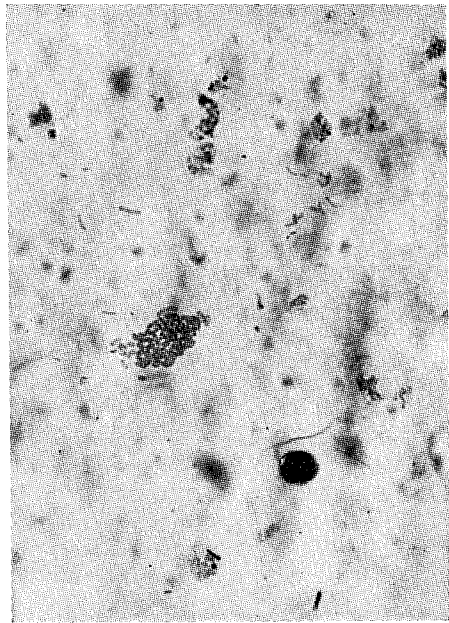
**Abb. 5.** — Mikroflora der Quelle № 2 im Mai (500 x);



**Abb. 7.** — Bachmikroflora im Mai (500 x)



**Abb. 6.** — Mikroflora der Quelle № 2 im Juni (500 x)



**Abb. 8.** — Bachmikroflora im Mai (500 x)

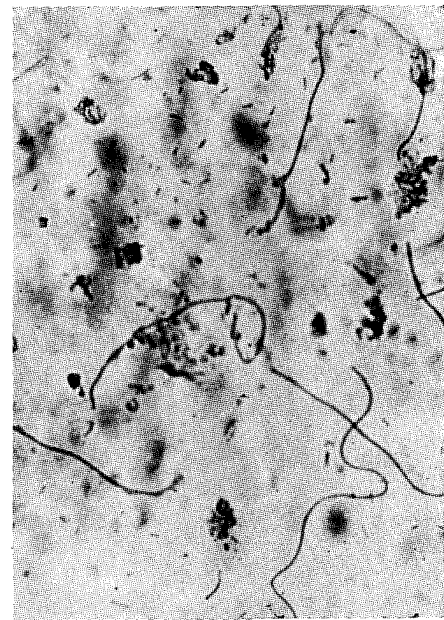


Abb. 9. — Bachmikroflora im Juni (500 x)

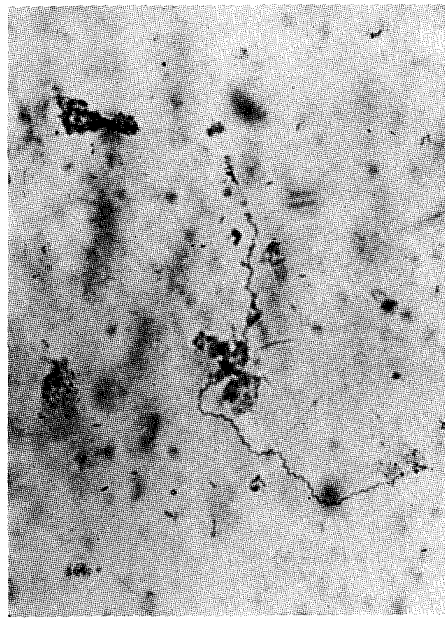


Abb. 10. — Bachmikroflora im Juni (500 x)

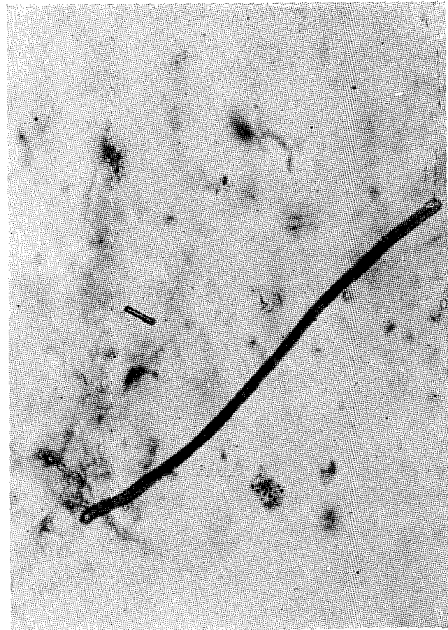


Abb. 11. — Bachmikroflora im Juni (500 x)



Abb. 12. — Bachmikroflora im Juni (500 x)

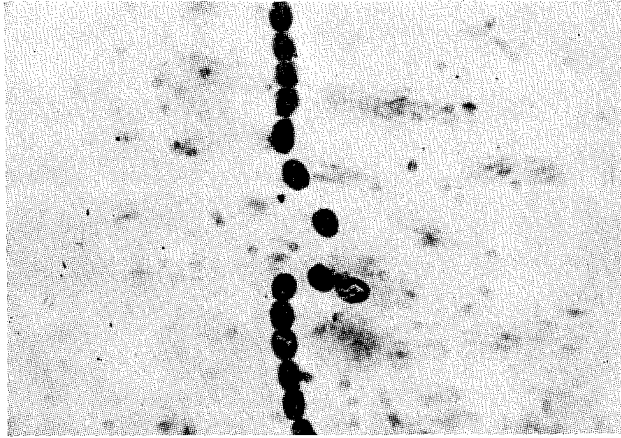


Abb. 13. — Bachmikroflora im Juni (500 x)

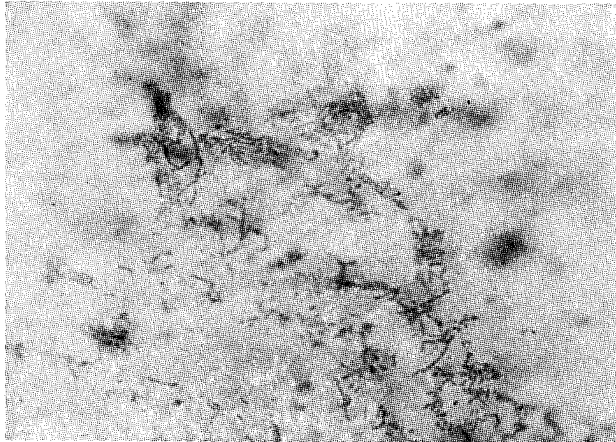


Abb. 14. — Bachmikroflora im Juli (500 x)



mals die Zellengrösse, so dass, höchstwahrscheinlich, diese Niederschläge ein Ergebnis der Bakterienaussonderungen sind (Abb. 2 und 3) denn die Anhäufung der Niederschläge weist auf eine Mengenabhängigkeit von der Kolonie auf, wo die Zellen von geringerer Anzahl sind, da sind auch die Niederschläge dürftiger.

Die angewandte Methode der Objektgläschenbewachung ermöglicht uns auch die Unterschiedlichkeit der vorhandenen Mikroorganismen in ihren natürlichen Standorten kennen zu lernen. Das Bild über die Mikrobenansiedlungsdichte ist allerdings realer als jenes, das durch die Kultivierungsmethode gewonnen wird. Fjodorov (1964) gibt an, dass die Mikroorganismenzahl in den Quellengewässern sehr gering ist, da sie sich gewöhnlich von 1 — 10 Kolonien im ml (Milliliter Wasser bewegt, während die gewonnenen Resultate, die durch Methoden gewonnen (an Membranfiltern) ein unverhältnismässig grosses Reichthum an Mikroorganismen an den gleichen Orten (40 bis 60000 Zellen) aufweisen.

Bei Analyse der Mikrobenansiedlungen des Quellengewässers (Quelle № 1) waren die häufigst vertretenen Koloniengruppen die der unidentifizierten Eisenbakterien (Abb. 1). Dannach kommen die Stäbchenartigen Bakterien, verschieden nach ihren morphologischen Eigenschaften. Dies sind meistens grosse Stäbchen, abgerundet an den Enden, von granulierter Struktur. Etwas weniger dicht waren die an einem, oder auch an beiden Enden sich verengerten, oft von Leicht schraubenförmigen bipolaren Körnchenstruktur. Die bakteriischen Sporen erschienen weit seltener, und zwar gewöhnlich an der Oberfläche der Körper von Silikatalgen (Abb. 4). In der Quelle Nummer 2 war zu gleicher Zeit das identische Bild der Mikrobenansiedlung zu sehen.

Die dargestellten Photographien, an denen nur einzelne Sehfelder aufgenommen sind, können das ganze Bild nicht representieren, das man von den bewachsenen Glasplättchen bekommt. Die Photographien stellen das Mikroflorenreichtum nicht nur nach der Dichte, sondern auch nach seiner morphologischen Zusammensetzung dar.

Im Laufe des Monats Mai beginnt die Dichtenabnahme der Eisenbakterien in beiden Quellen. Im Bau der Biocönosen dominieren auch weiter die stäbchenförmigen Bakterien (Abb. 5), die jetzt, wie früher morphologisch verschiedenartig sind. Vorherrschend sind einzelne Zellen vertreten, die seltener Kolonien bilden, während sie meistens in Ketten eingeordnet sind. Bedeutend weniger als die echten stäbchenförmigen Bakterien kommen die *schraubenförmigen* Stäbchen vor. Kugelförmige Formen sind sehr selten vertreten.

Die Mikroflora der beiden Quellen gibt in den Sommermonaten identisches Bild mit einer unbedeutend grösseren Anteilnahme kugelförmigen Bakterien, als in den Frühlingsmonaten. Die stäbchenförmigen Bakterien sind auch weiter dominante Vertreter der Mikrobenansiedlung (Abb. 6). Im Laufe des Sommers ist in den beiden Quellen die Eisenbakterienbewachung intensiver (Abb. 2 und 3). Mehrzahl der gemeinsamen Charaktere von Mikrobenbiocönosen in den untersuchten Quellen weist auf die identische Mikroflora in denselben hin.

In den Bachmikrobenbiocönoson ist eine Abwesenheit der Eisenbakterien zu beobachten. In den Frühlingsmonaten erscheinen im Bau der Bachmikrobenansiedlung grosse Veränderung. Im April wie auch im Mai dominieren die stäbchenförmigen Bakterien mittlerer Dimensionen, die vorwiegend Koloniengruppen von einer grösseren Zellenzahl bilden (20 — 230). Die Zellen in den Kolonien sind oft in Ketten angeordnet (Abb. 7). Sporen sind auch vertreten; sie kommen auch öfters in Gruppen als einzeln vor (Abb. 8). Obwohl seltener und grösser kommen auch die stäbchenartige Formen mit der Tendenz von scheinbarer Aufzweigung vor. Im Gegensatz zu den Quellen hier sind die kugelförmigen Bakterien weit häufiger vertreten und formieren verschiedene Mikrokolonien.

In den Sommermonaten zeigt die Mikrobenansiedlung des Baches verschiedene Veränderungen. Im Anfang des Sommers sind da neben der verschiedenen stäbchenartigen Mikroflora, die fast durch ausschliesslich vegetative Formen vertreten ist, erscheinen auch fadenförmige Stäbchenbakterien, die ihre Teilungsfähigkeit verloren haben, während sich das Wachsen auch weiter fortsetzt (Abb. 9). Auch die schraubenförmigen Bakterien kommen vor, meistens sind das lange und zarte *Spirocheten* (Abb. 10). Vorhanden sind auch die *Schwefelbakterien*, die in den Quellen fehlten. Häufiger sind sie von der Art der Gattung *Beggiatoa* (Abb. 11 und 12) als von der Gattung *Thiothrix* (Abb. 13). Im Laufe des Sommers ist die Bewachsung der Mikroflora dichter und mannigfaltiger, was in der ersten Reihe von der zahlenmässiger Anteilnahme der stäbchenförmiger Bakterien mit scheinbarer Verzweigung entsteht (Abb. 14).

In den Biocönoson ist überhaupt kein mycelischer Bau der *Actinomycceten* oder *Schimmelpilze* festgestellt worden, obwohl die Mikroorganismen dieser Gruppen auch durch die Kultivierungsmethode gewonnen sind. Nach den erhaltenen Resultaten ist die Bachmikroflora nicht nur andersartig nach ihrem Gefüge sondern auch verschiedenartiger als die Mikroflora der Quellen.

## ZUSAMMENFASSUNG

Die Biocönoson der Quellen Nummer 1 und Nummer 2 sind identisch und die Veränderungen darin im Laufe des Frühlings und Sommers sind unbedeutend. Im Bau dieser Cönoson sind regelmässig die unidentifizierten stäbchenförmige Bakterien aus der Ordnung Ferrobacteriales vertreten. In den Bachgewässern konnten diese Bakterien nicht festgestellt werden.

Die Quellen sind bedeutend ärmer an Arten der heterotrophen Mikroorganismen als der Bach.

In der Bachbiocönose entstehen im Laufe des Sommers viele Veränderungen. In der Sommerperiode erscheinen die Schwefelbakterien und zugleich charakterisieren sich auch die stäbchenförmigen Bakterien mit grösserer morphologischen Mannigfaltigkeit.

Die Bachbiocönose wird durch dichtere Mikrobenpopulationen und Mikrobenzellen von viel mannigfaltigerer Form als die Quellenbiocönose charakterisiert.

Die Mikroflora des Baches ist nach ihrem floristischen Bau andersartiger und mannigfaltiger als die Mikroflora der Quellen.

#### LITERATURVERZEICHNIS

- Beck, J. V. (1960): A ferrous-ion-oxidizing bacterium. *Jour. of Bact.*, 79.  
 Winogradsky, S. N. (1949): *Microbiologie du sol*. Paris.  
 Кузнецов, С. И. (1952): Роль микроорганизмов в круговороте веществ в озерах. Москва.  
 Перфильев, Б. В. (1953): Изучение заиления водоемов и абсолютная геохронология. „Изв. Всес. геогр. общ.“ Т. 84, В. 3.  
 Родина, А. Г. (1934): О применении метода Холодного-Кона к микробиологическому изучению грунтов водоемов. *Зап. Гос. Гидр. Ин-та*, Т. 13.  
 Родина, А. Г. (1953): Развитие железобактерии при зеленом удобрении рыбоводных прудов. *Микробиология*, Т. 22, В. 2.  
 Соколова, Г. Д., (1959): Железобактерии озера Глубокого. *Микробиология*, Т. 28, В. 2.  
 Холодный, Н. Г. (1937): К экологии железобактерии. *Микробиология*, Т. 6, В. 7.  
 Холодный, Н. Г. (1953): Железобактерии. Москва.

#### Rezime

OLIVERA B. RISTIĆ i  
 RADIVOJE Ž. MARINOVIC

#### PRILOG PROUČAVANJU MIKROFLORE NEKIH IZVORSKIH VODA KOSOVA I METOHIJE

Ispitivane su mikrobiocenoze dva izvora u okolini naselja Pokleka (predeo na Kosovu) i mikrobiocenoza potoka postalog od izvorskih voda. Jedan od izvora označen je kao izvor br. 1 a drugi kao izvor br. 2. Ispitivanja su vršena u proletnjem i letnjem periodu (april — juli) tokom 1967 godine. Probe su uzimane dva puta mesečno.

Obrada proba nije bila moguća na samom mestu prikupljanja, obrađivane su po donošenju u laboratoriju a to je 24 časa posle uzimanja. Zbog toga nije bilo moguće da se prati kvantitativna zastupljenost ove mikroflore već je izučavan njen kvalitativni sastav. U tome cilju zasejavano je po 2 mililitra vode na podlozi meso — peptonskog agar a na podlogama po Razumov-u- Liske-u, Mayer-u i van Niel-u za gajenje gvoždevitih bakterija.

Pored odgajivačkih metoda praćen je sastav mikrobnih cenoza pomoću obraštaja na predmetnim stakalcima, po metodi Holodnog i Kona sa modifikacijom Rodine. Ovom metodom dobijala se potpunija slika mikrobnog naselja a obrastanje predmetnih stakalca je proticalo na sobnoj temperaturi u trajanju od 3 dana. Obrasla stakla su fiksirana u formalinskoj pari a posle su bojena 5% eritrozinom. Osim toga, iz svih proba, bojeni su preparati 5% žutom krvnom soli i 0,5% HCL da bi se utvrdilo prisustvo gvoždevitih bakterija u mikrobiocenzama.

Mikrobiocenoze izvora br. 1 i br. 2 su identične i promene u njima tokom proleća i leta neznatne su. U sastavu ovih cenoza redovno su zastupljene neidentifikovane štapolikze bakterije iz reda Ferrobacterales. U vodama potoka te bakterije nisu konstatovane.

Izvori su znatno siromašniji vrstama heterotrofnih mikroorganizama nego potok.

Mikrobiocenoza potoka karakterieš se gušćim mikrobnim populacijama i mikrobnim ćelijama raznovrsnijeg oblika nego mikrobiocenoze izvora.

U mikrobiocenozi potoka tokom leta nastaju promene. U letnjem periodu javljaju se sumporne bakterije i u to doba štapolike bakterije karakterišu se većom morfološkom raznovrsnošću.

Mikroflora potoka po svome florističkom sastavu drugojača je i raznovrsnija od mikroflore izvora.

RADIVOJE Ž. MARINović und  
OLIVERA B. RISTIĆ

## ÜBER DEN $p^H$ WERT DER GEWÄSSER UND DEN WUCHS DER DARIN ANGESIEDELTEN MIKROPHYTEN

### EINLEITUNG

Untersucht wurde der  $p^H$  Wert der Gewässer in den Pokleka-Quellen (Landschaft in Kosmet) und im Bache, der aus derselben entstandt, wie auch der Wuchs gewisser Algen Mikrophyten, die in diesen Gewässern angesiedelt sind. Die Untersuchungen sind von März 1966 bis Februar 1967 Jahres durchgeführt und in dieser Zeit wurden die Quellen- und Bachgewässer wenigstens einmal im Monat besucht. Die Bachgewässer sind ab Quellengebiet bis zu seiner Mündung in den Drenicafluss untersucht worden.

Die Reaktion der Umgebung stellt in allgemeinem einen einflussreichen ökologischen Faktor auf den Wuchs der Organismen dar, unbeachtet dessen, ob sie sich in natürlichen oder künstlichen Medien entwickelt, aber die Angaben über die vorangehenden Fragen wären viel vollständiger, wenn die Untersuchungen zum Teil in künstlichen Medien durchgeführt wären.

Das Material mit den Mikrophyten wurde gleich am Fundort überprüft, doch seine eingehende Analyse ist im Botanischen Institut der Universität zu Belgrad und am Biologischen Katheder der philosophischen Fakultät in Novi Sad durchgeführt worden. Das determinierte Material ist fixiert und befindet sich im Botanischen Institut in Belgrad.

### ARBEITSMETHODEN

Die Mikrophyten wurden an submersen felsigen Unterlagen eingelammelt. Nachdem die Steine aus dem Wasser herausgezogen waren, sind sie einer sorgfältigen Prüfung mit blossen Augen, oder auch mittels Lupe, unterzogen worden, und insofern an ihnen gelbe, blaugrüne, grüne oder aber auch anderstfarbige Schichten beobachtet wurden, wurde die Felsenfläche mit Messer oder Pinzetienstiel abgeschabt. Das Material wurde

von all den Stellen genommen, wo man nach Farbe der Schichten eindeutig auf Vorhandensein der Mikrophyten schliessen konnte.

Die Mikrophyten wurden auch von der flottierenden Pflanzenmasse genommen. Unmittelbar aus dem Wasser ist das Material mit dem Planktonnetz oder Meyerschen Flasche eingesammelt. Die Sedimentation des Materials ist durch Zentrifugieren verrichtet, doch dies ist auch durch Konservieren in wässriger Formalinlösung zu erzielen.

An den Mikrophytenfundorten wurde der  $p^H$  Wert des Wassers mit Helles Neo-Komparator kolorimetrisch bestimmt. Zur Körpermessung der Mikrophyten wurden der Objektivmikrometer und Okularmikrometer benutzt.

Die Artendetermination der Mikrophytenalgen, wie auch ihre Messungen wurden nur dann unternommen, wenn sich im jeden Sehfeld des Präparats eine grössere Anzahl (mehr als 5) Exemplare befand. Das Sehfeld am Zeiss Mikroskop wurde mit Okular  $10\times$  und Objektiv  $40\times$  bestimmt. Das Mikrophytenmaterial wurde mit einem Flüssigkeitstropfen angebracht und mit einem Glasplättchen ( $18\times 18$  mm) zugedeckt. Lokalitäten, von denen das Material eingesammelt wurde, wurden mit arabischen Zahlen bezeichnet. Ab Quellengebiet, das mit der Zahl 1 bezeichnet, sind die Lokalitäten den Bach entlang etwa 100 Meter voneinander entfernt.

#### CHARAKTERISTIK DER UNTERSUCHTEN GEWÄSSER

Die Quellen der Pokleka-Gewässer befinden sich südwestlich von der Ansiedlung Glogovac (Landschaft in Kosmet) etwa 2,5 Kilometer entfernt. Sie liegen in einer kleinen sanft nordwestlich geneigten Landsenke, begrenzt von Anhöhen, die sie weit nicht überragen. Diese Anhöhen sind baumlos nur mit karger Krautvegetation bewachsen.

Die Wasserquellen sprudeln aus zwei Röhren hervor, die von der Flankenseite eines Betoneinschnittes ausgehen. Aus beiden Röhren quillt etwa 1 Liter Wasser in der Sekunde hervor. Das Wasser ist klar, ohne Geruch, mit Temperatur von  $12^\circ C$ , mit Bezug darauf gehören sie zu den kalten Wasserquellen. Sie zeigen übers Jahr keine grösseren thermischen Oszillationen und sind ihren thermischen Auszeichnungen nach von konstanter Temperatur.

Die Pokleka-Quellen haben auch aber die Form kleiner trichterartiger Vertiefungen und quellen von waagerechten Unterlagen hervor. Solcher Quellen gibt es eine ganze Reihe — mehrere Zehn — am zahlreichsten sind sie in der Nähe der Stelle, wo das Wasser, aus den Metallröhren hervorsprudelt. Abfluss des Wassers aus Quellen mit trichterartigen Bodenvertiefungen ist langsamer und in kleineren Mengen als bei den vorhergenannten, obwohl er nach der Bläschenfülle, die sich aus ihren Gewässern befreien wohl merkbar ist. Die Temperatur des Wassers beträgt  $12,5^\circ C$ , und so gehören auch diese Quellen, wie die vorhergehenden, zu den kalten Quellen.

Die Gewässer der beiden Quellengruppen vermischen sich im Bach, der aus ihnen entsteht und in den Fluss Drenica mündet. Es ist möglich

am Bach hydrologisch den oberen Lauf, der sich vom Quellengebiet etwa 300 Meter stromabwärts erstreckt, den mittleren Lauf von etwa 300—500 Meter und den unteren Lauf von etwa 500 Meter bis zur Mündung zu unterscheiden. Der obere und untere Lauf sind doch am meisten abgegrenzt. Der Bach ist 1—2 Meter breit und auf seinem schlammbedeckten Grund befinden sich an manchen Stellen Kalksteine oder Felsen silikater Natur. Das Bachgefälle ist gering, sein Bett ungeordnet und der Lauf langsam, so dass er den Charakter langsam fliessender Wasser hat, insbesondere in seinem unteren Lauf.

Bei seiner Mündung in die Drenica bildet der Bach mehrere Armen, mit denen seine Gewässer in den Fluss münden, aber in trockenen Sommern sprengt das Bachwasser in dünne Strahlen auseinander, die sich kaum merkbar in den Drenicafluss eingiessen. Periodisch, wann das Wasser über den Sommer zur Begiessung der Gärten verwendet wird, bleiben die Bachmündung, wie auch ein bedeutender Teil seines unteren Laufes ohne Wasser, da zu ihnen zu dieser Zeit das Wasser überhaupt nicht gelangt.

Im Bachwasser fehlen grössere suspendierte unorganische Teilchen, da von keinen oberirdischen Nebenflüssen mit unorganischen Stoffen verschüttet wird. Sollte aber solches Material zur Regenzeit von den benachbarten Hängen ins Bachwasser gelangen, wird es in relativ kurzer Zeit abgelagert, denn an manchen Stellen läuft der Bach über Unterlage mit sehr geringer Neigung.

Die Gewässer der Poklekaquellen sind sauer und ihr  $p^H$  Wert beträgt etwa 6,3. Jedoch im Bach nur 30 Meter abwärts vom Quellengebiet, das heisst im oberen Bachlauf, ist der Säuregehalt niedriger als in den Quellen und beträgt 6,8—6,9. Die Gewässer im mittleren Bachlauf sind neutral oder schwach alkalisch. Im unteren Bachlauf bewegt sich der  $p^H$  Wert zwischen 7,2 und 7,4.

Die Poklekagewässer sind nicht von höheren Wasserpflanzen besiedelt, und deshalb besteht auch keine Möglichkeit, dass sich an ihren Stämmen und Blättern Mikrophyten entwickeln. Das Verhältnis des gemeinschaftlichen Lebens zwischen den Wasserpflanzen und epiphyter Mikrophyten kommt also in diesem Falle nicht zum Vorschein, obwohl die Mikrophyten ihre ganze Lebensweise nicht allein nach dem richten, was ihnen die Wassermakrophyten bieten können, die in den Kontinental-Gewässern oft ihre Unterlage darstellen. In den Poklekagewässern kommt der Einfluss höherer Wasserpflanzen als Unterlage zur Ansiedlung und Entwicklung der Wassermikrophyten überhaupt nicht zum Vorschein.

#### ARTEN DER MIKROPHYTEN UND IHR WUCHS

Aus der Gallertmasse, die von den submersen steinigen Quellenunterlage genommen wurde, wurden die Algen *Navicula cuspidata* und *Navicula pupula* determiniert. In den aus den Quellen genommenen Proben sind die beiden Algen relativ dünn und klein. Die Grösse der ersten beträgt 70—76 und der letzten 20—23 Mikron.

Im Bache stromabwärts ist eine weit grössere Anzahl der Mikrophyten anzutreffen, als in dem Quellengebiet selbst. Sie sind auf steinigem Unterlage im Wasser, aber auch auf einer Art flotierender Pflanzenmasse angesiedelt. Während der Regen werden von den benachbarten Hängen dürre Blätter, Früchte und andere Pflanzenteile in den Bach hinweggespült und auf diese Weise gelangen bedeutende Mengen der Pflanzenmasse ins Wasser. Die verschiedenen Pflanzenteile verflechten sich zu mehr oder minder lockerem Geniste, das im Wasser und an seiner Oberfläche schwimmende Inselchen bildet. Aber es bestehen auch solche Inselchen, die aus makroskopisch fadenförmigen Algen erbaut sind.

Ihre Flächengrösse ist verschieden, von einigen Zentimeter bis zu einem Dezimeter, aber an den Lokalitäten, wo der Wasserlauf verlangsam ist, verstecken sich, wegen der Flankenberührung, auch die flotierenden Massen mit grösseren Flächen als oben angeführt. Die Farbe der Inselchen ist grün, gelb, braun oder auch andersartig, was von der Art des Pflanzenmaterials, aus dem sie gebaut sind, abhängig ist. Unter der Einwirkung der Wasserbewegung werden die Inselchen langsam verschoben und gedreht, doch es kommt niemals zu einer raschen Verrückung den Bach entlang.

Als Mikrophytenunterlage dienen auch Makrophytenalgen, die häufig in Inselchen gruppiert sind. Die Zahl der Makrophytenalgen ist gering und der Bach ist in floristischer Hinsicht arm an denselben. Die Bachgewässer besiedeln folgende Makrophytenalgen: *Vaucheria terrestris*, *Tribonema bombycinum* und *Chara fragilis*.

*Chara fragilis* ist häufig im unteren Bauchlauf anzutreffen, besonders in der Nähe seiner Mündung in den Drenicafluss. Ihr Körper bleibt nicht dauerhaft unveränderter Aussicht, kürzere oder längere Teile davon werden abgerissen und bewegen sich unter dem Einfluss des Wasserlaufes auf der Wasseroberfläche. Eine grössere Anzahl ihrer Fragmente befindet sich im Bachwasser zur Zeit, da bei den Algen die Fruchtfunktionsorgane entwickelt sind, was leicht mit blossem Auge nach ihrer intensiven Pigmentation zu erkennen ist. An *Chara* befindet sich eine kleinere Anzahl Mikrophyten als an *Tribonema* und *Vaucheria*. Sie eignet sich nicht besonders zu dauernden Unterlage auch wegen ihrer Brechbarkeit und ihren Körperzerteilung in Fragmente, die dann vom Wasser davongetragen werden. An *Chara* wurden *Cocconeis pediculus* und *Navicula rhynchocephala* determiniert.

Im Wasser selbst ist eine kleinere Anzahl mikrophyten Algen. Die Zahl der unmittelbar im Wasser angesiedelten Arten ist geringer als die Zahl jener, deren Ansiedlung an feste Unterlage gebunden ist. Unmittelbar aus dem Wasser sind die Mikrophyten *Navicula cuspidata*, *N. pupula*, *Oscillatoria lacustris*, *Pediastrum duplex*, *Scenedesmus bijugatus* und *Sc. quadricauda* determiniert worden.

Die Pöklekagewässer sind überhaupt arm an mikrophyten Algenarten. Nach Artenzahl sind jedoch die Silikatalgen relativ am meisten vertreten, während die übrigen mit einer geringeren Artenzahl vertreten sind. Die Silikatalgen, welche die Quellen und der oberen Bachlauf be-



siedeln, sind meistens winzig klein und diese Charakteristik ist besonders hinsichtlich ihrer Körperlänge ausgeprägt. Kleine Algen sind dominant, die grösste Zahl ist von dieser winzigen Form, so dass sie der Fikoflora dieser Gewässer ihr Merkmal verleihen. Dieser Zustand, der unabhängig von der Jahreszeiten ist, konnte am Material, der im Laufe eines ganzen Jahres eingesammelt wurde, festgelegt werden. Bei den blaugrünen Algen aber, die im oberen, aber auch im unteren Bachlauf angesiedelt sind, ist eine Differenz im Wachstum ihrer Körper in die Breite beobachtet worden.

Tabelle 1. Körperlänge der Silikatalgen in Mikronen und  $p^H$  Wert des Wassers oberen Lauf des Poklekabaches.

Art der Silikatalge	Körperlänge der Algen in Mikron	$p^H$ Wert d. Wassers	Lokalität
Navicula cuspidata	72—76	6,8	br. 2
Navicula pupula	22—24	6,8	br. 2
Navicula cryptocephala	23—28	6,8	br. 2
Navicula rhychocephala	42—48	6,8	br. 2
Cymbella lanceolata	82—96	6,8	br. 2
Cymbella reinhardtii	30—41	6,8	br. 2
Cocconeis placentula	12—16	6,9	br. 3
Cocconeis pediculus	12—16	6,9	br. 3

Die meisten Silikatalgen die im oberen Bachlauf angesiedelt sind, sind noch kleiner als jene, die den unteren Lauf des Poklekabaches besiedeln. Besonders kleinwüchsig sind jene die aus den Quellenproben determiniert wurden. Kleine Formen verleihen der Fikoflora des oberen Bachlaufes ihr eigenartiges Merkmal.

Bei den blaugrünen Algen angesiedelten im oberen und unterem Lauf des Poklekabaches wurde auch ihr Wachstum in die Breite untersucht. Die fadenartigen Körper *Oscillatoria lacustris*, *Os. limosa*, *Os. tenuis* sind schmaler im oberen als im unteren Bachlauf. Die Differenzen in der Körperbreite bei den gleichen Arten blaugrünen Algen sind auffallend.

Tabelle 2. Körperlänge der Silikatalgen in Mikronen und pH Wert des Wassers in unterem Lauf des Poklekaabaches.

Art der Silikatalge	Körperlänge der Algen in Mikron	pH Wert d. Wassers	Lokalität
<i>Navicula cuspidata</i>	84—93	7,2	br. 8
<i>Navicula pupula</i>	22—26	7,2	br. 8
<i>Navicula cryptocephala</i>	26—31	7,2	br. 8
<i>Navicula rhynchocephala</i>	43—52	7,2	br. 9
<i>Cymbella lanceolata</i>	86—123	7,2	br. 9
<i>Cymbella reinhardtii</i>	35—56	7,2	br. 9
<i>Gomphonema constrictum</i>	47—56	7,4	br. 10
<i>Cocconeis placentula</i>	16—22	7,4	br. 11
<i>Cocconeis pediculus</i>	14—23	7,4	br. 11

## DISKUSSION

In den Poklekaquellen und im Bache, der aus diesen Gewässern entstand, wurde der pH Wert der Gewässer und der Wuchs gewisser mikrophyter Algen untersucht. Insbesondere die Quellen, aber auch der Bach, sind arm an mikrophyten Algen. Dieser Zustand konnte auch am Material, der vom März 1966 bis Februar 1967 Jahres eingesammelt wurde, festgestellt werden. Der Wuchs wurde an Algen, die taxonomisch zu den Silikatalgen (*Bacillariophyceae*) und den blaugrünen Algen (*Cyanophyta*) gehören, untersucht.

Die Gewässer der Poklekaquellen sind sauer und ihr pH Wert beträgt etwa 6,3. Auch das Wasser im oberen Bachlauf sind sauer, doch ist sein Säuregehalt geringer als in den Quellen und beträgt 6,8—6,9. Die Gewässer im unteren Bachlauf sind schwach alkalisch und ihr pH Wert bewegt sich zwischen 7,2 und 7,4.

Die Poklekaquellen sind hinsichtlich der Artenzahl arm an mikrophyten Algen, doch die Silikatalgen sind unter ihnen am meisten vertre-

ten. Die im oberen Lauf angesiedelten Silikatalgen sind kleiner als die im unteren Lauf des Poklekabaches, aber noch kleiner sind jene, die aus den Quellenproben determiniert wurden. Kleine Algen sind dominant, sie verleihen das Merkmal der Fikoflora dieser Gewässer und sind zugleich auch das ausgeprägte Kennzeichen deren vom oberen Bachlauf.

Bei den blaugrünen Algen aus dem oberen und unterem Lauf des Poklekabaches wurde das Wachstum der Körper in die Breite untersucht. Es konnte festgestellt werden, dass die fadenartigen Körper der Oscillatorien (*Oscillatoria lacustris*, *Os. limosa* und *Os. tenuis*) im oberen Bachlauf schmaler sind als im unteren.

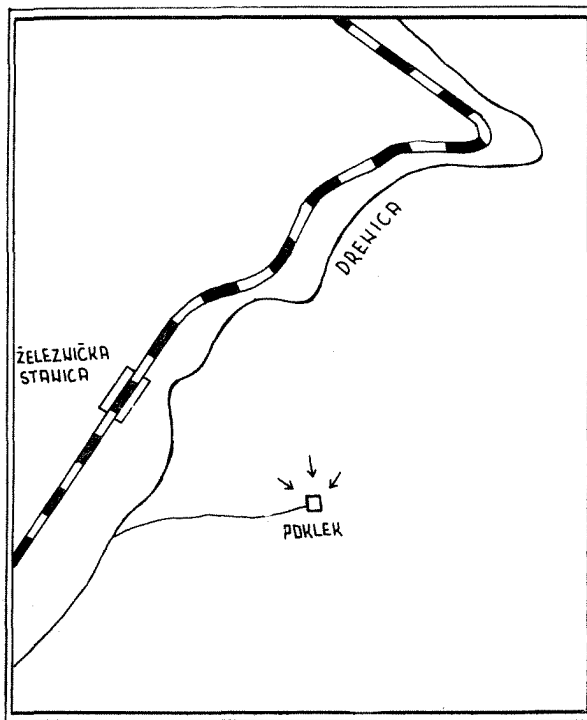


Abb. 1. — Geographische Lage der Poklekaquellen und des Poklekabaches. — Pfeilen bezeichnen die Stellen, wo das Wasser hervorquillt.

Für die Selektion und für das Wachstum der Mikrophyten stellt der  $\rho^H$  Wert des Wassers den entscheidenden Faktor dar. Die saueren Gewässer der Quellen, wie auch die schwachsauereren im oberen Bachlauf besiedeln Mikrophyten, deren Körperwachstum einen niedrigeren Wert erlangt als bei jenen welche die schwach alkalischen Gewässer im unteren Lauf des Poklekabaches besiedeln.

## Systematische Übersicht der mikrophyten Algen

### I Cyanophyta

- Chorococcus turgidus* (Kütz.) Näg.
- Oscillatoria lacustris* (Kleb.) Geitler
- Os. limosa* Ag.
- Os. tenuis* Ag.

### II Chrysophyta

- Bacillariophyceae*
- Cocconeis pediculus* Ehr.
- C. placentula* Ehr.
- Navicula cuspidata* Kütz.
- N. cryptocephala* Kütz.
- N. pupula* Kütz.
- N. rhynchocephala* Kütz.
- Cymbella lanceolata* (Ehr.) v. Heurck.
- C. reinhardtii* Grun.
- Gomphonema constrictum* Ehr.

### III Chlorophyta

- Tetraedron regulare* Kütz.
- T. trigonum* (Näg.) Hansg.
- Pediastrum duplex* Meyen
- Scenedesmus bijugatus* (Turp.) Kütz.
- Sc. quadricauda* (Turp.) Bréb.

## ZUSAMMENFASSUNG

In den Poklekaquellen und im Bache der aus diesen Gewässern entstanden ist, wurde der  $p^H$  Wert des Wassers und der in ihnen angesiedelten Mikrophyten untersucht. Bei den Mikrophyten wurde der Körperwuchs der Silikatalgen in die Länge und bei den blaugrünen Algen das Wachstum in die Breite untersucht.

Die Quellengewässer sind sauer und ihr  $p^H$  Wert beträgt etwa 6,3. Sauer sind auch die Gewässer im oberen Bachlauf, aber ihr Säuregehalt ist geringer und beträgt 6,8—6,9. Die Gewässer des unteren Bachlaufes sind schwach alkalisch und ihr  $p^H$  Wert bewegt sich zwischen 7,2 und 7,4.

Die in den Quellen und im oberen Bachlauf angesiedelten Silikatalgen sind meistens klein und dieses Kennzeichen ist besonders ausgeprägt hinsichtlich ihrer Körperlänge. Kleine Formen sind am zahlreichsten und sie verleihen der Fikoflora der Quellengewässer wie auch denen im oberen Bachlauf ihr besonderes Merkmal. Bei den blaugrünen Algen, bei welchen das Körperwachstum in die Breite untersucht wurde, sind die Körper im oberen Lauf des Baches schmaler als bei jenen, die den unteren Bachlauf besiedeln.

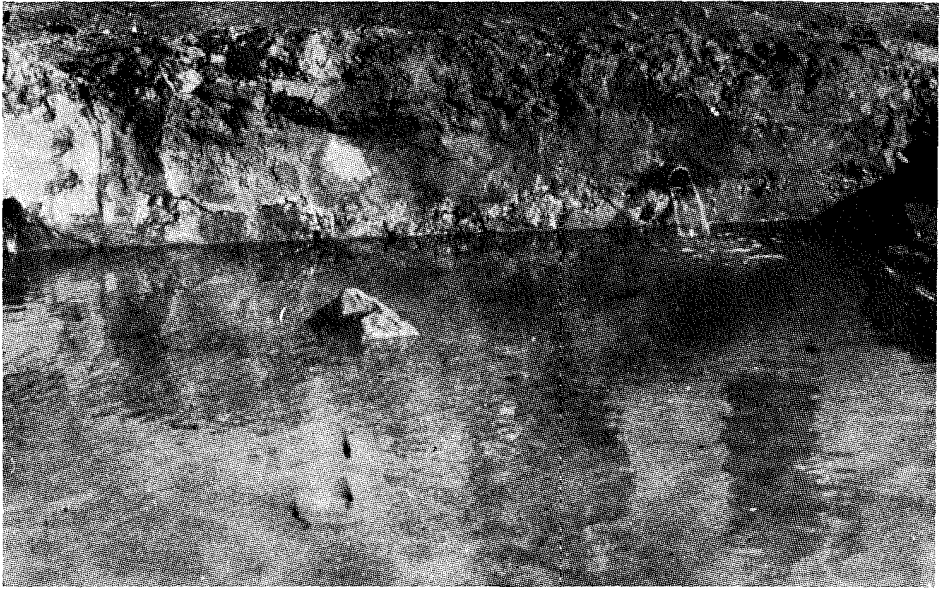


Abb. 2. — Hervorsprudeln der Poklekaquellen aus zwei metallenen Röhren.

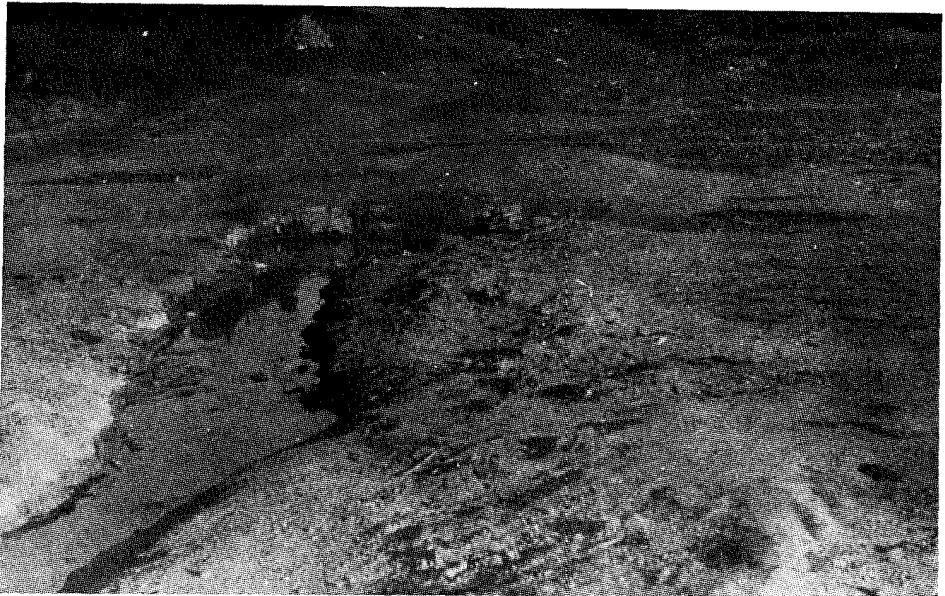


Abb. 3. — Der obere Lauf des Poklekabaches und die Poklekaquellen.



Für die Selektion und für das Wachstum der Mikrophyten in Poklekagewässern stellt der  $p^H$  Wert des Wassers einen entscheidenden Faktor dar. Die saueren Quellengewässer, wie auch die schwach saueren Gewässer des oberen Bachlaufes besiedeln Mikrophyten, deren Körperwachstum einen niedrigeren Wert erlangt, als bei denen, welche die schwach alkalischen Gewässer im unteren Lauf des Poklekabaches besiedeln. Die kleinwüchsigen Algen sind dominant in den Quellengewässern und in denen im oberen Bachlauf. Ihre grösste Anzahl ist von dieser Form, so dass sie der Fikoflora dieser Gewässer ihr Merkmal verleihen.

## LITERATURVERZEICHNIS

- Elenkin, A. (1936): Sinzelenije vodorasli SSSR. Opštaja čast. — Moskva.  
 Elenkin, A. (1938, 1949): Sinezelenije vodorasli SSSR. Specijalnaja čast v. I i II. — Moskva.  
 Engler's Syllabus d. Pflanzenfamilien Bd I. — Berlin, 1954.  
 Ercegović, A. (1923): Ekološke i sociološke studije o litofitskim cijanoficeama sa jugoslovenske strane Jadrana. — Zagreb.  
 Fott, B. (1959): Algenkunde. — Jena.  
 Gessner, A. (1955): Hydrobotanik Bd. I. Berlin.  
 Janković, M. (1959): Beitrag zur Methodik für Anwendung von Beleuchtungsmessern mit Selenphotozellen bei geobotanischen phytoklimatischen Forschungen von Forstgesellschaften. — Arhiv bioloških nauka 1/4. Beograd.  
 Janković, M. (1965): Fitoekologija sa osnovama fitocenologije i pregledom vegetacije na zemlji. — Beograd.  
 Jurilj, A. (1954): Flora i vegetacija Dijatomeja Ohridskog Jezera. — Zagreb.  
 Kolkwitz — Tödt (1941): Einfache Untersuchungen von Boden und Wasser. — Jena.  
 Komarek — Ettl (1958): Algologische Studien. — Prag.  
 Košanin, N. (1907): Daićsko Jezero. — Beograd.  
 Leko — Ščerbakov — Joksimović (1922): Lekovite vode i klimatska mesta u Jugoslaviji. — Beograd.  
 Naumann, E. (1931): Limnologische Terminologie. — Berlin.  
 Nenadović, L. (1936): Banje, morska i klimatska mesta u Jugoslaviji. — Beograd.  
 Oltmanns, F. (1922, 1923): Morphologie und Biologie d. Algen. Bd I — III. Jena.  
 Pascher's Süßwasser — Flora Deutschlands, Österreich und d. Schweiz. Heft 1 — 7:9 — 12. — Jena.  
 Petrovska, LJ. (1936): Mikroflora na termalnot izvor Kosovrasti. — Skopje.  
 Rabenhorst's Kryptogamenflora von Deutschlands, Österreich und d. Schweiz. Bd 5; 7: 10—24.  
 Ruttner, F. (1940): Grundriss d. Limnologie. — Berlin.  
 Schussning, B. (1953, 1959): Handbuch d. Protophytenkunde Bd I u. II. Stuttgart.  
 Tešić, Ž. (1966): Mikrobiologija šumskog zemljišta. — Beograd.  
 Thienemann, A. (1923): Die Quellen. Handbuch d. biologischen Arbeitsmethoden. Lief. 115. — Berlin.  
 Thienemann, A. (1923): Der Bach und Fluss. Handbuch d. biologischen Arbeitsmethoden. Lief. 115. — Berlin.  
 Zujović, J. (1931): Izvori i bunari. — Beograd.  
 Wehrle, E. (1927): Studien über Wasserstoffionenkonzentrationsverhältnisse und Besiedlung an Algenstandorten i. d. Umgebung v. Freiburg. — Bot. Z. f. Botanik Bd. 19.

## Re z i m e

RADIOVOJE Ž. MARINOVIĆ, i  
OLIVERA B. RISTIĆ

**O p<sup>H</sup> VREDNOSTI VODA I UZRASTA MIKROFITA  
NASELJENIH U NJIMA**

U izvorima Pokleka (predeo na Kosmetu) i potoku postalog od voda izvora istraživana je p<sup>H</sup> vrednost voda i uzrast alga mikrofitna naseljenih u tim vodama. Od mikrofitnih alga ispitivan je uzrast tela silikatnih alga u dužinu a u modrozelenih alga uzrast njihovog tela u širinu.

Izvorske vode Pokleka kisele su i veličina vrednosti p<sup>H</sup> u njima iznosi 6,3. Kisele su i vode gornjeg dela potoka, ali je njihova kiselost manja nego u izvorima i iznosi 6,8—6,9. Vode donjeg dela potoka su slabo alkalne i njihova vrednost p<sup>H</sup> kreće se između 7,2—7,4.

Vrednost p<sup>H</sup> voda određivana je kolorimetrijski pomoću Heligovog (Hellige) neokomparatora a za merenje tela mikrofitna upotrebljen je objektivmikrometar i okularmikrometar. Determinisanje mikrofitna i merenje njihovog tela vršeno je onda kad se u jednom vidnom polju preparata nalazio veći broj primeraka tih mikrofitna (više od 5 primeraka). Lokaliteti sa kojih su prikupljane mikrofitne uz istovremeno određivanje p<sup>H</sup> vrednosti vode obeleženi su u tabeli br. 1 i br. 2 arapskim brojevima.

Mikrofitne su skidane sa submerznih stenovitih podloga i sa jedne vrste biljne mase koja flotira u vodi potoka. Za vreme kiša sa okolnih kosa u potok spiranjem dospeva opalo lišće, graničice, plodovi, cvetovi i drugi biljni delovi koji se međusobno spajaju u manje više rastresite spletove koji u vodi i na njenoj površini flotiraju. Alge su skidane i sa flotirajuće mase sagrađene od makroskopskih končastih alga. Neposredno iz same vode alge su prikupljane plaktonskom mrežom i flašom koja je pripremljena kao Majerova (Meyersche) flaša.

Vode Pokleka u odnosu na broj vrsta mikrofitna uopšte su siromašne. Ali po broju vrsta relativno najzastupljenije su silikatne alge dok su ostale mikrofitne predstavljene manjim brojem vrsta. Silikatne alge naseljene u izvorima i gornjem delu potoka sitne su i ova karakteristika naročito je izražena u odnosu na dužinu njihovog tela. Sitne alge su dominantne, najveći broj takvog je oblika i fikoflori ovih voda one daju obeležje. Takvo stanje konstatovano je na materijalu prikupljenog iz tih voda tokom cele godine i ne stoji u vezi sa godišnjim dobom. Kod modrozelenih alga ispitivan je uzrast njihovog tela u širinu. Tela oscilatorija u gornjem delu potoka uža su od tela oscilatorija u donjem delu potoka.

Na odabiranje i na porast mikrofitna u vodama Pokleka odlučujući faktor predstavlja p<sup>H</sup> vrednost vode. Kisele vode izvora i slabo kisele vode gornjeg dela potoka naseljavaju mikrofitne čiji porast tela dostiže manju vrednost nego u onih što naseljavaju slabo alkalne vode donjeg dela Poklekčkog potoka. Alge malog porasta su dominantne u vodama izvora i gornjeg dela potoka, najveći broj takvog je oblika i fikoflori tih voda one daju obeležje.



MIRJANA JANKOVIĆ

## PROMET GASOVA I SOLI U GROŠNIČKOJ AKMULACIJI

Većina akumulacionih bazena, bez obzira kojeg su stupnja trofije, pokazuje preko godine sasvim karakterističan raspored gasova i soli. Usled stalnog izvlačenja vode iz jezera remeti se stagnantnost gornjih jezerskih slojeva, tako da se u leto termoklina ne formira iznad dubine sa koje se crpe voda. Kako su ispusti za vodu najčešće u blizini dna, to ne dolazi do stratifikacije jezerske vode, već su hemijski elementi manje ili više ravnomerno raspoređeni u čitavoj vodenoj masi (Thienemann 1911, cit. Wundsch 1942). Međutim, u onim akumulacijama čija se voda slabo koristi i gde je uticaj pritoka vrlo ograničen, vodena strujanja su toliko mala da ne izazivaju gotovo nikakva vertikalna pomeranja jezerskih slojeva. Zato se u njima i javlja, tokom zime i leta, termička i hemijska slojevitost vodene mase. Takvom tipu akumulacije pripada i Grošničko jezero, u kome je naročito jasno izražena stratifikacija rastvorenog kiseonika i ugljen dioksida.

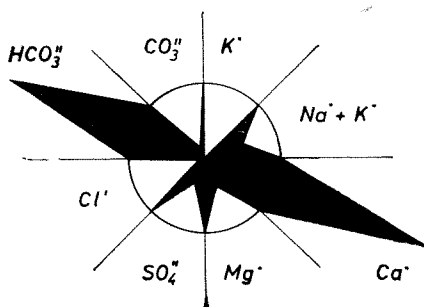
### METODIKA RADA

Hemijske analize vode Grošničkog jezera vršene su svakoga meseca u periodu april 1951 — novembar 1952. radi praćenja metabolizma rastvorenih gasova, pH i alkaliteta. Voda je zahvatana Fridingerovom bocom od 1 litra sa svaka 3 m na najdubljoj tački ispred brane. Da bi dobili predstavu o režimu gasova u toku stagnacione i cirkulacione periode na raznim delovima jezera analize su vršene na sva 3 profila u leto i jesen 1952. godine.

Određivanje sadržaja kiseonika vršeno je pomoću klasične Vinklerove metode sa bromiranjem po modifikaciji Alsterberga. Za analizu ugljene kiseline korišćena je Klut-ova metoda, dok je alkalitet određivan po Ohle-u, a pH po Clark-u. Utvrđivanje sezonskih promena u hemizmu trofogene zone Grošničkog jezera, na osnovu uzoraka vode iz površinskog sloja, obuhvatilo je jednu godinu, od jula 1951. do juna 1952. Ove totalne hemijske analize uradio je Ing. M. Zdravković, saradnik Instituta za ispitivanje materijala SRS u Beogradu.

## METABOLIZAM RASTVORENIH GASOVA I SOLI

U hemijskom pogledu voda Grošničkog jezera pripada Ca-bikarbonatnom tipu (Sl. 1). Oba ova jona dostižu vrlo velike vrednosti u toku go-



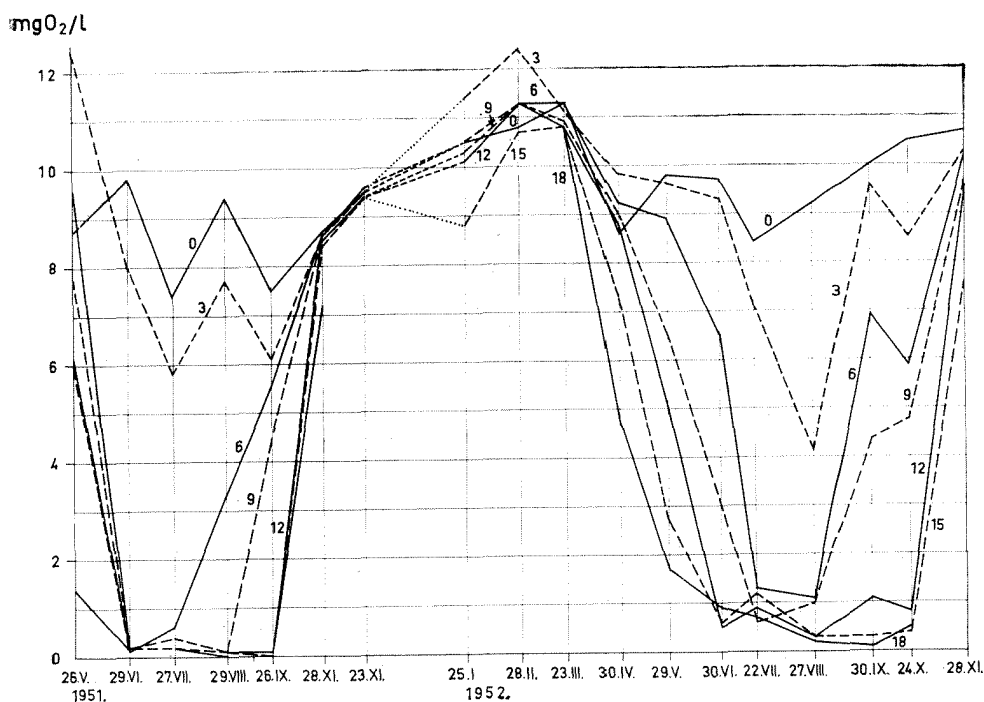
Slika 1. Hemijski tip vode Grošničkog jezera  
Fig. 1. Chemical type of water in the lake of Grošnica

dine, varirajući od 51,1—69,0 mg/l, odnosno od 146,4—244,0 mg/l. Sudeći po Oleovoj skali ovde je u pitanju voda bogata Ca, čije su glavne rezerve u bikarbonatima (Ohle 1934). Oni relativno malo premašuju sadržaj Ca-jona, što se potpuno poklapa sa standardom slatkih voda u svetu (Clarke 1924, cit. Stanković 1960, Rhode 1949). Izraženi u procentima od ukupne sume ekvivalenata,  $\text{HCO}_3^-$  su zastupljeni sa 5—13% više nego kalcijum. Od ostalih jona značajno mesto zauzima Mg, koji se ponekad, samo preko leta, javlja u manjim količinama od Na i K, dok se u jesenjim mesecima njihove vrednosti izjednačuju. Ipak, u najvećem delu godine sadržaj Mg je 2—3 puta veći od sadržaja natrijuma i kalijuma. U još manjim količinama sreću se sulfati; oni jedino u toku leta dostižu vrednost magnezijuma. Najmanje, međutim, ima hlorida. Prema tome, osnovna razlika između hemijskog sastava vode Grošničkog jezera i standardnog sastava slatkih voda sastoji se u daleko manjem prisustvu hlorida u Grošničkom jezeru, a u zimu i proleće još i smanjenom sadržaju Na i K.

## KISEONIK

Na dijagramu 2 i 3 prikazana je sezonska distribucija rastvorenog  $\text{O}_2$  u raznim jezerskim slojevima. Već na prvi pogled zapaža se određena periodičnost u rasporedu kiseonika tokom godine. U jesen se izobate najviše približavaju jedne drugima, kao posledica homotermnog stanja jezerske vode. Totalnim mešanjem vode površinski  $\text{O}_2$  se raspoređuje do najvećih dubina, tako da pred kraj cirkulacije svi slojevi imaju manjeviše isti sadržaj kiseonika. Homooksigenija Grošničkog jezera ne nastupa uvek u isto vreme, već je njena pojava vezana za meteorološke prilike

date godine. U 1951. primećena je krajem oktobra, dok se naredne godine javila tek početkom zime, pošto su u jesen duvali retki i relativno slabi vetrovi, koji su samo delimično izmešali jezersku vodu. Otuda su još novembarske analize pokazivale stratifikaciju  $O_2$ , doduše slabo izraženu. Sve do dubine od 6 m bilo je rastvoreno 10,66—10,21 mg/l  $O_2$ , a zatim je njegov sadržaj pao na 9 mg, izuzev najnižeg vodenog sloja, u kome je kon-

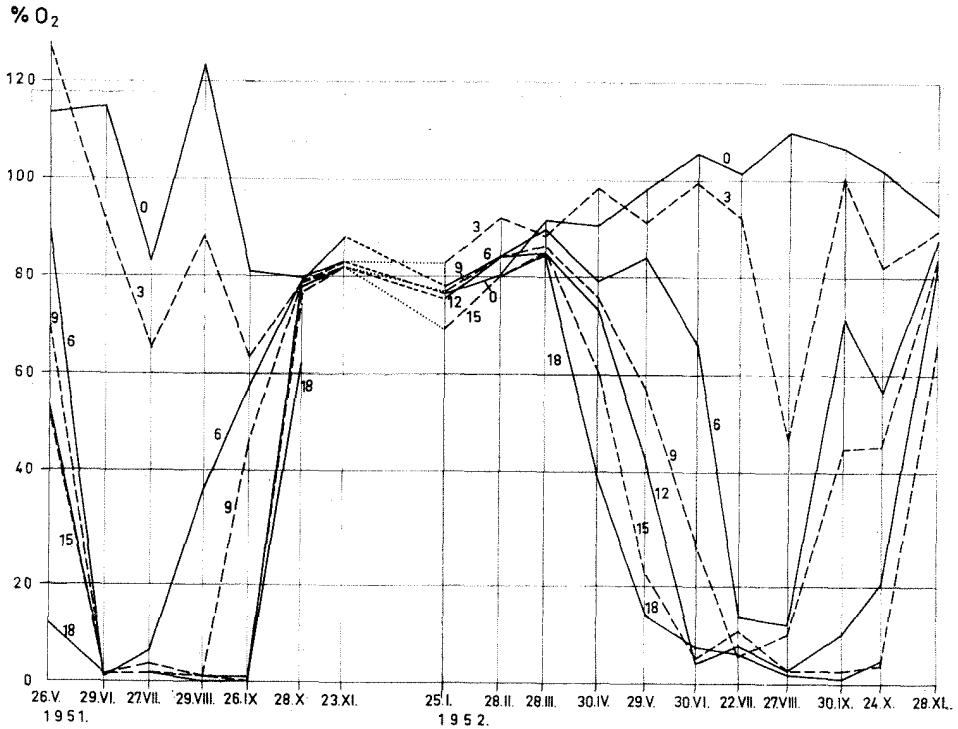


Slika 2. Sezonske promene u sadržaju rastvorenog kiseonika u toku 1951—1952 godine  
Fig. 2. Seasonal variations of the soluble  $O_2$  in the course of 1951 and 1952

statovano 7,70 mg/l. Prethodne jeseni javljaju se znatno manje razlike u vertikalnom rasporedu kiseonika; u oktobru su površinski slojevi imali 1,5 mg/l  $O_2$  više od dubinskih slojeva, dok je razlika između njih u novembru, kada je nastupila totalna homotermija, iznosila svega 0,1 mg/l.

Homooksigeno stanje zadržava se i preko zime, pa čak i za vreme ledenog pokrivača. U januaru 1952. godine, kada je bio formiran led na površini jezera, došlo je do izjednačavanja u sadržaju  $O_2$  u najvećem delu vodene mase. Nešto veći pad kiseonika javlja se tek iznad dna, uporedo sa najvećim termičkim gradijentom u tom sloju. (Tab. 1). Slabo izražena inverzna stratifikacija kiseonika u ovoj godini dovodi se pre svega u vezu sa relativno kratkim trajanjem ledenog pokrivača. Hemijske analize vr-

šene su posle 10 dana od zamrzavanja jezera, pa izolacija od atmosfere nije mogla da dođe do punog izražaja za tako kratko vreme. Osim toga, pred kraj januara zapaža se postepen porast nivoa jezera na račun unete vode preko Grošničke reke, koja zahvata površinske slojeve, s obzirom na temperaturu manju od 4°. Svakako da i ova voda ima izvesnog uticaja na vertikalnu distribuciju O<sub>2</sub> u datom momentu.



Slika 3. Sezonske promene u procentualnoj zasićenosti O<sub>2</sub> u toku 1951—1952 godine  
Fig. 3. Seasonal variations of O<sub>2</sub> saturation per cent in the course of 1951 and 1952

I u relativno plitkom jezeru Clear u Mičigenu takođe se zapaža skoro uniformni raspored sadržaja O<sub>2</sub> u svim dubinama u prvim danima ledenog pokrivača. Međutim, dužim trajanjem ledene kore na površini jezero sve više se smanjuje prisustvo kiseonika u većim dubinama, tako da se pred kraj zimske stagnacije javlja najveći gradijent između površinske i dubinske vode (Greenbank 1945). Sličan tok pokazuje i jezero Mendota, u Viskonzinu, s tim što ovde O<sub>2</sub> teži da opada uglavnom na dnu ne menjajući istovetan raspored u gornjoj polovini jezera. Iznad samog dna dolazi u ovom jezeru do velike redukcije u kiseoniku, dostižući pred kraj stagnacione periode vrednost od svega 1—2 mg/l (Berge and Juday 1911, cit. Hutchinson 1957). Naprotiv, najniži jezerski sloj Grošnič-

Tablica 1. Vertikalni raspored rastvorenog O<sub>2</sub> u toku 1951 i 1952 godine (u mg/l).

Vertical distribution of soluble O<sub>2</sub> in the course of 1951 and 1952 (in mg/l).

		1951											1952										
m		26.V	29.VI	27.VII	29.VIII	26.IX	28.X	23.XI	25.I	28.II	28.III	30.IV	29.V	30.VI	22.VII	27.VIII	30.IX	24.X	28.XI				
0		3,71	9,80	7,42	9,41	7,51	3,69	9,52	10,51	10,81	11,29	8,63	9,81	9,73	8,41	9,24	10,01	10,54	10,66				
3		12,43	7,99	5,82	7,95	6,12	8,63	9,45	11,40	12,40	11,06	9,78	9,57	9,34	7,09	4,11	9,60	8,52	10,29				
6		9,61	0,10	0,57	3,30	5,49	8,62	9,61	10,55	11,35	11,31	9,17	2,90	6,46	1,33	1,07	6,94	5,91	10,21				
9		7,92	0,19	0,41	0,08	4,49	8,62	9,39	10,33	11,31	10,92	9,00	6,46	2,96	0,60	1,02	4,45	4,80	9,69				
12		6,17	0,24	0,39	0,09	0,06	3,53	9,42	10,10	11,26	10,79	3,76	5,04	0,51	0,90	0,29	1,12	0,80	9,62				
15		6,00	0,20	0,21	0,06	0,04	8,38		8,85	10,68	10,82	7,28	2,74	0,58	1,25	0,26	0,28	0,39	7,70				
17								9,67															
18		1,42	0,16	0,19	0,01	0,00	7,18		10,68	10,84	4,71	1,75	0,87	0,74	0,22	0,12	0,47						

kog jezera sadrži pod ledom prilično veliku količinu  $O_2$ , kao što je i Bombovna konstatovala u akumulaciji Gočalkovice (B o m b o v n a 1962). U poljskoj akumulaciji zabeleženo je zasićenje kiseonikom od 60%, i to pred kraj zimske stagnacije, a u našoj od 66%, mada bi se ovde kasnije svakako moglo očekivati znatno manje zasićenje. Daleko je veće smanjenje  $O_2$  zabeleženo u češkoj akumulaciji Viru. Tu je u moćnom vodenom sloju iznad dna (35 m) sadržaj kiseonika opao u toku zimske stagnacije za blizu 50% (Z e l i n k a 1960). Još je izrazitiji kiseonični deficit u vodojaži Jordan, gde je debeo ledeni pokrivač onemogućio rastvaranje kiseonika iz atmosfere i njegovo veće produkovanje od strane fitoplanktona, zbog čega je zasićenje ovim gasom donjih vodenih slojeva iznosilo svega 38% (M i t t i s k a and collab. 1962).

Po otapanju leda površinski slojevi su opet izloženi mešanju pod dejstvom pojačanih vetrova, usled čega sva vodena masa ima isti sadržaj  $O_2$ . Prolećna homooksigenija traje sve do naglijeg porasta temperature vazduha. Pod uticajem jače i duže sunčeve insolacije brže se zagrevaju površinski slojevi, povećava se fotosintetička delatnost zelenih algi i raste produkcija kiseonika. Već u mesecu aprilu otpočinje hemijsko stratifikovanje jezerske vode, koje se u početku ispoljava u naglom smanjenju sadržaja  $O_2$  u sloju vode iznad dna, debelom od 5 m, dok kasnije na kiseoničnu krivu vrlo mnogo utiče i sve veća aktivnost autotrofnih organizama. Povećana temperatura čitave jezerske vode u proleće omogućava intenzivnije biohemijske procese iznad dna, a sa tim i povećanu potrošnju raspoloživog kiseonika. Otuda se samo u toku jednog meseca njegova količina smanjuje za više od 50%, sa 10,84 mg/l u martu na 4,71 mg/l u aprilu. Daljim porastom temperature vode u letnjim mesecima stratifikacija kiseonika je sve izrazitija. Tada je u gornjim jezerskim slojevima, u kojima se produkuje organska materija, najveći sadržaj  $O_2$ , a zatim njegova količina progresivno opada prema dubini. Ovaj klinograadni tip vertikalne kiseonične krive zastupljen je, sa malim izuzetkom, u toku čitave letnje stagnacije, varirajući povremeno jedino u jasnijem izdvajanju epilimnetičke zone, uporedo sa istim promenama i u temperaturnoj krivoj. Samo u jednom slučaju, u maju 1951, zabeležena je pozitivna heterograдна kiseonična kriva; maksimum kiseonika javlja se u metalimnionu (12,43 mg/l), dok je iznad dna rastvoreno 1,42 mg/l  $O_2$ . Ovakav raspored  $O_2$  svakako je uslovljen naglim porastom temperature vode i masovnijim razvojem fitoplanktona, što je prouzrokovalo intenzivniju produkciju  $O_2$ , čak iznad tačke zasićenja (127 %).

Letnja stagnacija se manifestuje kiseoničnim prezasićenjem u površinskom sloju. Retko se dešava da i neki niži jezerski sloj dostiže tačku zasićenja, kao što je na primer zabeleženo u 2 maha na 3 m dubine. U slučaju lošeg vremena ne dolazi do veće produkcije  $O_2$  ni na samoj površini vode i tada je stepen zasićenja daleko ispod 100% (ponekad do 80%).

Treba istaći da je površinska voda slabo prezasićena kiseonikom, od 101,4—114,6%. U 1951. godini kraći je period sa sadržajem  $O_2$  iznad tačke zasićenja (maj—avgust), dok se narednog leta on proteže daleko u jesen, od juna do oktobra, beležeći, međutim, znatno manje vrednosti (101,4—



109,9%). Maksimalna vrednost javlja se u razdoblju juli—avgust, znači poklapa se sa periodom najintenzivnije produkcije organske materije. Jasno je, prema tome, da je prezasićenje kiseonikom gornjeg sloja u toku letnjih meseci biogeno uslovljen. Analiza gustine planktonskih algi pokazuje da one najveće numeričke vrednosti zaista postižu u drugoj polovini leta. (Tabl. 2.)

Prema literaturnim podacima postoji u mnogim jezerima znatno veći raspon u sadržaju površinskog O<sub>2</sub>. Ispitivanja u severoistočnim jezerima Viskonzina pokazuju da površinski sloj vode dostiže i 146% zasićenosti (J u d a y and B i r g e 1932), dok u japanskim jezerima različitog stupnja trofije Jošimura nalazi čak do 194% (Y o s h i m o u r a 1938). Međutim, brojni podaci iz akumulacionih bazena svedoče o neuporedivo nižim vrednostima od gore navedenih. Dosta je čest slučaj da u toku leta površinski kiseonik nikada ne pređe tačku zasićenja (H a r r i s and S i l v e y 1940, K u b i č e k 1956, D i m i t r o v 1957) ili da se višak kiseonika javi samo povremeno, kao na primer u Vlasinskom jezeru (M i l o v a n o v i ć i Ž i v k o v i ć 1956), poljskim akumulacijama Porabka (S m a g o w i c z 1963) i Gočalkovice (B o m b o w n a 1962), u rezervoaru Atwood (W r i g h t 1954) i Bridgeport (H a r r i s and S i l v e y 1940) u Americi i još nekim drugim (N a j d e n o v 1964, M i t t i s k a and c o l l a b. 1962). Ređe su akumulacije u kojima je cela letnja stagnacija obeležena visokom produkcijom O<sub>2</sub>. Takvu situaciju našao je Penak u relativno plitkim, od 3 do 12 m, rezervoarima Kolorada, gde se prezasićenje u kiseoniku javlja od proleća do kraja leta, dostižući maksimalnu vrednost od 267% (P e n n a k 1949). U češkoj akumulaciji Slapy prezasićenje površinskih slojeva kiseonikom ograničeno je na kraći vremenski period (V—VII), ali je procenat vrlo visok, od 119—237% (F i a l a 1962).

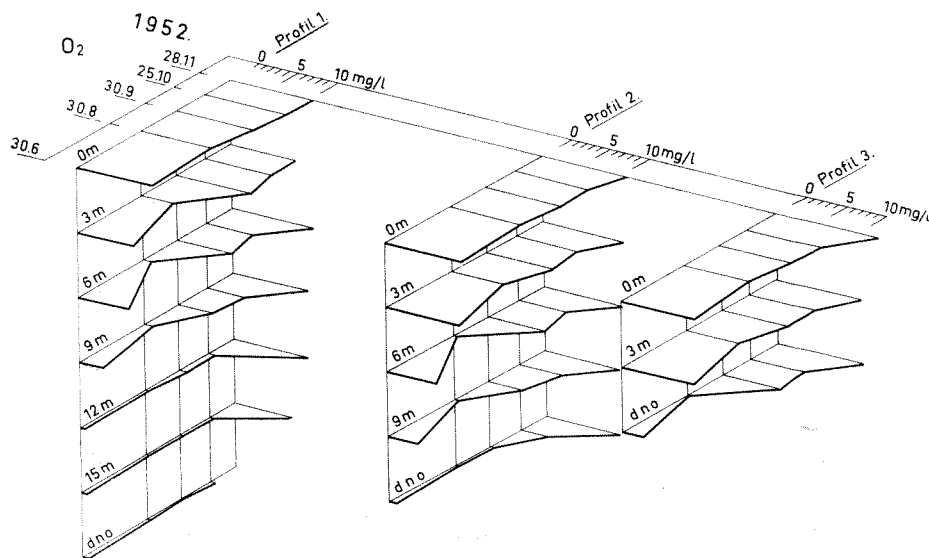
Nasuprot gornjim jezerskim slojevima, u kojima produkcija O<sub>2</sub> znatno premaša njegovu potrošnju, donja trofolitička zona je u periodu letnje stratifikacije siromašna kiseonikom. Počev od sloja termičkog skoka sadržaj O<sub>2</sub> naglo opada prema dubini, održavajući se zatim manje-više na istom nivou. Najmanja količina kiseonika javlja se dakle, u hipolimnionu, ali ako on nije dovoljno jasno izražen može se naći iznad samoga dna i to obično na početku i pred kraj letnje stagnacije. Redukcija kiseonika u donjim jezerskim slojevima otpočinje već u aprilu i proteže se sve do kraja oktobra, nakon koga dolazi do potpunog raslojavanja vodene mase. Ovaj hipolimnetički kiseonični deficit javlja se kao posledica trošenja O<sub>2</sub> na oksidaciju organske materije i respiratorne procese biljnih i životinjskih organizama. U početku je potrošnja kiseonika slabija, a sa nastupanjem leta je sve intenzivnija, uporedo sa sve intenzivnijim procesima dekompozicije. Istim tempom smanjuje se i sadržaj O<sub>2</sub>, tako da već od juna dolazi do gotovo totalne deoksigenacije hipolimnetičke vode. Od tog vremena pa sve do septembra, ponekad čak i do kraja oktobra, rastvoreni O<sub>2</sub> ne prelazi vrednost od 0,87% mg/l, spuštajući se povremeno čak i do analitičke nule.

Veći kiseonični deficit konstatovan je u 1951. i njime je tada zahvaćena znatno veća zapremina donje jezerske vode nego u 1952. godini. U



procentima zasićenosti hipolimnetički  $O_2$  varira od 0—6,4‰ u prvoj godini, a u drugoj od 0,9—10,6‰. Vrlo je važno istaći da je polovina jezerske vode (45‰) imala svega 0,5 mg/l  $O_2$  u toku juna i jula 1951. godine, a narednog meseca još i manje (0,1 mg/l), mada je on tada konstatovan u 27‰ od zapremine bazena. Međutim, u 1952. godini najčešće je 14‰ od vodene mase pokazivalo veliki aktuelni deficit u  $O_2$ , od 9,80—10,84 mg/l. Jedino su u julu osiromašeni kiseonikom još neki slojevi, što je iznosilo ukupno 27‰ od celokupne jezerske zapremine. Prema tome, u 1951. godini je došlo do gotovo totalne deoksigenacije cele hipolimnetičke zone, dok je iduće godine toga bio pošteđen gornji hipolimnion.

Sličan je slučaj i sa Vlasinskim jezerom, u kome je za vreme ispitivanja zabeležena, u dužem ili kraćem razdoblju, vrlo mala aktuelna zasićenost  $O_2$  u slojevima dubljim od 9 m, što odgovara zoni hipolimniona (Milovanović i Živković 1956). Uopšte se može reći da je u akumulacionim bazenima čest slučaj velikog kiseoničnog deficita u dubinskim vodenim slojevima, naročito odmah posle formiranja jezera, kada je vrlo intenzivno raspadanje potopljene kopnene vegetacije (Harris and Silvey 1940, Stundl 1941, Haempel und Stundl



Slika 4. Horizontalni raspored  $O_2$  po uzdužnom profilu u toku letnje stagnacije i jesenje cirkulacije

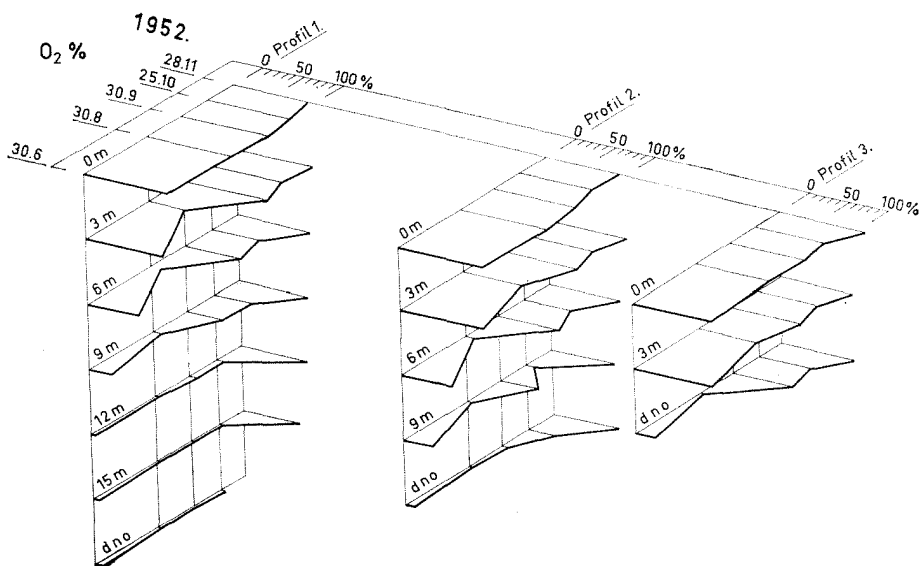
Fig. 4. Horizontal distribution of  $O_2$  ao the longitudinal profile during summer stagnation and autumnal circulation

1943, Lyman 1944, Baranov 1954, Dimitrov 1957, Zelinka 1960, Roll und Zebb 1961, Mittiska and collab. 1962).

Gornja analiza izvršena je na osnovu podataka dobijenih sa najdublje tačke jezera, gde je sezonsko zoniranje vodene mase najizrazitije. Za upo-

ređenje kiseoničnog režima na raznim delovima jezera poslužiće rezultati analiza gasova u letnjem i jesenjem periodu 1951. godine na najdubljim tačkama sva tri profila (Sl. 4, 5).

Sudeći po prosečnoj količini kiseonika u celokupnoj jezerskoj vodi, najplići delovi jezera imaju najviše ovoga gasa. Analizirajući svaki mesec pojedinačno dobijamo često i preko 50% više kiseonika na profilu 3 u poređenju sa njegovom količinom ispred brane, dok se drugi profil u tom pogledu nalazi na sredini. Ovolika razlika u horizontalnom rasporedu  $O_2$  prouzrokovana je time, što je u jezerskim regionima sa većim dubinama jasno izdvojena hipolimnetička zona koja je u gotovo svim analiziranim mesecima bila vrlo osiromašena  $O_2$ , dok u isto vreme najplići profil obično leži u zoni epilimniona, bogatoj kiseonikom. Zato se mnogo re-



Slika 5. Zasićenost kiseonikom vode Grošničkog jezera po uzdužnom profilu u toku letnje stagnacije i jesenje cirkulacije

Fig. 5.  $O_2$  saturation of water in the lake of Grošnica at the longitudinal profile during summer stagnation and autumnal circulation

alnija slika dobija ako se na raznim tačkama jezera uporedi sadržaj  $O_2$  u vodenoj masi sve do najveće dubine trećeg profila. Tada konstatujemo da su variranja između profila neznatna (prof. 1 od 4,8—10,4mg/l; profil 2 od 5,4—10,5 mg/l; profil 3 od 5,0—11,0 mg/l), što znači da je kiseonični režim isti na čitavoj površini jezera. Ipak treba istaći da u površinskom sloju pomenute vodene mase postoje izvesna odstupanja u tom smislu, što se u vreme letnje stagnacije najmanje kiseonika produkuje na profilu 3, gde on samo u junu prelazi tačku zasićenja. U istom tom periodu je, me-

đutim, na jezerskim regionima sa srednjom, a naročito sa najvećom dubinom bilo konstatovano stalno prezasićenje kiseonikom.

Jezerski slojevi koji leže ispod maksimalne dubine trećeg profila, u ispitivanom periodu od 6 odnosno 9 m pa naniže, imaju znatno manji sadržaj O<sub>2</sub>. (Tab. 3). Naročito je velika razlika u slojevima bliže dnu, gde se vrednost kiseonika i na prvom i na drugom profilu spušta ispod 1 mg/l. U sloju iznad samoga dna količina O<sub>2</sub> varira u razdoblju juni—oktobar od 0,12—0,87 mg/l u prvom slučaju, a u drugom u većim granicama, od 0,27—3,51 mg/l; odgovarajuće procentualne vrednosti su 1,8—4,7%, odnosno 2,5—33,2%. I na najplićem profilu je jednom, u avgustu, konstatovan nagli pad O<sub>2</sub> u najdubljem sloju vode (0,08 mg/l ili 0,9%). Verovatno da bi se tako niska vrednost kiseonika javila i u julu, s obzirom da je i tada bila vrlo visoka temperatura vode. Na taj način, voda koja obliva jezersko dno najduže je sa neznatnom količinom O<sub>2</sub> na profilu blizu brane, dok se taj period sve više skraćuje u pravcu najplićeg dela jezera. Usled manjih dubina na drugom i trećem profilu površinski kiseonik će ranije dospeti do najdubljih slojeva, što znači da će se kiseonički deficit iznad dna javiti u većem ili manjem broju letnjih meseci već prema datoj dubini samoga jezera. Konkretno, niske vrednosti O<sub>2</sub> iznad dna izostaju na srednjim jezerskim dubinama u mesecu oktobru, a u gornjem delu jezera čak i u septembru. U stvari nagao pad kiseonika u nekom mesecu javlja se u istom sloju na svim profilima: u junu i septembru konstatovan je na profilu 1 i 2 počev od 12 m, u avgustu na sva tri profila ispod 9 m, a u oktobru samo na prvom profilu opet niže od 12 m. Ovo ukazuje da na horizontalnu distribuciju rastvorenog O<sub>2</sub> ne utiče oblik jezerskoga dna, već je u tome odlučujuća dubina na kojoj leži odgovarajući vodeni sloj, bez obzira koliko je on udaljen od dna na pojedinim delovima jezera. U svetlosti toga postaje razumljivo što u periodu ranije stratifikacije nije najdublji sloj vode na čitavom jezeru uvek jako siromašan kiseonikom, već samo onda kada je osiromašena donja vodena masa počev od sloja koji odgovara poslednjoj izobati najplićih delova jezera (Tab. 4). Međutim, u akumulaciji Cherokee (Tenesi) je u dubinskoj vodi utvrđen drukčiji raspored kiseonika po uzdužnom profilu. Lyman je tu našao da u plićim delovima jezera O<sub>2</sub> iščezava u čitavom hipolimnionu, dok se u dubljim regionima još uvek nalazi u gornjem hipolimnionu i dostiže progresivno veću koncentraciju na svakoj tački bliže brani (Lyman 1944).

Svakako da je horizontalna distribucija O<sub>2</sub>, naročito u donjim jezerskim slojevima, od posebnog interesa za materijalni promet Grošničkog jezera, pošto količina ovoga gasa u kontaktnoj vodi reguliše jonsku razmenu između mulja i vode. U prisustvu O<sub>2</sub> od samo nekoliko miligrama stvara se na površini mulja oksidaciona mikrozona koja usled velike absorptivne moći drži regenerisane soli, oslobođene u mulju, i sprečava njihovu difuziju u jezersku vodu. Međutim, kada sadržaj kiseonika padne na 0,5 mg/l ili niže oksidaciono-redukциони potencijal dostiže kritičnu vrednost i tada redukциони procesi zamenjuju oksidacione. U mulju se redukuju do tada nerastvorljive oksidovane soli, gubi se dakle oksidaciona ba-



rijera i oslobođeni joni nesmetano prelaze u hipolimnion (Mortimer 1941/1942).

Polazeći od ovih konstatacija može se zaključiti da na najvećem delu Grošničkog jezera ne dolazi preko leta do obrazovanja oksidacione mikrozone, tako da je ovde u relativno dugom periodu (4—5 meseci) omogućeno prelaženje rastvorenih supstanci iz mulja u vodu. Na taj način, regenerisane hranjive soli ponovo se vraćaju u vodu i turbulentnim strujama dalje prenose u trofogeni zonu, gde ih autotrofni organizmi koriste za stvaranje nove organske materije. Međutim, na najplićem delu jezera redukcionni uslovi vladaju u uskom vremenskom razmaku, najviše do 2 meseca, što pokazuje da se ovde slabije koriste soli koje se oslobađaju u mulju pri mineralizaciji uginule organske materije. S druge strane, na ograničenijem prostoru jezerskoga dna vladaju preko leta povoljni respiratorni uslovi za dato naselje, dok je pretežan deo podloge sa nepovoljnim kiseoničnim režimom u to vreme, pošto se u relativno moćnom sloju dubinske vode (od 6—12 m) sreće znatno manje od 2 mg/l O<sub>2</sub>, što inače predstavlja donju granicu za normalan život beskičmenjaka dna (Ohle 1952).

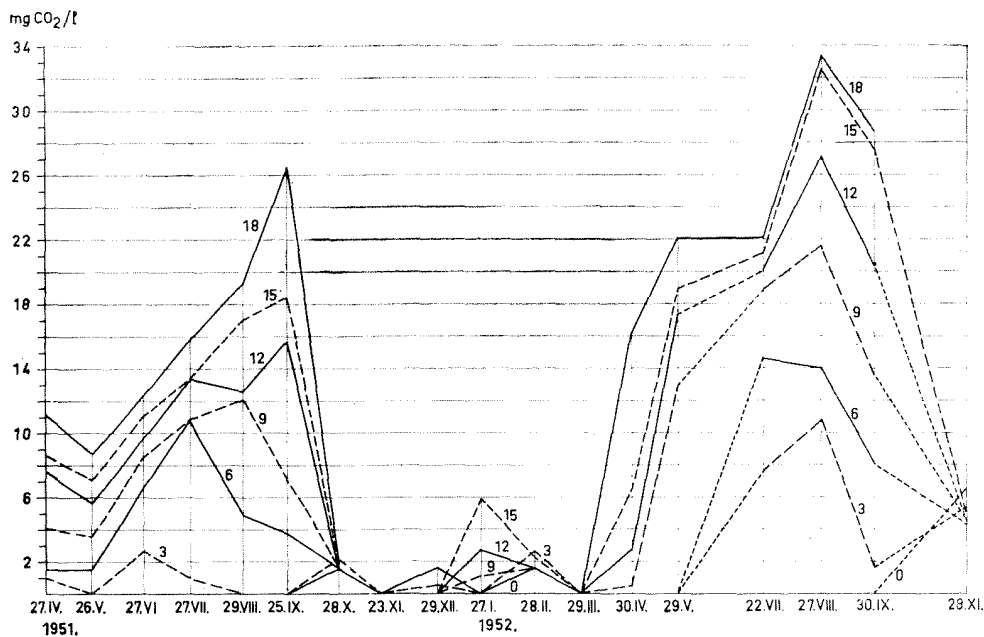
### UGLJENA KISELINA

Sadržaj CO<sub>2</sub> vrlo mnogo varira u vodi Grošničkog jezera, i to kako u toku sezona tako isto i u raznim godinama. On se javlja od analitičke nule pa sve do 33,2 mg/l. Veće vrednosti postignute su u 1952. godini, kada je uopšte u jezeru bio znatno intenzivniji materijalni promet. U površinskim slojevima najčešće je potpuno utrošen slobodan CO<sub>2</sub>, tako da se tu javljaju samo suspendovani monokarbonati a jedino preko zime i u kasnu jesen ostaje još izvesna količina neiskorišćenog ugljen dioksida. Naprotiv, najveća količina CO<sub>2</sub> u trofolitičkoj zoni, gde se on upravo produkuje, vezana je za tople mesece, dok se minimalne vrednosti javljaju preko zime.

Slično rastvorenom O<sub>2</sub> i slobodan CO<sub>2</sub> pokazuje jasan sezonski periodicitet (Sl. 6). Za vreme cirkulacionih perioda čitava vodena masa sadrži manje-više istu količinu CO<sub>2</sub>. U jesen se zapaža veće prisustvo ovoga gasa nego u proleće. Tako je u oktobru 1951. godine varirao od 1,6—2,2 mg/l, a pred kraj jeseni iduće godine čak od 3,8—6,5 mg/l. Svakako da je u to vreme još uvek trajala mineralizacija sveže uginulih planktonskih organizama i oslobađanje CO<sub>2</sub> koji je ostao neiskorišćen zbog smanjene potrošnje u fotosintezi. Međutim, u periodu totalne prolećnje cirkulacije, u martu, zapaža se u svim slojevima, osim najnižeg, određena količina monokarbonata (3,6—5,4 mg/l), što ukazuje na već povećanu aktivnost planktonskih algi u stvaranju organskih supstanci i pored još uvek relativno niske temperature vode (oko 6° C). Masovnije razviće diatomeja u ovom mesecu nije imalo na raspolaganju agresivnog CO<sub>2</sub>, a i slobodan ugljen dioksid se javio u vrlo maloj količini, tako da su za pokriće svoje fotosintetičke delatnosti ove alge koristile i bikarbonatni CO<sub>2</sub>, oslobađajući pri

tome monokarbonata. I u mnogim severnonemačkim jezerima eutrofnog tipa prolećnja cirkulacija se takođe karakteriše prisustvom karbonata u čitavoj vodenoj masi, ali u jesen ne dolazi do njihovog izdvajanja (O h l e 1934).

I za vreme zimske cirkulacije  $\text{CO}_2$  je gotovo uniformno raspoređen čitavom dubinom jezera (Sl. 7). Ali kada se na površini vode formira le-



Slika 6. Sezonske promene u sadržaju  $\text{CO}_2$  u toku godine

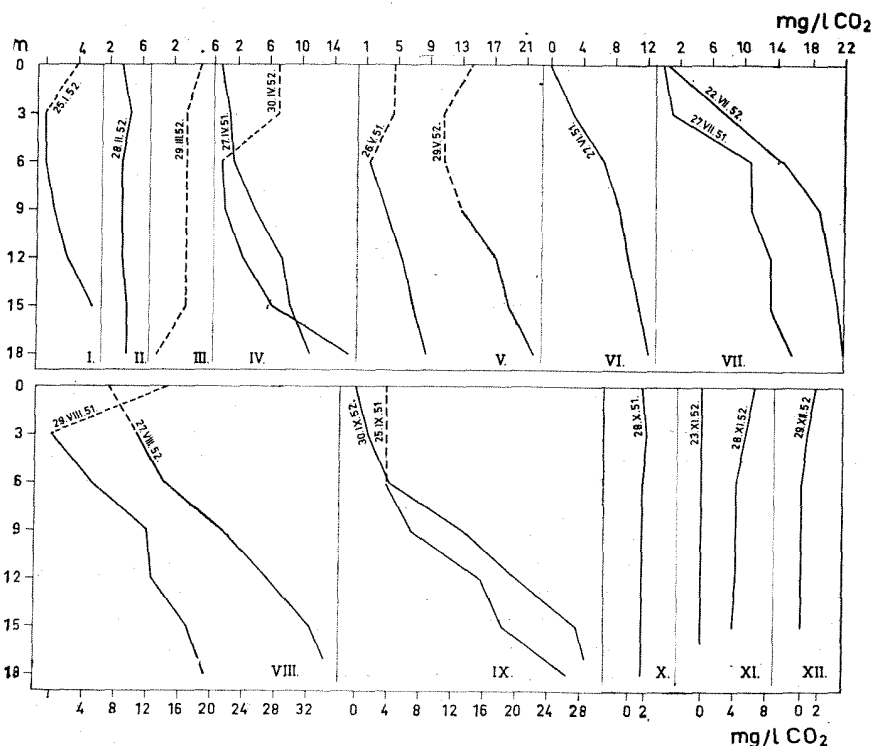
Fig. 6. Seasonal variations of the  $\text{CO}_2$  content in the course of 1951 and 1952.

deni pokrivač dolazi do stratifikacije ovoga gasa. Vertikalna kriva pokazuje sledeći raspored: u površinskom sloju su zastupljeni karbonati, niže se javljaju samo bikarbonati, a tek od 9 m progresivno raste  $\text{CO}_2$  i iznad dna dostiže vrednost od 5,9 mg/l. Ovakva distribucija  $\text{CO}_2$  pokazuje da se i pod ledom odigravaju fotosintetički procesi, pri čemu se u nedostatku dovoljne količine  $\text{CO}_2$  troše njegove zalihe iz bikarbonata. To potvrđuje i znatno manje prisustvo površinskog  $\text{HCO}_3$  u poređenju sa njegovim sadržajem iznad dna. Na osnovu ove razlike dobijamo da je u fotosintezi razloženo 0,29 mvl  $\text{HCO}_3$ , što od ukupnog alkaliteta iznosi 70%.

Da se organska materija stvara i pod ledenim pokrivačem utvrđeno je i u drugim jezerima. Kao eklatantan primer za to može da posluži gasni režim preko zime u jednoj plitkoj akumulaciji Kolorada (Gaynor). Zahvaljujući gustoj planktonskoj populaciji i ledu bez stalnog snežnog pokri-

vača postignuta je ovde preko zime prezasićenost O<sub>2</sub> čak do 267<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, dok se s druge strane tokom cele godine javlja »negativna vrednost« CO<sub>2</sub>, od -10,1 do -38,5 mg/l (P e n n a k 1949).

Neka ispitivanja na transmisiji svetlosti kroz led različitog kvaliteta i debljine potvrđuju mogućnost aktivnosti zelenih biljaka pod ledenim pokrivačem. Izgleda da je količina sunčeve radijacije koja prodre kroz srednje providan led čak i od 45—60 cm debljine dovoljna da podmiri potrebe fotosinteze, ali u slučaju da je led prekriven snegom svetlost se redukuje ispod kompenzacione tačke (G r e e n b a n k 1945).



Slika 7. Vertikalna distribucija CO<sub>2</sub> u toku godine

Fig. 7. Vertical distribution of CO<sub>2</sub> in the course of the year

Letnja stagnacija je obeležena jasnom stratifikacijom CO<sub>2</sub>. Usled stvaranja organske materije u gornjim vodenim slojevima povećava se potrošnja raspoloživog CO<sub>2</sub> i naglo smanjuje njegova količina. Naprotiv, vodena masa ispod trofogene zone obogaćuje se ovim gasom na račun organskog raspadanja i disimilacije živih organizama. Otuda je vertikalna kriva CO<sub>2</sub>, slično kiseoničnoj, klinogradnog tipa ali u obrnutom smislu.

U površinskom sloju vode dolazi do potpunog utroška slobodnog  $\text{CO}_2$ , a češće i do pojave njegovih »negativnih vrednosti«. To se dovodi u vezu sa aktivnijim fotosintetičkim procesima, kada alge u nedostatku slobodnog  $\text{CO}_2$  koriste vezan iz bikarbonata, pri čemu se izdvaja  $\text{CO}_3$ . Za vreme najintenzivnije fotosinteze dolazi do obrazovanja najveće količine karbonata. Maksimalna vrednost od preko 14 mg/l postignuta je u avgustu 1951. i maju 1952. godine. Nije redak slučaj da su i niži slojevi epilimniona sa »negativnim vrednostima«  $\text{CO}_2$  i da se to dešava već na početku i pred kraj stagnacione periode. U tim krajnjim slučajevima izgleda da pojava monokarbonata nije uvek odraz visine produkovanja organske materije, već i rezultat zalihe slobodnog  $\text{CO}_2$  koja biljkama stoji na raspolaganje. Tako je krajem aprila 1952. godine konstatovano 7,2  $\text{CO}_3$  u čitavom epilimnionu, mada u isto vreme nije zapažen veći porast sadržaja  $\text{O}_2$  u odnosu na raniji mesec. S druge strane, maja prethodne godine epilimnion je imao manju količinu karbonata (4,5 mg/l), ali je bio prezasićen kiseonikom. Svakako da je pojava  $\text{CO}_3$  u ovim slučajevima bila uslovljena različitim agensima. Pošto je u martu 1952. godine nastupila totalna prolećnja cirkulacija, koja se karakterisala prisustvom karbonata gotovo čitavom dubinom jezera, to kasnije nije bila potrebna naročito velika aktivnost biljaka da još nešto malo poveća sadržaj  $\text{CO}_3$ . Međutim, kod drugog primera je svakako u pitanju intenzivnija fotosintetička delatnost fitoplanktona, u kojoj je najpre iskorišćen postojeći  $\text{CO}_2$ , a tek kasnije je došlo do biogenog izdvajanja karbonata.

Za razliku od gornjih jezerskih slojeva, u kojima je retko kada konstatovano prisustvo slobodnog  $\text{CO}_2$ , donja vodena masa ima znatne količine ovoga gasa. On se uvek javlja u hipolimnetičkoj zoni ali se može u manjim količinama naći i u donjem metalimnionu. Već na početku stagnacione periode, kada je termoklina vrlo visoko postavljena, otpočinje oslobađanje  $\text{CO}_2$  u dubljim slojevima vode dostižući iznad dna vrednost od 11,2—16,2 mg/l. Sa postepenim zagrevanjem hipolimniona u toku leta i intenzivnijim procesima organske dekompozicije povećava se i sadržaj  $\text{CO}_2$ . U tom periodu njegova količina varira od 0,5—33,2 mg/l. Najveća vrednost zabeležena je u avgustu obe godine, i to ne samo iznad dna, već i u čitavoj hipolimnetičkoj zoni (od 12,1—19,3 mg/l u 1951. i 21,6—33,2 mg/l u narednoj godini). I u ostalim toplim mesecima 1952. dolazi do veće produkcije  $\text{CO}_2$ . Svakako da je to uslovljeno bržim tempom taloženja uginulih organizama na dno i njihovim raspadanjem, bez obzira što je dubinska voda imala tada u proseku nešto nižu temperaturu nego u prethodnoj godini.

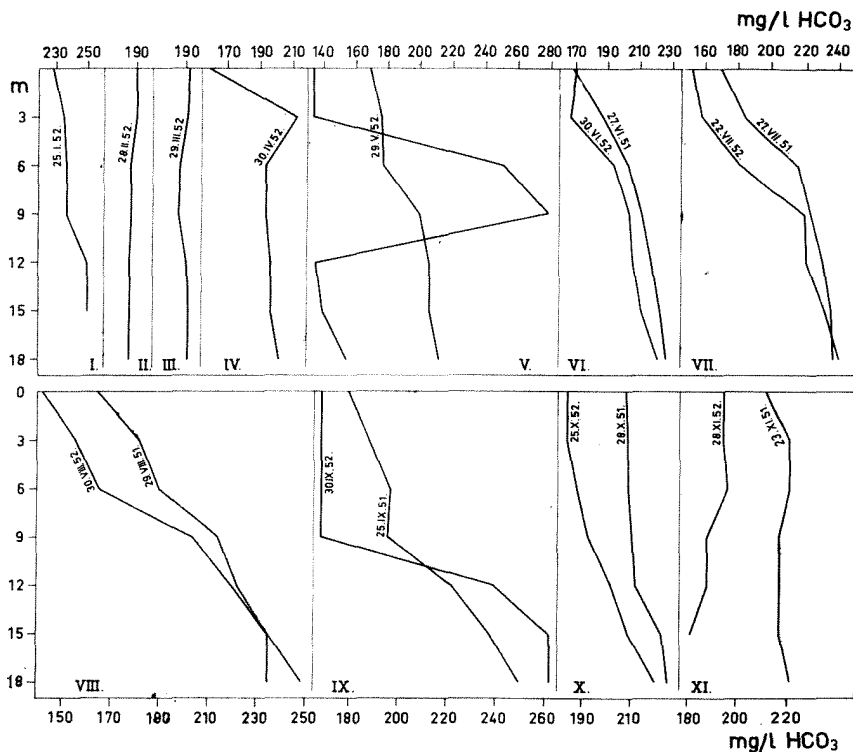
Velika količina  $\text{CO}_2$  u hipolimnionu Grošničkog jezera ukazuje na njegovu akumulaciju preko leta, što je inače karakteristično za jezera sa visokom organskom produkcijom. Pošto stanje ugljen dioksida daje predstavu o količini stvorene i mineralizovane organske materije, njegovo nagomilavanje u hipolimnionu može da posluži kao indikator za organsku produkciju trofogene zone (O h l e 1934). Međutim, ovaj zaključak ne bi mogao u potpunosti da se primeni na Grošničko jezero, u kome najveći deo organskih materija u mulju vode alohtono poreklo. U ovom slučaju



produkovani CO<sub>2</sub> ne potiče isključivo od sedimentisane materije stvorene u samom jezeru, pa stoga ni ne može tačno da odražava visinu njegove organske produkcije.

### BIKARBONATI

Voda Grošničkog jezera se odlikuje velikom količinom bikarbonata (Sl. 8). Oni u toku dvogodišnjih ispitivanja variraju od 128,1 do 271,4 mg/l.



Slika 8. Vertikalna distribucija HCO<sub>3</sub> u toku godine.

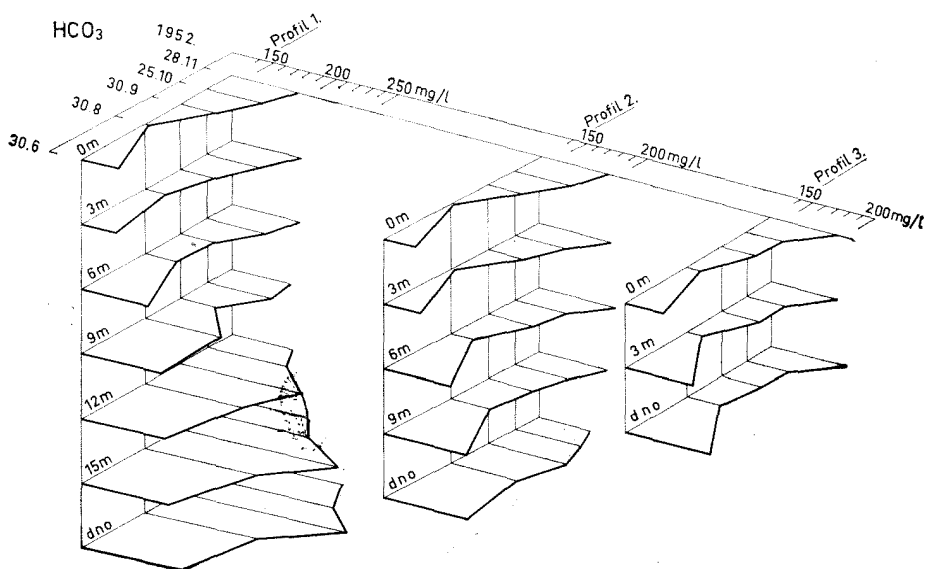
Fig. 8. Vertical distribution of HCO<sub>3</sub> in the course of the year

Ovolika količina HCO<sub>3</sub> ukazuje na veoma povoljne uslove za fotosintetičku delatnost autotrofnih organizama, pošto u ovoj vodi ne pretil opasnost od pomanjkanja CO<sub>2</sub> zbog njegovih neiscrpnih zaliha u bikarbonatima. Zato je prema Minderu poluvezani ugljen dioksid najvažniji izvor bogatstva u Čiriškom jezeru (M i n d e r 1923).

Hladan period godine karakteriše se najvećom količinom HCO<sub>3</sub>. U to vreme njegov sadržaj je gotovo isti u čitavoj vodenoj masi. Jedino se u

januaru, pod ledenim pokrivačem, zapaža nešto veća akumulacija bikarbonata u dubinskim slojevima, što se dovodi u vezu sa biogenim izdvajanjem  $\text{CO}_2$  na površini jezera i njegovim rastvaranjem iznad dna u prisustvu agresivnog  $\text{CO}_2$ .

Međutim, u periodu letnje stagnacije, uporedo sa povećanjem asimilacije fitoplanktona, smanjuje se i količina  $\text{HCO}_3^-$  u površinskim slojevima (Sl. 9). Tada se javlja minimum bikarbonata i iznosi 128,1—197,6 mg/l u 1951, odnosno 154,3—217,1 mg/l u 1952. godini. Zbog pojave karbonata u gornjoj jezerskoj vodi sadržaj  $\text{HCO}_3^-$  se ne poklapa uvek sa vrednošću za ukupni alkalitet. Stalnim izvlačenjem  $\text{CO}_2$  iz bikarbonata u procesima



Slika 9. Horizontalni raspored  $\text{HCO}_3^-$  po uzdužnom profilu u toku letnje stagnacije i jesenje cirkulacije

Fig. 9. Horizontal distribution of  $\text{HCO}_3^-$  at the longitudinal profile during summer stagnation and autumnal circulation

fotosinteze neprestano opada njihova količina na površini. Iz istih razloga je, naprotiv, u hipolimnionu povećano prisiustvo  $\text{HCO}_3^-$ . On ovde varira od 202,5—271,4 mg/l. Ovakav raspored bikarbonata pokazuje da u Grošničkom jezeru dolazi preko leta do njegove jasne stratifikacije, pri čemu se na površini javljaju znatno manje vrednosti, a prema dnu se progresivno povećavaju. Hipolimnetičko  $\text{HCO}_3^-$ , izraženo u procentima po metru dubine, jasno odražava intenzitet stvaranja organske supstance kroz biogeno taloženje monokarbonata u hipolimnionu iz gornjih jezerskih slojeva, gde ih slobodan  $\text{CO}_2$  rastvara u bikarbonate. U hipolimnionu Grošničkog jezera zabeleženo je veliko nagomilavanje  $\text{HCO}_3^-$ . Ono je sve izrazitije tokom letnje stagnacije i dostiže veću prosečnu vrednost u 1951.



godini, 0,98% prema 0,66 % u 1952. (Tab. 5). Ole je u jezerima severne Nemačke otkrio zavisnost između trofije jezera i stratifikacije  $\text{HCO}_3$  ističući da sadržaj bikarbonata u hipolimnionu eutrofnih jezera raste od 0,23—1,00% i više na svaki metar dubine (O h l e 1934). Prema tome, prosečno povećanje  $\text{HCO}_3/\text{m}$  u Grošničkom jezeru, koje u toku svih ispitivanja iznosi 0,78%, pokazuje da se ovo jezero nalazi na visokom stupnju trofije.

### REAKCIJA VODE

S obzirom na relativno malu količinu  $\text{CO}_2$  u gornjoj vodenoj masi i na velike vrednosti za alkalitet, reakcija vode se nikada ne spušta ispod tačke neutralnosti. Ona ovde varira u granicama 7,4—8,2. Preko leta, kada je jezero stratifikovano i kada je hipolimnion bogat ugljenom kiselinom, pH se naglo smanjuje prema dubini, ali se i tada zadržava iznad granice neutralnosti. Stratifikacija pH je naročito jasno izražena kada se u površinskim slojevima javlja znatna količina monokarbonata, kao na primer u avgustu 1951. godine. Tada je razlika u reakciji između površinske i dubinske vode iznosila 0,7, dok je bila daleko manja u prisustvu male količine  $\text{CO}_2$ . U periodu prolećne i jesenje cirkulacije pH se izjednačuje na svim dubinama, dostižući niže vrednosti, od 7,5—7,6.

### SEZONSKA FLUKTUACIJA RASTVORENIH SOLI

Sudeći po ukupnoj količini elektrolita, koja u toku godine varira od 200—248 mg/l, Grošničko jezero se nalazi na granici niskog i srednjeg stupnja mineralizacije. Količina rastvorenih soli najveća je preko zime (230—248 mg/l), a već od proleća, kada otpočinju intenzivniji životni procesi, njihov sadržaj polako opada i minimum dostiže pred kraj leta (avgust — septembar).

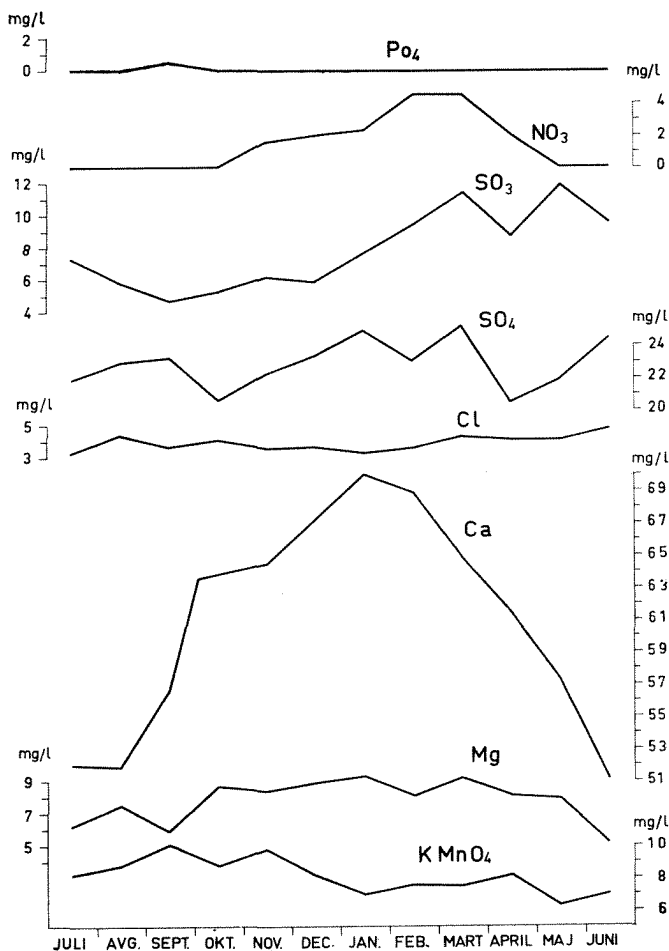
I pored dovoljne količine ukupnih soli, upravo one koje su najvažnije za život producenata organske materije zastupljene su minimalno.

Od posebnog je interesa sadržaj fosfata, pošto su oni prisutni u najmanjim količinama od svih biogenih soli, pa se stoga javljaju kao ograničavajući faktor u produkciji fitoplanktona. U trofogenoj zoni Grošničkog jezera  $\text{PO}_4$  su odsutni gotovo cele godine. Jedino se pred kraj letnje stagnacije sreću u tragovima, a u septembru čak dostižu vrednost od 0,50 mg/l (sl. 10).

Ciklus fosfora ovoga jezera pokazuje da porast u sadržaju  $\text{PO}_4$  nije uslovljen redukcijom gustine planktona, niti je njihov pad izazvan maksimalnom produkcijom planktonskih algi. Slično je konstatovano i u tekstaškim akumulacijama, ali je u njima sadržaj  $\text{PO}_4$  vrlo veliki, varira od 0,20—0,92 mg/l (Harris and Silvey 1940).

Međutim, u većini veštačkih i prirodnih jezera fluktuacija fosfata preko godine je u skladu sa razvićem zelenih algi. U toplom periodu go-

dine, kada je razviće ovih organizama intenzivnije, povećana je potrošnja  $PO_4$ , dok se preko zime ili u rano proleće javlja maksimum ovih soli u vezi sa slabom aktivnošću fitoplanktona. U eutrofnim vodama fosfati mogu potpuno da iščeznu iz epilimniona za vreme glavne vegetacione periode i tada predstavljaju materiju u minimumu (Gessner 1935).



Slika 10. Sezonske promene u rastvorenim solima

Fig. 10. Seasonal variation of soluble salts

Takva pojava zabeležena je u češkoj akumulaciji Slapy, u kojoj se inače fosfati javljaju u relativno znatnim količinama, od 0,08—0,20 mg/l (Fiala 1962). Isti je slučaj sa Ciriškim jezerom (Minder 1939) i jednim plitkim jezerom u Japanu, Takasaka (Yoshimura 1932), u čijim

je gornjim vodenim slojevima sasvim iscrpljen sadržaj  $PO_4$  za vreme letnje stagnacije.

Međutim, Berdž i Džudi (Birge and Juday 1928) su u nekim jezerima Viskonzina utvrdili nesmanjeno prisustvo fosfata u trofogenoj zoni uprkos visokoj produkciji fitoplanktona preko leta. To isto navode Hempl i Štundl (Haempel und Stundl 1943) za Frainer akumulaciju, u kojoj fosfati nikada potpuno ne iščezavaju, već se uvek nalaze u minimalnim količinama i pored pojave vodenog cveta u leto i jesen. Cimljanska vodojaža ima takođe znatnu količinu fosfata u periodu intenzivnog razvića fitoplanktona varirajući od 0,030—0,500 mg/l (Baranov 1954).

Gotovo permanentno odsustvo  $PO_4$  u epilimnionu Grošničkog jezera trebalo bi da prouzrokuje krajnje nisku produkciju fitoplanktona. To, međutim, ipak nije slučaj. Pitanje se onda postavlja šta je uzrok tako malim količinama fosfata u najvećem delu godine i odakle ih planktonske alge crpe za svoju reprodukciju. Jedno je potpuno jasno da je produkcija  $PO_4$  u ovom jezeru znatno manja od njene potrošnje. Verovatno da su ovde njihove zalihe neznatne, pa ih brzo utroši svaki iole povećan razvoj fitoplanktona.

Ne bi se moglo reći, bar na prvi pogled, da je pedološka podloga slivnog područja Grošničkog jezera nepodesna za veće prisustvo fosfor-nih soli. Oko 40% od okolnog terena predstavljaju obradive površine, a ostalo je pod šumom i livadama. Baranov je ogledima utvrdio da voda Cimljanske vodojaže ispira najviše mineralnog fosfora iz šumske podloge, 0,500—0,780 mg/l iz 10 gr. zemlje, a najmanje iz livadskog zemljišta (0,220—0,366 mg/l). Pašnjaci takođe odaju relativno veliku količinu P, od 0,130—4,500 mg/l (Baranov 1954). Šteta što u tom pogledu ne postoje podaci i za njive, pošto je to skoro najzastupljenija kategorija zemljišta na slivnom području Grošničkog jezera. Međutim, opravdana je pretpostavka da na obrađenim poljima, na kojima se primenjuju razne agrotehničke mere, treba da ima više fosfora nego na livadama, pa možda i pašnjacima, ali sve to zavisi od samog tipa zemljišta.

Teren oko Grošničkog jezera pripada skeletnom zemljištu koje je vrlo siromašno fosforom (sadrži lakopristupačnog  $P_2O_5$  ispod 1 mg/100 gr zemlje), što znači da ono predstavlja slab izvor fosfor-nih soli za samo jezero. Prema tome, izgleda da se jedino može očekivati nešto veće ispiranje ovih soli iz okolnih šuma, posebno bukovih, koje su u tom pogledu znatno pogodnije od hrastovih. Bukovo lišće sadrži samo četrnaesti deo tanina i boja od hrastovog lišća, koje se zbog velikog sadržaja ovih materija lagano raspada, za 3/4 godine svega 8—10%, te na taj način sporo regeneriše hranljive soli (Haupt 1933). Od 43% slivnog područja Grošničkog jezera koje je pod šumom veći deo obrazuju bukove sastojine. Upravo sa tog relativno velikog prostora uglavnom se i spiraju fosforne soli u Grošničko jezero, te se ne mogu očekivati baš tako male količine.

S druge strane, izvesna količina fosfora oslobađa se takođe mineralizacijom planktonskih organizama i nanetih organskih ostataka, ali ona mora biti relativno mala, s obzirom da je stepen mineralizacije organske

materije u mulju ovoga jezera nizak, o čemu svedoči velika vrednost odnosa C/N. Sve ovo navodi na zaključak da priliv fosfornih soli u Grošničko jezero nije tako mali, ali da postoje neki agensi koji njihove zalihe permanetno smanjuju.

Poznato je da se u epilimnionu nekih jezera javljaju fosfati u tako malim količinama da se analitički ne mogu utvrditi. U tom slučaju oni su adsorbovani za organske koloide, tako da više nisu dostupni fitoplanktonu (Gessner 1935, Ohle 1935). Međutim, u vodama bogatim Ca biljke koriste i adsorbovane  $PO_4$ , pošto je tada veza labilna, ali se i dalje njihove količine ne mogu potpuno utvrditi hemijskim putem (Ohle 1935). Izgleda da je isti slučaj i u Grošničkom jezeru. Totalno odsustvo fosfata, čak i preko zime, verovatno je uslovljeno upravo njegovim vezivanjem za organske koloide, ali ih zbog prisustva velike količine Ca planktonske alge nesmetano asimilišu, pa ipak ne dolazi do preterano niske produkcije fitoplanktona. Relativno velike vrednosti za gubitak pri žarenju, koje se kreću u granicama 68—94 mg/l, od čega mali deo otpada na rastvorene organske materije, svedoči o znatnom prisustvu organskih koloida, tako da su uslovi za veću adsorpciju fosfata zadovoljeni. To što su oni konstatovani preko leta, kada je njihova potrošnja intenzivna, dovodi se u vezu sa povećanom produkcijom ovih soli u samom jezeru. Nizak redoks potencijal u hipolimnionu, uslovljen gotovo totalnim odsustvom  $O_2$ , redukuje uz pomoć  $CO_2$  ferihidroksid u rastvoran ferobikarbonat. Pri ovoj reakciji oslobađaju se fosfati dotada adsorbovani od strane ferikompleksa i prenose do trofogene zone (Einsele 1936, Mortimer 1941/42, Ohle 1953). Na taj način, u razdoblju avgust — oktobar produkcija fosfata premaša njegovu potrošnju.

U pogledu prisustva nitrata situacija je znatno bolja. To ima veliki ekološki značaj, s obzirom da je azot, naročito njegove neorganske soli, jedan od najznačajnijih elemenata u sastavu protoplazme živih bića. Zato se sadržaj i azotnih jedinjenja smatra za ograničavajući faktor planktonske produkcije.

Ceo hladan period godine karakteriše se visokim vrednostima u sadržaju  $NO_3$ . Oni u periodu novembar—april variraju od 1,6—4,5 mg/l dostižući maksimum pred kraj zime i rano proleće (II—III), što je s jedne strane uslovljeno aktivnošću nitrificirajućih bakterija, a sa druge smanjenom biohemijskom potrošnjom. Već od proleća otpočinje asimilacija nitrata od strane fitoplanktona, koji njihove zalihe naročito intenzivno troši u toku letnje stagnacije i tada se oni mogu naći samo u tragovima ili se svode čak na analitičku nulu. Prema tome godišnji ciklus nitratnog azota u Grošničkom jezeru potpuno odgovara literaturnim podacima.

Ipak, u mnogim akumulacionim bazenima ne dolazi preko leta do totalnog osiromašenja epilimniona fosfatima, već se oni zadržavaju u minimalnim količinama (Stundl 1941, Haempel und Stundl 1940, Ganapati 1956). Ima čak slučajeva da sadržaj  $NO_3$  ostaje dosta visok i u momentu maksimalne biološke aktivnosti. Fiala je, na primer, utvrdio da u baražnom jezeru Slapy, koje inače u proleće beleži i do 6 mg/l nitratnog azota, minimalna količina ovih soli iznosi 0,9 mg/l (avgusta)

(Fiala 1962), dok se u Sedlice spušta do svega 0,5 mg/l iako je ovde maksimalna vrednost znatno manja, 2,4 mg/l u februaru 1956 (Vokouňová — Gerová 1958). Još veće vrednosti konstatovane su u Cimljanskoj vodojaži odmah po punjenju. Prema nalazima Baranova sadržaj nitrata preko leta ne spušta se ispod 0,20, pa čak i 0,30 mg/l, mada je 3 godine kasnije Guseva našla odsustvo nitrata u gornjim, plićim delovima bazena, dok je ispred brane bilo 0,20 mg/l (Guseva 1958). U distrofnim (Gessner 1934) i istočnopruskim šumskim jezerima (Karcher 1935) takođe utvrđeno da za vreme letnje stratifikacije ne išezavaju fosfati potpuno iz epilimniona. Karhner ovu pojavu objašnjava bakterijskom oksidacijom  $\text{NH}_4$  — produkta raspadanja planktona u gornjim jezerskim slojevima, koja se u vodama sa alkalnom reakcijom i dovoljnom količinom kalcijuma odigrava takvom brzinom da se nitrati nikada ne iscrpljuju. S obzirom da do ovih procesa nije došlo u Grošničkom jezeru i pored pogodnog pH i bogatstva u Ca-jonima može se pretpostaviti da u epilimnionu nije bilo dovoljno amonijaka da nitrifikacijom obezbedi određeni minimum  $\text{NO}_3$  (0,1—0,03 mg/l) (Karcher 1935).

Ne raspoložemo analitičkim podacima o količini nitrata u trofolitičkoj zoni. Kako je, međutim, njihov dinamizam direktno zavistan od prisustva kiseonika, to će preko leta, kada u hipolimnionu Grošničkog jezera vladaju anaerobni uslovi, doći do redukcije  $\text{NO}_3$  koja će biti utoliko veća ukoliko duže traje stagnacioni period. Jesenja cirkulacija transportuje  $\text{O}_2$  do najvećih dubina i u svim jezerskim slojevima ravnomerno raspoređuje amonijak, akumuliran u hipolimnionu preko leta, tako da se njegovom oksidacijom opet povećavaju zalihe  $\text{NO}_3$ . Otuda od jeseni i počinje da raste sadržaj nitrnog azota u površinskim slojevima vode, s tim što jedan deo ovih soli dolazi i preko influenata, čiji je uticaj najveći pred kraj zime i rano proleće, upravo u vreme kada i pada maksimum nitrata u Grošničkom jezeru.

Suprotno  $\text{PO}_4$ , koji svojim odsustvom gotovo preko cele godine dovode u pitanje veću produkciju fitoplanktona i  $\text{NO}_3$ , čije su nedovoljne količine u periodu letnje stagnacije takođe presudne za bujniji razvoj planktonskih algi, soli silicijuma se u Grošničkom jezeru nikad ne javljaju ispod određenog minimuma. Sadržaj  $\text{SiO}_2$  varira od 3,7—9,4 mg/l, što pokazuje da su u ovom jezeru obezbeđeni potrebni uslovi za nesmetano razviće Diatomeae, s obzirom da ova so ulazi u sastav njihove ljuštore. Otuda krivulja toka sezonskih promena u silicijumu obično prati variranje produkcije diatomeja preko godine. Najmanje količine Si konstatovane su počev od druge polovine leta pa sve do zime, sa minimumom u septembru. Od januara raste sadržaj ovih soli i maksimum dostiže u periodu III—V, uz znatan pad u aprilu. Sličan raspored  $\text{SiO}_2$  našao je i Vostřčil 1955 godine u akumulaciji Kružberka (Vostřčil 1961), dok je prema Fijali najmanja količina u jezeru Slapy zabeležena početkom leta, tako da već od jula pa dalje kroz jesen njihov sadržaj sve više raste (Fiala 1962). Inače, obe ove vodojaže sadrže znatno manje silicijuma (3,5—6,0 i 2,4—7,7 mg/l) nego što je to konstatovano u Grošničkom jezeru, ali ga u akumulaciji Neisse ima još više, do 12 mg/l u toku leta (Wundsch 1940).



Možda bi takođe trebalo istaći i bogatstvo vode Grošničkog jezera u sulfatima (20,44—25,10 mg/l), koji prema Oleu igraju ulogu katalizatora u prometu materije vodenih bazena (O h l e 1953). Bakterijskom redukcijom  $SO_4$ , pri čemu kao donatori vodonika služe organske materije i molekularni  $H_2$ , stvara se sumpor vodonik koji mobilize adsorbovane  $PO_4$  stupajući u reakciju sa ferijedinjenjima. Ovi procesi uslovljavaju minimalni sadržaj  $O_2$  i obilne količine donatora H, pa se stoga intenzivno odigravaju u mulju i kontaktnoj vodi u periodu stagnacije. Oksidacijom sulfida, takođe bakterijskim putem,  $SO_4$  se ponovo regenerišu i oni sada deluju kao prenosioci  $O_2$  iz površinskih i dubinskih slojeva. Prema tome, po rečima Olea, sulfati predstavljaju važnu hranljivu materiju za zelene biljke: oni pri aerobnim uslovima služe kao donatori S, a u nedostatku kiseonika kao akceptori vodonika sulforedukujućim bakterijama (O h l e 1954).

### ZAKLJUČAK

1. U hemijskom pogledu voda Grošničkog jezera pripada Ca-bikarbonatnom tipu. Sudeći prema količini ovih jona u pitanju je voda bogata Ca, čije se glavne rezerve nalaze u bikarbonatima. Prisustvo ostalih hemijskih elemenata uglavnom odgovara standardnom sastavu slatkih voda u svetu, izuzev Cl, čiji je sadržaj uvek znatno manji, i Na i K, koji su slabije zastupljeni samo u zimskom i prolećnjem periodu.

2. I pored dovoljne ukupne količine soli (230—248 mg/l) upravo one koje su najznačajnije za život producenata organske materije javljaju se u malim količinama.

3. Fosfati su odsutni gotovo preko cele godine. Jedino se pred kraj letnje stagnacije javljaju u tragovima, a u septembru čak dostižu vrednost od 0,5 mg/l. Pedološka podloga nije tako siromašna u fosfornim solima, s obzirom da je oko 40% slivnog područja Grošničkog jezera pokriveno šumom, čije je zemljište vrlo bogato u fosfatima. Mala količina ovih soli u jezerskoj vodi izgleda da je posledica njihovog vezivanja za organske koloide, zbog čega i ne mogu potpuno da se utvrde hemijskim putem. Međutim,  $PO_4$  je u Grošničkom jezeru ipak dostupan biljkama, pošto je voda bogata Ca, koji uslovljava labilnu vezu između fosfata i organskih koloida.

4. Sadržaj nitrata je znatno veći. On varira od 0—4,5 mg/l, a maksimum dostiže pred kraj zime i rano proleće. U letnjim mesecima je potrošnja  $NO_3$  povećana i tada se oni mogu naći samo u tragovima ili se svode čak na analitičku nulu.

5. Soli silicijuma, međutim, nikada se ne javljaju ispod određenog minimuma. Njihova količina se kreće od 3,7—9,4 mg/l, dostižući maksimalne vrednosti u periodu III—V.

6. Rastvoreni gasovi pokazuju tokom godine periodičnost u rasporedu. U proleće i jesen turbulentno mešanje vodene mase dovodi do homooksigenije. Ovo stanje proteže se i na zimski period, pa čak i za vreme

ledenog pokrivača, kada se samo iznad dna javlja nešto veći pad kiseonika, dostižući 66% od punog zasićenja.

7. Hemijska stratifikacija otpočinje u aprilu. Tada je kiseonični gradijent između površinske i dubinske vode još relativno mali, ali se tokom leta sve jasnije izdvajaju dve zone, potpuno različite po sadržaju  $O_2$ . U gornjoj, trofogenoj zoni, u kojoj hlorofilne alge stvaraju organsku materiju, oslobađa se velika količina kiseonika, pa čak dolazi i do prezasićenja (101—115%). Nasuprot tome, u dubinskim slojevima se kiseonik intenzivno troši, tako da često nastupa potpuna deoksigenacija u čitavom hipolimnionu ili samo u njegovom donjem delu.

8. Raspored slobodnog  $CO_2$  pokazuje istu sezonsku ritmiku kao i kiseonik. I on je podjednako zastupljen u svim slojevima vode za vreme cirkulacionih perioda, ali se u proleće javljaju samo karbonati (0,30—5,40 mg/l), dok se u jesen sreće znatna količina slobodnog  $CO_2$  (3,8—6,5 mg/l). Odsustvo slobodnog ugljen dioksida u epilimnionu zabeleženo je takođe u toku letnje i zimske stagnacije, ali se prema dnu postepeno povećava sadržaj ovoga gasa dostižući najveće vrednosti iznad samoga mulja. Ovakav dubinski raspored  $CO_2$  bolje je izražen preko leta nego u toku zime zbog intenzivnijeg procesa fotosinteze i dekompozicije.

9. Bikarbonati su takođe stratifikovani u vodi Grošničkog jezera u toku letnje i zimske stagnacije. Najmanje vrednosti javljaju se u površinskim slojevima, dok se u dubinskim zapaža akumulacija  $HCO_3$  kao posledica biogenog izdvajanja  $CO_2$  u trofogenoj zoni i njegovog rastvaranja iznad dna u prisustvu agresivnog  $CO_2$ . Hipolimnetičko nagomilavanje  $HCO_3$ , izraženo po metru dubine, iznosi u ovom jezeru 0,66—0,98% i ukazuje na visok stupanj trofije Grošničkog jezera.

10. Reakcija vode se nikada ne spušta ispod tačke neutralnosti. Ona varira u granicama 7,4—8,2 s tim što je alkalna sredina konstatovana preko leta. U to vreme jasnije je izražena i stratifikacija pH.

## LITERATURA

Aleksandrova P. L., Kanigina V. A., Pobegajlo I. P. (1959): Rezultati biološkog i hemijskog isledovanja Magnitogorskovo vodohraniljišća. Tr. VI sovešč. po probl. biol. vnutr. vod.

Baranov V. I. (1954): Hidrohimijski režim Cimljanskovo vodohraniljišća 1952—1953 g. Izv. VNIOR, Tom 34.

Baranov V. I. (1961): Opiš biohidrohimijske klasifikacije vodohraniljišća evropejske časti SSSR. Izv. GosNIORH, Tom 50.

Baranov V. I. (1961): Termički i hidrohimijski režim Gorkovskovo vodohraniljišća. Tr. inst. biol. vod., 4 (7).

Badrach J. (1955): Certain biological effects of thermocline shifts. Hydrobiologia, 7, 4.

Birge E. A. and Juday C. (1934): Particulate and dissolved organic matter in inland lakes. Ecol. monogr., 4.

Bombowna M. (1962): Sedimentieren von Sinkstoffen im Staubecken Goszalkowice. Acta hydrobiol., 4, 2.

Dimitrov M. (1957): Hidrološka i hidrobiološka karakteristika na jazovir »Al. Stambolijski«. Nauč. isledovat. inst. po ribar. i rib. promišljenost, 1.

Dzjuban P. V. i Dzjuban A. N. (1959): Nekatorije čerti hidrološkičkovo i hidrohimičkovo režima Cimljanskovo vodohraniljiška v malo vodnij 1954 g. Tr. inst. biol. vodohr., 1 (4).

Einsele W. (1936): Über die Beziehungen des Eisenkreislaufs zum Phosphatkreislauf im eutrophen See. Arch. Hydrobiol., 29, 4.

Einselel W. (1937): Physikalisch-chemische Betrachtung einiger Probleme des limnischen Mangan — und Eisenkreislaufs. Verh. int. Ver. Limnol., 8.

Einsele W. (1938): Über chemische und kolloidchemische Vorgänge in Eisen-Phosphat-System unter limnochemischen und limnogeologischen Gesichtspunkten. Arch. Hydrobiol., 33.

Fiala L. (1962): Chemické pomery v údolní nadrží Slapy v letech 1955—1958. Sb. vys. školy chem — technolog. v Praze, 6, 1.

Ganapati S. V. (1956): The limnology of two minor irrigation reservoirs near Madras. I. The Etrakupam reservoir. Hydrobiologia, 18, 3—4.

Gessner F. (1934): Nitrat und Phosphat im dystrophen Seen. Arch. Hydrobiol., 27.

Gessner F. (1935): Phosphat und Nitrat als Produktionsfaktoren der Gewässer. Verh. int. Ver. Limnol., 7.

Greenbank J. (1954): Limnological conditions in ice — covered lakes, especially as related to winter — kill of fish. Ecol. monogr., 15, 4.

Guseva K. A. (1958): Vlijanije režima urovnja Ribinskovo vodohraniljiška na razvitije fitoplanktona. Tr. biol. st. »Borok«, 3.

Haempel O. and Stundl K. (1943): Fischereibiologische Untersuchungen an der Frainer Talsperre. Arch. Hydrobiol., 40, 2.

Halupa J. and Červenka R. (1958): Limnological study of the reservoir Sedlice near Želiv. I. Physical — chemical and chemical part. Sb. vys. školy chem — technolog. v Praze, 2, 2.

Hanušova L. (1962): Ein Beitrag zum Studium des Schwefelkreislaufs während der Sommerstagnation in der Talsperre Sedlice. Ibid, 6, 1.

Harris B. and Silvey G. (1940): Limnological investigation on Texas reservoir lakes. Ecol. monogr., 10, 1.

Hutchinson G. E. (1938): On the relation between the oxygen deficit and the productivity and typology of lakes. Int. Rev. Hydrobiol., 36.

Hutchinson G. E. (1957): A treatise on Limnology. Vol. 1.

Ivljev V. S. (1937): Materijali po izučenjiju balansa veščestva v ozere. Tr. limnol. st. v Kosine, 21.

Juday C. and Birge E. A. (1932): Dissolved oxygen and oxygen consumed in the lake waters of northeastern Wisconsin. Trans. Wis. Acad. Sci. Arts Lett., 27.

Juday C., Birge E. A. and Meloche V. W. (1935): The carbon dioxide and hydrogen ion concentration of the lake waters of northeastern, Wisconsin. Ibid, 29, 1.

Juday C., Birge E. A. and Meloche V. W. (1938): Mineral content of the lake waters of northeastern Wisconsin. Ibid, 31.

Karcher F. H. (1939): Untersuchungen über den Stickstoffhaushalt in ostpreussischen Waldseen. Arch. Hydrobiol., 35, 1.

Kirejeva S. (1955): Nekatorije danije o hidrohimiji Ribinskovo vodohraniljiška. Tr. biol. st. »Borok«, 2.

Kubiček F., Marvan P. and Zelinka M. (1958): K poznani bilogických pomeru vodorenske údolní nadržé u Fryštaku. Sb. vys. školy chem — technolog. v Praze, 2, 1.

Liebmann H. (1938): Biologie und Chemismus der Bleilochsperre. Arch. Hydrobiol., 33, 1.

Lyman E. (1944): Effects of a flood upon temperature and dissolved oxygen relationships in Cerokee reservoir, Tennessee. Ecol., 25.

Milovanović D. i Živković A. (1956): Limnološka ispitivanja baražnog jezera na Vlasini. Zb. rad. Inst. za ekol. i biogeogr., 7, 5.

Milovanović D. i Živković A. (1958): Novi prilog proučavanju planktonске produkcije u baražnom jezeru na Vlasini. Zb. rad. Biol. inst., 2, 7.

- Minder L. (1923): Über biogene Entkalkung im Zürichsee. Verh. int. Ver. Limnolog., 1.
- Minder L. (1929): Chemische Untersuchungen am Stausee Wäggital. Ibid, 4.
- Minder L. (1943): Neure Untersuchungen über den Sauerstoffgehalt und die Eutrophie des Zürichsees. Arch. Hydrobiol., 40, 1.
- Mittiska J. and collab. (1962): An investigation of the Jordan reservoir, Bohemia. Sb. vys. školy chem — technolog. v Praze, 6, 1.
- Mortimer C. H. (1941/1942): The axchange of dissolved substances between mud and water in lakes. J. ecol., 29 i 30.
- Najdenov V. (1964): Plankton i dinamika na rkovodnite planktoni formi v jazovir »Batak«. Izv. Zool. inst. BAN, 15.
- Ohle W. (1934 a): Chemische und physikalische Untersuchungen norddeutscher Seen. Arch. Hydrobiol., 26.
- Ohle W. (1934 b): Über organische Stoffe in Binnenseen. Verh. int. Ver. Limnolog., 6.
- Ohle W. (1935): Organische Kolloide in ihrer Wirkung auf den Stoffhaushalt der Gewässer. Naturwiss., 23.
- Ohle W. (1952): Die hypolimnetische Kohlendioxyd als productionsbiologischer Indikator. Arch. Hydrobiol., 46.
- Ohle W. (1953): Phosphor als Initialfaktor der Gewässereutrophierung. Vom Wasser, 20.
- Ohle W. (1954): Sulfat als »Katalysator« des limnischen Stoffkreislaufes. Ibid, 21.
- Ohle W. (1955): Ionenautausch der Gewässersedimente. Mem. Ist. Ital. Idrobiol. de Marchi, Suppl. 8.
- Pennak R. W. (1949): Annual limnological cycles in same Colorado reservoir lakes. Ecol. monogr., 19, 3.
- Rohde W. (1949): The ionic composition of lake waters. Verh. int. Ver. Limnol., 10.
- Roll W. Ja., Zebb Ja. Ja. (1961): Der Stausee von Kachowka am Dnjepr. Verh. int. Ver. Limnol., 14.
- Thienemann A. (1928): Der Sauerstoff im eutrophen und oligotrophen See. Binnengewässer, 4.
- Vokounova — Gerovova E. (1958): Die wichtigsten Stickstoff Formen und ihre Jahreszyklus im Wasser der Talsperre Sedlice in Böhmen. Arch. Hydrobiol., 54, 4.
- Vostrčil J. (1961): Hydrochemické pomory v údolní nadržě u Kružberku v roke 1955. Sb. vys. školy chem — technol. v Praze, 5, 1.
- Wright J. C. (1954): The hydrobiology of Atwood lake, a floodcontrol reservoir. Ecol., 35, 3.
- Wundsch H. H. (1942): Die Neisse Staubecken von Ottmachau O. S. in seiner Entwicklung zum Fischgewässer. Z. Fisch., 40.
- Yoshimura S. (1932): Seasonal variations in content of nitrogenous compounds and phosphate in the water of Takasuka Pond, Saitama, Japan. Arch. Hydrobiol., 24.
- Zelinka M. (1960): Vyoj biologických pomeri v údolní nadržě u Viru v prvých letech po napuštění. Sb. vys. školy chem — technolog. v Praze, 4, 1.

(Iz Instituta za biološka istraživanja SRS u Beogradu)

## Summary

MIRJANA JANKOVIĆ

## EXCHANGE OF GASES AND SALTS IN THE LAKE OF GROŠNICA

The paper deals with the results of the chemical study of the water accumulation in Grošnica, carried out monthly during the period 1951—1952.

In respect to chemistry, water of the lake of Grošnica belongs to the  $\text{CaHCO}_3$  type. According to the quantity of the mentioned ions the water is rich in Ca, the main quantities of which occur in bicarbonates. The presence of other chemical elements corresponds generally to the standard composition of fresh waters of the world, except that the amount of Cl is always lower, as well as the amount of Na and K in winter and spring.

Despite of the sufficient total quantity of salts (230—248 mg/l), those salts indispensable for the organic producers occur in small quantities.

Phosphates are wanting almost throughout the year. Only by the end of summer stagnation they occur in traces, amounting to 0,5 mg/l in September. Pedological ground is not so poor in phosphoric salts, for some 40 per cent of the drainage basin of the Lake of Grošnica is covered by forest which soil is very rich in phosphates. The small quantity of these salts in the lake water is presumably due to their bond with organic colloids which prevents their full detection by chemical means. Nevertheless,  $\text{PO}_4$  in the Lake of Grošnica is available to plants since the abundant Ca in water causes unstable bond between phosphates and organic colloids.

Nitrate content is considerably higher. It varies between 0 and 4,5 mg/l, reaching maximum by the end of winter and in early spring.  $\text{NO}_3$  consumption increases during summer and can be detected therefore only in traces or be reduced even to the analytical zero.

Meanwhile, Si salts never drop below certain minimum. Their quantity varies between 3,7 and 9,4 mg/l, reaching the maximum value in the period III—V.

Soluble gases show periodicity as regards their distribution in the course of the year. In spring and autumn the turbulency of the water mass results in homogeneity. The mentioned state is prolonged to the winter period and even to the period of freezing in which more important oxygen decrease takes place just above the bottom, showing 66 per cent of the absolute saturation.

Chemical stratification begins in April. Oxygen gradient between surface and bottom water is still relatively small at that time, but gradually, during summer, two zones with completely different  $\text{O}_2$  content become distinct. In the upper, trophogenic zone, large quantities of  $\text{O}_2$  are liberated causing sometimes oversaturation (101—115 per cent). On the contrary in the profound layers there is often complete desoxygenation all over hypolimnion or at least in its upper part.

Distribution of the free  $\text{CO}_2$  is also marked by the same seasonal rhythm like in the case of  $\text{O}_2$ . The former occurs also in all water layers during the periods of circulation, but in spring there is only  $\text{CO}_2$  (0,30—5,40 mg/l.) while in autumn considerable amounts of the free  $\text{CO}_2$  (3,8—6,5 mg/l.) can be found. Absence of the free  $\text{CO}_2$  in epilimnion was recorded also during summer and winter stagnation, but the content of the mentioned gas increases gradually towards bottom reaching highest values just above mud. Such vertical distribution of  $\text{CO}_2$  becomes more obvious in summer than in winter, as a result of more intensive photosynthetic and decomposing processes.

Bicarbonates are also stratified during summer and winter stagnations. Lowest values occur in surface water and there is evident accumulation of  $\text{HCO}_3$  like in bottom water layers. Hypolimnetic accumulation of  $\text{HCO}_3$  per meter of the depth amounts in the lake 0,66—0,98 per cent which is an indication of a high degree of its trophism.

Water reaction never drops below the point of neutrality. It varies inside limits of 7,4 and 8,2, but it should be noted that the alkalinity was established during summer. The pH stratification was also more clearly expressed at that time.

(Institut for biological research.)



MIRJANA JANKOVIĆ

## TERMIČKI REŽIM GROŠNIČKE AKUMULACIJE

### UVOD

Još je Tineman (Thienemann 1911, cit. Haempel und Stundl 1943) primetio da je u baražnim jezerima koja koriste vodnu snagu položaj ispusta od presudnog značaja za temperaturu vode. Kada se voda izvlači iznad dna, što je najčešći slučaj, kontaktni sloj neprestano otiče, a na njegovo mesto se spuštaju gornji slojevi koji su preko zime nešto hladniji od dubinske vode, a u leto pak znatno topliji. Zbog toga se u ovakvim bazenima ne javlja vertikalni raspored temperature karakterističan za prirodna jezera, što im daje posebno obeležje. Međutim, Grošnička akumulacija ne služi u energetske svrhe i isticanje vode je veoma ograničeno, pa se stoga u njoj formiraju takvi termički odnosi, na osnovu kojih se ona može uporediti sa jezerima nastalim pod prirodnim putem.

Ovakav termički režim konstatovan je prilikom višegodišnjih ispitivanja, koja su vršena svakoga meseca u periodu 1950—1952. godine.

### METODIKA RADA

Temperatura vode merena je dubinskim termometrom na svaka 2 m u vertikalnoj seriji. Pored horizontalnog rasporeda dužinom jezera, praćena je takođe i distribucija toplote po njegovoj širini. Za to su korišćena merenja sa 3 do 5 tačaka raspoređenih po najdubljem poprečnom profilu. U toku ispitivanja posmatrana je brzina zagrevanja i hlađenja jezerske vode na osnovu temperaturnih promena u toku nekoliko uzastopnih dana u svakom mesecu, počev od juna do oktobra 1951 godine. Ove analize vršene su uvek u 12 h na najdubljoj tački prvog profila. Na istom mestu je praćeno i kolebanje temperature u svim vodenim slojevima u toku 24 h.

## METEOROLOŠKI PODACI

Glavne odlike makroklimе Grošničkog jezera date su na dijagramu 1. Za grafičko prikazivanje meteoroloških prilika upotrebljen je hidrotermni dijagram po Valteru (Walter 1957) u kombinaciji sa klimogramom Ivanova (Ivanov 1958). Ovim načinom prikazivanja uzete su u obzir gotovo sve meteorološke veličine, jer se pored padavina i temperature, koje su prema Valteru osnovne karakteristike klime jednog mesta, uzima u obzir i isparljivost kao široko kompleksni klimatski elemenat (Ivanov 1958). Sem toga, ovim dijagramom izražava se i stepen vlažnosti ispitivanog područja u vidu koeficijenta vlažnosti (K), kao relativne vrednosti, ili ravnoteže vlažnosti (B), kao apsolutne veličine. Bliže objašnjenje za pojedine oznake koje su unete u dijagram biće date u legendi.

## TEMPERATURA VAZDUHA

Sudeći po srednjim godišnjim temperaturama vazduha ne postoje gotovo nikakve razlike između pojedinih godina u kojima su vršena ispitivanja. One se javljaju tek kada se uzmu u obzir sezonska kolebanja (Tabl. 1 i 2). Na osnovu ovih podataka naročito se ističe 1950. godina, u kojoj je srednja godišnja amplituda  $26,3^{\circ}$ , a apsolutna  $57,2^{\circ}$ . Najveća amplituda u ovoj godini uslovljena je relativno hladnom zimom ( $1,2^{\circ}$ ) i toplim letom ( $22,1^{\circ}$ ) u odnosu na ostale godine (Tabl. 3). Jedino je u njoj srednja mesečna temperatura vazduha u zimu spala ispod  $0^{\circ}$  i u januaru dostigla vrednost od  $-2,9^{\circ}$ , dok je srednja minimalna temperatura u ovom mesecu iznosila čak  $-7^{\circ}$ . I pored toga, ukupan broj dana sa mrazovima (66) manji je nego u 1952. godini (81), a prolećni i jesenji mrazovi su slabiji u poređenju sa ostalim godinama (Tabl. 4).

Izrazito blagom zimom odlikuje se 1951. godina. Srednja zimska temperatura vazduha od  $4,8^{\circ}$ , pri čemu je najniža srednja minimalna iznosila svega  $-0,04^{\circ}$ , nije bila dovoljna da se na površini jezera formira ledeni pokrivač. Zato je u ovoj zimi izostala inverzna stratifikacija jezerske vode. Relativno topla zima s jedne strane i blago leto s druge uslovlili su u ovoj godini mala temperaturna kolebanja, o čemu svedoči i godišnja amplituda od  $17,4^{\circ}$ . Naročito su slabo izražena kolebanja u letnjem periodu, kada su razlike između srednjih mesečnih temperatura jedva oko  $1,5^{\circ}$ .

Prema mnogim termičkim osobinama, srednjoj letnjoj i zimskoj temperaturi i godišnjoj amplitudi, 1952. godina se nalazi na sredini između prethodne dve. Inače, ona se karakteriše najhladnijim prolećem i najtoplom jeseni u poređenju sa ostalim godinama. Relativno hladna zima ( $2,1^{\circ}$ ) trajala je dosta dugo, tako da su još i u martu bili česti i jaki mrazovi, koji su uslovlili srednju minimalnu temperaturu od svega  $-1,7^{\circ}$ . Već u aprilu vazduh se naglo zagreva i u odnosu na prethodni mesec dostiže temperaturni gradijent od preko  $9^{\circ}$ . Ovako nagli skok u temperaturi vazduha odrazio se na relativno rano uspostavljanje letnje stratifikacije jezerske vode, koja je osim toga zahvaljujući toplom oktobru, razrušena tek u idućem mesecu.



Tablica 1. Maksimalna i minimalna srednja mesečna temperatura vazduha.  
Maximale und minimale monatliche Mittellufttemperatur.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	pres. god.
maksimalna													
1950	1,55	8,55	12,06	18,79	22,79	26,56	29,90	30,01	24,55	16,64	10,75	9,81	17,66
1951	6,92	9,46	12,78	16,79	22,00	24,51	25,80	27,50	24,34	14,17	13,73	7,04	17,08
1952	5,52	4,99	10,25	19,94	19,62	24,74	29,13	31,82	24,47	16,90	10,78	6,55	17,06
minimalna													
1950	-6,98	-2,10	1,69	7,59	10,26	12,42	15,18	13,98	11,64	4,03	2,79	2,88	6,20
1951	-0,04	1,08	2,73	5,38	10,18	13,06	13,46	13,78	10,74	5,38	4,20	-1,34	6,56
1952	-2,23	-1,47	-1,69	5,65	8,45	12,38	13,22	14,69	11,19	7,18	2,14	0,39	5,87

Tablica 2. Apsolutna maksimalna i minimalna temperatura vazduha.  
Absolute maximale und minimale Lufttemperatur.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	godisnja
maksimalna													
1950	11,9	16,5	19,4	28,8	32,3	33,6	38,5	37,0	34,5	23,2	18,2	17,6	38,5
1951	12,6	14,9	21,6	23,4	31,2	32,0	32,7	36,2	30,1	20,2	21,1	12,8	36,2
1952	14,7	13,0	30,1	25,7	29,1	33,7	34,7	37,2	33,3	27,3	20,1	19,2	37,2
minimalna													
1950	-17,4	-18,7	-4,3	-0,3	2,2	5,6	9,2	8,7	5,6	-4,5	-2,3	-4,3	-18,7
1951	-6,6	-5,3	-4,9	-1,3	6,4	8,5	8,5	8,9	1,4	-2,5	-1,5	-7,5	-7,5
1952	-9,1	-8,5	-11,0	-0,3	0,0	6,5	7,2	6,6	5,3	1,4	-4,9	-7,3	-11,0

Tablica 3. *Srednja temperatura vazduha godišnjih doba.*  
*Mittellufttemperatur der Jahreszeiten.*

	proleće	leto	jesen	zima	leto/zima
1950	12,2	22,1	11,4	1,2	20,9
1951	11,7	19,7	11,8	4,8	14,9
1952	10,7	21,8	12,0	2,1	19,7

Tablica 4. *Broj dana sa minimalnom temperaturom < 0°C*  
*Zahl der Tagen mit der minimalen Temperatur < 0°C.*

	I	II	III	IV	X	XI	XII	god.
1950	26	14	7	1	4	6	8	66
1951	16	8	5	1	7	7	19	63
1952	23	19	18	1		7	13	81

#### ATMOSFERSKI TALOZI

U pogledu količine taloga i njihovog sezonskog rasporeda zapažaju se izrazite razlike između sve tri ispitane godine. Sa 716 mm godišnjih padavina 1951. se može označiti kao prosečna, dok je predhodna godina bila sušna, pošto je u njoj palo svega 574 mm, a u 1952. nešto više od proseka (749 mm). Prema tome, prva i poslednja godina predstavljaju ekstremne slučajeve, sudeći prema godišnjoj sumi padavina, ali se veoma mnogo približavaju po načinu sezonskog variranja.

Sličnost između njih ispoljava se pre svega u količini taloga koji padne preko leta i jeseni, a isto tako i u debljini snežnog pokrivača (Tabl. 5 i 6).

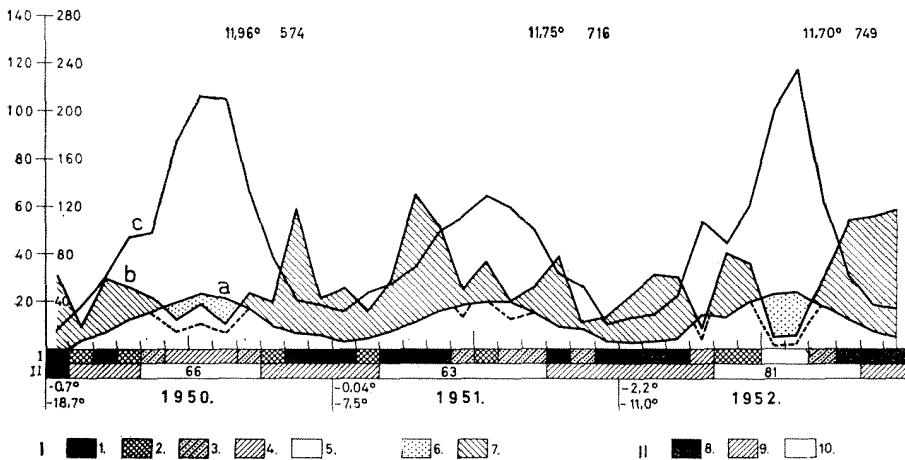
Tablica 5. *Procenat padavina po sezonama.*  
*Niederschlagsprozent nach den Jahreszeiten.*

	proleće	leto	jesen	zima
1950	27	15	36	22
1951	41	22	21	16
1952	21	11	38	30

Tablica 6. Debljina snežnog pokrivača u cm.  
Dicke ser Schneedecke im cm.

	I	II	III	IV	XI	XII	god.
1950	42,0	3,0	5,0		4	7,0	61,0
1951	10,5	6,0	9,5			6,5	32,5
1952	60,0	75,5	12,5	1,5		19,0	168,5

Obe godine se ističu izrazito slabim kišama u letnjim periodama, na šta ukazuje mali letnji procenat taloga, svega 15% u 1950. i 11% u 1952. godini. Zato u to vreme nije dostignuta ravnoteža vlažnosti i isparljivost daleko premaša količinu padavina (Sl. 1). To se najviše zapaža u julu ili avgustu, koji su u stvari najsuvlji meseci u ovim godinama. Međutim, i pored činjenice da su oba leta sušna, detaljnija analiza pokazuje izvesne razlike među njima. Na osnovu koeficijenta vlažnosti vidi se da je 1950.



Slika 1. Variranje srednje temperature vazduha (a), padavina (b) i isparljivosti (c) na području Grošničkog jezera. I. oznake za stepen vlažnosti odnosno suše: 1. vlažan 2. umereno vlažan 3. nedovoljno vlažan 4. polusušan 5. sušan period, po Ivanovu; 6. sušan 7. vlažan period, po Walteru. II. oznake za temperaturu: 8. period sa srednjim dnevnim minimumom ispod 0°C. 9. sa apsolutnim minimumom ispod 0°C 10. bez temperature ispod 0°C.

Abb. 1. Veränderung der Mittellufttemperatur (a), Niederschläge (b) und Verdunstung (c) im Gebiete des Grošnicasees. I. Merkmale für die Feuchtigkeitstufe bzw. Dürre: 1. feucht 2. mässig feucht 3. ungenügend feucht 4. hald dürr 5. dürr, nach Ivanov; 6. dürr 7. feucht, nach Walter. II. Merkmale für die Temperatur: 8. Period mit der mittleren Tagesminimum unten 0°C 9. mit der absoluten Minimum unten 0°C 10. ohne der Temperatur unten 0°C.

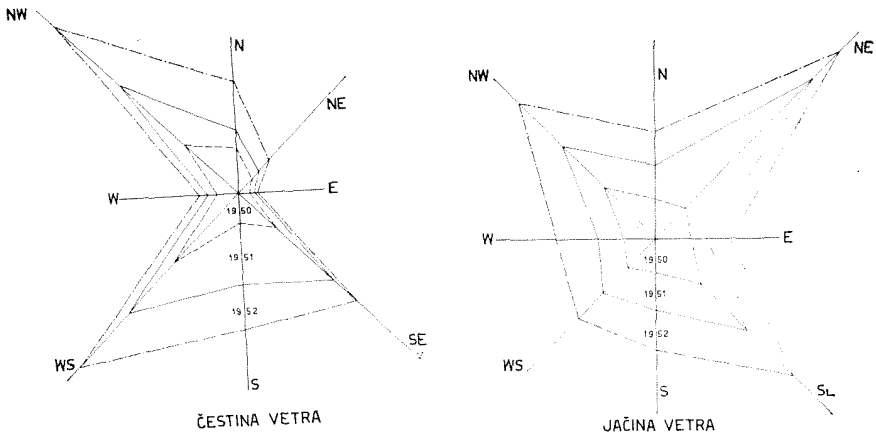
imala mnogo duži sušni period, 3—5 meseci, ali je stepen suše bio mnogo manji nego u 1952. godini, koja se odlikovala kratkom i vrlo jakom sušom.

Za razliku od letnjih meseci, u jesen padaju najčešće kiše pa je ovo godišnje doba najbogatije vodenim talozima. Blizu 40% od ukupnih padavina skoncentrisano je na jesenje mesece, naročito na oktobar i novembar. Zbog smanjenja isparljivosti u to vreme obično se javlja višak vlage, usled čega su tada i koeficijenti vlažnosti veoma veliki. Ovo pokazuje da se posle sušnog javlja vlažni period, koji se u 1952. godini nastavlja u vidu skokovitog prelaza, dok se u 1950. vlaga postepeno povećava.

Prema tipu rasporeda taloga 1951. se izdvaja od ostale dve godine. U njoj nisu zabeležene izrazite suše preko leta, ali je ipak izuzev jula bilo nedovoljno vlažnosti u ostalim letnjim mesecima. U stvari vlažni period se protezao preko čitave godine sa nešto većom amplitudom u proleće i jesen. Jake prolećnje kiše, naročito u aprilu, omogućile su da jezero, i pored tankog snežnog pokrivača, dostigne kotu preliva za relativno kratko vreme, iako je prethodne godine imalo ekstremno nizak vodostaj. Najmanje taloga palo je preko zime, mada je najsuvlji mesec novembar. Zbog toga je jedino u ovoj godini nivo jezera opadao sve do kraja godine, i pored činjenice da obično raste već pred kraj jeseni.

#### VAZDUŠNA STRUJANJA

Na području Grošničkog jezera duvaju relativno slabi vetrovi različitih pravaca čija je prosečna godišnja vrednost nešto preko 2 bofora. Najčešći su jugo- i severozapadni vetrovi, a najređi istočni. Međutim, osobine vetrova u pojedinim godinama znatno variraju (Sl. 2). Najveća amplituda fluktuacije javlja se u 1950, u kojoj su najređi i najslabiji vetrovi u januaru, svega 1,9 bofora, a već u idućem mesecu imaju maksi-



Slika 2. Prosečna godišnja čestina i jačina vetra kod Kragujevca.

Abb. 2. Durchschnittliche Jahreshäufigkeit- und Stärke des Windes bei Kragujevac.

malnu jačinu (3,3) uprkos činjenici da su tada znatno ređi nego u prva dva letnja meseca, koji su u stvari najvetrovitiji u ovoj godini (80 odnosno 78%). Suprotno tome, druga polovina leta u 1951. godini ima minimalne vrednosti vazдушnih strujanja, dok je njihova pojava i snaga maksimalna u zimskom periodu. Jaki vetrovi, koji su dostizali i 6—7 bofora preko zime, izmešali su celokupnu jezersku vodu i usloveli homotermiju, pošto je u ovoj godini usled blage zime izostala inverzna stratifikacija.

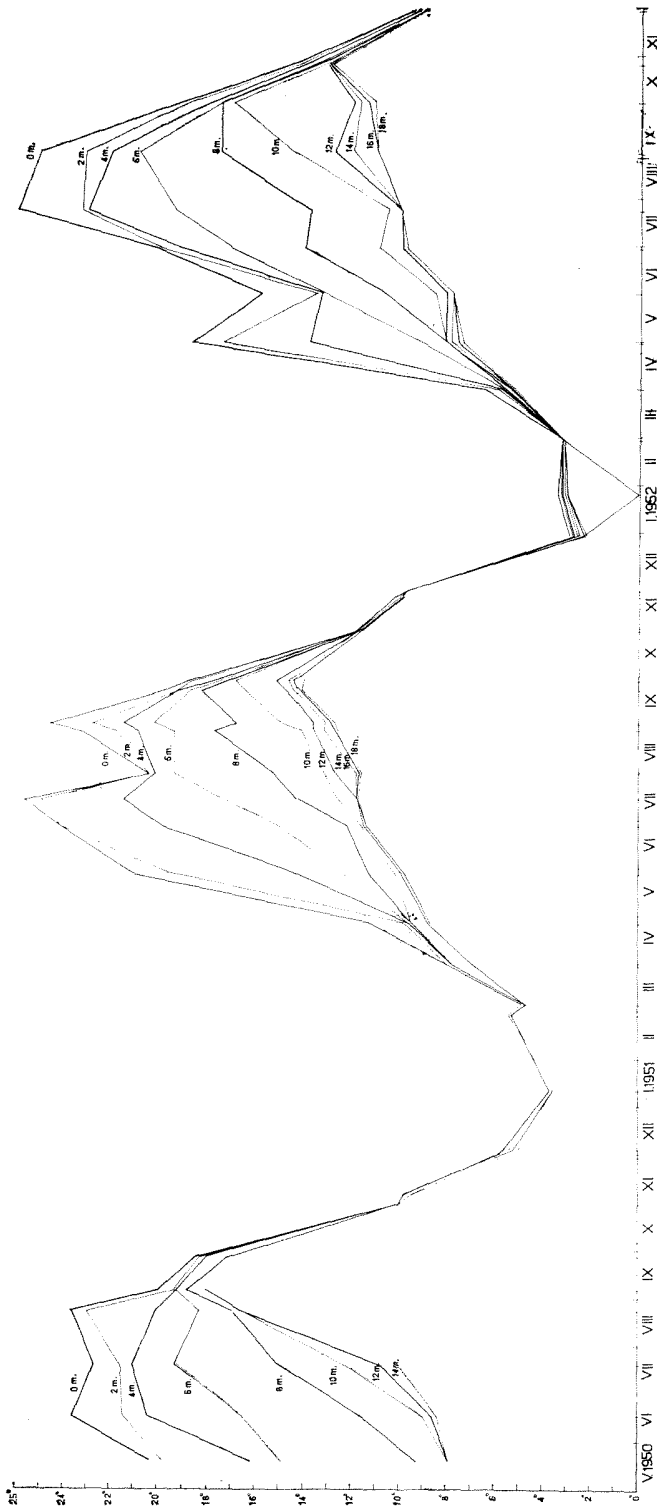
I u 1952. godini najjači vetrovi duvaju preko zime, sa maksimumom u januaru (3 bofora), a najčešći početkom proleća, i to u martu kada je bilo svega 36% tišina. Međutim, za razliku od prethodne godine najređi i najslabiji vetrovi javljaju se u novembru, mada su manje ili više i ostali meseci u drugoj polovini godine slabo vetroviti.

Za termičke osobine Grošničke akumulacije, od posebnog su interesa vazдушna strujanja u periodu letnje stagnacije, pošto od njih zavisi da li će se iznad hipolimniona formirati dve ili jedna termička zona. U mesecima u kojima je dejstvo vetrova dovoljno da savlada stabilitet površinskih slojeva i da mešanjem izazove homotermiju, javlja se tripartitna stratifikacija. Kao što će se iz kasnijeg izlaganja videti ovakvi toplotni odnosi karakteristični su za mesec juni u svim godinama, kao najvetrovitijem letnjem mesecu, dok u avgustu 1951. i 1952. godine vazдушna strujanja omogućuju jače zagrevanje površinskih slojeva i lagano transportovanje toplote u dubinu, zbog čega se iznad manje ili više kontaktnog i hladnog hipolimniona obrazuje heterotermna termička zona.

## TERMIKA VODE

Toplotni ciklus Grošničkog jezera grafički je prikazan na dijagramu 3 i odnosi se na kompletne podatke iz dve uzastopne godine, koje se po termičkim osobinama vode znatno razlikuju. Prve godine je u jezeru izostala zimska stagnacija, dok je u drugoj jezerska voda prošla kroz sve temperaturne periode, što inače odgovara prosečnim toplotnim prilikama u ovoj akumulaciji. Nepotpuni podaci iz 1950. godine poslužile samo za komparaciju u kojoj meri mogu spoljašnji uslovi da utiču na toplotni budžet Grošničkog jezera, s obzirom na činjenicu da je temperatura vodenog bazena funkcija klime njegove okoline.

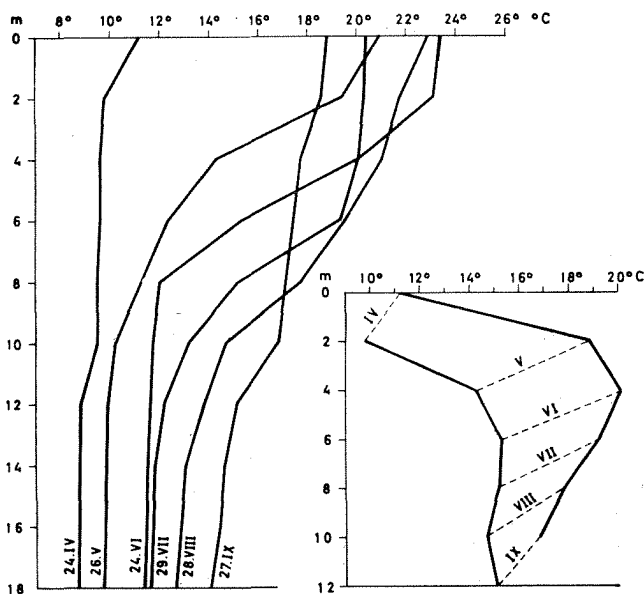
Početak 1951. godine karakteriše se totalnom zimskom cirkulacijom, sa temperaturom vode nešto ispod srednjih mesečnih temperatura vazduha (3,6° u 10 januaru i 5,4° u 27 februaru). Relativno blaga zima u ovoj godini nije omogućila formiranje ledenog pokrivača na površini bazena, ali se ipak u januaru jezero rashladilo ispod temperature najveće gustine vode. Usled čestih i povremeno jačih vetrova oba zimska meseca imaju homotermnu čitavu vodu masu, osim kontaktnog sloja koji je svega za 0,1° topliji, odnosno hladniji od gornje vode. Neznatno povećanje temperature vode iznad dna u mesecu januaru vreovatno je prouzrokovalo toplota oslobođena procesima truljenja u podlozi.



Slika 3. Sezonske promene temperature vode Grošničkog jezera u periodu 1950—1952.  
 Abb. 3. Saisonale Temperaturveränderungen des Grošničasees im Laufe 1950—1952.

Cirkulacioni period se proteže i na mesec mart, a delimično i april, s tom razlikom što u ovim mesecima znatno ređi i slabiji vetrovi nisu u stanju da izazovu turbulentna kretanja takve jačine koja bi izmešala celokupnu vodenu masu. Kao rezultat toga, između 10 i 12 m javljaju se dve zone međusobno jasno izdvojene temperaturnim gradijentom od oko  $0,8^{\circ}$ , unutar kojih su slojevi manje ili više jednako zagrejani (u martu  $0,03^{\circ}/m$  u gornjim i  $0,05^{\circ}/m$  u donjim slojevima, a u aprilu  $0,04^{\circ}/m$ , odnosno  $0,02^{\circ}/m$ ).

Pred kraj aprila temperatura vazduha se naglo povećava i jače zagreva površinsku vodu, tako da se u to vreme zapaža prva naznaka letnje stratifikacije. Razlika između temperature površine ( $11,2^{\circ}$ ) i izobate od 2 m ( $9,8^{\circ}$ ) iznosi  $1,4^{\circ}$ , ali su ostali slojevi vode još uvek u turbulentnom mešanju. Tome svakako doprinosi nagao i veliki priliv hladne vode od otopljenog snega koja je snizila temperaturu jezerskoj vodi. Samo u toku od 13 dana nivo jezera se podigao za 4 m, odnosno akumulirano je  $700.000 m^3$  vode, što iznosi blizu  $40\%$  od celokupne zapremine bazena.



Slika 4. Spuštanje termokline u toku letnje stagnacije 1951.

Abb. 4. Senkung der Thermocline im Laufe der Sommerstagnation 1951.

Sa nastupanjem leta voda se intenzivnije zagreva sve do 13 jula kada je dostignuta maksimalna godišnja temperatura ( $25,6^{\circ}$ ). Zbog toga se temperaturne krivulje lepezasto razilaze počev od maja i za gornje slojeve se podižu prilično okomito, dok su za dubinsku vodu gotovo paralelne i nagnute znatno blaže. Ovo ukazuje na formiranje stagnacionog perioda, u

kome su jasno izdvojene zone sa različitim temperaturnim gradijentom. Gornja zona, koja najčešće počinje od same površine, karakteriše se vrlo velikim razlikama u temperaturi graničnih slojeva (od 2,08—0,7°/m) i manje ili više ravnomernim opadanjem toplote prema dubini. Uporedo sa progresivnim spuštanjem termokline, koja u aprilu leži između površine i izobate od 2 m, a svakog narednog meseca se pomera za dva metra niže, moćnost ovog heterotermnog metalimnetičkog sloja postepeno se povećava i sa nastupanjem cirkulacionog perioda potpuno iščezava (Sl. 4).

U izuzetnim prilikama izdvaja se u gornjem delu metalimniona tanak homotermni sloj, koji se može označiti kao termički epilimnion. Turbulentno mešanje izazvano vetrom ili hladne letnje kiše mogu da prouzrokuju izjednačenje u temperaturi površinskih slojeva najviše do 4 m dubine. To potvrđuju podaci za 26. juni i 29. juli kada je površinska toplota transportovana dublje ili se blago rashlađena površinska voda pomešala sa nižim slojevima stvarajući na taj način homotermni epilimnion. Razume se da ova turbulentna mešanja omogućavaju prodiranje samo neznatne količine toplote u najveće dubine jezera, zbog čega se ispod metalimniona formira hladan i više ili manje homotermni hipolimnion. Na početku letnje stagnacije hipolimnion zahvata deo jezera od 10 m naniže, ali progresivno zagrevanje površinskih slojeva pomera njegovu gornju granicu prema dubini, tako da u avgustu počinje tek od 14 m. Uporedo sa ovim procesom lagano se povećava temperatura najnižih slojeva i u kontaktnoj zoni varira preko leta od 9,7 do 14°.

Period jesenjeg hlađenja otpočinje već u septembru i u početku se manifestuje u smanjenju temperature jedino gornjih slojeva, do 6 m, dok se ispod ove dubine jezero i dalje zagreva. Praćeno jačim jesenjim vetrovima turbulentno mešanje je sve intenzivnije i zahvata sve veći deo jezera, da se najzad u oktobru čitava vodena masa izmeša. Nastupila je, dakle, jesenja cirkulacija koja u novembru dovodi do potpune homotermije od 9,7°.

Naglo zahlađenje početkom zime, a naročito u drugoj polovini decembra, prouzrokovalo je sniženje temperature vode u ovom mesecu, do 2,3°, i formiranje izotermne stratifikacije. Kontaktni sloj je od površinskog topliji za 0,6°, ali je ta razlika znatno veća u januaru (3,4°), kada se jezero zaledilo. Prema tome, za razliku od prethodne godine temperaturni period na početku 1952. karakteriše se zimskom stagnacijom.

Delimičan ledeni pokrivač formirao se još krajem decembra, ali je tek sredinom januara prekrrio čitavu površinu jezera. Debljina leda u to vreme iznosila je oko 8 cm, mada je kasnije bila nešto manja. Sunčevom insolacijom kroz led s jedne strane i odavanjem toplote iz podloge s druge izazvano je zagrevanje graničnih slojeva vode, pa su se gornji gušći i teži slojevi spuštali niže i prenosili toplotu na ostalu vodenu masu. Kao krajnji rezultat ovoga mešanja povećala se temperatura celokupne jezerske vode, tako da je u kontaktnom sloju, na primer, porasla za 0,5° u odnosu na prethodni mesec. Nije isključeno da je na temperaturu vode u periodu zimske stagnacije imao izvesnog uticaja i povećani doticaj u jezero, izazvan otapanjem snežnog pokrivača sa okolnih planina.



Sredinom februara led je potpuno iščezao i jezero se napunilo do kote preliava, no to nije za sobom povukio neke veće promene u temperaturi. Krivulja za ovaj mesec potpuno se poklapa sa januarskom krivuljom, izuzev vrednosti za površinski sloj. U ovom slučaju se, počev od površine pa sve do 10 m, javlja homotermna zona ispod koje su progresivno sve topliji slojevi.

Cirkulacioni period proteže se i na naredni mesec u kome je termički gradijent najveći između površine i izobate od 2 m ( $0,5^{\circ}$ ), a u nižim slojevima je mešanje vode znatno intenzivnije, o čemu svedoči razlika od  $0,04^{\circ}/\text{m}$ . Sudeći po srednjoj temperaturi celokupne vodene mase u ovom mesecu ( $5,6^{\circ}$ ) prolećnje zagrevanje jezera u 1952. godini teče sporije nego u 1951, s obzirom da je februarska temperatura iz 1951. ( $5,4^{\circ}$ ) gotovo identična temperaturi koja je zabeležena jedan mesec kasnije u narednoj godini. Sličnost spoljašnjih faktora, srednjih mesečnih temperatura vazduha i osobina vetrova, uslovila je i sličnu temperaturu vode u oba meseca.

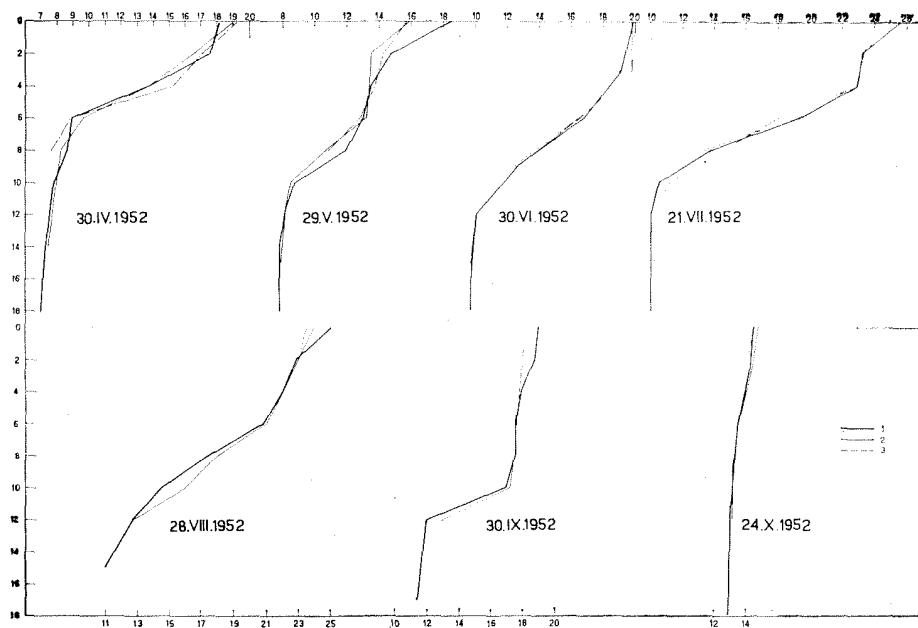
Međutim, za razliku od prethodne godine zagrevanje vode u aprilu veoma je naglo (na površini od  $6,5$  na  $13,6^{\circ}$ ) saglasno skokovitom prelazu u temperaturi vazduha (od  $4,3$  na  $13,4^{\circ}$ ). Počev od ovog meseca pa sve do septembra jezero je termički jasno stratifikovano na gornji heterotermni metalimnion i donji znatno hladniji hipolimnion. Kulminacija letnje stagnacije dostignuta je u mesecu julu, kada je temperaturni gradijent između površinske i kontaktne vode iznosio  $15,6^{\circ}$ . Otežan transport temperature u dubinu usled veće stabilnosti metalimniona i relativno rano uspostavljanje letnje stagnacije prouzrokovali su prilično hladan i u odnosu na 1951. godinu konstantniji hipolimnion, u kome je preko leta temperatura varirala od  $7,8$ — $11^{\circ}$ . Slične vrednosti zabeležene su i u periodu V—VII. 1950. godine, mada je temperatura celokupne vode bila u to vreme nešto veća.

Sa pojačanim duvanjem vetrova u jesen površinska temperatura se krajem septembra spustila do  $19^{\circ}$ , što označava početak jesenjeg hlađenja. Ipak se u ovom mesecu još uvek održava termička stratifikacija i temperaturni gradijent između 10 i 12 m dostiže veličinu od  $4,9^{\circ}$ . Kasnije su turbulentna mešanja vode sve izrazitija i transportovanje hladnih slojeva u dubinu sve intenzivnije, što najzad dovodi do homoternog stanja celokupne jezerske vode.

Gornje izlaganje odnosi se samo na temperaturu vode najdubljeg dela jezera pa se nameće pitanje da li je i u kom stepenu toplotni budžet isti i u ostalim jezerskim regionima. S obzirom da dubina akumulacije jako varira po uzdužnom profilu moglo bi se očekivati da će u njenom gornjem delu, usled male dubine, apsorbovana toplota lakše transportovati do samoga dna, što bi ovde prouzrokovalo različiti vertikalni raspored temperature.

Međutim, merenja na svakoj tački najdubljeg profila vršena u toku istoga dana ne pokazuju neke znatnije temperaturne razlike, kako u periodu zagrevanja tako isto i u vreme hlađenja jezera (Sl. 5). Za sve krivulje zajednički je opšti tok temperature, pošto konfiguracija dna ne

utiče na zoniranje vode. Jedino se u površinskom sloju uočavaju izvesna variranja. Ove razlike su samo privremenog karaktera i uslovljene su zagrevanjem ili hlađenjem vazduha za vreme temperaturnih merenja. Otuda će površina vode na ma kom profilu biti više ili manje zagrejana već prema tome da li su merenja vršena u pravcu profila ili suprotno od njega. U slučaju naglog pogoršanja vremena, kao što se dogodilo 29. maja 1952. godine usled iznenadne kiše, temperaturne promene mogu da se registruju i nešto dublje. Tako se na profilu 3 samo u roku od 1 h sloj



Slika 5. Temperaturne promene po uzdužnom profilu u toku stagnacione i cirkulacione periode: 1. profil 1, 2. profil 2, 3. profil 3.

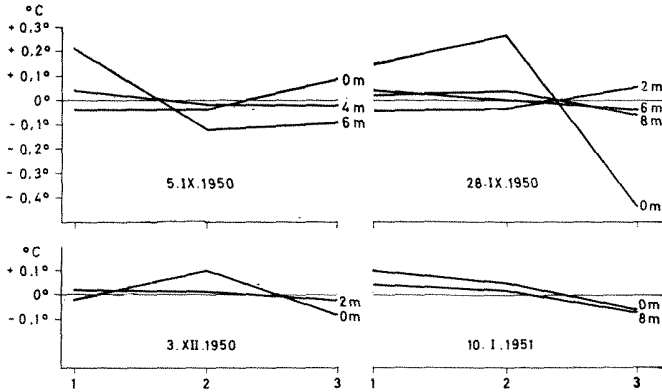
Abb. 5. Temperaturveränderungen auf dem Längsprofil im Laufe der Stagnations- und Zirkulationsperiode: 1. Profil 1, 2. Profil 2, 3. Profil 3.

na izobati od 2 m rashladio za blizu  $1^{\circ}$ , dok je na površini temperatura spala za  $2,70$ . Međutim, kasnije, prilikom merenja temperature na profilu 1, konstatovana je veća razlika na dubini od 2 m, koja je iznosila  $1,7^{\circ}$ .

Pored odstupanja u temperaturi površinskih slojeva, za vreme letnje stagnacije se primećuju i izvesne razlike u donjem metalimnionu i gornjem hipolimnionu. Na profilu 2 je u svim letnjim mesecima, izuzev juna, pomenuti sloj vode redovno topliji, ponekad za više od  $1^{\circ}$ , nego na drugim profilima. Šta je uzrok ovoj pojavi i koliko je ona karakteristična za Grošničko jezero ne bi se moglo za sada nešto bliže reći. Ipak se i pored ovih manjih variranja može zaključiti da je horizontalni raspored tem-

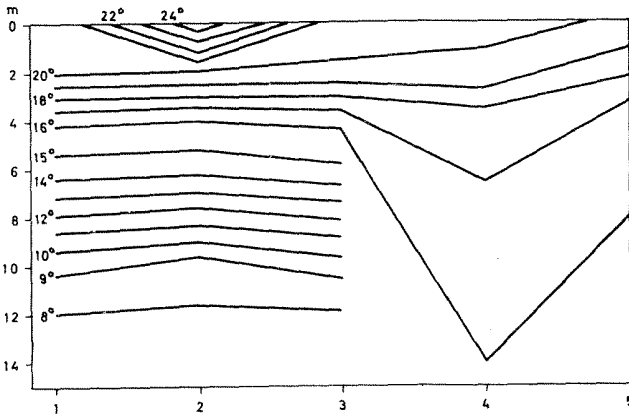
perature na ovom jezeru isti i da se stoga životni procesi u vodi odvijaju jednakim intenzitetom na ma kom njegovom delu.

Sličan se zaključak nameće i prilikom analize temperature vode na poprečnim profilima. Detaljna merenja vertikalne serije temperature na 5, odnosno 3 mesta duž poprečnog profila ispred brane, koja su obuhva-



Slika 6. Odstupanje temperature gornjih vodenih slojeva od odgovarajuće srednje temperature.

Abb. 6. Temperaturabweichen der Oberflächenschichten von der entsprechenden Mitteltemperatur.



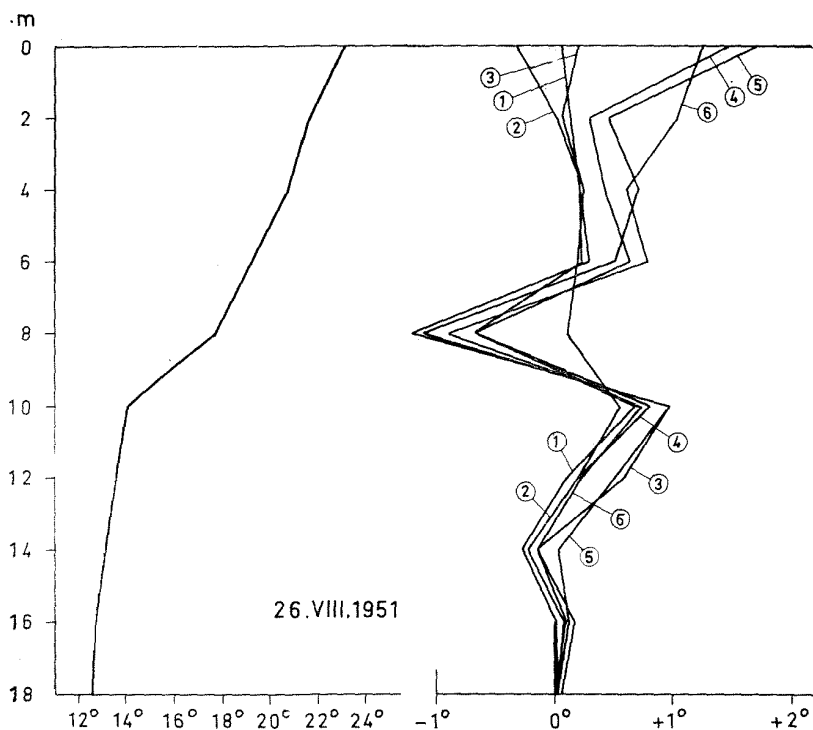
Slika 7. Položaj izoterma na profilu 1 u maju 1950.

Abb. 7. Isothermenlage auf dem Profil 1 im Mai 1950.

tila period od maja 1950. do januara 1951. godine, dakle i stagnacioni i cirkulacioni period, nisu pokazala neke bitnije razlike između obalskog regiona i regiona slobodne vode. Izuzev maja i juna u svim ostalim mesecima zapažaju se razlike od svega nekoliko desetih ili stotih delova od

stepena, koje su utoliko manje ukoliko se više približava cirkulacioni period. Za vreme jeseni i zime čitava vodena masa je ili potpuno jednako zagrejana ili odstupanja u temperaturi najviše iznose do 1/10 stepena.

Međutim, u ovim mesecima se zapaža posebna pravilnost u rasporedu temperature vode pojedinih delova obalskog regiona. Gotovo je stalna pojava da je voda na desnoj obali jezera jače zagrejana od srednje temperature datog vodenog sloja, a da je prema suprotnoj strani temperatura obično niža (Sl. 6). Nasuprot tome, za vreme letnje stagnacije voda je na levoj obali toplija, u najvećem broju slučajeva za svega 0,2—0,7°, dok je u početku leta ta razlika iznosila i nekoliko stepeni. Ona je naročito izrazita u maju, kada su vodeni slojevi na 6 i 8 m imali za 1—4° veću temperaturu od njihove prosečne (Sl. 7). Svakako da se ova pojava može dovesti u vezu sa prilivom vode iz Ostri potoka. Pošto se on uliva u neposrednoj blizini profila 1 to će ovde dublji slojevi obalskog regiona imati preko leta veću, a u jesen nižu temperaturu, zbog direktnog uticaja toplije, odnosno hladnije vode Ostri potoka u to vreme. Otuda je u periodu

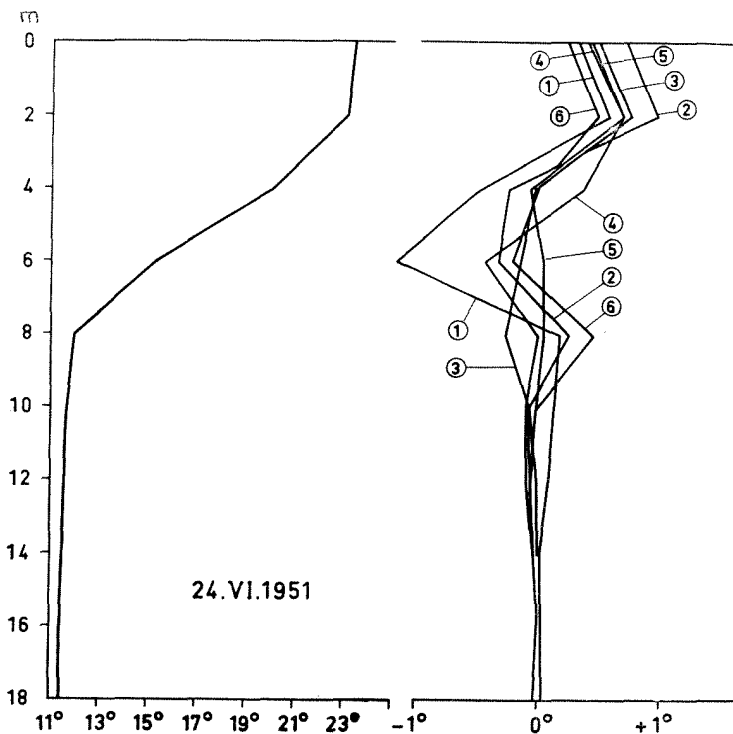


Slika 8. Temperaturne promene na profilu 1 u odnosu na 26. VIII. 1951: 1—27. VIII, 2—28. VIII, 3—29. VIII, 4—30. VIII, 5—31. VIII, 6—1. IX. 1951.

Abb. 8. Temperaturveränderungen auf dem Profil 1 im Verhältniss zu 26. VIII. 1951.

letnje stagnacije hipolimnion topliji na tom mestu od ostale vode duž poprečnog profila, dok je u periodu cirkulacije, naprotiv, nešto hladniji.

Sudeći prema stanju temperature vode u blizini uliva Ostri potoka mogla bi se pretpostaviti da je slična situacija i pri ušćima drugih rečica, iz čega bi proizišao zaključka da se u Grošničkom jezeru mogu naći mesta sa drukčijim toplotnim odnosima. Međutim, kako su to samo mali prostori u odnosu na celokupnu vodenu masu, a priticaj vode sa slivnog pod-



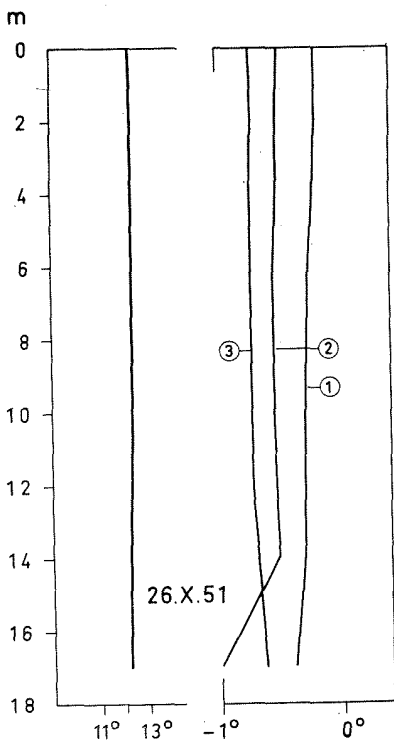
Slika 9. Temperaturne promene na profilu 1 u odnosu na 24. VI. 1951: 1 — 25. VI, 2 — 26. VI, 3 — 27. VI, 4 — 28. VI, 5 — 29. VI, 6 — 30. VI. 1951.

Abb. 9. Temperaturveränderungen auf dem Profil 1 im Verhältniss zu 24. VI. 1951.

ručja je najvećim delom godine vrlo ograničen, pa samim tim i njegovo dejstvo na jezersku vodu, to je opravdano gledište da je na čitavoj širini Grošničkog jezera toplotni budžet isti. Tome je svakako doprineo nedovoljno razvijen litoralni region, usled čega ne postoje plitki delovi litorala koji bi se od ostale jezerske vode brže zagrevali i hladili i time uslovlili različit raspored temperature u obalskom regionu i regionu slobodne vode.

Da bi utvrdili kojom se brzinom i u kom stepenu voda Grošničkog jezera zagreva i hladi, vršili smo u toku nekoliko uzastopnih dana tem-

perturna merenja vertikalne serije na najdubljoj tački profila 1, uvek oko 12 h. Ova posmatranja su obuhvatila period od juna do oktobra 1951. godine. Merenja su pokazala da su temperaturna variranja u vremenskom razmaku od jednog dana uopšte vrlo mala, čak i u kulminaciji letnje stagnacije. Nešto su veće promene u površinskoj vodi, koja je pod direktnim uticajem sunčeve radijacije, ali je i tu amplituda maksimalno iznosila  $1,27^\circ$ . Ona je zabeležena između 29. i 30. avgusta, kada je temperatura vazduha bila visoka i jačina vetra od svega 1 bofora (Sl. 8). U najvećem broju slučajeva temperaturna amplituda je znatno manja



Slika 10. Temperaturne promene na profilu 1 u odnosu na 26. X. 1951: 1 — 27. X, 2 — 28. X, 3 — 29. X. 1951.

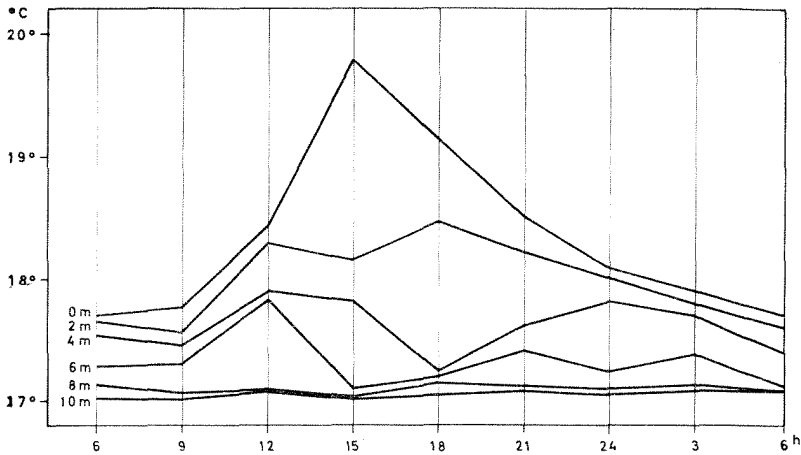
Abb. 10. Temperaturveränderungen auf dem Profil 1 im Verhältniss zu 26. X. 1951.

i kreće se od  $0,51-0,21^\circ$ , pri čemu su manje vrednosti vezane za period hlađenja jezera (Sl. 9 i 10). Sve ovo pokazuje da se voda Grošničkog jezera prilično sporo zagreva i hladi, čak i u površinskim slojevima, da ne govorimo o hipolimnetičkoj zoni, gde temperature razlike između nekoliko uzastopnih dana mogu najčešće da iznesu svega  $0,1^\circ$ .

Međutim, temperatura vode može u kraćem vremenskom razmaku više da varira nego iz dana u dan. To se lepo zapaža iz rezultata merenja temperature u toku 24h, koja su vršena krajem septembra 1950. i juna 1951. godine. U oba slučaja se direktan uticaj sunčeve radijacije odražava na temperaturi vode sve do 6 m dubine, mada je intenzitet njenog dejstva u jesen slabiji. Najveće promene se javljaju u površinskom sloju, koji se u toku dana naglo zagreva, a preko noći hladi. Tako je 26. IX 1950. godine, za vreme tihog i sunčanog dana, temperatura površinskog sloja porasla sa  $17,7^\circ$  u 6h na  $19,8^\circ$  u 15h, dakle za  $2,1^\circ$ . I na 2 m je zapažen porast temperature u istom periodu, samo što je on bio znatno manji i iznosio  $0,83^\circ$ . U 18h sunce je već potpuno zašlo, a počeo je da duva i jugoistočni vetar, pa je do 24h površinska temperatura spala za  $1,72^\circ$  i idućeg dana u 6h dostigla istu vrednost kao i predhodnog jutra u isto vreme (Sl. 11).

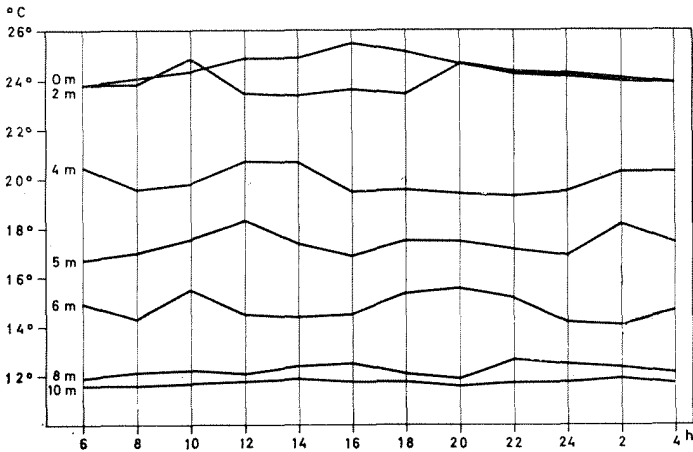
Sasvim analogni rezultati dobijeni su i 28/29. VI 1951. godine, pri merenjima temperature u još kraćim vremenskim razmacima (2 h) u toku 24 h. Toga dana se usled naoblačenog neba površinska voda slabo zagrevala sve do 10 h, što je omogućilo da se homotermni epilimnion duže zadrži. On je razrušen tek u podne, pošto se tada voda naglo zagrejala, i u

tom stanju je ostao sve do 20 h, kada je pod dejstvom jakog severozapadnog vetra ponovo formiran homotermni epilimnion (Sl. 12). Prema tome, i početkom leta je ritam zagrevanja i hlađenja gornjih slojeva vode u toku 24 h isti kao i u ranoj jeseni samo što je temperaturna amplituda različita, u vezi sa različitom jačinom sunčeve radijacije i različitim pravcem i jačinom vetra.



Slika 11. Temperaturne promene na najdubljoj tački profila 1 u toku 24h (26/27. IX. 1950).

Abb. 11. Temperaturveränderungen auf der tiefsten Punkt des Profils 1 im Laufe 24h (26/27. IX. 1950).



Slika 12. Temperaturne promene na najdubljoj tački profila 1 u toku 24h (28/29. VI. 1951).

Abb. 12. Temperaturveränderungen auf der tiefsten Punkt des Profils 1 im Laufe 24h (28/29. VI. 1951).

## KRATAK REZIME

Makroklima Grošničkog jezera pokazuje izvesne specifičnosti u godinama u kojima su vršena ispitivanja. Na osnovu temperaturnih podataka 1950. se izdvaja po najvećoj srednjoj godišnjoj (26,3) i apsolutnoj (57,2°) amplitudi, što je posledica relativno hladne zime i toplog leta. Niske zimske temperature zabeležene su i u 1952. godini, koja se inače karakteriše najhladnijim prolećem i najtoplijom jeseni. Obe ove godine su različite i po količini taloga u letnjem i jesenjem periodu, kao i po debljini snežnog pokrivača, mada u pogledu godišnje sume padavina predstavljaju ekstremne slučajeve; dok je 1950. označena kao sušna, 1952. godina je, naprotiv, najvlažnija. I pored toga obe imaju malo taloga u letnjim mesecima, ali je u prvoj sušni period znatno duži i sa manjim stepenom suše nego u drugoj, koja se odlikuje kratkom i vrlo jakim sušom.

Međutim, u 1951. godini nisu zabeležene izrazite suše preko leta, već se vlažni period proteže preko čitave godine, sa nešto većom amplitudom u proleće i jesen. U pogledu termičkih uslova 1951. se karakteriše najmanjom srednjom godišnjom amplitudom (17,4°), kao rezultat hladnog leta i blage zime.

Toplotni ciklus Grošničkog jezera je obeležen, u opštim crtama, prolećnjom i jesenjom cirkulacijom, kada je sva vodena masa manje ili više podjednako zagrejana (na 6°, odnosno 9—12°), i letnjom i zimskom stagnacijom, u kojima se javlja vertikalno termičko zoniranje jezerske vode. Međutim, u 1951. godini, zbog izrazito blage zime, nije došlo do formiranja ledenog pokrivača na površini jezera, usled čega se cirkulacioni period proteže i na zimske mesece.

Letnja stagnacija otpočinje krajem proleća i traje do sredine jeseni, dostižući kulminaciju u julu. Zbog skokovitog povećanja temperature vazduha u 1952. godini došlo je do stratifikovanja jezerske vode već u aprilu. Prethodne godine je, međutim, nastupilo nešto kasnije, ali je i pored toga čitava vodena masa bila nešto toplija u odnosu na 1952. godinu. Najveće razlike postignute su u hipolimnionu, u kome je temperatura varirala od 10—14° u prvoj i 9—11° u drugoj godini.

U Goršničkom jezeru nisu utvrđene gotovo nikakve razlike u horizontalnom rasporedu temperature. Takođe se zapaža slabo variranje toplote i u funkciji vremena. Promene su najizrazitije u površinskom sloju, koji je pod direktnim uticajem sunčeve radijacije. Treba naglasiti da se ovi slojevi i brže zagrevaju i brže hlade u kraćem vremenskom razmaku nego u roku od 1—2 dana, kada razlika najčešće iznosi svega 0,5° ili čak i manje. Međutim, prodiranje toplote u dublje slojeve znatno je sporije pa je tu i temperaturna amplituda neznatna (0,1°).



## LITERATURA

Baranov V. I. (1961): Termičeskij i hidrohimičeskij režim Gorkovskovo vodohranilišča. Tr. instit. biol. vodohr., 4 (7).

Dimitrov M. (1957): Hidrologična i hidrobiologična karakteristika na jazovir »Al. Stambolijski«. Nauč. isledovat. inst. po ribar. i rib. promiš., 1.

Gurvič V. F. i Paviova V. M. (1954): K hidrobiologii Orto — Tokajskovo vodohraniljišča. Tr. probl. i temat. sovešč. ZIN AN SSSR, 7.

Haempel O. und Stundl K. (1943): Fischereibiologische Untersuchungen an der Frainer Talsperre. Arch. Hydrobiol., 40, 2.

Halupa J. and Červenka R. (1958): Limnological study of the reservoir Sedlice near Želiv. I. Physical — chemical and chemical part. Sb. vys. školy shem-technolog. v Praze, 2, 2.

Ivanov B. V. (1958): Atmosfernoje uvlažnenije tropičeskikh i sopredelnih stran zemno šara. AN SSSR, Moskva.

Janković J. M. (1959): Pojava mutnih struja u Grošničkoj akumulaciji i njihov značaj za produkcione procese jezera. Arh. biol. nauka, IX, 1—4.

————— (1966): Dinamika brojnosti i biomase zooplanktona baražnog jezera kod Grošnice. Ekologija, 1, 1—2.

————— (1962—1964): Proučavanje fitoplanktona baražnog jezera kod Grošnice. Zbornik radova Botaničke bašte, Tom II, 1—4.

————— (1966): Ciklus razvića nekih Chironomidae iz Grošničkog jezera. Arhiv biol. nauka, 18, 2.

Stanković S. (1944): Thermik des Ohridsees II. Verhalten der Schichtgrenzen. Arch. Hydrobiol., 40.

Stanković S. et Hadžišić S. (1959): La thermique du lac d'Ohrid. Zb. rab. Hidrobiol. zav. Ohrid 1.

Vivier F. (1956): Le lac d'Eguzon. Anal. stat. cen. hydrobiol. appl., 6.

Walter H. (1957): Wie kan man den Klimatypus anschaulich darstellen? Umsehen in Wisc. u. Fechik., 24.

Wundsch H. H. (1924): Die Neisse Staubecken von Ottmachau O. S. in seiner Entwicklung zum Fischgewässer. Zeit. Fisch., 40.

(Iz Instituta za biološka istraživanja SRS, Beograd)

## Zusammenfassung

MIRJANA JANKOVIĆ

## DER TERMISCHE ZYKLUS DES GROŠNICASEES

In vorliegender Arbeit sind Resultate der dreijährigen Temperaturuntersuchungen des Grošnicasees ausgelegt. In der Periode 1950—1952 wurden die vertikale und horizontale Wassertemperaturzonierung, wie auch die Temperaturänderungen im Laufe 24h beobachtet.

Es erwies sich dass der termische Zyklus des Grošnicasees durch die Frühlings- und Herbsteszirkulation gezeichnet ist, wann die ganze Wassermenge mehr oder weniger gleichartig erwärmt war (6° bzw. 9—12°), und durch die Sommer- und Winterstagnation, in den die vertikale Zonierung des Seeswassers erschienen war. Indessen, im Jahre 1952 war, infolge ausdrucksvolles milden Winter, keine Eisdecke formiert, deswegen die Zirkulationsperiode sich auch im Laufe der Wintermonaten verlängert hatte.

Sommerstagnation beginnt gegen das Frühlingsende und dauert bis an die Herbstesmitte, mit einer Kulmination im Juli. Infolge sprunghafter Vergrößerung der Lufttemperatur im Jahre 1952 erscheint die Stratification des Seeswassers schon im April. Voriges Jahr traf sie sich etwas später, aber trotzdem war die ganze Wassermenge etwas wärmer als im 1952. Die grössten Unterschiede sind in Hypolimnion anzutreffen, in der die Temperatur zwischen 10—14° im ersten und 9—11° im zweiten Jahre variiert hatte.

In horizontaler Temperaturverteilung sind fast keine Unterschiede konstatiert. Auch ist es bemerkt die kleine Temperaturfluktuation im Verlaufe der Zeit. Die Veränderungen sind ausdrückvollsten in der Oberflächenschichten, die sich in kürzerer Zeitspanne schneller erwärmen und auch schneller kühlen als im Laufe der 1—2 Tagen. Die Unterschiede sind dann am häufigsten nur 0,5° oder sogar weniger. Indessen das Wärmedringen ist durch tiefere Schichten bedeutend langsamer, deswegen da die Temperaturamplitude auch unbedeutend ist (0,1°C).

(Institut für biologische Untersuchungen, Beograd)

JELENA BLAŽENČIĆ

## PRILOG POZNAVANJU ANATOMSKE GRAĐE ENDOKARPA PLODA ORAŠKA (*TRAPA L.*)

U obimnoj literaturi, koja se odnosi na veoma interesantan rod *Trapa L.*, uglavnom je obrađivana problematika istorije, rasprostranjenja, evolucije, ekologije i sistematike ovoga roda. Veoma mali broj radova tretira problem anatomske građe vegetativnih i reproduktivnih organa oraška. Radovi koji se odnose na ovu problematiku potiču još iz prošlog veka. *Barnéoud* (1848) opisuje ontogenetsko razviće i anatomsku strukturu oraška, a *Gibelli i Ferrero* (1891) iscrpno opisuju razviće ploda i ebrionogenezu. Ovaj rad je bio prilog, tada veoma aktuelnoj diskusiji, o tome da li je orašak iz klase *Dicotyledones* ili *Monocotyledones*, i zaključuju, na osnovu karakteristika u embrionalnom razviću, da orašak pripada klasi *Monocotyledones*. I ako orašak ima neke osobine biljaka iz klase *Monocotyledones*, niz karakteristika nedvosmisleno određuju pripadnost ovog roda klasi *Dicotyledones*. Koliko mi je poznato, anatomska građa vegetativnih i reproduktivnih organa oraška kasnije nije izučavana. Smatramo da je potrebno, savremenim metodama, detaljno proučiti anatomsku građu oraška i na taj način upotpuniti znanje o ovom veoma starom rodu.

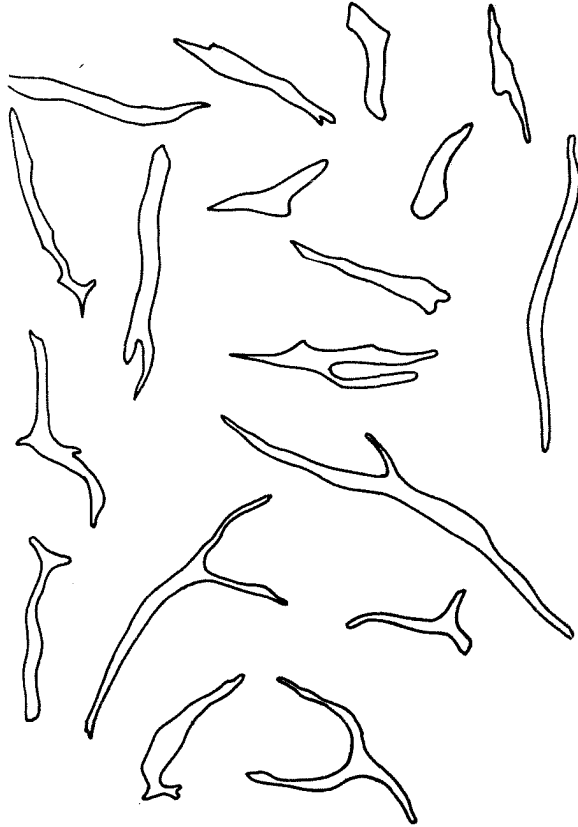
Ovaj rad je skroman prilog poznavanju anatomske građe endokarpa ploda oraška, a rađen je u okviru obimnih ispitivanja anatomske građe vegetativnih i reproduktivnih organa ovog roda.

Ideja za ovaj rad potekla je od profesora dr. *Milorada Jankovića*, inače vrsnog poznavaoca biologije vrsta roda *Trapa L.* Prijatna mi je dužnost da se profesoru *Jankoviću* zahvalim na korisnim savetima u toku rada na ovom problemu.

Plod oraška je izmenjena koštunica u čijem formiranju učestvuje čašica, čiji listići izrastaju, u toku razvića ploda, u trnolike izraštaje. Plod sadrži jedno seme, retko dva (*Janković M. M., Blaženčić J., 1964*). Nežno seme je zaštićeno od uticaja nepovoljnih spoljašnjih faktora omotačima koji se međusobno razlikuju po poreklu (*Gibelli i Ferrero, 1891*), a takođe i po anatomske građi. Najjače je razvijen čvrsti endokarp čija je osnovna funkcija zaštita semena.

U cilju ispitivanja anaomske građe endokarpa zrelog ploda oraška, pravljene su poprečni i uzdužni preseki kroz isti, i to u nivou ravni koja prolazi kroz sredinu ploda. Vršena je maceracija endokarpa Šulceovim reagensom, a takođe su urađene i mikrohemijske probe, da bi ustanovili hemijski sastav ćelijskih zidova.

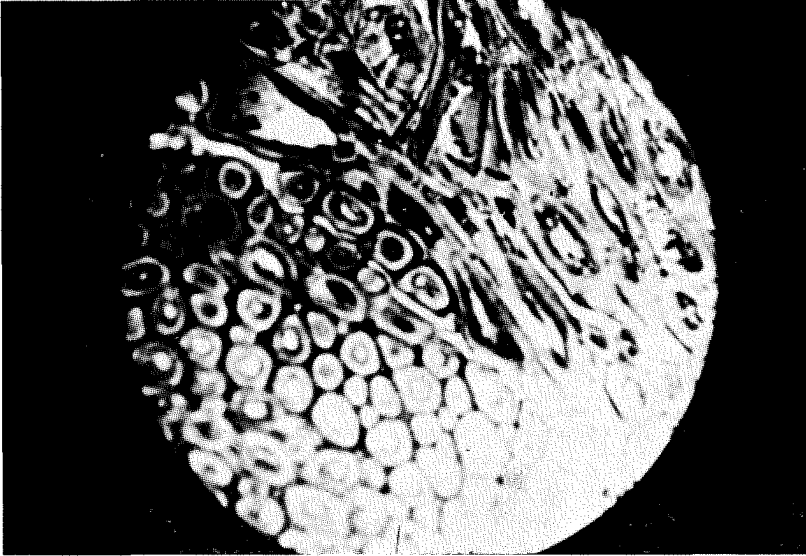
Pod dejstvom floroglucina i sone kiseline zidovi ćelija koje grade endokarp boje se crveno, na osnovu čega je zaključeno da su lignifikovani.



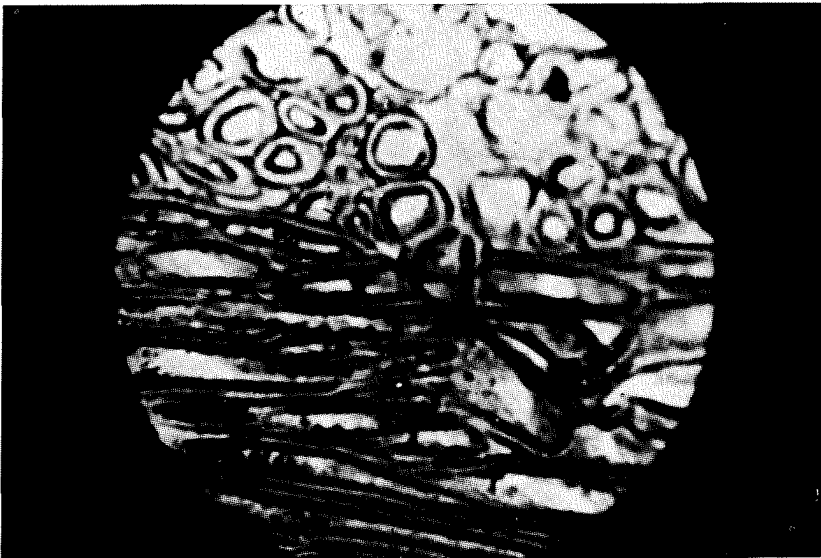
Sl. 1. Ćelije tkiva endokarpa *Trapa* L. (100 x). Original.

Fig. 1. The cells of endocarp tissue *Trapa* L. (50 x)

Pri posmatranju maceriranog tkiva endokarpa pod mikroskopom dobija se slika izvanrednog bogatstva oblika ćelija, koje učestvuju u izgradnji tkiva endokarpa (Sl. 1). Ćelije su izdužene sa manje-više zašiljenim krajevima, zvezdaste, račvaste, ambeoidne. Zidovi ovih ćelija su zadebljali, lignifikovani a u njima se vide uzani kanali jamica. Debljina ćelijskog zida iznosi 3—5 mikrona, a lumen je širok 12,5—37,5 mikrona. U



Sl. 2. Poprečni presek kroz endokarp ploda Trapa L.  
Fig. 2. Cross section through fruit endocarp Trapa L. (480 x)



Sl. 3. Uzdužni presek kroz endokarp ploda Trapa L.  
Fig. 3. Longitudinal section through fruit endocarp Trapa L. (480 x)



ćelijama se često zapaža zrnast sadržaj. Na osnovu ovih karakteristika zaključujemo da endokarp grade sklereidi. Okularmikrometrom je merena dužina sklereida. Srednja vrednost dužine sto izmerenih ćelija iznosi 578 mikrona.

Ćelije sklereida su u endokarpu ploda oraška grupisane u snopove koji se međusobno prepliću, što svakako endokarpu daje posebnu čvrstinu. I ako se snopovi sklereida prepliću u raznim pravcima, ipak dominiraju dva osnovna položaja u rasporedu snopova, a to su oni koji su upravni na vertikalnu i horizontalnu osovinu ploda. Usled ovakvog rasporeda ćelija sklereida poprečni i uzdužni presek kroz endokarp daju istu anatomsku sliku (Sl. 2 i 3).

Na osnovu izloženog moglo bi se reći da je endokarp u plodu oraška, svojom anatomskom građom, vrlo dobro prilagođen funkciji koju vrši. Njegova čvrstina, koja potiče od lignina u ćelijskim zidovima kao i od rasporeda snopova sklereida, pruža dobru zaštitu nežnom semenu, kako od velikih temperaturnih kolebanja tako i od mogućih infekcija. Seme oraška ceo ciklus svog razvića provodi u vodi i ako ne bi bilo dobro zaštićeno čvrstim, i za vodu nepropustljivim omotačem, bilo bi izloženo dejstvu mnogih nepovoljnih faktora spoljašnje sredine.

Zahvaljujući svojoj strukturi endokarp ostaje vekovima neizmenjen u dubokim slojevima zemlje, te je moguće na osnovu paleontoloških nalaza ustanoviti starost, rasprostranjenje, evoluciju i istoriju roda *Trapa L.*

#### LITERATURA

- Barnéoud M. (1848): Mémoire sur l'anatomie et l'organogénie du *Trapa natans L.* Ann. Sc. nat. B. 9, Paris.
- Gibelli G., Ferrero F. (1891): Intorno allo sviluppo dell'ovolo e del seme della *Trapa natans L.* (Ricerche di anatomia e di morfologia). Malpighia, V., Genova.
- Esau K. (1965): Plant anatomy, New York — London.
- Janković M. M., Blaženčić J. (1964): Über die erscheinung zweisamiger Früchte und zwei Fächeriger keimung bei der Art *Trapa longicarpa* (M. Jank.). Glasnik Bot. zavoda i bašte, Tom I (3), 1961 (1964), Beograd. 213—226.
- Fentti Alhonen (1963—1964): Radiocarbon age of waternut (*Trapa natans L.*) in the sediments of lake Karhejärvi, SW-Finland Memoranda Sci. fauna et flora fennica. 40, 192—197.

#### S u m m a r y

JELENA BLAŽENČIĆ

#### THE STRUCTURE OF THE ENDOCARP OF THE WATER NUT (*Trapa L.*) FRUIT

Within the framework of detailed study of anatomie structure of vegetative and reproductive organs *Trapa L.*, from ecological aspect, has been investigated the anatomic structure of fruit endocarp of this genus.

The anatomic structure of fruit endocarp was examined by means of maceration method of the tissue, by micro-chemical investigations of chemical structure of cell walls and by making cross and longitudinal sections through endocarp. With ocularmetre was measured the length of the cells, the width of lumen and the thickness of cell walls.

On the basis of the obtained results can be drawn the following conclusions:

1. The tissue of endocarp is made of sclereid cells whose walls are lignified.
2. The sclereids are very different in form (Fig. 1). The thickness of walls of sclereids amounts to from 3 to 5 microns. The lumen of the cells is 12,5 to 37,5 microns wide, the length of sclereids varies to a great extent (97 to 943 microns). The mean value of the length of the 100 measured cells amounts to 578 microns.
3. The sclereids are grouped in sheaths entangled reciprocally making in this way the tissue of endocarp. The sheaths of sclereids stretch in two basic directions. Some groups of sclereids are normal on vertical axis of the fruit, and other groups are parallel with it.
4. Due to such anatomic structure and chemical structure of the cell walls endocarp offers perfect protection to the sensitive seed against the unfavorable effect of outward environment (great variations in temperature, infections etc.).



M. MUNTANJOLA-CVETKOVIĆ

## THE INFLUENCE OF WHITE LIGHT ON 7 ISOLATES OF *ASPERGILLUS FLAVUS* LINK

(Received June 6th 1967)

### INTRODUCTION

While studying the morphogenetic action of light on several species of *Aspergillus* we have found an intraspecific variation which deserves attention. The present paper reports the responses of 7 cultures of *A. flavus* to several intensities of white light, and to different cycles of alternating light and darkness, as well as the minimal intensity and length of a photoperiod producing a phenomenon.

### MATERIAL AND METHODS

**Organisms:** *A. flavus* 28-A, one of the strains isolated from local soils; STG-2, idem; 271, from pea seeds; Az-1, Az-2, Az-7, Az-9, from the collection of the Agricultural Faculty in Zemun.

**Media:** Czapek's solution agar with 3% sucrose, and Raulin's neutral solution agar. Amount of medium: 30 ml/Petri dish.

**Inoculum:** single spore cultures incubated 48 h on the corresponding medium (Czapek's or Raulin's) and transferred to the definitive dishes.

**Irradiation system:** The irradiation system consisted of incandescent lamps mounted in a water-cooled glass tank, as described and figured in a previous work (Muntanjola—Cvetković 1967). The lamps were of 60, 100 and 200 W, the intensity, as well as the number of them, depending on the intensity of the illumination period required.

**Intensities and periods of illumination:** White light 2.000 lux (185 f.cd.) 12 h + darkness 12 h daily; 2.000 lux (185 f.cd.) 15 minutes daily; 50 lux (4,6 f.cd.) 4 h + darkness 20 h daily; 50 lux (4,6 f.cd.) 1 h + darkness 23 h daily.

**Incubation time:** 8 days after transfer of the 48 h old incipient colonies to the definitive petri dishes.

**Incubation temperature:**  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ .

## RESULTS

## A. MORPHOGENETIC RESPONSES TO LIGHT

All the strains of *A. flavus* here studied have shown some kind of sensitiveness to the light, though the responses to the energy received were different in quality and quantity.

Two of the strains, 28-A and STG-2, have shown the greatest sensitiveness, their capacity to form the conidial apparatus being strongly dependent on the intensity and quality of irradiation, as well as on the length of the illumination periods. A colony incubated in the dark presents a very characteristic aspect, where growth is strictly or almost strictly mycelial; the mycelium is more or less abundant depending on the medium, though sporulation is totally absent or very poor; instead, the vegetative hyphae form the dense masses of pseudoparenchymatous tissue called sclerotia; these sclerotia, at first white and later on brown, occupy the whole surface of the colony. The magnitude of sclerotial increase has been found negatively correlated with the light received: the best development of conidia and sclerotia are obtained under the opposite conditions. As the colony receives a certain amount of light the vegetative growth is checked and the mycelium initiates a differentiation which ultimately produces a zone of conidial apparatus even if the colony is again placed in the dark. If the colony does not receive any other light-stimulus no more rings are to be formed; mycelial growth or sclerotial production will succeed without more zonations. So, under alternating periods of light and darkness colonies exhibit a more or less definite zonation, depending on the intensity of the energy received during the illumination period.

*A. flavus* Az-1 is likewise a sclerotium-forming strain. Though these structures are not abundant here and develop later than in 28-A and STG-2, they have only been observed in colonies grown in darkness or under conditions of deficient light. In this isolate, as well as in Az-2, Az-7, Az-9, and 271, the morphogenetic responses to the light are much less spectacular. The conidial production in darkness has been comparable to that from colonies kept in light of different intensities, but the quantity of mycelium, pigment in the reverse of the colonies, length and density of the conidiophores, etc., have not been the same. That means that in these cases, though sporulation is not suppressed by darkness, the colonies under this condition are nevertheless distinguishable from those maintained in light, principally by the amount of mycelium, which in the dark overgrows the surface and forms white mycelial patches. In these strains, too, more or less conspicuously zonate colonies may result from alternating periods of light and darkness; zonation is here constituted by rings richer in mycelium which supports as lateral branches the fertile structures, and rings where the vegetative mycelium is scanty and the coni-

diophores arise from the agar surface. The conidial heads formed in light are well developed and radiate. In the strain 271, besides this richer amount of mycelium in the dark, a stronger production of pigment in the reverse of the colonies is to be observed when light is lacking.

In any case we have found that the diameter of the colonies is much more influenced by temperature than by light or darkness. As we have pointed out in an other paper (Muntanjola—Cvetković 1967) each fungus has a typical curve of growth rate for each medium: light increases only slightly the diameter of the colonies, though cultures kept in darkness show a distinct tendency toward a richer amount of aerial mycelium.

#### B. INTENSITY AND LENGTH OF LIGHT EXPOSURE

Conidiophore differentiation occurs as long as any white light is present. Under the conditions of our experiments, sporulation of the strains 28-A and STG-2 — which does not occur in the dark — has been obtained on Czapek's solution agar under the regimes of white light 50 lux (about 5 f.cd.) 1 h daily, and white light 2.000 lux (185 f.cd.) 15 min. daily. In both cases the production of the conidial apparatus is rather poor, but still it is always richer than in darkness; the concentric zones are not very conspicuous and they are limited to the marginal areas.

As the intensity and length of light exposure increase, the conidial production is stronger and zonation more evident. Under the regime of white light 2.000 lux 1 h daily the zonation is already remarkable and it is constituted by rings (4—5 in 8 days old cultures) of conidiophores and conidial heads, separated by 2 mm wide zones of sclerotia.

Upon Raulin's solution agar zonation is by far less conspicuous than upon Czapek's agar, but here too we can observe how sporulation increases with the intensity of the illumination period. In both strains 28-A and STG-2 colonies developed in white light of 2.000 lux 15 min daily, and in white light 50 lux 1 h daily, showed a poor sporulation; still they were different from those grown in darkness, where the great abundance of sclerotia and the complete lack of conidial heads give the character to the colony. Upon Raulin's solution agar the results have been comparable between the colonies subjected to the following regimes: white light 2.000 lux 15 min daily, and white light 50 lux 1 h daily; but the difference has been evident when comparing these results and those obtained under white light 50 lux 4 h daily, where the sporulation has been much more important.

As for the other strains, the situation is in general the same; the differences are here observed in the quantity of sterile mycelium or floccosity of the colonies.

## CONCLUSIONS

1. Among 7 isolates of *A. flavus* there has been found, in their morphogenetic responses to light, an intraspecific variation which deserves cognition. Some of these strains have shown a strong sensitiveness to light, this factor inducing the asexual sporulation; when growing in the dark these strains produce only mycelium and sclerotia, while conidial apparatus is completely lacking.

The effect of light energy on other strains has been weaker, though always measurable; here sporulation is not suppressed in the absence of light, but the amount of sterile mycelium is greater in the dark. Other effects, like a more intense pigmentation in the reverse of the colonies, smaller columnar heads, etc., may result from this condition.

That means that the strains here studied corroborate what was stated by Brown (1925) for some other fungi: »As sporulation is correlated with autolysis of mycelium and sclerotium formation connotes accumulation of mycelium, it is obvious that the two are in the main antithetic phenomena«. In this respect these strains would as well corroborate in some way the theory of Cochran (1958), called by Carlile (1965) »the inhibition theory«, after which »there is in truth no such a thing as stimulation by light in the induction of (*asexual*) reproductive activity; instead, growth is checked and the chain of events so initiated leads to (*asexual*) reproduction if other factors are not limiting«.

2. A zonation of the colonies may result from alternating cycles of light and darkness, provided the illumination intensity is high enough. In general, the Czapek's solution agar favours zonation more than the Raulin's neutral solution agar. In the strong sclerotia-forming strains 28-A and STG-2 zonation is given by alternating rings of conidial apparatus and sclerotia; in the other strains zonation has in general been constituted by rings more floccose, where vegetative mycelium supports as lateral branches the fertile structures, and rings where the conidiophores arise from the substratum.

3. White light of an intensity of 50 lux (about 5 f. cd.) irradiating 1 h daily is enough to induce the conidiophore formation in the strains which do not sporulate in the dark or that do so very deficiently under this condition. At this level, neither sporulation nor zonation are intense on Czapek's solution agar +3% sucrose. Both phenomena begin to be conspicuous in colonies exposed to white light of 2.000 lux (185 f. cd.) 1 h daily, or to white light 50 lux 4 h daily.

No significant differences have been observed between colonies grown under the following regimes: white light 50 lux 1 h daily, and white light 2.000 lux 15 min daily; or between white light 2.000 lux 1 h daily, and white light 50 lux 4 h daily.

4. The phenomenon of conidial apparatus promotion decreased with the diminution of the intensity and length of the light exposure, in the following order:

White light 50 lux 4 h daily

White light 2.000 lux 1 h daily

White light 50 lux 1 h daily = White light 2.000 lux 15 min daily  
Constant darkness.

The amount of sterile mycelium in general, and that of sclerotia in the sclerotia-forming strains, increases in the opposite order.

(Institute for Biological Research,  
Belgrade, Plant Physiology)

#### REFERENCES

- Brown, W. (1925): Studies in the genus *Fusarium*. II. An analysis of the factors which determine the growthforms of certain strains. *Ann. Bot.* 39: 373—408.
- Carlile, M. J. (1965): The photobiology of fungi. *Annual Rev. Plant Physiology* 16: 175—202.
- Cochrane, V. W. (1958): *Physiology of Fungi*. John Wiley & Sons Inc. XIII + 524 pp.
- Muntanjola-Cvetković, M. (1967): Action de la lumière sur la morphogénèse de diverses espèces d'*Aspergillus*. *Inst. Rech. Biol. Belgrade. Recueil de Monographies* № 1. 38 pp.

#### Rezime

M. MUNTANJOLA-CVETKOVIĆ

#### UTICAJ BELE SVETLOSTI NA 7 SOJEVA *ASPERGILLUS FLAVUS* LINK

U ovom radu su iznete reakcije 7 sojeva *A. flavus* na različite intenzitete bele svetlosti i na razne cikluse svetlost—mrak, kao i podaci o minimalnom intenzitetu i dužini fotoperioda koji mogu da izazovu izvestan fenomen.

Među ovim sojevima, izolovanim iz lokalnih zemljišta, postoji, u odnosu na njihovu morfogenetsku reakciju na svetlost, intraspecifična varijacija. Neki sojevi pokazuju jaku osetljivost prema svetlosti, koja stimulira aseksualnu sporulaciju; kada se gaje u mraku ovi sojevi daju samo micelijum i sklerocije, dok konidije potpuno izostaju. Efekat svetlosne energije na druge sojeve je slabiji, ma da je uvek merljiv; kod njih sporulacija nije sprečena u odsustvu svetlosti, ali je količina sterilnog micelijuma veća u mraku; drugi efekti, kao intenzivnija pigmentacija na donjoj strani kolonija, sitnije glavice sa konidijama koje su rasporedene u obliku stuba, itd., mogu da budu rezultat mraka.

To znači da sojevi koji su ovde ispitivani potvrđuju ono što je konstatovao Brown (1925) za neke druge gljive: pošto je sporulacija u korelaciji sa autolizom micelijuma, a obrazovanje sklerocije predstavlja akumulaciju micelijuma, očividno je da su ova dva fenomena uglavnom antitetička. U tom pogledu, sojevi bi bili na neki način povezani sa teorijom Cochrane-a (1958) koju je Carlile (1965) nazvao »teorijom inhibicije«, prema kojoj u suštini svetlost ne stimuliše pojave

(*aseksualne*) reproduktivne aktivnosti; umesto toga rasteње se obustavlja i niz događaja koji su na taj način započeti vode do (*aseksualne*) reprodukcije ako drugi faktori nisu ograničavajući.

Kao rezultat alternativnih ciklusa svetlosti i mraka mogu da se pojave zone na kolonijama, ukoliko je intenzitet osvetljenja dovoljno visok.

Bela svetlost intenziteta od 50 luksa za 1 sat dnevnog osvetljavanja je dovoljna da indukuje formiranje konidiofora kod sojeva koji nemaju sporulaciju u mraku, ili kod kojih je ona vrlo slaba u tim uslovima. Sa ovim intenzitetom sporulacija je slaba, a zone nisu jasno izražene. Obe pojave postaju upadljive kod kolonija izloženih beloj svetlosti od 2.000 luksa 1 sat dnevno, ili beloj svetlosti od 50 luksa 4 sata dnevno.

Obrazovanje konidijskog aparata opada sa smanjivanjem intenziteta i dužinom perioda osvetljenja. Količina sterilnog micelijuma uopšte i količina sklerocija kod sojeva koji ih formiraju, povećava se u suprotnom smislu .

(Iz Instituta za biološka istraživanja, Beograd)

MOMČILO KOJIC

## KOMPENZACIONA TAČKA SVETLOSTI LISTOVA RAZLIČITE STAROSTI

### UVOD I PREGLED LITERATURE

Važan zadatak fitoekologije sastoji se u proučavanju prometa materija pojedinih biljaka, koje izgrađuju određene biljne zajednice, kako bi se dobila izvesna predstava o »metabolizmu« cele fitocenoze. Promet materija zelenih biljaka određen je, u krajnjoj liniji, trajno prisutnim procesom disanja, pri čemu se proizvodi CO<sub>2</sub>, i fotosintezom — procesom koji se obavlja samo na svetlosti, u kome se vezuje CO<sub>2</sub>. Fotosinteza, nesumnjivo, zauzima jedno od centralnih mesta u metabolizmu biljaka. Osnovni spoljašnji faktori koji su od značaja za taj proces - količina CO<sub>2</sub> u vazduhu i svetlost — variraju u svom delovanju, što direktno utiče na intenzitet fotosinteze. Razne biljke različito reaguju na promene ovih faktora, te je s ekološkog gledišta važno pronaći odgovarajući pokazatelj, koji će precizno izražavati ponašanje svake biljke u tom pogledu. U novije vreme, s tim u vezi, pominje se sve više značaj određivanja kompenzacione tačke.

Pojam kompenzacione tačke uveo je Plätzer (1917) i ukazao na njenu zavisnost od temperature. Posle toga mnogobrojni autori nastavili su proučavanje kompenzacione tačke. Boysen-Jensen (1918, 1932) ukazao je na značaj kompenzacione tačke za određivanje karaktera fotosintetske krivulje. Harder (1923) je ispitivao varijabilitet kompenzacione tačke prema svetlosnim odnosima pod kojima su rasle ogleadne biljke. Müller (1928) daje podatke o zavisnosti kompenzacione tačke od temperature. Stalfelt (1938) je pratio promet gasova i određivao kompenzacionu tačku u mahovima.

U novije vreme pitanje kompenzacione tačke bilo je predmet rada velikog broja istraživača, među kojima se posebno ističu Egle i Schenk (1953), Viebahn (1956), Lieth (1958, 1959), Pavletić i Lieth (1958), Čatsky i Slavik (1958), Bruckner i Urbach (1958). Egle i Schenk su merili kompenzacionu tačku u *Chlorella vulgaris*. Viebahn, kao i Pavletić i Lieth, ispitivali su godišnja kolebanja kompenzacione tačke u zavisnosti od spoljašnjih uslova. Bruckner i Urbach bavili su se određivanjem kompenzacione tačke u *Chlorella pyrenoidosa*.

Do sada najpotpuniju studiju problema kompenzacione tačke uradio je Lieth (1960), ispitujući svestrano ovo pitanje u suvozemnih biljaka. U vezi s tim, ispitivao je uticaj venjenja i gubitka vode, zatim, i uticaj stominih otvora na kompenzacionu tačku. Pratio je i položaj kompenzacione tačke u različito doba dana, a, potom, zavisnost kompenzacione tačke od temperature. Najzad, Lieth je izvodio ogledе o uticaju svetlosnog užitka (Lichtgenuß) i disanja na položaj kompenzacione tačke.

Iz pregleda dosadašnjih radova koji se odnose na kompenzacionu tačku vidi se da je ovo pitanje svestrano ispitivano. Međutim, problem položaja kompenzacione tačke u listova različite starosti na jednoj istoj biljci nije bio predmet proučavanja. S obzirom na značaj ovog pitanja prihvatili smo se zadatka da ispitamo da li i kako varira položaj kompenzacione tačke u zavisnosti od starosti listova. Time se dobija i odgovor na pitanje o širini variranja kompenzacione tačke na jednoj biljci.

Ovaj rad je izrađen u Botaničkom institutu Poljoprivredne visoke škole u Štuttgartu (Savezna Republika Nemačka). Koristim ovu priliku da se najtoplije zahvalim direktoru Instituta profesoru H. Walteru i docentu H. Liethu, koji su mi omogućili izvođenje ovog rada.

## METODIKA RADA

Pošto je metodski postupak pri određivanju kompenzacione tačke dosta analiziran i korigovan, a u našoj zemlji, koliko nam je poznato, nije primenjivan, daće se nešto detaljniji prikaz ove metode.

Određivanje kompenzacione tačke svetlosti vršeno je kolorimetrijskom metodom. Osnovu ove metode postavili su Kauko i Calberg (1935). Kolorimetrijsku metodu u fitofiziološkim ispitivanjima prvi je primenio Alvik (1939), koji je određivao intenzitet fotosinteze i disanja nekih drvenastih vrsta. Izvesna ekofiziološka proučavanja kolorimetrijskom metodom izvodili su Walter (1949), Zeller (1951), a naročito Čatsky i Slavik (1958), koji su izvršili izvesne modifikacije Alvikovog metodskog postupka. Pošto su izvesni autori kritikovali ovu metodu (Frenzel, 1955; Lange, 1956), Lieth (1958) je svestrano proučio detalje kolorimetrijske metode i njene upotrebljivosti u ispitivanjima intenziteta fotosinteze i disanja, odnosno kompenzacione tačke svetlosti. U našim ispitivanjima pridržavali smo se Liethove varijante kolorimetrijske metode za određivanje kompenzacione tačke, koja je pokazala dobre rezultate.

Sušтина ove metode sastoji se u osobini bikarbonatskih rastvora da menjaju svoju koncentraciju ugljen-dioksida prema promenama količine CO<sub>2</sub> u vazduhu, s kojim su u dodiru. Drugim rečima, parcijalni pritisci CO<sub>2</sub> u rastvoru i vazduhu nastoje da se izjednače. Kad je veća koncentracija CO<sub>2</sub> u vazduhu, ovaj ulazi u rastvor, i obratno, pri većoj koncentraciji u rastvoru, CO<sub>2</sub> difunduje u vazduh. Te promene u koncentraciji CO<sub>2</sub> može izazvati zelena biljka, odnosno njeni listovi, ako se nalaze u zatvorenom vazdušnom prostoru. To se koristi pri kolorimetrijskom određivanju



kompenzacione tačke. U veću staklenu epruvetu (od 200 cm<sup>3</sup>) naspe se oko 2 cm<sup>3</sup> bikarbonatnog rastvora, pa se, zatim, stavi list i onda zatvori gumenim zaptivačem.

Kao bikarbonatni rastvor služi NaHCO<sub>3</sub>. Ovaj rastvor pravi se na taj način što se uzme 0,001 n NaHCO<sub>3</sub> (tj. 84 mg/litar) i 0,099 n KCl (odn. 7,46 g/lit.), uz malo krezol-crvenila (10 mg/lit.).

Promene koje nastaju u bikarbonatnom rastvoru kao posledica promena u sadržaju CO<sub>2</sub> izazivaju i promene u vrednostima pH. Određenoj količini CO<sub>2</sub> odgovara određena vrednost pH. Stoga je radi poređenja potrebno spremati jednu pufer seriju sa vrednostima pH između 6,5 i 8,2 i razlikom između pojedinih članova serije od 0,05 pH.

Ogled se postavlja na taj način što se epruvete s bikarbonatnim rastvorom i biljnim materijalom (listovima) koji se ispituje stavlja na različita rastojanja od izvora svetlosti. Kao izvor svetlosti mogu se upotrebiti ili obične električne sijalice, ili fluorescentno svetlo ili živine lampe. U našem ogledu korišćene su živine lampe od 400 i 200 W.

Ispod svetlosnog izvora nalazi se jedna kosa ravan na kojoj se, u raznim razmacima, postavi obično 8 proba sa istom blijkom. Na ovaj način postiže se da razne probe iste biljke budu na raznim udaljenostima od svetlosnog izvora, dakle, izložene raznim jačinama svetlosti. Važno je da pre postavljanja proba CO<sub>2</sub> u bikarbonatnom rastvoru bude u ravnoteži s onim u atmosferi (oko 0,03%). To se postiže držanjem otvorenih epruveta s bikarbonatnim rastvorom nekoliko časova pred postavljanje ogleda.

Kada list vrši fotosintezu bikarbonatni rastvor postaje crven, a kada diše — žut. Listovi raznih biljaka reaguju različitom brzinom, ali, ipak, probe treba da budu izložene svetlosti najmanje 1 sat. Kompenzaciona tačka se pronalazi u seriji proba na raznim jačinama svetlosti. Listovi u probama koje su bliže svetlosnom izvoru obično intenzivnije asimiliraju (bikarbonatni rastvor postaje crven), a oni koji su dalji intenzivnije dišu (dobija se žuta boja). Na jednoj određenoj razdaljini boja bikarbonatnog rastvora ostaće nepromenjena, što znači da su disanje i fotosinteza u ravnoteži, odnosno da je na toj jačini svetlosti kompenzaciona tačka.

U našim ispitivanjima korišćeni su listovi različite starosti s jedne iste biljke, odnosno najmlađi, srednji i jedan najstariji list.

## SOPSTVENA ISPITIVANJA

Određivanje kompenzacione tačke izvedeno je s listovima različite starosti u 38 vrsta, uzetih s prirodnih staništa. Ispitivanja su obuhvatila tri najbitnije grupe listova prema starosti: najmlađe, najstarije i neke koji stoje približno na sredini između ovih. Svi ostali listovi nalaze se u granicama između ovih ekstremnih kategorija.

Rezultati ispitivanja izneti su u tabeli 1 i grafikonu 1.

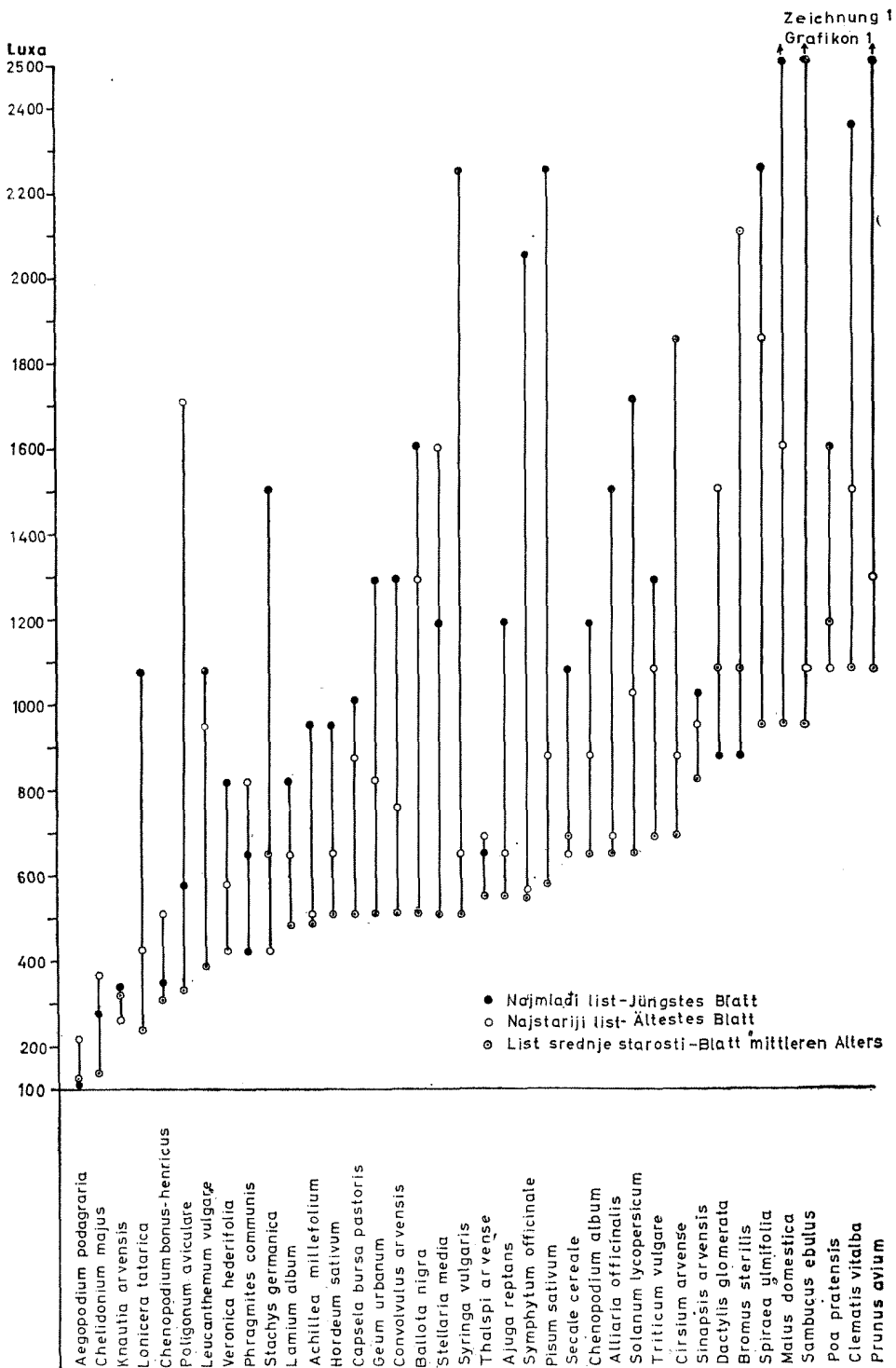
Osnovna konstatacija koja izlazi iz rezultata navedenih u tabeli 1 i grafikonu 1 jeste: da postoje velike razlike u pogledu kompenzacione tačke u listova različite starosti na jednoj istoj biljci. Osim toga, zapaža se da, u

većini slučajeva, najmlađi listovi zahtevaju najveći svetlosni intenzitet za postizanje kompenzacione tačke. Potom dolaze najstariji listovi, dok listovi srednje starosti dostižu kompenzacionu tačku pri najmanjem intenzitetu svetlosti.

Tabela 1. Jačine svetlosti na kojima se nalazi kompenzaciona tačka listova različite starosti

Tabelle 1. Lichtstärke für Kompensationspunkte bei Blättern verschiedenen Alters

Ime biljke Artenliste	Jačina svetlosti u luksima Lichtstärke in Lux		
	Najmlađi list Jüngstes Blatt	Srednji list Blatt mitt- leren Alters	Najstariji list Ältestes Blatt
Aegopodium podagraria	125	116	240
Chelidonium majus	280	140	370
Knautia arvensis	335	335	265
Lonicera tatarica	1080	240	425
Chenopodium bonus-henricus	350	310	510
Polygonum aviculare	580	335	1710
Leucanthemum vulgare	950	390	1080
Veronica hederifolia	820	580	425
Phragmites communis	650	425	820
Stachys germanica	1500	650	425
Lamium album	820	485	650
Achillea millefolium	950	510	485
Hordeum sativum	950	510	650
Capsella bursa pastoris	1020	510	880
Geum urbanum	1290	510	820
Convolvulus arvensis	1290	510	760
Ballota nigra	1600	510	1290
Stellaria media	1190	510	1600
Syringa vulgaris	2250	510	650
Thlaspi arvense	650	550	690
Ajuga reptans	1190	550	650
Symphytum officinale	2250	550	550
Pisum sativum	2250	580	880
Secale cereale	1080	690	650
Chenopodium album	1190	650	880
Alliaria officinalis	1500	650	690
Solanum lycopersicum	1710	650	1200
Triticum vulgare	1290	690	1080
Cirsium arvense	1850	690	880
Sinapis arvensis	1020	820	950
Dactylis glomerata	880	1080	1500
Bromus sterilis	880	1080	2100
Spiraea ulmifolia	2250	950	1850
Malus domestica	preko 2500	950	1600
Sambucus ebulus	preko 2500	950	1080
Poa pratensis	1600	1190	1080
Clematis vitalba	2350	1080	1500
Prunus avium	preko 2500	1080	1290



Grafikon 1. Amplitude kolebanja kompenzacione tačke svetlosti u listova različite starosti

Zeichnung 1. Schwankungsamplitude des Lichtkompensationspunktes bei Blättern verschiedenen Alters

Iz grafikona 1 jasno se vidi da razlike između najjačeg i najslabijeg intenziteta svetlosti pri kojima se ostvaruje kompenzaciona tačka u pojedinim vrstama široko variraju. Izrazito mali diapazon variranja položaja kompenzacione tačke između listova različite starosti konstatovan je kod *Knautia arvensis*, *Aegopodium podagraria*, *Thlaspi arvense*, *Chelidonium majus* i *Sinapis arvensis*. Pada u oči da su to sve biljke koje dostižu kompenzacionu tačku pri relativno slabijem svetlosnom intenzitetu. S druge strane, veći broj ispitivanih biljaka odlikuje se time što im listovi različite starosti dostižu kompenzacionu tačku pri vrlo različitim jačinama osvetljenja (*Syringa vulgaris*, *Symphytum officinale*, *Spiraea ulmifolia*, *Pisum sativum*, *Polygonum aviculare*, *Cirsium arvense*, *Bromus sterilis* i dr.). Posebnu grupu čine *Malus domestica*, *Prunus avium* i *Sambucus ebulus*, čiji najmlađi listovi nisu postigli kompenzacionu tačku ni pri intenzitetu svetlosti od 2500 luksa, koliko je iznosilo najjače osvetljenje prilikom izvođenja ogleda.

## DISKUSIJA I ZAKLJUČAK

Problem kompenzacione tačke svetlosti u biljaka ispitivan je, naročito u poslednje vreme, kao što je ranije pomenuto, s raznih aspekata. Takva ispitivanja dala su značajne rezultate i priloge ekološkim objašnjenjima uslova za obavljanje procesa fotosinteze. Međutim, koliko nam je poznato, do sada uopšte nije analizirana zavisnost kompenzacione tačke od starosti listova jedne biljke. Drugim rečima, nisu proučavani uslovi fotosinteze odnosno položaj kompenzacione tačke u raznim listovima na istoj individui. Pošto se pri proučavanjima kompenzacione tačke raznih biljnih vrsta obavezno nameće poređenje pojedinih vrsta među sobom, bilo je od interesa utvrditi da li listovi različite starosti u većoj meri odstupaju u pogledu zahteva prema svetlosti. Stoga smo pokušali da ta pitanja eksperimentalno proučimo na većem broju primera.

Rezultati ispitivanja su pokazali da kompenzaciona tačka pojedinih listova na istoj biljci leži na raznim jačinama svetlosti. Najmlađi listovi pokazuju najveću fotosintetsku aktivnost i njihova kompenzaciona tačka nalazi se pri izrazito jačem osvetljenju nego kod starijih i najstarijih listova. Ovo se može objasniti ne samo najintenzivnijom fotosintetskom delatnošću mladih listova, već i najaktivnijim procesima disanja ovih listova. To su pokazala i naša ispitivanja intenziteta disanja listova različite starosti (Kojic, 1965). Naime, najmlađi listovi na biljci najviše izdavaju CO<sub>2</sub> disanjem na jedinicu težine. U prilog ovome idu i rezultati Lieth-ovih ispitivanja zavisnosti kompenzacione tačke od intenziteta disanja. Lieth (1960) je dokazao da u većini slučajeva s povećanjem disanja raste i kompenzaciona tačka (odnosno kompenzaciona tačka se dostiže pri jačem osvetljenju).

Listovi srednje starosti zahtevaju, uglavnom, najmanje svetlosti za postizanje kompenzacione tačke. Najstariji listovi, pak, nalaze se u tom pogledu između ove dve grupe listova.

Sve ovo pokazuje da na jednoj istoj biljci, u jednom istom trenutku, razni listovi pokazuju različite karakteristike fotosintetskog procesa. Otuda, poređenje rezultata dobijenih u različitim biljkama, ili u jedne iste biljke u različito vreme, mora imati kao predušlov da se radi o listovima približno iste starosti.

Amplituda kolebanja položaja kompenzacione tačke listova na jednoj biljci, kako su ispitivanja pokazala, varira u širokim granicama. U izvesnih biljaka su male razlike u jačini svetlosnog intenziteta pri kojima dolazi do kompenzacione tačke. Takve su, pre svega, *Aegopodium podagraria*, *Chelidonium majus*, a zatim, *Knautia arvensis*, *Chenopodium bonus-henicus* i *Thlaspi arvense*. Ove biljne vrste, kako pokazuju rezultati prikazani u tabeli i grafikonu, imaju skromne zahteve prema svetlosti i svoju fotosintetsku delatnost najintenzivnije ispoljavaju pri slabom osvetljenju (prosečno između 100 i 500 luksa). Činjenica da su *Aegopodium podagraria* i *Chelidonium majus* izrazito skiofitne biljke pokazuje da određivanje kompenzacione tačke predstavlja pouzdano merilo za karakterizaciju pojedinih biljaka u odnosu na svoje zahteve prema svetlosnom režimu.

#### LITERATURA

- Alvik, G. (1939): Über Assimilation und Atmung einiger Holzgewächse im westnorwegischen Winter. Meddelelse, № 22, 6/4.
- Boysen — Jensen, P. (1918): Studies on the production of matter in light and shadow plants. Bot. Tidssker, 36.
- Boysen — Jensen, P. (1932): Die Stoffproduktion der Pflanze. Jena.
- Bruckner, W. i Urbach, W. (1958): Zum Kohlensäure Fliesgleichgewicht beim Gaswechsel grüner Pflanzen. Ber. Dtsch. Bot. Ges., 71.
- Čupina, T. (1962): Kompenzaciona tačka i zasićenost fotosinteze kod listova kukuruza i sirka u zavisnosti od intenziteta svetlosti. Arhiv biol. nauka, 3—4. Beograd.
- Čatsky, J. (1958): Modifikace Alvikovy metody stanoveni intensity fotosintezy v polnich podminkach. Sbornik českoslov. Akad. zemedel. ved. 4 (31), číslo 1.
- Čatsky, J. i Slavik, B. (1958): Eine neue Anwendung der CO<sub>2</sub>-Bestimmung nach Kauko zu Assimilationsmessungen. Planta, 51.
- Egle, K. i Schenk, W. (1953): Der Einfluss der Temperatur auf die Lage des CO<sub>2</sub>-Kompensationspunktes. Planta, 43.
- Frenzel, B. (1955): Einige Bemerkungen zu der CO<sub>2</sub> Bestimmungsmethode nach Alvik. Planta, 46.
- Harder, R. (1923): Bemerkungen über die Variationsbreite des Kompensationspunktes. Ber. Dtsch. Bot. Ges., 41.
- Kauko, Y. i Calberg, J. (1953): Praktische Ausführung der Kohlensäurebestimmung in Gasmischen mit Hilfe von pH-Messungen. Z. analyt. Chemie, 102.
- Kojić, M. (1965): Intenzitetisanja listova različite starosti (manuskript).
- Lange, O. L. (1956): Zur Methodik der kolorimetrischen CO<sub>2</sub>-Bestimmung nach Alvik. Ber. Dtsch. Bot. Ges., 69.
- Lieth, H. (1958): Grenzen und Anwendungsmöglichkeiten der kolorimetrischen CO<sub>2</sub>-Bestimmung. Planta, 51.
- Lieth, H. i Vogt, M. (1959): Der Lichtkompensationspunkt einiger Waldschattenpflanzen im Sommer und im Frühjahr. Ber. des 9. Internat. Botaniker kongr. in Montreal, Bd. II.
- Lieth, H. (1960): Über den Lichtkompensationspunkt der Landpflanzen. Planta, 54.

Müller, D. (1928): Die Kohlensäureassimilation bei arktischen Pflanzen und die Abhängigkeit der Assimilation von der Temperatur. *Planta*, 6.

Pavletić, Z. (1958): Kolorimetrijsko određivanje kompenzacione točke svjetla kod kormofita. *Acta Bot. croatica*, 17.

Pavletić, Z. i Lieth, H. (1958): Der Lichtkompensationspunkt einiger immergrüner Pflanzen im Winter und im Frühjahr. *Ber. Dtsch. Bot. Ges.*, 69.

Plätzer, H. (1957): Untersuchungen über die Assimilation und Atmung der Wasserpflanzen. *Verhandl. d. Physik med. Ges. Würzburg*, 45.

Stalfelt, M. G. (1938): Der Gasaustausch der Moose *Planta*, 27.

Viebahn, G. (1956): Assimilation und Atmung tropischer Gewächshauspflanzen im Sommer und Winter. *Diss. der TH Darmstadt*.

Walter, H. (1949): Über Assimilation und Atmung der Pflanzen im Winter bei tiefen Temperaturen. *Ber. Dtsch. Bot. Ges.*, 62.

Zeller, O. (1951): Über Assimilation und Atmung bei tiefen Temperaturen. *Planta*, 39, Heft 6.

## Zusammenfassung

MOMCILO KOJIC

### DER LICHTKOMPENSATIONSPUNKT BEI BLÄTTERN VERSCHIEDENEN ALTERS

Eine wichtige Aufgabe der Phytoökologie besteht in der Erforschung des Stoffwechsels einzelner Pflanzen, die eine bestimmte Pflanzengemeinschaft bilden um eine gewisse Vorstellung von dem »Metabolismus« der gesamten Phytozönose zu bekommen. Der Stoffwechsel der Grünpflanzen ist letzten Endes durch den ständig vorhandenen Atmungsprozess bestimmt, der nur unter Lichteinwirkung stattfindet und bei dem die Kohlensäure gebunden wird. Die Photosynthese nimmt, zweifelsohne, eine der zentralen Stellen im Metabolismus der Pflanzen, ein. Die äusseren Grundfaktoren, die für diesen Prozess von Bedeutung sind — CO<sub>2</sub>-Menge in der Luft und die Beleuchtung — schwanken in ihrer Wirkung, was unmittelbar die Intensität der Photosynthese beeinflusst. Verschiedene Pflanzen reagieren unterschiedlich auf die Änderung dieser Faktoren, so dass es vom ökologischen Standpunkt aus wichtig ist, den entsprechenden Nenner zu finden, der genau das Benehmen jeder Pflanze in diesem Zusammenhang anzeigen würde. In der neuen Zeit wird diesbezüglich immer öfter die Bedeutung der Bestimmung des Kompensationspunktes erwähnt.

Aus der Übersicht der bisherigen Arbeiten, die sich auf den Kompensationspunkt beziehen, kann man sehen, dass diese Frage allseitig erforscht wurde, aber das Problem der Lage des Kompensationspunktes bei Blättern verschiedenen Alters ein- und derselben Pflanze war bisher nicht Gegenstand einer Untersuchung. In Anbetracht der Bedeutung dieser Frage haben wir uns der Aufgabe angenommen zu erforschen, ob und wie die Lage des Kompensationspunktes in Abhängigkeit vom Alter der Blätter schwankt. Dadurch wird auch die Frage nach der Schwankungsbreite des Kompensationspunktes bei einer Pflanze, beantwortet.

Zur Bestimmung des Lichtkompensationspunktes bediente man sich der kolorimetrischen Methode (KAUKO und CALBERG, 1935; ALVIK 1939; WALTER, 1949; ZELLER, 1951; ČATSKY und SLAVIK, 1958; FRENZEL, 1955; LANGE, 1956; LIETH, 1958, 1960).

Die Ermittlung des Kompensationspunktes wurde an Blättern verschiedenen Alters von 38 Arten durchgeführt, die an ihren natürlichen Standorten eingesammelt wurden. Die Untersuchungen umfassten 3, ihrem Alter nach, wesentlichsten Gruppen von Blättern: die jüngsten, die ältesten und einige, die ungefähr in der Mitte zwischen ihnen stehen. Alle anderen Blätter befinden sich innerhalb dieser extremen Kategorien. Die Untersuchungsergebnisse sind in der Tab. 1 und Zeichnung 1, dargestellt.

Die Grundfeststellung, die aus dieser Untersuchung hervorgeht, lautet: es bestehen grosse Unterschiede bezüglich des Kompensationspunktes bei Blättern verschiedenen Alters ein- und derselben Pflanze. Ausserdem bemerkt man, dass in der Mehrzahl, die jüngsten Blätter die grösste Lichtintensität für das Erreichen des Kompensationspunktes nötig haben. Dann kommen die ältesten Blätter, während Blätter mittleren Alters den Kompensationspunkt bei geringster Beleuchtungsstärke erreichen.

Aus der Zeichnung 1 geht hervor, dass die Differenz zwischen der grössten und der kleinsten Lichtintensität, bei der der Kompensationspunkt erreicht wird, bei einzelnen Arten starken Schwankungen unterliegt. Ein ausgesprochen kleiner Schwankungsbereich des Kompensationspunktes bei Blättern verschiedenen Alters wurde bei den Arten *Knautia arvensis*, *Aegopodium podagraria*, *Thlaspi arvense*, *Chelidonium majus* und *Sinapis arvensis*, festgestellt. Es fällt auf, dass es sich dabei um Pflanzen handelt, die ihren Kompensationspunkt bei relativ schwacher Beleuchtungsstärke erreichen. Andererseits zeichnet sich eine grössere Anzahl der untersuchten Pflanzen dadurch aus, dass ihre Blätter verschiedenen Alters den Kompensationspunkt bei ganz unterschiedlichen Lichtintensitätsgraden erreichen (*Syringa vulgaris*, *Symphytum officinale*, *Spiraea ulmifolia*, *Pisum sativum*, *Polygonum aviculare*, *Cirsium arvense*, *Bromus sterilis* u. a.). Eine besondere Gruppe bilden *Malus domestica*, *Prunus avium* und *Sambucus ebulus*, deren jüngste Blätter den Kompensationspunkt auch nicht bei einer Beleuchtungsstärke von 2500 lx erlangen, wieviel die stärkste Beleuchtung bei der Durchführung der Versuche, betrug.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen haben gezeigt, dass der Kompensationspunkt einzelner Blätter ein- und derselben Pflanze bei verschiedenen Beleuchtungsstufen liegt. Die jüngsten Blätter zeigen die grösste photosynthetische Aktivität und ihr Kompensationspunkt liegt bei ausgesprochen grösseren Beleuchtungsstärken, als im Falle der älteren und ältesten Blätter. Das kann nicht nur durch die intensivste photosynthetische Tätigkeit der jungen Blätter erklärt werden, sondern auch durch die aktivsten Atmungsprozesse dieser Blätter. Das haben auch unsere Untersuchungen der Atmungsintensität bei Blättern verschiedenen Alters gezeigt (KOJIC, 1965). Die jüngsten Blätter einer Pflanze, nämlich, scheiden durch die Atmung grösste CO<sub>2</sub>-Mengen je Gewichtseinheit, aus. Zugunsten dieser Behauptung sprechen auch die von LIETH durchgeführten Untersuchungen der Abhängigkeit des Kompensationspunktes in Abhängigkeit von der Atmungsintensität. LIETH (1960) hat gezeigt, dass in den meisten Fällen, mit dem Atmungsanstieg, auch der Kompensationspunkt stieg.

Die Blätter mittleren Alters verlangen in der Mehrzahl am wenigsten Licht um den Kompensationspunkt zu erreichen. Die ältesten Blätter aber, befinden sich in dieser Beziehung in der Mitte zwischen diesen beiden Blättergruppen.

All das zeigt, dass an ein- und derselben Pflanze in demselben Augenblick, verschiedene Blätter unterschiedliche Merkmale des photosynthetischen Prozesses, aufweisen. Deshalb ist die Vorbedingung bei dem Vergleich der Ergebnisse von verschiedenen Pflanzen, oder bei ein- und derselben Pflanze zu verschiedenen Zeitpunkten, dass es sich um Blätter annähernd gleichen Alters handelt.

Die Schwankungsamplitude des Kompensationspunktes bei Blättern ein- und derselben Pflanze schwanken, wie es die Untersuchungen gezeigt haben, in grösseren Bereichen. Bei gewissen Pflanzen sind die Unterschiede, in der zum Erreichen des Kompensationspunktes nötigen Beleuchtung, klein. Zu ihnen gehören vor allem *Aegopodium podagraria*, *Chelidonium majus*, und weiter *Knautia arvensis*, *Chenopodium bonus-henricus* und *Thlaspi arvense*. Diese Pflanzenarten, wie die in der Tab. 1 und Zeichnung 1 enthaltenen Ergebnisse zeigen, stellen bescheidene Ansprüche an die Beleuchtung und offenbaren ihre photosynthetische Tätigkeit am stärksten bei schwacher Beleuchtung (im Mittel zwischen 100 und 500 lx). Die Tatsache, dass *Aegopodium podagraria* und *Chelidonium majus* ausgesprochen skiophyte Pflanzen sind, zeigt dass die Bestimmung des Kompensationspunktes ein zuverlässiges Mittel darstellt zur Charakterisierung einzelner Pflanzen in bezug auf ihre Anforderungen auf das Beleuchtungsregime.





RADOJE BOGOJEVIĆ

## FENOLOGIJA STEPSKE VEGETACIJE NA VIŠNJIČKOJ KOSI KRAJ BEOGRADA

### U V O D

Na Višnjičkoj kosi izdvojena je nova stepska asocijacija *Andropogoneto-Euphorbietum pannonicae* R. Bog., koja je razvijena u vidu stepskih fragmenata na neobrađenim površinama i raščlanjena na dve subasocijacije: subas. *Andropogoneto-Euphorbietum pannonicae stipetosum capillatae* R. Bog. i subas. *Andropogoneto-Euphorbietum pannonicae brachypodietosum pinnati* R. Bog.

U ranijim radovima (Bogojević R., 1968.) prikazane su opšte ekološke, florističke i fitocenološke karakteristike Višnjičke kose a ovom prilikom izneće se rezultati fenoloških posmatranja stepske vegetacije vršenih u periodu od 1959. do 1964. godine (u okviru doktorske teze, urađene pod rukovodstvom profesora dr Milorada Jankovića).

### FENOLOŠKA OSMATRANJA

Dinamika razvitka stepske vegetacije na Višnjičkoj kosi izražena je u pojavi više aspekata u toku godine.

Januarski i februarski aspekt okarakterisan je pritajenim vegetiranjem velikog broja vrsta asocijacije *Andropogoneto-Euphorbietum pannonicae* (120), bilo da se stepa nalazi pod snegom ili pak da snežnog pokrivača uopšte nema, kao što je to slučaj u pojedinim godinama. U januaru i februaru vegetiraju sledeće vrste: *Andropogon ischaemum*, *Thymus glabrescens*, *Teucrium chamaedrys*, *Medicago falcata*, *Potentilla arenaria*, *Euphorbia pannonica*, *Festuca vallesiaca*, *Achillea millefolium*, *Asperula cynanchica*, *Euphorbia cyparissias*, *Eryngium campestre*, *Linum austriacum*, *Centaurea stoebe*, *Veronica prostrata*, *Carex verna*, *Salvia pratensis*, *Chrysopogon gryllus*, *Koeleria gracilis*, *Lotus corniculatus*, *Thesium intermedium*, *Stipa capillata*, *Chondrilla juncea*, *Taraxacum corniculatum*, *Carthamus lanatus*, *Muscari comosum*, *Seseli tortuosum*, *Allium sphaerocephalum*, *Tragopogon pratensis*, *Dorycnium herbaceum*, *Verbascum phoe-*

niceum, *Poa bulbosa*, *Jurinea mollis*, *Astragalus austriacus*, *Scabiosa ochroleuca*, *Pimpinella saxifraga*, *Plantago media*, *Brachypodium pinnatum*, *Ranunculus polyanthemos*, *Brunella vulgaris*, *Leontodon hispidus*, *Agrostis canina*, *Marrubium peregrinum*, *Cynodon dactylon*, *Muscari commutatum*, *Agropyron repens*, *Plantago lanceolata*, *Hieracium bauchini*, *Cytisus austriacus*, *Agropyron intermedium*, *Astragalus onobrychis*, *Centaurea scabiosa*, *Salvia nemorosa*, *Verbascum phlomoides*, *Carduus acanthoides*, *Stachys recta*, *Anchusa barrelieri*, *Nonea pulla*, *Cichorium intybus*, *Linaria genistifolia*, *Echium vulgare*, *Veronica austriaca*, *Campanula sibirica*, *Hypericum perforatum*, *Veronica spicata*, *Senecio erucifolius*, *Sanguisorba minor*, *Sambucus ebulus*, *Digitalis lanata*, *Galim verum*, *Knautia arvensis*, *Aster linosyris*, *Verbena officinalis*, *Melilotus officinalis*, *Salvia aethiopsis*, *Ononis spinosa*, *Viola ambigua* i još 44 vrste koje su zastupljene manjim stepenom stalnosti, dajući sivo zeleni aspekt staništu. U februaru počinje da cveta *Helleborus odoratus* a *Sternbergia colchiciflora*, jedna od diferencijalnih vrsta subas. *Stipetosum capillatae*, u januaru i februaru plodonosi.

U martu, pored biljaka koje su konstatovane u januaru i februaru, počinju da vegetiraju: *Reseda lutea*, *Xeranthemum annuum*, *Crupina vulgaris*, *Bromus squarrosus*, *Alissum calycinum*, *Erysimum cheiranthoides*, *Vicia pannonica*, *Sideritis montana*, *Crepis foetida*, *Calamintha acinos*, *Clinopodium vulgare*, *Sherardia arvensis*, *Trifolium pratense*, *Potentilla recta*, *Linaria vulgaris*, *Hieracium cymosum*, *Lithospermum arvense*, *Lactuca saligna*, *Lactuca scariola*, *Lavatera thuringiaca*, *Aegilops cylindrica* i još 22 vrste. Počinju da cvetaju: *Euphorbia cyparissias*, *Carex verna* i *Viola ambigua*, dok se *Potentilla arenaria* i *Helleborus odoratus* nalaze u punom cvetanju, dajući žuto zeleniji aspekt staništu. Od diferencijalnih vrsta subas. *Stipetosum capillatae* počinju da cvetaju: *Taraxacum corniculatum*, *Traspi perfoliatum*, *Holosteum umbellatum* i *Verbascum phoeniceum* a *Sternbergia colchiciflora* počinje da rasejava seme.

U martu počinje da vegetira još 43 vrste, tako da je martovski aspekt okarakterisan velikim brojem biljaka koje vegetiraju (163), od kojih 7 vrsta počinju da cvetaju, 2 se nalaze u punom cvetanju i 1 rasejava seme.

U aprilu, pored biljaka koje su konstatovane u martu, počinju da vegetiraju: *Nigella arvensis*, *Delphinium consolida*, *Aegilops avata*, *Crepis setosa*, *Daucus carota*, *Melampyrum arvense*, *Bupleurum gerardi*, *Kohlruschia prolifera*, *Odontites lutea* i *Filago arvensis*. Počinju da cvetaju: *Thymus glabrescens*, *Euphorbia pannonica*, *Linum austriacum*, *Veronica prostrata*, *Salvia pratensis*, *Reseda lutea*, *Koeleria gracilis*, *Lotus corniculatus*, *Thesium intermedium*, *Plantago lanceolata*, *Hieracium bauchini*, *Sanguisorba minor* i još 15 vrsta. U punom cvetanju nalaze se: *Potentilla arenaria*, *Euphorbia cyparissias*, *Carex verna*, *Muscari commutatum*, *Viola ambigua* i *Ornithogalum umbellatum* a *Helleborus odoratus* precvetava i plodonosi. Od diferencijalnih vrsta subas. *Stipetosum capillatae* počinju da cvetaju: *Alissum calycinum*, *Poa bulbosa* i *Jurinea mollis*, dok se: *Taraxacum corniculatum*, *Traspi perfoliatum*, *Holosteum umbellatum* i *Verbascum phoeniceum* nalaze u punom cvetanju a *Sternbergia colchiciflora* rasejava seme. Od diferencijalnih vrsta subas. *Brachypodietosum pinnati*

počinju da cvetaju: *Plantago media*, *Brachypodium pinnatum* i *Ranunculus polyanthemos*.

Aprilski aspekt okarakterisan je žuto zelenijim izgledom sa plavim nijansama, jer počinju da vegetiraju i preostalih 10 vrsta, tako da su prisutne sve vrste (173), koje ulaze u sastav ove asocijacije, od kojih 33 počinju da cvetaju, 10 se nalaze u punom cvetanju, 1 precvetava i 1 rasejava seme.

U maju počinju da cvetaju: *Medicago falcata*, *Festuca vallesiaca*, *Achillea millefolium*, *Chrysopogon gryllus*, *Nigella arvensis*, *Agropyron repens*, *Cytisus austriacus*, *Agropyron intermedium*, *Astragalus onobrychis*, *Vicia pannonica*, *Sideritis montana*, *Salvia nemorosa*, *Verbascum phlomoides*, *Stachys recta*, *Anchusa barrelieri*, *Nonea pulla*, *Cichorium intybus*, *Linaria genistifolia*, *Veronica austriaca*, *Echium vulgare*, *Campanula sibirica*, *Hypericum perforatum*, *Sambucus ebulus*, *Digitalis lanata*, *Melilotus officinalis* i još 40 vrsta. U punom cvetanju nalaze se: *Thymus glabrescens*, *Euphorbia pannonica*, *Linum austriacum*, *Veronica prostrata*, *Salvia pratensis*, *Reseda lutea*, *Koeleria gracilis*, *Lotus corniculatus*, *Thesium intermedium*, *Plantago lanceolata*, *Hieracium bauchini*, *Sanguisorba minor* i još 14 vrste a precvetavaju i plodonose: *Potentilla arenaria*, *Euphorbia cyparissias*, *Carex verna*, *Muscari commutatum*, *Viola ambigua* i *Ornithogalum umbellatum*, dok *Helleborus odoratus* rasejava seme. Od diferencijalnih vrsta subas. *Stipetisum capillatae* počinju da cvetaju: *Crupina vulgaris*, *Bromus squarrosus*, *Allium sphaerocephalum*, *Tragopogon pratensis*, *Dorycnium herbaceum*, *Erysimum cheiranthoides* i *Astragalus austriacus*, dok se: *Muscari comosum*, *Alissum calycinum*, *Poa bulbosa* i *Jurinea mollis* nalaze u punom cvetanju, *Taraxacum corniculatum*, *Traspi perfoliatum*, *Holosteum umbellatum* i *Verbascum phoeniceum* precvetavaju i plodonose a *Sternbergia colchiciflora* nastavlja da vegetira posle rasejavanja semena. Od diferencijalnih vrsta subas. *Brachypodietosum pinnatum* počinje da cveta *Agrostis canina* a u punom cvetanju nalaze se *Plantago media*, *Brachypodium pinnatum* i *Ranunculus polyanthemos*.

U maju počinje da cveta najveći broj vrsta (73), dok se 33 nalaze u punom cvetanju, 10 precvetavaju i plodonose, 1 rasejava seme a 1 nastavlja da vegetira posle rasejavanja semena, tako da aspekt staništu daje plava boja cvetova *Thymus glabrescens*, *Linum austriacum*, *Veronica prostrata*, *Salvia pratensis*, *Muscari comosum* i *Jurinea mollis*, prošarana žutom bojom cvetova *Euphorbia pannonica*, *Lotus corniculatus*, *Reseda lutea*, *Hieracium bauchini* i *Ranunculus polyanthemos*.

U junu počinju da cvetaju: *Andropogon ischaemun*, *Teucrium chamaedrys*, *Asperula cynanchica*, *Xeranthemum annuum*, *Marrubium peregrynium*, *Cynodon dactylon*, *Centaurea scabiosa*, *Carduus acanthoides*, *Crepis foetida*, *Veronica spicata*, *Knautia arvensis*, *Senecio erucifolius*, *Galium verum*, *Verbena officinalis*, *Salvia aethiopsis*, *Ononis spinosa*, *Delphinium consolida* i još 16 vrsta. U punom cvetanju nalaze se: *Thymus glabrescens*, *Medicago falcata*, *Festuca vallesiaca*, *Achillea millefolium*, *Salvia pratensis*, *Reseda lutea*, *Chrysopogon gryllus*, *Lotus corniculatus*, *Nigella arvensis*, *Agropyron repens*, *Plantago lanceolata*, *Cytisus austriacus*, *Agropy-*

*ron intermedium*, *Astragalus onobrychis*, *Sideritis montana*, *Salvia nemorosa*, *Verbascum phlomoides*, *Cichorium intybus*, *Stachys recta*, *Anchusa barrelieri*, *Nonea pulla*, *Linaria genistifolia*, *Echium vulgare*, *Campanula sibirica*, *Hypericum perforatum*, *Sambucus ebulus*, *Digitalis lanata*, *Melilotus officinalis* i još 41 vrsta. Precvetavaju i plodonose: *Euphorbia pannonica*, *Linum austriacum*, *Veronica prostrata*, *Koeleria gracilis*, *Thesium intermedium*, *Hieracium bauchini*, *Veronica austriaca*, *Sanguisorba minor*, *Vicia pannonica* i još 18 vrsta, dok samo plodonose: *Euphorbia cyparissias*, *Carex verna* i *Viola ambigua*, rasejavaju semena: *Potentilla arenaria*, *Muscari commutatum* i *Ornithogalum umbellatum* a *Helleborus odoratus* nastavlja da vegetira posle rasejavanja semena. Od diferencijalnih vrsta subas. *Stipetisum capillatae* počinju da cvetaju: *Chondrilla juncea* i *Carthamus lanatus*, dok se: *Crupina vulgaris*, *Bromus squarrosus*, *Allium sphaerocephalum*, *Tragopogon pratensis*, *Dorycnium herbaceum*, *Erysimum cheiranthoides* i *Astragalus austriacus* nalaze u punom cvetanju, *Muscari comosum*, *Alissum calycinum*, *Poa bulbosa* i *Jurinea mollis* precvetavaju i plodonose, *Traspi perfoliatum* i *Verbascum phoeniceum* rasejavaju semena, *Taraxacum corniculatum* nastavlja da vegetira posle rasejavanja plodova a *Holosteum umbellatum* završava svoj životni ciklus. Od diferencijalnih vrsta subas. *Brachypodietosum pinnati* počinju da cvetaju i preostale 4 vrste: *Scabiosa ochroleuca*, *Pimpinella saxifraga*, *Brunella vulgaris* i *Leontodon hispidus*, dok se *Plantago media*, *Brachypodium pinnatum* i *Agrostis canina* nalaze u punom cvetanju a *Ranunculus polyanthemos* precvetava i plodonosi.

U junu počinje da cveta manji broj vrsta (39), ali se zato najveći broj vrsta nalazi u punom cvetanju (76), dok 35 precvetavaju i plodonose, 5 rasejavaju plodove i semena, 2 nastavljaju da vegetiraju posle rasejavanja plodova i semena a 1 završava svoj životni ciklus, tako da u junu dolazi do izražaja bogatstvo boja od cvetova biljaka, koje počinju da cvetaju ili su u punom cvetanju ili pak precvetavaju, dajući poseban aspekt staništu.

U julu počinju da cvetaju: *Eryngium campestre*, *Centaurea stoebe*, *Daucus carota*, *Diplachne serotina*, *Seseli annuum*, *Lactuca saligna*, *Lactuca scariola*, *Carlina acaulis*, *Odontites lutea*, *Succisa pratensis*, *Centaurea solstitialis* i *Hieracium umbellatum*. U punom cvetanju nalaze se: *Andropogon ischaemum*, *Teucrium chamaedrys*, *Medicago falcata*, *Achillea millefolium*, *Asperula cynanchica*, *Xeranthemum annuum*, *Lotus corniculatus*, *Nigella arvensis*, *Marrubium peregrinum*, *Cynodon dactylon*, *Centaurea scabiosa*, *Cytisus austriacus*, *Carduus acanthoides*, *Anchusa barrelieri*, *Cichorium intybus*, *Crepis foetida*, *Linaria genistifolia*, *Hypericum perforatum*, *Veronica spicata*, *Knautia arvensis*, *Senecio erucifolius*, *Galium verum*, *Verbena officinalis*, *Salvia aethiopis*, *Ononis spinosa*, *Delphinium consolida* i još 29 vrsta. Precvetavaju i plodonose: *Thymus glabrescens*, *Festuca vallesiaca*, *Salvia pratensis*, *Reseda lutea*, *Chrysopogon gryllus*, *Agropyron repens*, *Plantago lanceolata*, *Sideritis montana*, *Agropyron intermedium*, *Astragalus onobrychis*, *Salvia nemorosa*, *Verbascum phlomoides*, *Stachys recta*, *Nonea pulla*, *Echium vulgare*, *Campanula sibirica*, *Sambucus ebulus*, *Digitalis lanata*, *Melilotus officinalis* i još 26 vrsta, dok

samo plodonose: *Linum austriacum*, *Koeleria gracilis*, *Thesium intermedium*, *Hieracium bauchini*, *Aegilops ovata*, *Fragaria vesca*, *Vinca herbacea*, *Rubus caesius*, *Trifolium montanum* i *Cerithe minor*, rasejavaju plodove i semena: *Euphorbia pannonica*, *Euphorbia cyparissias*, *Carex verna*, *Veronica prostrata*, *Sanguisorba minor*, *Veronica austriaca*, *Viola ambigua*, *Trifolium pratense*, *Lithospermum arvense*, *Trifolium repens*, *Filipendula hexapetala*, *Potentilla argentea*, *Vicia pannonica*, *Lathyrus aphaca*, *Lamium amplexicaule*, *Ajuga genevensis* i *Silene inflata* a nastavljaju da vegetiraju posle rasejavanja plodova i semena: *Potentilla arenaria*, *Muscari commutatum* i *Ornithogalum umbellatum*. Od diferencijalnih vrsta subas. *Stipetosum capillatae* počinje da cveta *Stipa capillata*, dok se *Chondrilla juncea* i *Carthamus lanatus* nalaze u punom cvetanju, *Crupina vulgaris*, *Bromus squarrosus*, *Allium sphaerocephalum*, *Tragopogon pratensis*, *Dorycnium herbaceum*, *Erysimum cheiranthoides* i *Astragalus austriacus* precvetavaju i plodonose, *Muscari comosum*, *Alissum calycinum*, *Poa bulbosa* i *Jurinea mollis* rasejavaju plodove i semena, *Verbascum phoeniceum* nastavlja da vegetira posle rasejavanja semena a *Tlaspi perfoliatum* završava svoj životni ciklus. Od diferencijalnih vrsta subas. *Brachypodietosum pinnati* nalaze se u punom cvetanju: *Scabiosa ochroleuca*, *Pimpinella saxifraga*, *Brunella vulgaris* i *Leontodon hispidus*, dok *Plantago media*, *Brachypodium pinnatum* i *Agrostis canina* precvetavaju i plodonose a *Ranunculus polyanthemus* rasejava plodove.

U julu počinje da cveta još manji broj vrsta (13), ali se zato još uvek veliki broj vrsta (61) nalazi u punom cvetanju, dok najveći broj (65) precvetava i plodonosi, 22 rasejavaju plodove i semena, 4 nastavljaju da vegetiraju posle rasejavanja plodova i semena a 1 završava svoj životni ciklus, tako da u julu dolazi do izražaja boja cvetova biljaka, koje se nalaze u punom cvetanju ili pak precvetavaju i plodonose, dajući aspekt staništu.

U avgustu počinju da cvetaju i preostale 2 vrste: *Aster linosyris* i *Aster amellus*. U punom cvetanju nalaze se: *Andropogon ischaemum*, *Eryngium campestre*, *Centaurea stoebe*, *Xeranthemum annuum*, *Carduus acanthoides*, *Galium verum*, *Daucus carota*, *Diplachne serotina*, *Convolvulus arvensis*, *Linum hirsutum*, *Seseli annuum*, *Linaria vulgaris*, *Lactuca saligna*, *Lactuca scariola*, *Carlina acaulis*, *Odontites lutea*, *Succisa pratensis*, *Centaurea solstitialis*, *Hieracium umbellatum*, *Solidago virga aurea* i *Anthemis tinctoria*. Precvetavaju i plodonose: *Teucrium chamaedrys*, *Medicago falcata*, *Achillea millefolium*, *Asperula cynanchica*, *Lotus corniculatus*, *Nigella arvensis*, *Marrubium peregrinum*, *Cynodon dactylon*, *Centaurea scabiosa*, *Cytisus austriacus*, *Anchusa barrelieri*, *Cichorium intybus*, *Crepis foetida*, *Linaria genistifolia*, *Hypericum perforatum*, *Veronica spicata*, *Knautia arvensis*, *Senecio erucifolius*, *Verbena officinalis*, *Salvia aethiopis*, *Ononis spinosa*, *Delphinium consolida* i još 24 vrste, dok samo plodonose: *Agropyron repens*, *Verbascum phlomoides*, *Agropyron intermedium*, *Sambucus ebulus*, *Verbascum nigrum*, *Digitalis lanata*, *Thalictrum aquilegifolium*, *Orlaya grandiflora*, *Dactylis glomerata* i *Rubus caesius*. Rasejavaju plodove i semena: *Thymus glabrescens*, *Festuca valle-*

siaca, *Linum austriacum*, *Salvia pratensis*, *Reseda lutea*, *Chrysopogon gryllus*, *Koeleria gracilis*, *Thesium intermedium*, *Plantago lanceolata*, *Sideritis montana*, *Salvia nemorosa*, *Hieracium bauchini*, *Astragalus onobrychis*, *Stachys recta*, *Nonea pulla*, *Campanula sibirica*, *Melilotus officinalis*, *Vicia pannonica* i još 28 vrsta. Nastavljaju da vegetiraju posle rasejavanja plodova i semena: *Euphorbia pannonica*, *Euphorbia cyparissias*, *Carex verna*, *Veronica prostrata*, *Sanguisorba minor*, *Veronica austriaca*, *Viola ambigua*, *Trifolium pratense*, *Trifolium repens*, *Filipendula hexapetala*, *Potentilla argentea*, *Ajuga genevensis* i *Silene inflata* a završavaju svoj životni ciklus *Lithospermum arvense* i *Lamium amplexicaule*. Od diferencijalnih vrsta subas. *Stipetosum capillatae* počinju da cvetaju i preostale 2 vrste: *Seseli tortuosum* i *Sternbergia colchiciflora*, dok se: *Stipa capillata* i *Chondrilla juncea* nalaze u punom cvetanju, *Carthamus lanatus* precvetava i plodonosi, *Allium sphaerocephalum*, *Dorycnium herbageum* i *Erysimum cheiranthoides* plodonose, *Crupina vulgaris*, *Bromus squarrosus*, *Tragopogon pratensis* i *Astragalus austriacus* rasejavaju plodove i semena, *Muscari comosum*, *Poa bulbosa* i *Jurinea mollis* nastavljaju da vegetiraju posle rasejavanja plodova i semena a *Alissum calycinum* završava svoj životni ciklus. Od diferencijalnih vrsta subas. *Brachypodium pinnati* nalaze se u punom cvetanju: *Scabiosa ochroleuca* i *Pimpinella saxifraga*, dok *Brunella vulgaris* i *Leontodon hispidus* precvetavaju i plodonose, *Brachypodium pinnatum* i *Agrostis canina* plodonose, *Plantago media* rasejava plodove a *Ranunculus polyanthemus* nastavlja da vegetira posle rasejavanja plodova.

U avgustu počinju da cvetaju i poslednje 4 vrste, mali broj vrsta (25) nalazi se u punom cvetanju, ali je zato još uvek veliki broj vrsta (65), koje precvetavaju i plodonose, kao i 51, koje rasejavaju plodove i semena, dok 17 nastavljaju da vegetiraju posle rasejavanja plodova i semena a 3 završavaju svoj životni ciklus, tako da u avgustu aspekt staništu daju biljke, koje su u punom cvetanju, precvetavaju-plodonose i rasejavaju plodove i semena.

U septembru u punom cvetanju nalaze se: *Aster linosyris*, *Seseli annuum* i *Aster amellus*. Precvetavaju i plodonose: *Andropogon ischaemum*, *Eryngium campestre*, *Centaurea stoebe*, *Xeranthemum annuum*, *Carduus acanthoides*, *Galium verum*, *Daucus carota*, *Diplachne serotina*, *Convolvulus arvensis*, *Linum hirsutum*, *Linaria vulgaris*, *Lactuca saligna*, *Lactuca scariola*, *Carlina acaulis*, *Odontites lutea*, *Succisa pratensis*, *Centaurea solstitialis*, *Hieracium umbellatum*, *Solidago virga aurea* i *Anthemis tinctoria*, dok samo plodonose: *Teucrium chamaedrys*, *Asperula cynanchica*, *Agropyron repens*, *Cynodon dactylon*, *Marrubium peregrinum*, *Cichorium intybus*, *Crepis foetida*, *Linaria genistifolia*, *Echium vulgare*, *Hypericum perforatum*, *Veronica spicata*, *Anchusa barrelieri*, *Agropyron intermedium*, *Sambucus ebulus*, *Knautia arvensis*, *Verbena officinalis*, *Ononis spinosa* i još 15 vrsta. Rasejavaju plodove i semena: *Thymus glabrescens*, *Medicago falcata*, *Achillea millefolium*, *Reseda lutea*, *Lotus corniculatus*, *Nigella arvensis*, *Centaurea scabiosa*, *Cytisus austriacus*, *Verbascum phlomoides*, *Senecio erucifolius*, *Astragalus onobrychis*, *Digitalis*

*lanata*, *Salvia aethiopis*, *Delphinium consolida* i još 15 vrsta. Nastavljaju da vegetiraju posle rasejavanja plodova i semena: *Festuca vallesiaca*, *Linum austriacum*, *Chrysopogon gryllus*, *Salvia pratensis*, *Koeleria gracilis*, *Thesium intermedium*, *Plantago lanceolata*, *Salvia nemorosa*, *Hieracium bauchini*, *Stachys recta*, *Nonea pulla*, *Onobrychis arenaria*, *Melilotus officinalis*, *Campanula sibirica*, *Plantago altissima*, *Fragaria vesca*, *Potentilla recta*, *Coronilla varia*, *Linum tenuifolium*, *Vinca herbacea* i još 12 vrste a završavaju svoj životni ciklus: *Sideritis montana*, *Aegilops ovata*, *Sherardia arvensis*, *Kohlruschia prolifera*, *Aegilops cylindrica*, *Calamintha acinos*, *Arenaria serpyllifolia*, *Vicia pannonica*, *Lathyrus aphaca* i *Melampyrum arvense*. Od diferencijalnih vrsta subas. *Stipetosum capillatae* nalaze se u punom cvetanju: *Seseli tortuosum* i *Sternbergia colchiciflora*, dok *Stipa capillata* i *Chondrilla juncea* precvetavaju i plodonose, *Carthamus lanatus* samo plodonosi, *Allium sphaerocephalum*, *Dorycnium herbaceum* i *Erysimum cheiranthoides* rasejavaju semena, *Tragopogon pratensis* i *Astragalus austriacus* nastavljaju da vegetiraju posle rasejavanja plodova i semena a *Crupina vulgaris* i *Bromus squarrosus* završavaju svoj životni ciklus. Od diferencijalnih vrsta subas. *Brachypodietosum pinnati* precvetavaju i plodonose: *Scabiosa ochroleuca* i *Pimpinella saxifraga*, dok *Brachypodium pinnatum*, *Brunella vulgaris* i *Leontodon hispidus* samo plodonose, *Agrostis canina* rasejava plodove a *Plantago media* nastavlja da vegetira posle rasejavanja plodova.

U septembru u punom cvetanju nalaze se poslednjih 5 vrsta, ali zato još uvek veliki broj vrsta (60) precvetava i plodonosi, 33 rasejava plodove i semena, 35 nastavlja da vegetira posle rasejavanja plodova i semena, a 12 završava svoj životni ciklus, tako da u septembru aspekt staništu daje bela boja cvetova *Seseli tortuosum* prošarana žutom bojom cvetova *Aster linosyris* i *Sternbergia colchiciflora*, zatim biljke koje precvetavaju-plodonose, rasejavaju plodove i semena, kao i biljke koje nastavljaju da vegetiraju posle rasejavanja plodova i semena.

U oktobru precvetavaju i plodonose: *Aster linosyris*, *Seseli annuum* i *Aster amellus*, dok samo plodonose: *Eryngium campestre*, *Centaurea stoebe*, *Agropyron repens*, *Anchusa barrelieri*, *Sambucus ebulus*, *Verbena officinalis*, *Succisa pratensis*, *Rubus caesius*, *Carlina acaulis* i *Marrubium vulgare*. Rasejavaju plodove i semena: *Andropogon ischaemum*, *Thymus glabrescens*, *Teucrium chamaedrys*, *Medicago falcata*, *Achillea millefolium*, *Asperula cynanchica*, *Xeranthemum annuum*, *Reseda lutea*, *Lotus corniculatus*, *Nigella arvensis*, *Marrubium peregrinum*, *Cynodon dactylon*, *Agropyron intermedium*, *Carduus acanthoides*, *Cichorium intybus*, *Crepis foetida*, *Linaria genistifolia*, *Echium vulgare*, *Hypericum perforatum*, *Veronica spicata*, *Knautia arvensis*, *Galium verum*, *Digitalis lanata*, *Salvia aethiopis*, *Ononis spinosa*, *Delphinium consolida* i još 30 vrsta. Nastavljaju da vegetiraju posle rasejavanja plodova i semena: *Centaurea scabiosa*, *Cytisus austriacus*, *Verbascum phlomoides*, *Senecio erucifolius*, *Astragalus onobrychis*, *Falcaria vulgaris*, *Linum flavum*, *Hieracium pilosella*, *Anthericum ramosum*, *Campanula bononiensis*, *Salvia verticillata*, *Stachys germanica*, *Cytisus nigricans* i *Cerintho minor* a završava svoj ži-

votni ciklus *Orlaya grandiflora*. Od diferencijalnih vrsta subas. *Stipetosum capillatae* precvetavaju i plodonose: *Seseli tortuosum* i *Sternbergia colchiciflora*, dok *Stipa capillata*, *Chondrilla juncea* i *Carthamus lanatus* rasejavaju plodove i semena, *Dorycnium herbaceum* i *Allium sphaerocephalum* nastavljaju da vegetiraju posle rasejavanja semena a *Erysimum cheiranthoides* završava svoj životni ciklus. Od diferencijalnih vrsta subas. *Brachypodietosum pinnati* plodonose: *Scabiosa ochroleuca* i *Pimpinella saxifraga*, dok *Brachypodium pinnatum*, *Brunella vulgaris* i *Leontodon hispidus* rasejavaju plodove i semena a *Agrostis canina* nastavlja da vegetira posle rasejavanja plodova.

U oktobru precvetava i plodonosi znatno manji broj vrsta (17), ali zato najveći broj vrsta (62) rasejava plodove i semena, dok 17 nastavlja da vegetira posle rasejavanja plodova i semena a 2 završavaju svoj životni ciklus, tako da u oktobru aspekt staništu daju biljke koje precvetavaju-plodonose, rasejavaju plodove i semena, kao i biljke koje nastavljaju da vegetiraju posle rasejavanja plodova i semena.

U novembru plodonosi samo *Aster linosyris* a rasejavaju plodove i semena: *Achillea millefolium*, *Eryngium campestre*, *Centaurea stoebe*, *Agropyron repens*, *Marrubium peregrinum*, *Cichorium intybus*, *Echium vulgare*, *Anchusa barraelieri*, *Sambucus ebulus*, *Verbena officinalis*, *Seseli annuum*, *Aster amellus*, *Carlina acaulis*, *Succisa pratensis*, *Rubus caesius* i *Marrubium vulgare*. Nastavljaju da vegetiraju posle rasejavanja plodova i semena: *Andropogon ischaemum*, *Thymus glabrescens*, *Teucrium chamaedrys*, *Medicago falcata*, *Asperula cynanchica*, *Lotus corniculatus*, *Cynodon dactylon*, *Carduus acanthoides*, *Linaria genistifolia*, *Hypericum perforatum*, *Veronica spicata*, *Agropyron intermedium*, *Digitalis lanata*, *Knautia arvensis*, *Galium verum*, *Salvia aethiopsis*, *Ononis spinosa* i još 23 vrste a završavaju svoj životni ciklus: *Xeranthemum annuum*, *Reseda lutea*, *Nigella arvensis*, *Crepis foetida*, *Crepis setosa*, *Bupleurum gerardi*, *Ajuga chamaepitys*, *Odontites lutea*, *Centaurea solstitialis*, *Filago arvensis* i *Delphinium consolida*. Od diferencijalnih vrsta subas. *Stipetosum capillatae* plodonose: *Seseli tortuosum* i *Sternbergia colchiciflora*, dok *Stipa capillata*, *Chondrilla juncea* i *Carthamus lanatus* nastavljaju da vegetiraju posle rasejavanja plodova i semena. Od diferencijalnih vrsta subas. *Brachypodietosum pinnati* rasejavaju plodove i semena: *Scabiosa ochroleuca*, *Pimpinella saxifraga* i *Brachypodium pinnatum*, dok *Brunella vulgaris* i *Leontodon hispidus* nastavljaju da vegetiraju posle rasejavanja plodova i semena.

U novembru plodonosi mali broj vrsta (3), dok 19 rasejava plodove i semena, 45 nastavlja da vegetira posle rasejavanja plodova i semena a 11 završava svoj životni ciklus, tako da u novembru aspekt staništu daju biljke koje rasejavaju plodove i semena i biljke koje nastavljaju da vegetiraju posle rasejavanja plodova i semena. U takvom stanju stepa dočekuje zimu i ulazi pod sneg.

U decembru još uvek rasejavaju plodove i semena »k o t r l j a n i k« *Eryngium campestre* i *Seseli tortuosum* nošeni vetrom po stepi, zatim: *Aster linosyris*, *Verbena officinalis*, *Carlina acaulis* i *Rubus caesius* a na-



stavljaju da vegetiraju posle rasejavanja plodova i semena: *Achillea millefolium*, *Centaurea stoebe*, *Agropyron repens*, *Marrubium peregrinum*, *Cichorium intybus*, *Echium vulgare*, *Anchusa barrelieri*, *Sambucus ebulus*, *Seseli annuum*, *Aster amellus*, *Succisa pratensis* i *Marrubium vulgare*. Od diferencijalnih vrsta subas. *Stipetosum capillatae* plodonosi *Sternbergia colchiciflora* a od diferencijalnih vrsta subas. *Brachypodietosum pinnati* nastavljaju da vegetiraju posle rasejavanja plodova i semena: *Scabiosa ochroleuca*, *Pimpinella saxifraga* i *Brachypodium pinnatum*.

U decembru plodonosi samo 1 vrsta, dok 6 rasejava plodove i semena a 15 nastavlja da vegetira posle rasejavanja plodova i semena i sa ostalim vrstama koje su ranije rasejale plodove i semena, daju aspekt staništu ako stepa nije pod snegom.

## ZAKLJUČAK

Na Višnjičkoj kosi izdvojena je nova stepska asocijacija *Andropogoneto-Euphorbietum pannonicae* R. B o g., koja je razvijena u vidu stepskih fragmanata na neobrađenim površinama i raščlanjena na dve subasocijacije: subas. *Andropogoneto-Euphorbietum pannonicae stipetosum capillatae* R. B o g., i subas. *Andropogoneto-Euphorbietum pannonicae brachypodietosum pinnati* R. B o g.

Dinamika razvitka stepske vegetacije na Višnjičkoj kosi izražena je u pojavi više aspekata u toku godine.

Januarski i februarski aspekt okarakterisan je pritajenim vegetiranjem velikog broja vrsta asocijacije *Andropogoneto-Euphorbietum pannonicae* (120), koje daju sivo zeleni izgled staništu, bilo da se stepa nalazi pod snegom ili pak da snežnog pokrivača uopšte nema, kao što je to slučaj u pojedinim godinama. U februaru počinje da cveta *Helleborus odoratus* a *Sternbergia colchiciflora* u januaru i februaru plodonosi.

U martu počinje da vegetira još 43 vrste, tako da je martovski aspekt okarakterisan velikim brojem vrsta koje vegetiraju (163), od kojih 7 vrsta počinju da cvetaju, 2 se nalaze u punom cvetanju (*Potentilla arenaria* i *Helleborus odoratus*) dajući žuto zeleniji izgled staništu i 1 rasejava seme.

Aprilski aspekt okarakterisan je žuto zelenijim izgledom sa plavim nijansama, jer počinju da vegetiraju i preostalih 10 vrsta, tako da su prisutne sve vrste (173), koje ulaze u sastav ove asocijacije, od kojih 33 počinju da cvetaju, 10 se nalaze u punom cvetanju, 1 precvetava i 1 rasejava seme.

U maju počinje da cveta najveći broj vrsta (73), dok se 33 nalaze u punom cvetanju, 10 precvetavaju i plodonose, 1 rasejava seme a 1 nastavlja da vegetira posle rasejavanja plodova i semena, tako da aspekt staništu daje plava boja cvetova *Thymus glabrescens*, *Linum austriacum*, *Veronica prostrata*, *Salvia pratensis*, *Muscari comosum* i *Jurinea mollis*, pro-

šarana žutom bojom cvetova *Euphorbia pannonica*, *Lotus corniculatus*, *Reseda lutea*, *Hieracium bauchini* i *Ranunculus polyanthemos*.

U junu počinje da cveta manji broj vrsta (39), ali se zato najveći broj vrsta nalazi u punom cvetanju (76), dok 35 precvetavaju i plodonose, 5 rasejavaju plodove i semena, 2 nastavljaju da vegetiraju posle rasejavanja plodova i semena a 1 završava svoj životni ciklus, tako da u junu dolazi do izražaja bogatstvo boja od cvetova biljaka, koje počinju da cvetaju ili su u punom cvetanju ili pak precvetavaju, dajući poseban aspekt staništu.

U julu počinje da cveta još manji broj vrsta (13), ali se zato još uvek veliki broj vrsta (61), nalazi u punom cvetanju, dok najveći broj (65) precvetava i plodonosi, 22 rasejavaju plodove i semena, 4 nastavljaju da vegetiraju posle rasejavanja plodova i semena a 1 završava svoj životni ciklus, tako da u julu dolazi do izražaja boja cvetova biljaka, koje se nalaze u punom cvetanju ili pak precvetavaju i plodonose, dajući aspekt staništu.

U avgustu počinju da cvetaju i poslednje 4 vrste, mali broj vrsta (25) nalazi se u punom cvetanju, ali je zato još uvek veliki broj vrsta (65), koje precvetavaju i plodonose, kao i 51, koje rasejavaju plodove i semena, dok 17 nastavljaju da vegetiraju posle rasejavanja plodova i semena a 3 završavaju svoj životni ciklus, tako da u avgustu aspekt staništu daju biljke, koje su u punom cvetanju, precvetavaju-plodonose i rasejavaju plodove i semena.

U septembru u punom cvetanju nalaze se poslednjih 5 vrsta, ali zato još uvek veliki broj vrsta (60) precvetava i plodonosi, 33 rasejava plodove i semena, 35 nastavlja da vegetira posle rasejavanja plodova i semena a 12 završava svoj životni ciklus, tako da u septembru aspekt staništu daje bela boja cvetova *Seseli tortuosum* prošarana žutom bojom cvetova *Aster linoxyris* i *Sternbergia colchiciflora*, zatim biljke koje precvetavaju-plodonose, rasejavaju plodove i semena, kao i biljke koje nastavljaju da vegetiraju posle rasejavanja plodova i semena.

U oktobru precvetava i plodonosi znatno manji broj vrsta (17), ali zato najveći broj vrsta (62) rasejava plodove i semena, dok 17 nastavlja da vegetira posle rasejavanja plodova i semena a 2 završavaju svoj životni ciklus, tako da u oktobru aspekt staništu daju biljke koje precvetavaju-plodonose, rasejavaju plodove i semena, kao i biljke koje nastavljaju da vegetiraju posle rasejavanja plodova i semena.

U novembru plodonosi mali broj vrsta (3), dok 19 rasejava plodove i semena, 45 nastavlja da vegetira posle rasejavanja plodova i semena a 11 završava svoj životni ciklus, tako da u novembru aspekt staništu daju biljke koje rasejavaju plodove i semena i biljke koje nastavljaju da vegetiraju posle rasejavanja plodova i semena. U takvom stanju stepa dočekuje zimu i ulazi pod sneg.

U decembru plodonosi samo 1 vrsta (*Sternbergia colchiciflora*), dok 6 rasejava plodove i semena a 15 nastavlja da vegetira posle rasejavanja plodova i semena i sa ostalim vrstama koje su ranije rasejale plodove i semena, daju aspekt staništu ako stepa nije pod snegom.

## LITERATURA

- Aljohin V. V. (1944); Geografija rastenij. — »Sovjetska nauka«, Moskva.
- Bogojević R. (1968): Vegetacijska zonalna pripadnost Višnjičke kose kraj Beograda i njene okoline. — Glasnik Botaničkog zavoda i bašte Univerziteta u Beogradu, Tom III nov. ser., Beograd.
- Bogojević R. (1968): Floristička i fitocenološka ispitivanja vegetacije na Višnjičkoj kosi kraj Beograda. — Glasnik Botaničkog zavoda i bašte Univerziteta u Beogradu, Tom III nov. ser., Beograd.
- Cincović T. (1959): Livadska vegetacija u rečnim dolinama Zapadne Srbije. — Zbornik radova Poljoprivrednog fakulteta, Beograd.
- Danon J. (1960): Fitocenološka ispitivanja livada tipa *Agrostidetum vulgaris* i *Poterieto-Festucetum vallesiacae* u okolini Krivog Vira. — Arhiv bioloških nauka, 1/2, Beograd.
- Danon J. (1962): Fitocenološka ispitivanja livada tipa *Brometo-Cynosuretum cristati* u okolini Krivog Vira. — Arhiv bioloških nauka, 1/2, Beograd.
- Keller B. A. (1923): Rastiteljnij mir ruskih stepej, polupustinj i pustinj. — Voronjež.
- Stjepanović-Veseličić L. (1953): Vegetacija Deliblatske Peščare. — Posebno izdanje Instituta za ekologiju i biogeografiju SAN, T. CCXVI, № 4, Beograd.

## Zusammenfassung

RADOJE BOGOJEVIĆ

## PHÄNOLOGIE DER STEPPENVEGETATION AM VIŠNJICA-ABHANG BEI BEOGRAD

Am Višnjica-Abhang wurde eine neue Steppenassoziation, die *Andropogoneto-Euphorbietum pannonicae* R. Bog., ausgesondert, die sich in Form von Steppenfragmenten an den unbebauten Flächen entwickelt hat. Sie wurde in zwei Subassoziation gegliedert: in die Subassoziation *Andropogoneto-Euphorbietum pannonicae stipetosum capillatae* R. Bog., und in Subassoziation *Andropogoneto-Euphorbietum pannonicae brachypodietosum pinnati* R. Bog.

Die Entwicklungsdynamik der Steppenvegetation am Višnjica — Abhang ist in Vorkommen von mehrerer Aspekten im Laufe des Jahres ausgedrückt.

Der Januar — und Februar aspekt charakterisiert sich durch ein verheimlichtes (schlummerndes) Vegetieren einer grossen Artenanzahl der Assoziation *Andropogoneto-Euphorbietum pannonicae* (120), die dem Standort eine grau-grüne Aussicht verleihen, sei die Steppe unter der Schneedecke, oder auch wenn keine da ist, wie es auch in einzelnen Jahren der Fall ist. Im Februar beginnt *Helleborus odoratus* zu blühen, und *Sternbergia colchiciflora* im Januar und Februar Früchte zu bringen.

Im März beginnen noch 43 Arten zu vegetieren, so dass sich der Märzaspekt durch eine grosse vegetierende Artenanzahl (163) charakterisiert, von denen 7 Arten im Blühen begriffen sind, 2 Arten in voller Blüte stehn (*Potentilla arenaria* und *Helleborus odoratus*) und eine Art streut den Samen aus, was dem Standort eine gelb-grünlichere Ansicht gibt.

Der Aprilaspekt charakterisiert sich durch gelblich — grüneres Aussehen mit blauen Nuancen, da auch die übrigen 10 Arten zu vegetieren beginnen, so dass alle Arten anwesend sind (173), welche die Struktur dieser Assoziation bilden. Von ihnen beginnen 33 Arten zu blühen, 10 Arten befinden sich in voller Blüte, 1 Art blüht ab, und 1 Art streut den Samen aus.

Im Mai beginnt die grösste Artenanzahl (73) zu blühen, während sich 33 Arten in voller Blüte befinden, blühen 10 Arten ab und fruchten, 1 Art streut den Samen aus und 1 Art setzt nach der Frucht- und Samenausstreung zu vegetieren fort, so dass dem Standort die blaue Blütenfarbe von *Thymus glabrengens*, *Linum austriacum*, *Veronica prostrata*, *Salvia pratensis*, *Muscari comosum* und *Jurinea mollis*, stellenweise durch die gelbe Farbe der Blüten von

*Euphorbia pannonica*, *Lotus corniculatus*, *Reseda lutea*, *Hieracium bauchini* und *Ranunculus polyanthemos* gescheckt, den Aspekt verleihen.

Im Juni beginnt eine kleinere Artenanzahl (39) zu blühen, aber deshalb steht die grösste Artenanzahl in voller Blüte (76), während 35 Arten abblühen und fruchten; 5 Arten streuen Früchte und Samen aus, 2 Arten setzen fort zu vegetieren nach dem Ausstreuen der Früchte und Samen, und nur eine Art beendet ihr Lebenszyklus, so dass im Juni der Farbenreichtum blühender Pflanzen zum Ausdruck kommt, die da anfangen zu blühen, die in voller Blüte stehen, oder verblühen und so dem Standort einen besonderen Aspekt verleihen.

Im Juli beginnt eine noch geringere Artenanzahl zu blühen (13), deshalb aber befindet sich noch immer eine grosse Artenzahl (61) in voller Blüte, während die grösste Artenanzahl (65) verblüht und fruchtet, 22 Arten streuen Früchte und Samen aus, 4 Arten setzen fort — nach Ausstreuen der Früchte und Samen — zu vegetieren, und 1 Art beendet ihr Lebenszyklus, so dass auch im Juli die Blütenfarbe der in voller Blüte stehenden oder die der verblühenden und fruchtenden Pflanzen zum Ausdruck kommt, indem sie den Aspekt dem Standort verleihen.

Im August beginnen die letzten 4 Arten zu blühen. Eine kleine Artenzahl (25) ist in voller Blüte begriffen, aber deshalb ist da noch eine grosse Artenanzahl (65), die verblüht und fruchtet, wie auch (51) Früchte und Samen ausstreuende Arten, während 17 Arten nach dem Ausstreuen der Früchte und Samen zu vegetieren fortsetzen, und 3 Arten ihren Lebenszyklus beenden, so dass im August den Aspekt dem Standort die in voller Blüte begriffenen Pflanzen, wie auch die verblühenden oder fruchtenden und auch die Früchte und Samen ausstreuenden Pflanzen geben.

Im September sind nur noch 5 letzte Arten in voller Blüte, doch deshalb blüht eine grosse Artenanzahl ab, und bringt Früchte (60), 33 Arten streuen Früchte und Samen aus, 35 Arten setzen nach dem Ausstreuen der Frucht und Samen das Vegetieren fort, und 12 Arten beenden ihr Lebenszyklus, so dass im September den Aspekt dem Standorte die weisse Blütenfarbe der *Seseli tortuosum* gibt, bunt gemacht durch die gelbe Blütenfarbe der *Aster linosyris* und *Sternbergia colchiciflora*, wie auch die abblühenden und Frucht und Samen ausstreuenden, wie auch die Pflanzen, die nach dem Ausstreuen der Früchte und Samen zu vegetieren fortsetzen.

Im Oktober verblüht und fruchtet eine bedeutend kleinere Artenanzahl (17), doch streut deshalb die grösste Artenanzahl (62) Früchte und Samen aus, während 17 Arten nach Ausstreueung der Früchte und Samens zu vegetieren fortsetzen, 2 Arten beenden ihr Lebenszyklus, so das im Oktober den Aspekt dem Standort die verblühenden, fruchtenden, Frucht- und Samenausstreuenden Pflanzen verleihen, wie auch die Pflanzen, die nach Samen und Früchte ausstreuen zu vegetieren fortsetzen.

Im November fruchtet nur eine ganz geringe Artenzahl (3), während 19 Arten Frucht und Samen ausstreuen, 45 Arten setzen nach Samen und Fruchtausstreueung das Vegetieren fort, und 11 Arten beenden ihr Lebenszyklus, so dass den Aspekt im November dem Standort die Früchte und Samen ausstreuenden Pflanzen geben, wie auch Pflanzen, die nach Ausstreueung der Frucht und Samen zu vegetieren fortsetzen. In solchem Zustand erwartet nun die Steppe den Winter und kommt unter die Schneedecke.

Im Dezember fruchtet nur eine einzige Art (*Sternbergia colchiciflora*), während 6 Arten ihre Früchte und Samen ausstreuen und 15 Arten setzen das Vegetieren fort nach dem Ausstreuen der Früchte und Samen, und geben so mit den übrigen Arten, die schon früher Früchte und Samen ausgestreut haben den Aspekt dem Standort, wenn die Steppenicht unter Schneedecke liegt.

RANKA POPOVIĆ

## PRILOG PROUČAVANJU PROBLEMA UTICAJA OBLAČNOSTI NA INTENZITET TRANSPIRACIJE NEKIH BILJAKA

### UVOD

U okviru detaljnih ekofizioloških ispitivanja koja se vrše u Odseku za fiziološku fitoekologiju Instituta za biološka istraživanja, problemu vodnog režima biljaka, jednom od najvažnijih za razumevanje životnih procesa biljaka, poklanja se posebna pažnja. Ispitivanja vodnog režima biljaka obuhvataju nekoliko osnovnih pokazatelja (intenzitet transpiracije, sadržaj vode, vodni deficit i osmotski pritisak ćeliskog soka u listovima biljaka).

U intenzitetu transpiracije veliki broj ispitivača vidi najbolji pokazatelj opšteg stanja vodnog režima biljaka i njenih reakcija na uslove spoljašnje sredine. Ovim radom biće učinjen pokušaj da se ukaže na uticaj oblačnosti na intenzitet transpiracije, upoređivanjem dva različita dana — oblačnog i sunčanog. Pri tome, treba naglasiti da je upoređivan kratak vremenski interval u kome se oblačan i sunčan dan neposredno smenjuju, pa razlike u ostalim faktorima dolaze manje do izražaja. U literaturi su dati mnogi podaci koji govore da je svetlost faktor prvorazrednog značaja za intenzitet transpiracije. Prema ispitivanjima Sabinina (Sabinin A. D. 1955) brzina transpiracije se javlja kao linearna funkcija sunčeve radijacije i deficita zasićenosti vlažnosti vazduha. U svojim istraživanjima Gulidova (Gulidova I. V., 1958) je došla do zaključka da je intenzitet transpiracije u sunčanom danu znatno veći nego u oblačnom, a pri čemu svetlost ne deluje odjednom, već se dejstvo direktne sunčeve svetlosti produžava i više časova. Takođe, i ispitivanja Ivanova i dr. pokazuju da pri povišenom direktnom sunčevom dejstvu dolazi do intenzivnije transpiracije (Ivanov A. L., Silina A. A. i Celniker J. L. 1952).

Proučavanje vodnog režima nekih značajnih biljaka vršena su u šumskoj zajednici *Quercetum-confertae cerris* Rudski na Avali kod Beograda tokom 1964. godine i u zajednici *makije* na ostrvu Lokrumu kod Dubrovnika u 1965. godini. Za analizu u ovom radu uzeti su u obzir podaci dobijeni samo u tipičnim danima — oblačnom i sunčanom. Da bi se unekoliko rasvetlio problem uticaja oblačnosti na intenzitet transpiraci-

je, istovremeno su mereni intenzitet transpiracije, intenzitet svetlosti i sunčeva radijacija.

Smatram za prijatnu dužnost da izrazim svoju zahvalnost prof Dr Miloradu M. Jankoviću, rukovodiocu ekofizioloških istraživanja, na pomoći i sugestijama u toku rada.

### METODIKA RADA

Intenzitet transpiracije određivan je metodom brzog merenja odsečenih listova biljaka na torzionoj vagi (Stocker O., 1929). Izmereni listovi posle tri minuta eksponiranja ponovo su mereni na vagi. Razlika između prvog i drugog merenja predstavlja transpiracioni rashod vode listova u toku tri minuta. Rezultati su predstavljeni u mg transpirisane vode na gram sveže težine listova u toku jednog minuta. Merenja su vršena svakog sata od 7 do 18h u toku dana istraživanja.

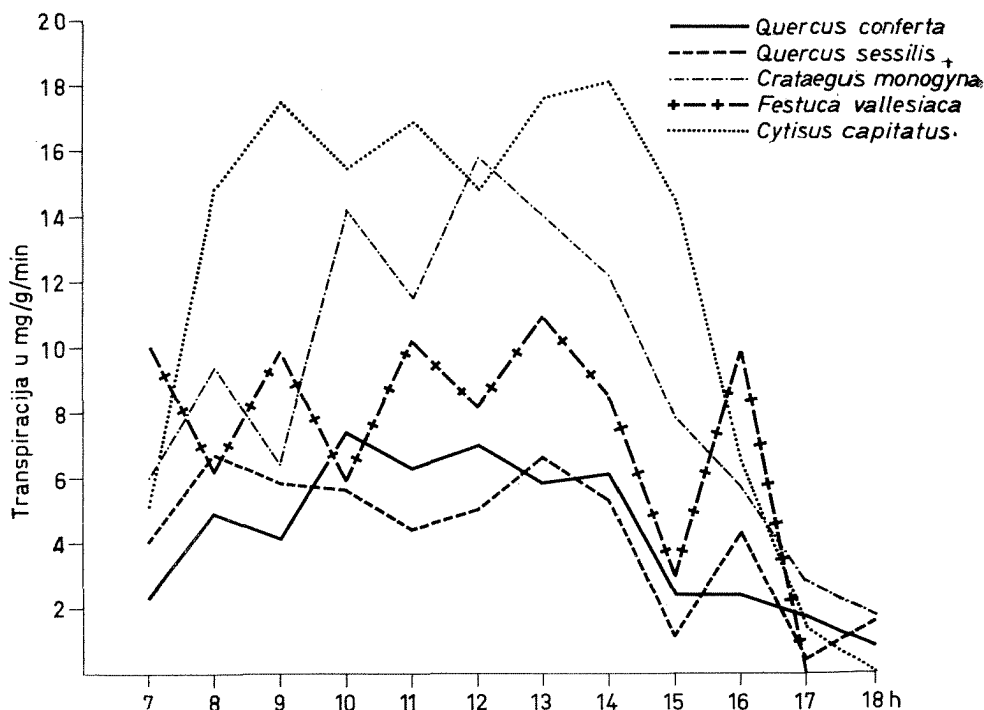
U neposrednoj blizini ispitivanih biljaka postavljena je potpuna mikroklimatska stanica. Intenzitet svetlosti određivan je lux-metrom sa selenskom fotoćelijom; intenzitet sunčeve radijacije registrovan je Robičevim aktinometrima; temperatura vazduha živinim termometrima i relativna vlažnost Asmanovim psihrometrom. Očitavanja su vršena u isto vreme kada je merena i transpiracija biljaka.

### DISKUSIJA REZULTATA

Ispitivanja uticaja oblačnosti na intenzitet transpiracije nekih značajnih biljnih vrsta vršena su u kontinentalnoj zoni i to u zajednici *Quercetum-confertae cerris* Rudski, na Avali kod Beograda. Ova zajednica za istočne delove Balkanskog poluostrva predstavlja klimatogenu zajednicu i klimaks vegetaciju brdskog pojasa. U klimatskom pogledu ispitivana zajednica se nalazi u području umereno kontinentalne klime. Intenzitet transpiracije je praćen kod sledećih karakterističnih biljnih vrsta: *Quercus conferta*, *Quercus sessilis*, *Crataegus monogyna*, *Festuca vallesiaca* i *Cytisus capitatus*.

Rezultati merenja intenziteta svetlosti u oblačnom danu (29. maj 1964) pokazuju da svetlost ima ujednačen tok; raste od prvih jutarnjih časova do 12h kada postiže maksimalnu vrednost (53.360 lux) i kasnije ravnomerno opada do 17 časova. Relativno visok svetlosni intenzitet u 12h objašnjava se smanjenom oblačnošću na svega 10%, dok se u ostalim satima oblačnost kretala od 30 do 95%. Temperatura vazduha na 200 i 10 cm visine iznad površine zemlje (visine koje približno odgovaraju visinama biljaka sa kojih su uzimane probe listova) varira od 16,4 do 25,6°C, što pokazuje da je amplituda variranja 9,2°C. Relativna vlažnost vazduha kretala se u granicama od 50 do 76%, što istovremeno govori o promeljivosti vlažnosti vazduha u toku ispitivanog dana.

U sunčanom danu (1. juni 1964. god.) interesantno je znatno variranje svetlosti u prepodnevnim časovima. Najveći svetlosni intenzitet postignut je u 12h (55.200 lux), a minimalni u 16h (3.128 lux). Amplituda variranja intenziteta svetlosti u sunčanom danu veća je od amplituda variranja u oblačnom danu za 368 lux-a. Temperatura vazduha na visinama 200 i 10 cm od površine zemlje pokazuje manju amplitudu variranja u sunčanom danu. Minimalna temperatura iznosi 18,0°C a maksimalna 26,2°C, što pokazuje da je temperatura u sunčanom danu neznatno viša od temperature u oblačnom danu. Relativna vlažnost vazduha kretala se u granicama od 42 do 75%. Na osnovu izloženih svetlosnih i temperaturnih uslova, kao i relativne vlažnosti vazduha, može se reći da se sunčani dan odlikuje većim intenzitetom svetlosti, višim temperaturama vazduha i manjom relativnom vlažnošću vazduha.

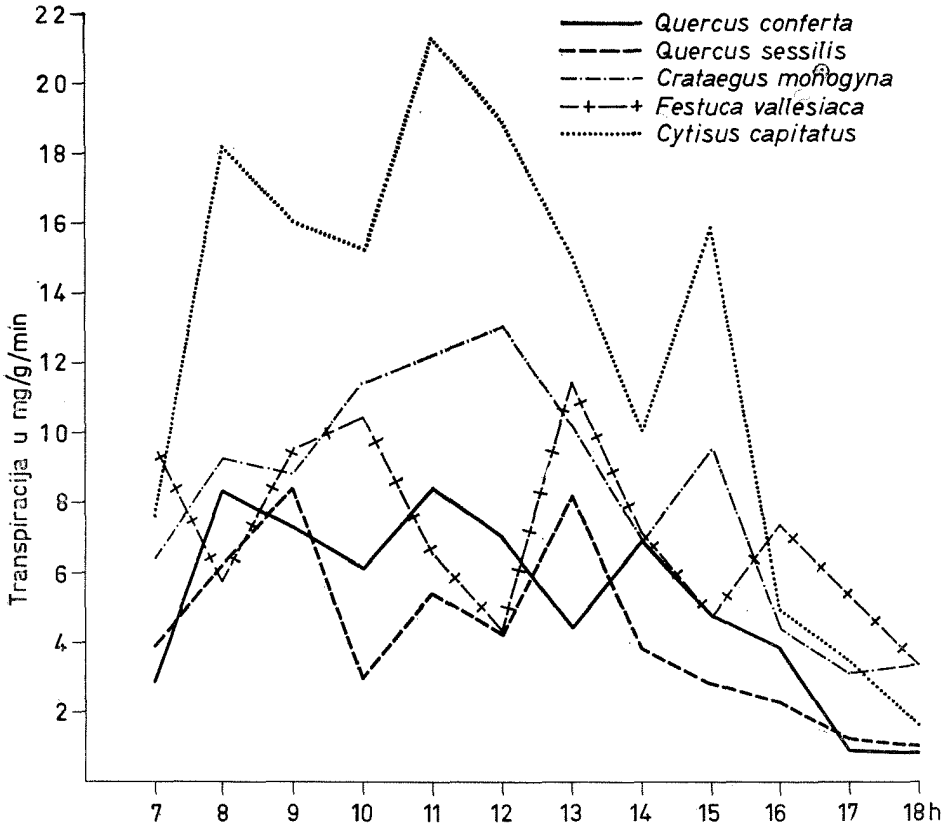


Sl. 1. Dnevna dinamika intenziteta transpiracije biljaka zajednice *Quercetum-confertae cerris* Rudski u oblačnom danu 29. maj 1964. god.

Fig. 1. Diurnal dynamics of the intensity of transpiration of the plants in the community *Quercetum-confertae cerris* Rudski on cloudy day, May 29th, 1964.

Analizom dijagrama (sl. 1, 2) i tabele (br. 1), koji prikazuju dnevne tokove i srednje dnevne vrednosti intenziteta transpiracije ispitivanih biljaka u zajednici *Quercetum-confertae cerris* Rudski došlo se do sledećih konstatacija:

*Quercus sessilis* se u oba ispitivana dana odlikuje niskim vrednostima transpiracije. U odnosu na ostale vrste pokazuje najmanju srednju dnevnu vrednost transpiracije. Interesantno je da je u oba dana maksimum



Sl. 2. Dnevna dinamika intenziteta transpiracije biljaka zajednice *Quercetum-confertae cerris* Rudski u sunčanom danu — 1. juni 1964. god.

Fig. 2. Diurnal dynamics of the intensity of transpiration of the plants in the community *Quercetum-confertae cerris* Rudski on sunny day, June 1st, 1964.

zabeležen u jutarnjim časovima (8, 9h) koji se ne može objasniti ni direktnim ni produženim dejstvom svetlosti na pojavu maksimalnog intenziteta transpiracije. Svetlosni intenzitet u vreme maksimalne transpiracije i u sunčanom i u oblačnom danu bio je približno isti, dok je transpiracija povećana u sunčanom danu za 1,290 mg/g/min. Do drugog manjeg porasta (skoka) došlo je posle maksimalnog intenziteta svetlosti, što ukazuje na pojavu produženog dejstva svetlosti na intenzitet transpiracije. Upore-



denjem srednjih dnevnih vrednosti konstatuje se intenzivnija transpiracija u oblačnom danu za 0,035 mg/g/min.

Tab. br. 1

Srednje dnevne vrednosti intenziteta transpiracije u sunčanom i oblačnom danu u zajednici *Quercetum confertae-cerris Rudski*

(Mean diurnal values of the intensity of transpiration on sunny and cloudy day in the community *Quercetum confertae-cerris Rudski*)

		<i>Quercus conferta</i>	<i>Quercus sessilis</i>	<i>Crataegus monogyna</i>	<i>Festuca vallesiaca</i>	<i>Cytisus capitatus</i>
transpiracija u mg/g/min	sunčan dan	5,139	4,209	8,226	7,096	12,335
	oblačan dan	4,285	4,244	8,977	6,911	11,922
	razlika	0,854	0,035	0,751	0,185	0,413

*Quercus conferta* se odlikuje nešto intenzivnijom transpiracijom i većom amplitudom variranja u odnosu na *Quercus sessilis*. Maksimum transpiracije je takođe zabeležen u prepodnevnom časovima (10 h), samo nešto kasnijim nego kod prethodne vrste. Upoređujući srednje dnevne vrednosti transpiracije dolazimo do konstatacije da je transpiracija u sunčanom danu intenzivnija za 0,854 mg/g/min. od odgovarajuće vrednosti u oblačnom danu.

*Crataegus monogyna* u pogledu dnevnih tokova transpiracije, minimalnih, maksimalnih i srednjih dnevnih vrednosti, pokazuje, u odnosu na druge ispitivane vrste, sasvim drugu sliku. Pre svega, i u oblačnom i u sunčanom danu transpiracija je postigla maksimalnu vrednost u istom satu (12h). Tom prilikom je konstatovan i maksimalni svetlosni intenzitet. Međutim, u sunčanom danu, i pored većeg svetlosnog intenziteta u 12h, transpiracioni maksimum je manji za 2,783 mg/g/min. Upoređujući srednje dnevne vrednosti dolazimo do vrlo interesantne činjenice koja govori o intenzivnijoj transpiraciji u oblačnom danu za 0,751 mg/g/min.

Kod vrste *Festuca vallesiaca* u oba ispitivana dana karakteristične su sledeće pojave: znatno variranje transpiracionih vrednosti u toku dana po satima i pojava maksimalne transpiracije u istom satu (13h) nakon maksimalnog svetlosnog intenziteta u 12h. U sunčanom danu maksimalna vrednost iznosi 11,403 mg/g/min., dok je u oblačnom danu manja za svega 0,317 mg/g/min. Upoređujući srednje dnevne vrednosti transpiracije konstatujemo veću vrednost u sunčanom danu za 0,185 mg/g/min.

Vrsta *Cytisus capitatus* ima najintenzivniju transpiraciju u oba ispitivana dana u odnosu na ostale vrste. U sunčanom danu krivoljka dnevne transpiracije ima tri vrha (povećanja) od kojih onaj u 11h istovremeno predstavlja i maksimalnu transpiraciju u toku dana (21,346 mg/g/min). U oblačnom danu maksimum transpiracije zabeležen je u 14 h (18,110

mg/g/min), što znači odmah posle svetlosnog maksimuma. U sunčanom danu srednja dnevna vrednost veća je za 0,413 mg/g/min od odgovarajuće vrednosti u oblačnom danu.

Analizom rezultata ispitivanja uticaja oblačnosti na intenzitet transpiracije karakterističnih vrsta u zajednici *Quercetum-confertae serris* R u d s k i na Avali došlo se do sledećih zaključaka.

Promene dnevnih tokova transpiracije uglavnom nisu u direktnoj zavisnosti od intenziteta svetlosti. U vreme maksimalnog svetlosnog intenziteta jedino vrsta *Crataegus monogyna* ima i najintenzivniju transpiraciju u oba ispitivana dana. Teško je objasniti zašto je veći maksimum transpiracije u oblačnom danu pri manjem svetlosnom maksimumu. Da bi se razumele ovakve protivurečnosti potrebno je podvući da je intenzitet transpiracije jako promenljiva veličina koja u velikom stepenu zavisi od niza unutrašnjih i spoljašnjih faktora, a posebno i od morfo-anatomskih karakteristika ispitivane vrste. Kod vrste *Festuca vallesiaca* zabeleženo je produženo dejstvo svetlosti na pojavu maksimuma transpiracije u oblačnom i sunčanom danu (13h), dok se kod vrste *Cytisus capitatus* ova pojava konstatuje samo u oblačnom danu. Kod vrsta *Quercus conferta* i *Quercus sessilis* nije zabeleženo ni direktno ni produženo dejstvo svetlosti na pojavu maksimalne transpiracije. Interesantna je razlika u reagovanju ovih dveju vrsta roda *Quercus* na promene svetlosnog intenziteta u oblačnom i sunčanom danu, a koja se ogleda u intenzivnijoj transpiraciji vrste *Quercus sessilis* u oblačnom danu, a vrste *Quercus conferta* u sunčanom danu. Verovatno da do ovako velikih razlika u osetljivosti prema intenzitetu svetlosti dolazi usled različitog vodnog režima biljaka i kompleksa faktora koji ga regulišu.

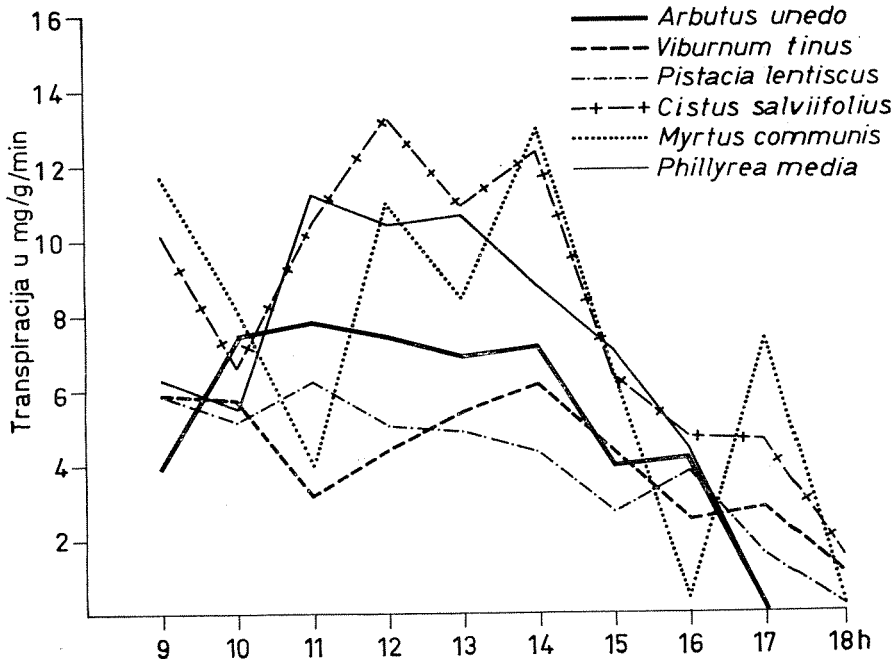
Ispitivanja uticaja oblačnosti na intenzitet transpiracije vršena su i u posebnom tipu žbunaste vegetacije — *makije*. *Makija* je vrlo rasprostranjena i karakteristična za Mediteransku oblast. Prema M. M. Jankoviću (1963) *makija* je nastala potiskivanjem šume crnike i predstavlja degradovane zimzelene tvrdolisne šume. Naša ispitivana zajednica na Lokrumu kod Dubrovnika, po Horvatu I. (1963), je poseban tip *makije* sa dominacijom vrsta iz roda *Cistus*, koji se nalazi na prelazu između klimatogenih šuma i *makije* i ekstremno degradiranih kamenjara. Najzastupljenije su sledeće vrste: *Arbutus unedo*, *Viburnum tinus*, *Pistacia lentiscus*, *Cistus salviifolius*, *Myrtus communis* i *Phillyrea media*, pa je na njima i određivan intenzitet transpiracije.

Kratka analiza svetlosnog i temperaturnog režima, kao i relativne vlažnosti vazduha pokazala je sledeća:

U sunčanom danu (24. april 1965) promene intenziteta svetlosti u prepodnevnom i podnevnom časovima relativno su male. Najveći svetlosni intenzitet konstatovan je u 13h (69.000 lux-a), dok je svetlost najslabijeg intenziteta u 18h (3.680 lux-a). Sunčeva radijacija izražena u gram-kalorijama pokazuje iste promene u toku dana kao i intenzitet svetlosti. Temperatura vazduha na 50 cm iznad površine zemlje (visina koja odgovara visini sa koje su uzimane probe listova) varira od 13,6 do 18,6°C. Maksi-

malna temperatura je zabeležena u 15h, a minimalna u 18 časova. Relativna vlažnost vazduha kretala se u granicama od 69 do 85%.

U oblačnom danu (23. april 1965) je konstatovan manji svetlosni intenzitet nego u sunčanom danu. Maksimalni svetlosni intenzitet iznosio je 66.240 lux-a, a minimalni 1.748 lux-a. Od 8 do 16h intenzitet svetlosti se kretao od 33.120 do 66.240 lux-a, dok se u 17 i 18 h naglo smanjio do vrednosti od 1.748 lux-a. Na osnovu uporednih posmatranja konstatovana je veća amplituda variranja svetlosti u sunčanom danu za 828 lux-a. Temperatura vazduha na 50 cm od površine zemlje varira od 12,6 do 20,4°C, što znači da je amplituda variranja u oblačnom danu veća i iznosi 7,8°C. Međutim, apsolutni minimum je manji za 1,0°, a apsolutni maksimum veći za 1,8°C u oblačnom danu. Relativna vlažnost vazduha je neznatno veća u oblačnom nego u sunčanom danu.



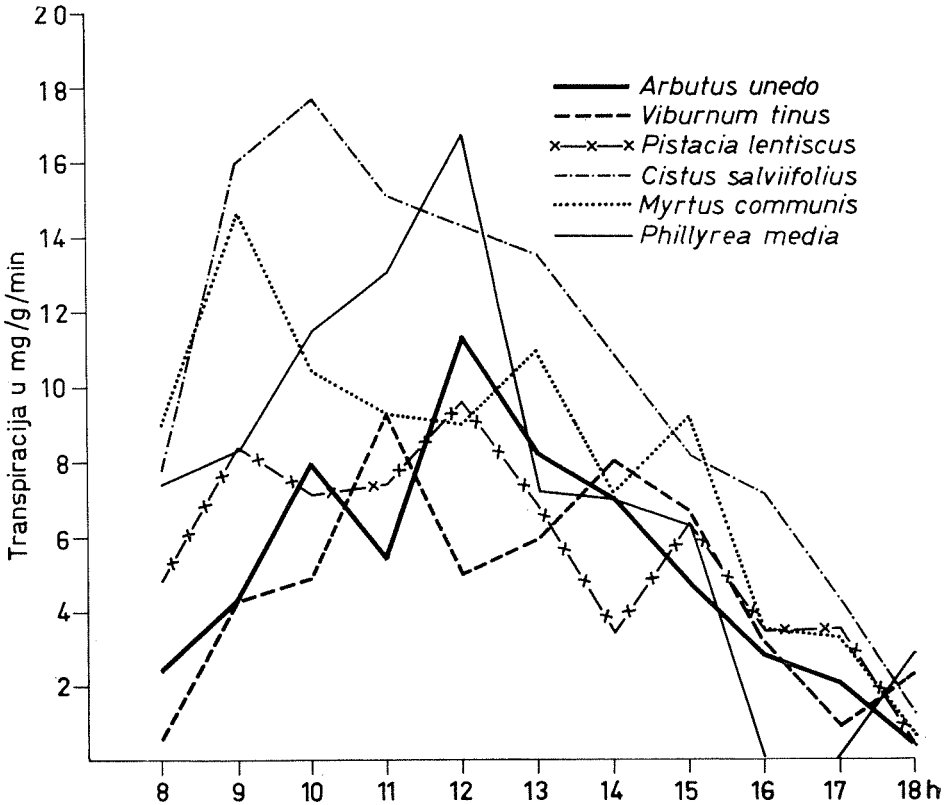
Sl. 3. Dnevna dinamika intenziteta transpiracije biljaka zajednice makije u oblačnom danu — 23. april 1965. god.

Fig. 3. Diurnal dynamics of the intensity of transpiration of the plants in the community maquis on cloudy day, April 23 rd, 1965.

Analizom dijagrama (br. 3, 4) i tabele (br. 2), koji prikazuju rezultate dnevnih tokova transpiracije i srednjih dnevnih vrednosti ispitivanih biljaka u zajednici makije, došlo se do sledećih konstatacija:

Intenzitet transpiracije kod vrste *Arbutus unedo* u oblačnom danu ima ujednačen tok od 10 do 14h, dok u sunčanom danu u istim satima po-

kazuje izrazito variranje. Sličnu pojavu je konstatovao Genkel (Genkel I. A. 1946) u svojim ispitivanjima, a koja pokazuje da većina vrsta sa manjim intenzitetom transpiracije ima u oblačnom danu ujednačeniji



Sl. 4. Dnevna dinamika intenziteta transpiracije biljaka zajednice makije u sunčanom danu — 24. april 1965. god.

Fig. 4. Diurnal dynamics of the intensity of transpiration of the plants in the community maquis on sunny day, April 24th, 1965.

Tab. br. 2

Srednje dnevne vrednosti intenziteta transpiracije u sunčanom i oblačnom danu u zajednici makije

(Mean diurnal values of the intensity of transpiration on cloudy and sunny day in the community maquis).

transpiracija u mg/g/min	Arbutus unedo	Viburnum tinus	Pistacia lentiscus	Cistus salvifolius	Myrtus communis	Phillyrea media
sunčan dan	5,132	4,662	5,561	10,549	8,868	7,325
oblačan dan	4,863	4,139	4,267	8,102	6,579	6,417
razlika	0,269	0,523	1,294	2,447	2,289	0,908

tok transpiracije. U oblačnom danu maksimum transpiracije je zabeležen u 11h (7,839 mg/g/min). Treba naglasiti da u tom satu intenzitet svetlosti i temperatura vazduha ne postizu maksimalne vrednosti, što navodi na konstataciju da na pojavu maksimalne transpiracije, pored spoljašnjih, u velikom stepenu utiču i drugi faktori (anatomsko-morfološke, fiziološke i dr. osobine). I u sunčanom danu nije konstatovano podudaranje svetlosnog i transpiracionog maksimuma. Srednja dnevna vrednost transpiracije u sunčanom danu veća je za 0,269 mg/g/min od odgovarajuće vrednosti u oblačnom danu.

Rezultati ispitivanja dnevne dinamike intenziteta transpiracije kod vrste *Viburnum tinus* pokazuju sledeće: ujednačen tok transpiracije, maksimalnu transpiraciju u 14h (6,084 mg/g/min) i pojavu produženog dejstva svetlosti na maksimum transpiracije. Nasuprot tome, u sunčanom danu variranje transpiracije je veće i pojavu maksimuma transpiracije u 11h (9,355 mg/g/min) ne prati pojačani svetlosni intenzitet.

Kod vrste *Pistacia lentiscus* u oblačnom danu variranja transpiracije su neznatna. Maksimalna transpiracija je zabeležena u 11h (6,219 mg/g/min), a nakon toga transpiracija naglo opada sve do 18h (1,102 mg/g/min). U sunčanom danu kod većine vrsta je maksimalna transpiracija u 12h kao i kod vrste *Pistacia lentiscus*. Srednja dnevna vrednost transpiracije veća je za 1,294 mg/g/min od transpiracije u oblačnom danu.

Od svih ispitivanih vrsta u zajednici makije vrsta *Cistus salvifolius* u oba ispitivana dana pokazuje najveću maksimalnu srednju dnevnu vrednost transpiracije. Dnevna dinamika transpiracije u oblačnom danu odlikuje se ujednačenim nivoom transpiracije od 9 do 14h, izuzimajući smanjenu transpiraciju u 10h, a u poslepodnevnim satima transpiracija naglo opada i u 18 h je minimalna (1,506 mg/g/min). U sunčanom danu transpiracija raste od 8 do 10h kada postiže maksimalnu vrednost (17,674 mg/g/min), i u narednim satima neprekidno opada sve do 18h (1,208 mg/g/min).

Interesantno je veliko variranje dnevnih vrednosti transpiracije u oba ispitivana dana kod vrste *Myrtus communis*. Najintenzivniju transpiraciju ima ova vrsta u 14h, pa se može govoriti o produženom dejstvu svetlosti. Pri upoređivanju rezultata merenja intenziteta transpiracije i svetlosti u 16 i 17h zapaža se nejednako reagovanje procesa transpiracije na promenu intenziteta svetlosti; u 16h transpiracija je prekinuta, dok je u 17h, pri znatno slabijem intenzitetu svetlosti, konstatovan proces transpiracije. U sunčanom danu znatno variranje vrednosti transpiracije, i to naročito posle njene maksimalne vrednosti u 9h (14,590), je pojava koja se javlja i kod vrste *Cistus salvifolius*. Upoređivanjem transpiracije u sunčanom i oblačnom danu konstatovana je intenzivnija transpiracija u sunčanom danu za 2,289 mg/g/min od odgovarajuće vrednosti u oblačnom danu.

Kod vrste *Phillyrea media* dnevni tok transpiracije u oblačnom danu pokazuje porast od 8 do 11 h, kada postiže maksimalnu vrednost (0,675 mg/g/min) i naglo opada do 16 časova. U 17 i 18 h listovi nisu transpirisali. U sunčanom danu konstatovana je ista pojava, s tim što je transpiracija prestala u ranijim satima (16 i 17 h), a u kasno popodne (18 h) ponovo do-

lazi do transpiracije. Ova vrsta je maksimalnu transpiraciju u sunčanom danu postigla u 12 h (16,795 mg/g/min). Srednja dnevna vrednost u sunčanom danu veća je za 0,908 mg/g/min od iste vrednosti u oblačnom danu.

Na osnovu uporednih ispitivanja intenziteta svetlosti i transpiracije karakterističnih vrsta makije došlo se do sledećih zaključaka:

Promene dnevnih tokova transpiracije u oblačnom i sunčanom danu uglavnom nisu uslovljene promenama intenziteta svetlosti. Pojava produženog dejstva svetlosti na maksimalnu transpiraciju zabeležena je samo kod vrsta *Viburnum tinus* i *Myrtus communis*. Srednje dnevne vrednosti transpiracije kod svih ispitivanih vrsta veće su u sunčanom nego u oblačnom danu. Vrsta koja najviše reaguje na promene svetlosnog intenziteta je *Cistus salviifolius*, zatim nešto manje osetljive na svetlosne promene su vrste *Myrtus communis*, *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea media*, *Viburnum tinus* i *Arbutus unedo*.

## ZAKLJUČCI

Na osnovu uporednog proučavanja dnevne dinamike intenziteta transpiracije i intenziteta svetlosti u oblačnom i sunčanom danu kod karakterističnih vrsta u zajednici *Quercetum-confertae cerris* Rudski na Avali i u zajednici makije na Lokrumu, mogu se izvući sledeći zaključci:

1. Kod svih ispitivanih vrsta srednje dnevne vrednosti intenziteta transpiracije veće su u sunčanom nego u oblačnom danu, sa izuzetkom vrsta *Quercus sessilis* i *Crataegus monogyna*.

2. *Quercus conferta* je najosetljivija vrsta na promene svetlosnog intenziteta u zajednici *Quercetum-confertae cerris* Rudski, a *Cistus salviifolius* u zajednici makije.

3. Produženo dejstvo svetlosti na maksimalni intenzitet transpiracije konstatovano je kod vrsta *Viburnum tinus*, *Myrtus communis*, *Festuca vallesiaca* i *Cytisus capitatus*; direktno dejstvo kod vrste *Crataegus monogyna*; a kod vrsta *Arbutus unedo*, *Phillyrea media*, *Cistus salviifolius*, *Pistacia lentiscus*, *Quercus conferta*, *Quercus sessilis* nije utvrđeno dejstvo svetlosti na maksimalnu transpiraciju.

4. Dnevna dinamika intenziteta transpiracije kod svih ispitivanih vrsta pokazuje veće promene u oblačnim nego u sunčanim danima.

5. *Cytisus capitatus* je vrsta koja se odlikuje najintenzivnijom transpiracijom (12,335 mg/g/min) u zajednici *Quercetum-confertae cerris* Rudski, a u zajednici makije *Cistus salviifolius* ispoljava najintenzivniju transpiraciju (10,549 mg/g/min).

(Institut za biološka istraživanja, Beograd  
Odsek za fiziološku fitoekologiju)

## LITERATURA

Васильев И. М. (1931). Водное хозяйство растений песчаной пустыни Юго-Восточные Кара-Кумы. — Труды по прикладной бот., генет. и селекции. XXV. Ленинград.

Генкель И. А. (1946): Устойчивость растений к засухе и пути ее повышения. — Изд. АН СССР. Москва — Ленинград.

Гулидова И. В. (1958): Транспирация деревьев и трав в зоне средней тайги и ее зависимость от метеорологических условий. — Труды Инст. леса АН СССР. ХLI. Москва.

Horvat I. (1963): Šumske zajednice Jugoslavije. Posebni otisak iz šumarske enciklopedije. — Zagreb.

Иванов Л. А., Силина А. А. и Целникер Ю. Л. (1952): О транспирации полезайтных пород в условиях Деркульской степи. — Бот. журнал. Т. 37. № 2.

Janковић М. М. (1963): Fitoekologija. — Beograd.

Сабинин А. Д. (1963): Физиология развития растений. — Изд. АН СССР. Москва.

Свешникова В. М. (1962): Водный режим растений и почв высокогорных путей. Памира. — Изд. АН. Таджикской ССР.

Stocker O. (1929): Eine Feldmethode zur Bestimmung der momentanen Transpiration — und Evaporationsgrösse. Ber. der Deut. Gesell. Band. XLVII. — Berlin.

## Summary

RANKA POPOVIĆ

**CONTRIBUTION TO THE STUDY OF THE EFFECT OF CLOUDNESS ON THE INTENSITY OF TRANSPIRATION OF SOME PLANTS.**

In order to study the problem of the effect of cloudness on the intensity of transpiration of plants the results of the measurements of transpiration and intensity of light on two different days, cloudy and sunny, were compared. The studies were performed in the community *Quercetum-confertae cerris* Rudski on Avala near Belgrade and in the community maquis on the island Lokrum near Dubrovnik. There were compared the results of the measurements of transpiration and intensity of light on the following days: May 29 th (cloudy day) and June 1st, 1964 (sunny day) in the community *Quercetum confertae cerris* Rudski, and in the community maquis on April 23 rd (cloudy day) and on April 24th, 1965 (sunny day).

Transpiration was measured by the method of Stocker (Stocker, O. 1929). The methodical procedure consists in quick cutting of the leaves from the plants and their weighing on the torsion balance. After three minutes of exposure the weighed leaves were weighed again. The results were expressed in terms of mg of transpired water per gr of wet weight of the leaves of plants in the course of one minute. On each day of the research measurements were performed from 7 a. m. until 6 p. m.. In order to elucidate to a certain extent the problem of the effect of cloudness on the intensity of transpiration, the series of microclimatic factors was followed. Due to it in the immediate vicinity of the examined plants there was set a complete microclimatic station. The intensity of light was determined by lux-meter with selenic photocell; the temperature of the air by mercury thermometer; relative humidity of the air by Asman psychrometer. Readings from microclimatic stations were performed at the time of transpiration measurement.

In the community *Quercetum-confertae cerris* transpiration was followed in the following plants: *Quercus conferta*, *Quercus sessilis*, *Crataegus monogyna*, *Festuca vallesiaca* and *Cytisus capitatus*.

The parallel survey of the results on the light intensity and transpiration of the examined plants showed the following: The changes of diurnal courses of transpiration are not generally in direct dependence on the intensity of light. At the time of maximal light intensity only the species *Crataegus monogyna* has also the most intense transpiration on the both examined days. In the species *Festuca vallesiaca* there was recorded the prolonged effect of light on the manifestation of the peak of transpiration on cloudy and sunny day (1 o'clock p. m.), whereas in the species *Cytisus capitatus* this was observed only on cloudy day. In the species *Quercus conferta* and *Quercus sessilis* there was observed neither the prolonged nor direct effect of light. Interesting is the difference between the reaction of these two species of the genus *Quercus* on the changes of light intensity, which manifests itself in more intense transpiration of the species *Quercus sessilis* on cloudy day, and of *Quercus conferta* on sunny day. With respect to the mean diurnal values there was observed, with the exception of the species *Quercus sessilis* and *Crataegus monogyna*, more intense transpiration on cloudy than on sunny day.

In the community maquis the examinations comprised six most representative species: *Arbutus unedo*, *Viburnum tinus*, *Pistacia lentiscus*, *Cistus salvifolius*, *Myrtus communis* and *Phillyrea media*.

On the basis of parallel studies of the intensity of light and transpiration of characteristic species maquis the following conclusions were drawn: The changes of diurnal courses of transpiration on cloudy and sunny day are not directly caused by the changes of the intensity of light. The manifestation of the prolonged effect of light on the maximal transpiration was recorded only in the species *Viburnum tinus* and *Myrtus communis*. The mean diurnal values of transpiration in all examined species are higher on sunny than on cloudy day. The most sensitive to changes of the light is the species *Cistus salvifolius*, then somewhat less sensitive are the species *Myrtus communis*, *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea media*, *Viburnum tinus* and *Arbutus unedo*.



ČEDOMIR RADENović

## ISTOVREMENO IZUČAVANJE AKTIVNOSTI HLORIDA I ELEKTRIČNIH BIOPOTENCIJALA U VAKUOLI ČELIJA

*Nitella mucronata* i *N. flexilis*

### UVOD

Istraživanja u oblasti elektrofiziologije sve se više usavršavaju i proširuju primenom savremenije instrumentalne tehnike i uvođenjem novih metoda rada. Tako, primena mikroelektrodne tehnike (obične i selektivne mikroelektrode) i uvođenje novih metoda za registraciju električnih biopotencijala (Kostjuk, 1960; Kurella, 1958; Dainty, 1962), aktivnosti jona (Vorobjev, i dr. 1961; Vorobjev, 1965), bioprovodljivosti, biokapaciteta,  $\xi$  — potencijala i drugih parametara u mnogome potvrđuju gornju konstataciju i omogućavaju posredno ili neposredno izučavanje veoma važnih i složenih procesa u ćeliji, odnosno u njenim pojedinim fazama (Vorobjev i dr. 1967; Vorobjev i dr. 1965; Radenović, 1967).

Pomenuta istraživanja obavljaju se u uslovima pune fiziološke aktivnosti ćelije i ona se mogu ponavljati više puta na jednoj te istoj živoj ćeliji.

Mogućnost posrednog određivanja aktivnosti jona (efektivna koncentracija) i biopotencijala u ćeliji, odnosno u nekim njenim fazama, svakako je značajno, i to ne samo sa fizičko-hemijskog, termodinamičkog i biofizičkog gledanja na mehanizme autoregulacije jona (Vorobjev i dr. 1965), uticaj jona na formiranje biopotencijala (Radenović, 1966), transport, distribuciju i druge funkcije jona (Hodgkin i dr. 1959), nego i sa stanovišta fizioloških procesa koji se odigravaju u pojedinim fazama ćelije, za koje nije bitna samo stacionarna koncentracija jona u nekom momentu, nego i uloga efektivne koncentracije (aktivnost) jona u tim dinamičnim procesima.

Stoga, uvođenje novog metoda istovremenog određivanja aktivnosti hloridnih jona i biopotencijala u vakuoli živih ćelija, omogućuje da se detaljnije pristupi izučavanju mehanizma distribucije i akumuliranja jona, s jedne, i prirode biopotencijala, s druge strane.

## MATERIJAL I METOD RADA

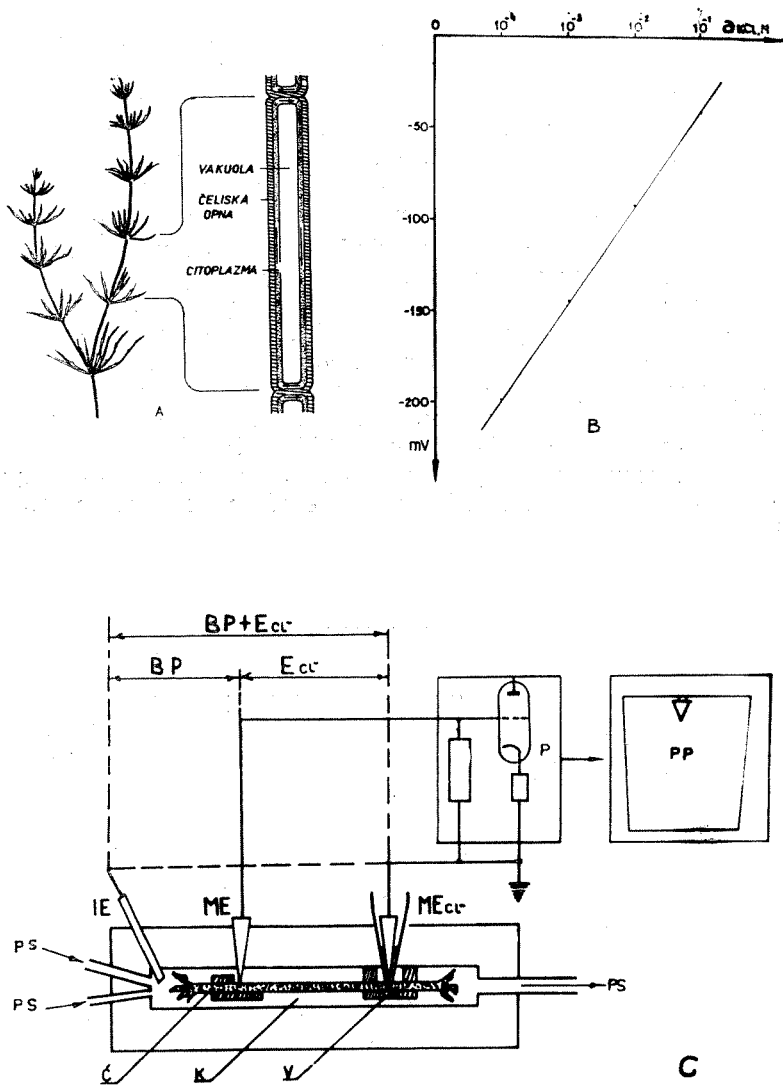
Ispitivane su ćelije *Nitella mucronata* i *N. flexilis* (slatkovodne zelene alge iz familije *Characeae*). Dijametar ovih ćelija kreće se od 150—500 mikrona, a njihova dužina od 10—40 milimetara, [Sl. 1a.]. Ove ćelije postale su klasičan objekat za mnoga istraživanja.

Hranljiva podloga (u 1% -nom agar-agaru) sadržala je: 0,1 mM KCl; 1,0 mM NaHCO<sub>3</sub>; 0,2 mM Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> i 0,4 mM CaCl<sub>2</sub>. Alge su gajene u staklenim posudama u laboratoriji, uz dopunsko osvetljenje sa luminiscentnim lampama. Postizan je svetlosni intenzitet od 500 luksa, što odgovara prirodnim uslovima. Za merenje korišćene su druga ili treća ćelija od vrha. Dvadeset četiri časa pre početka eksperimenta ćelije su bile odvojene (odrezane) i prenete u posudu sa rastvorom 0,1 mM KCl + 1,0 mM NaCl.

Istovremeno merenje bioelektričnih potencijala i aktivnosti hloridnih jona u vakuoli ćelija izvođeno je u specijalno konstruisanoj komori, [Sl. 1c.], u kojoj se položaj ćelija ne menja pri uvođenju mikroelektroda. Ova komora svojom konstrukcijom omogućava uzimanje mikroproba sa »suvom« mikropipetom iz vakuole ćelije. Da se mikropipeta ne bi punila spoljašnjim rastvorom iz komore, u kojem se ćelija nalazi, za nju je napravljen specijalni prilaz od vazelina kojim se jedan mali deo (oko 4 milimetra) ćelije izoluje od rastvora u komori. Posle uvođenja »suve« mikropipete u ćeliju, sok vakuole pod dejstvom kapilarnih sila ispunjava vrh mikropipete do određene visine njenog proširenog dela. Zapremina jedne uzete mikroprobe iznosi  $2,5 \cdot 10^{-7}$  ml. Do ove zapremine dolazimo računskim putem. U momentu kontakta meniska ćelijskog soka sa selektivno-oseflijivom Ag—AgCl mikroelektrodom, koja je smeštena u mikropipeti, uspostavlja se potencijal ( $E_{Cl^-}$ ) iz čije vrednosti se izračunava aktivnost hloridnih jona u vakuoli žive ćelije.

U ovom radu korišćene su obične mikroelektrode, izrađene od staklenih cevi (pyrex), koje omogućuju tačno merenje bioelektričnih potencijala. Dijametar vršnog dela mikroelektroda bio je oko jedan mikron. Ove mikroelektrode punjene su sa 3 M KCl ili 2,5 M NH<sub>4</sub>Cl. Dalje, korišćene su selektivne srebro-srebrohloridne mikroelektrode koje su izrađivane od srebrne žice. Pre hloriranja ove elektrode su obrađene; dijametar njihovog vrha iznosio je 2—3 mikrona. Tako izrađene srebro-srebrohloridne elektrode reverzibilne su u odnosu na hloridne jone. Promena potencijala ( $\Delta E_{Cl^-}$ ) registrovana sa ovakvom selektivnom mikroelektrodom u odnosu na indiferentnu mikroelektrodu (elektroda upoređivanja), iznosila je od 53—55 mV pri smeni rastvora u kojima se aktivnost hloridnih jona menja za deset puta, što je vrlo blisko teorijskoj vrednosti, [Sl. 1b.]. Pri registraciji bioelektričnog potencijala korišćena je indiferentna elektroda. Kao standardne, nepolarizujuće elektrode, uz obične i indiferentne mikroelektrode, korišćene su Ag—AgCl elektrode.

Upravljanje mikroelektrodama vršeno je pomoću mikromanipulatora. Mikroelektrode su uvođene u ćeliju pod binokularnim mikroskopom pri uvećanju 300×, odnosno 56×. Biopotencijal vakuole registrovan je



Sl. 1. a. Čelija *Characeae*

b. Kalibracioni dijagram Ag-AgCl selektivne mikroelektrode u odnosu na indiferentnu elektrodu u rastvorima KCl.

c. Principijelna šema jednovremenog merenja biopotencijala (BP) i potencijala ( $E_{cl}$ ) u živoj ćeliji. IE — indiferentna elektroda, ME — obična mikroelektroda, ME<sub>cl</sub> — srebro-srebrohloridna selektivna mikroelektroda, PS — protočni sistem za smenu spoljašnjih rastvora, Č — ćelija, K — komora, V — vazelin, P — potenciometar, PP — potenciometar-pisač.

pomoću potenciometra — pojačivača tipa LP—58 koji je, za potrebe ovih istraživanja prilagođen. Registrovane veličine biopotencijala automatski i sinhronizovano su zapisivane pomoću potenciometra-pisača tipa 3PP—09.

Radi istovremenog merenja biopotencijala i aktivnosti hloridnih jona bilo je neophodno predvideti mogućnost naizmeničnog preključivanja na mreži potenciometra dve mikroelektrode (od ukupno tri), [Sl. 1c.]. Ovo preključivanje mikroelektroda na mreži potenciometra obavljano je pomoću ručnog ili poluautomatskog regulatora. Merenja su vršena sa tačnošću od  $\pm 0,25$  mV. Eksperimenti su izvođeni pri temperaturi od 20°C.

Biopotencijali se uspostavljaju usled gradienta koncentracija pojedinih jona ( $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Cl^-$  i dr.) između ćelije i spoljašnje sredine. Stoga smo pored standardnog registrovanja bioelektričnih potencijala (BEP), kinetike njihovog uspostavljanja i aktivnosti hloridnih jona u vakuoli živih ćelija *Nitella* uveli istovremeno merenje aktivnosti hloridnih jona i BEP. Značaj ovog postupka je u tome, što on može poslužiti za eksperimentalnu proveru postojećih hipoteza o mehanizmu uspostavljanja električnih potencijala (Dainty, 1962; Walker, 1955; Radenović, 1967), a s druge strane, rezultati dobijeni metodom istovremenog merenja mogu se upoređivati sa rezultatima dobijenim metodom posebnog registrovanja istih veličina.

## REZULTATI I DISKUSIJA

Uvođenjem »suve« mikropipete u kojoj je smeštena selektivna Ag—AgCl elektroda nije bilo odmah moguće vršiti merenja, jer se u prvim momentima pojavljuju biopotencijali nadražaja, koji su često praćeni prestankom kretanja citoplazme. Kretanje citoplazme uspostavlja se ponovo posle 2—3 minuta, a stabilizuje se posle 5—6 minuta, i tek tada je moguće meriti EBP i  $E_{Cl}$ . Pri provođenju eksperimenata, čije rezultate prikazujemo u ovom radu, nastojali smo da bude ispunjen uslov:  $[KCl] + [NaCl] = \text{const}$ . Ovaj uslov obezbeđivao je da koncentracija hlorida u spoljašnjoj sredini ostane neizmenjena, a da se koncentracija katjona ( $K^+$  i  $Na^+$ ) može menjati. Iz rezultata koji su prikazani u Tabeli 1. vidi se da aktivnost hloridnih jona u vakuoli živih ćelija *Nitella mucronata* i *N. flexilis* ima prosečnu vrednost  $124,3 \pm 0,7$  mM, a da BP registrovani pod istim uslovima imaju prosečnu vrednost za polazni rastvor (0,1 mM KCl + 1,0 mM NaCl)  $-155,0 \pm 1,4$  mV, dok za završni spoljašnji ćelijski rastvor (1,0 mM KCl + 0,1 mM NaCl) odgovarajuća vrednost biopotencijala iznosi  $-109,7 \pm 0,8$  mV. Ista merenja provedena su i za sledeće rastvore koji okružuju ćeliju:

0,2 mM KCl + 0,9 mM NaCl

0,4 mM KCl + 0,7 mM NaCl

0,6 mM KCl + 0,5 mM NaCl

0,8 mM KCl + 0,3 mM NaCl

Aktivnost hloridnih jona, merena istovremeno sa BP u vakuoli živih ćelija, za navedene rastvore, ne odstupa od prosečne vrednosti aktivnosti hlorida koje su date u *Tabeli 1*. Upoređujući rezultate aktivnosti hlorid-

Tabela 1: Aktivnost hloridnih jona u vakuoli ćelije, biopotencijali (BP, mV) registrovani između vakuole i spoljašnjeg polaznog rastvora (p-rastvor: 0,1 mM KCl + 1,0 mM NaCl), odnosno završnog rastvora (z-rastvor: 1,0 mM KCl + 0,1 mM NaCl) i brzina kretanja citoplazme (v,  $\mu$ /sec).

Red. br.	Aktivnost Cl <sup>-</sup> u mM	BP za p-rastvor u mV	BP za z-rastvor u mV	v u $\mu$ /sek
1	124	-156	-105	51
2	122	-153	-111	50
3	123	-160	-115	50
4	130	-155	-110	50
5	125	-150	-109	48
6	126	-166	-112	49
7	123	-149	-107	50
8	120	-152	-106	50
9	122	-163	-115	52
10	125	-151	-108	50
11	127	-150	-109	50
—	124,3 ± 0,7	-155,0 ± 1,4	-109,7 ± 0,8	50,0 ± 0,2

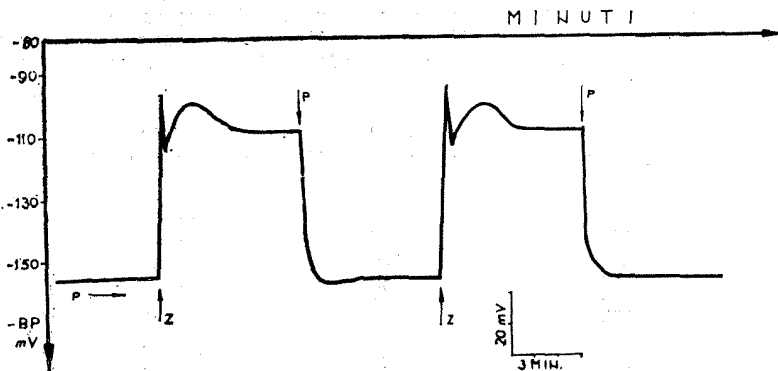
nih jona u vakuolarnom soku dveju vrsta *Nitella*, izmerene neposredno sa selektivnom Ag—AgCl elektrodom, sa rezultatima koncentracija hlorida, dobijenim hemijskim analizama, može se zaključiti da se hlor u vakuoli, najvećim delom nalazi u disosovanom obliku.

Određivanjem srednje aktivnosti hlorida u spoljašnjim rastvorima (KCl+NaCl) i u vakuolarnom soku, kod krupnih ćelija *Nitella*, stvorena je mogućnost provere teorije o formiranju biopotencijala koja korelira veličinu BP sa odnosom aktivnosti hloridnih jona u spoljašnjoj sredini i u vakuoli.

Distribucija jona Cl<sup>-</sup> između spoljašnje sredine i vakuole ćelija, gajenih u uslovima koji su vrlo bliski prirodnim, karakteriše se značajnim nagomilavanjem ovih jona u vakuoli. Tako, na osnovu naših rezultata aktivnost hloridnih jona u vakuoli oko 113 puta je veća od aktivnosti istog jona u spoljašnjoj ćelijskoj sredini.

Ispitivana zavisnost električnih biopotencijala, pri konstantnoj koncentraciji anjona Cl<sup>-</sup>, menjala se po vrednosti i po kinetici uspostavljanja posebno za svaki od pomenutih spoljašnjih rastvora. Smenom rastvora, koji okružuje ćeliju, kinetika uspostavljanja biopotencijala se menja, [Sl. 2]. Tako, sa povećanjem spoljašnje koncentracije K<sup>+</sup> za deset puta novonastali nivo biopotencijala uspostavlja se za vreme od 3,2 ± 0,45 minuta i pri tome ima karakteristična kolebanja u predelu koji je određen novonastalom stacionarnom ravnotežom, [Sl. 2]. Ako sada ovaj spoljašnji rastvor (z-rastvor) smenimo sa rastvorom (p-rastvor) u kojem je koncen-

tracija  $\text{Na}^+$  deset puta veća u odnosu na koncentraciju  $\text{K}^+$ , vreme uspostavljanja nivoa biopotencijala je u proseku duže i iznosi  $3,7 \pm 0,3$  minuta, [Sl. 2]. Ove promene biopotencijala su reverzibilne i mogu se ponoviti na jednoj istoj ćeliji više puta.



Sl. 2. Kinetika biopotencijala koji se formiraju pri smeni spoljašnjih rastvora:

p — 0,1 mM KCl + 1,0 mM NaCl  
z — 1,0 mM KCl + 0,1 mM NaCl

Metod za istovremeno merenje BP i aktivnosti hloridnih jona u vakuoli živih ćelija jednostavan je i može se primeniti u bilo kojoj laboratoriji, gde postoji iskustvo u radu sa mikroelektrodama. Osim toga primena selektivnih mikroelektroda omogućila je da se pređe od mikrohemijskih analiza razorenih ćelija na određivanje aktivnosti hloridnih jona u živim ćelijama, a da se pri tom ne naruši sposobnost ćelija za obavljanje složenih procesa.

## REZIME

Obavljena ispitivanja obuhvataju sledeće rezultate:

1. Konstruisana je i razrađena laboratorijska aparatura za istovremeno registrovanje aktivnosti hloridnih jona i bioelektričnih potencijala u vakuoli ćelija *Nitella*. Pomoću ove aparature demonstriran je postupak mikroanalize koji omogućava kvantitativno određivanje aktivnosti hloridnih jona u mikroprobama zapremine  $2,5 \cdot 10^{-7}$  ml.

2. Prosečna aktivnost hloridnih jona u vakuoli ćelija *Nitella mucronata* i *N. flexilis* iznosi  $124,3 \pm 0,7$  mM i ne zavisi od smene spoljašnjih rastvora u kojima se aktivnost hlorida održava konstantnom.

3. Distribucija hloridnih jona između vakuole i spoljašnje ćelijske sredine karakteriše se nagomilavanjem hlorida u vakuoli — aktivnost hlorida u vakuoli veća je za oko 113 puta od aktivnosti istog jona u spoljašnjoj ćelijskoj sredini.

4. Biopotencijali registrovani u vakuoli, po kinetici formiranja i promeni u veličini, zavise od sumarnih izmena spoljašnjih koncentracija kationa —  $K^+$  i  $Na^+$ .

#### LITERATURA

- Kostjuk, P. G. (1960): Mikroelektrodna tehnika. Izd. ANUSSR, Kiev.  
 Kurella, G. A. (1958): Biofizika, 3, 243.  
 Dainty, J., (1962): Ann. Rev. Plant Physiol. 13, 379.  
 Walker, N. A., (1955): Austr. J. Biol. Sci. 8, 476.  
 Vorobev, L. N., Kurella, G. A., Popov, G. A. (1961): Biofizika, 6, 582.  
 Vorobev, L. N., (1965): Biofizika, 10, 358.  
 Vorobev, L. N., Radenović, Č., Hitrov, Ju. A; Jaglova, L. G. (1967): Biofizika, 12, 1016.  
 Vorobev, L. N., Li Su — ju nj., Radenović, Č. (1965): Fiziko-himičke osnove avtoregulacije u kletkama. Izd. »Nauka«, Moskva.  
 Radenović, Č. (1967): Mehanizam uspostavljanja električnog potencijala (biopotencijala) na membranama biljnih ćelija. Magistarska teza. Univerzitet u Beogradu.  
 Radenović, Č. (1966): Ispitivanje uloge adnovalentnih i dvuhvalentnih kationov i anionov u formiranju biopotencijala u kletkama vodorosle. Disertacija kandidata nauke (avtorferat). Moskovskij gosudarstvenij Univerzitet im. M. V. Lomonosova.  
 Hodgkin, A. L., Horowicz, P. (1959): J. Physiol. 148, 127.

#### Résumé

ČEDOMIR RADENOVIĆ

#### ETUDE SIMULTANÉE DE L'ACTIVITÉ DES IONS DU CHLORIDE ET DES BIOPOTENTIELS ÉLECTRIQUES DANS LA VACUOLE DES CELLULES DE *NITELLA MUCRONATA* ET *NITELLA FLEXILIS*

Un appareillage de laboratoire pour l'enregistrement simultané de l'activité des ions du chlorure et des potentiels bioélectriques dans la vacuole de la cellule de *Nitella*, a été construit et élaboré en détail. La prise de microessais d'un volume de  $2,5 \cdot 10^{-7}$  ml peut être appliquée aussi comme méthode de microanalyse pour la détermination quantitative de l'activité des ions du chlorure.

La moyenne de l'activité des ions du chlorure dans la vacuole de la cellule de *Nitella mucronata* et de *Nitella flexilis* est  $124,3 \pm 0,7$  mM et ne dépend pas de la substitution des solutions extérieures où l'activité du chlorure est maintenue constamment.

La distribution des ions du chlorure entre la vacuole et le milieu cellulaire extérieur est caractérisée par l'accumulation du chlorure dans la vacuole — l'activité du chlorure dans la vacuole est environ 113 fois plus grande que l'activité de ce ion dans le milieu cellulaire extérieur.

Les biopotentiels enregistrés dans la vacuole, d'après la cinétique de formation et le changement de la grandeur, dépendent des substitutions des concentrations extérieures des cations:  $K^+$  et  $Na^+$ .





VILOTIJE BLEČIĆ

### WAS IST GLECHOMA SERBICA HAL. ET WETTST?

Der damalige Inspektor der Botanischen Gartens in Beograd, J. Bornmüller, fand im Jahre 1887 einzelne *Glechoma* — Exemplare vor, die spontan im Garten auf unbebauten Flächen wuchsen und Unterschiede gegenüber *G. hederacea* und *G. hirsuta*, die hier ebenfalls wild vorkamen, aufwiesen. Die eingesammelten und getrockneten Belege bezeichnete er auf der beiliegenden Etikette als »*Glechoma hederacea* × *Glechoma hirsuta*, Beograd, 1887. leg. Bornmüller«. Frisch- und Herbarmaterial dieser Sippe sandte Bornmüller dem Botanischen Garten der Universität Wien ein, wo sie auf Grund dieser Belege von Halacsy und Wettstein als neue Art *Glechoma serbica* beschrieben wurde. Zur Verbreitung dieser neuen Art wurde angegeben: »Serbia borealis: Ad Belgrad, ubi J. Bornmüller a. 1887 legit et a *Glechoma hederacea* L. et *Glechoma hirsuta* W. K. diversam cognovit« (Halacsy 1888: 71).

Halacsy und Wettstein heben als westentliche morphologische Unterschiede zwischen *G. serbica* und *G. hederacea*, der sie am nächsten steht, folgende Merkmale hervor: *G. serbica* ist in allen Teilen bedeutend weniger behaart als *G. hederacea*; die Blattspreiten der *G. serbica* sind weder herz- noch nierenförmig, sondern haben eine scharf abgeschnittene Basis, die plötzlich in den Blattstiel verschmälert ist; die Blattstiele sind wesentlich länger und die Oberseite der Blätter ist glänzender; die Kelchzipfel sind verschmälert und schärfer zugespitzt; die Stengel sind aufrecht und reichhaltiger beblättert als bei *G. hederacea*. Die neue Sippe unterscheidet sich ferner von *G. hirsuta* durch das Fehlen der kennzeichnenden Behaarung, die Form der Laubblätter und die Grösse und Form der Kelche. Halacsy weist ferner darauf hin, dass die von Bornmüller nach Wien eingesandten Exemplare hier noch im selben Jahr im Botanischen Garten blühten und die angeführten unterschiedlich Merkmale unverändert beibehalten wurden.

Seit der Entdeckung der *Glechoma serbica* durch Bornmüller wurde diese Sippe trotz aller Bemühungen der serbischen Botaniker, die ihr eine besondere Aufmerksamkeit zugewandt haben, weder in der Umgebung von Beograd, noch sonstwo in Serbien wieder aufgefunden.

In der Einleitung zur 6. Auflage der »Flora der Umgebung von Beograd« (= Flora u okolini Beogradskoj) von J. Pančić, die im Jahre 1892 veröffentlicht wurde, ist hervorgehoben, dass »in diese neueste Auflage der Flora alle Pflanzen aufgenommen sind, die seit 1885 in der Umgebung von Beograd als neu angetroffen wurden«. Trotzdem aber sind im Bestimmungsschlüssel für die Arten der Gattung *Glechoma* nur *G. hederacea* und *G. hirsuta* angeführt. Auch Adamović führt in seinem Werke »Die Vegetationsverhältnisse der Balkanländer« (1909) unsere Sippe nur im Register, nicht aber im Text an, obwohl er dies bei einigen anderen taxonomisch niedrigeren Sippen getan hat. T. Soška, der ehemalige Inspektor des Botanischen Gartens in Beograd, hat sich in seiner langjährigen floristischen Tätigkeit stets eingehend für *Glechoma serbica* interessiert, doch hat er sie weder um Beograd noch sonst in Serbien jemals vorgefunden. Einigemal stiess er zwar in der Umgebung von Beograd auf vereinzelte Formen von *Glechoma*, die in morphologischer Hinsicht der *G. serbica* entsprochen hätten, doch kultiviert im Botanischen Garten, verloren sie recht bald ihre ursprünglichen Merkmale.

Im Frühjahr 1956 entdeckte ich auf der Avala bei Beograd, auf einer Fläche von 4—5 m<sup>2</sup>, einen dichten *Glechoma*-Rasen, der sich in allen wesentlichen Merkmalen sowohl von *G. hederacea* als *G. hirsuta* die in unmittelbarer Nähe blühten, unterschied. Bei dieser Gelegenheit haben wir einige Exemplare dieser abweichenden Sippe eingesammelt und den Fundort zwecks späterer Kontrolle genau gekennzeichnet. Die eingesammelten Exemplare entsprachen fast gänzlich der Diagnose von *G. serbica*; die einzige Abweichung konnte in der Länge der Kelchzipfel und in einer etwas stärkeren Behaarung konstatiert werden.

Im Jahre 1967 konnten wir die Original-Exemplare (Holotypen) der *Glechoma serbica* aus den Herbarsammlungen des Botanischen Institutes der Universität Wien und des Naturhistorischen Museums in Beograd einsehen, was uns ermöglichte, einen eingehenden Vergleich unserer Avala-Exemplare mit jenen von Bornmüller eingesammelten und von Halacsy und Wettstein beschriebenen Typus-Belegen von *G. serbica* durchzuführen. Die Exemplare von der Avala und diejenigen aus dem Herbarium des Botanischen Institutes der Universität Wien gleichen sich völlig in allen wesentlichen morphologischen Merkmalen, ausser dass die ersten etwas beharter und ihre Kelchzähne etwas länger sind. Diese beiden Merkmale, besonders die Behaarung, haben nur einen geringen diagnostischen Wert, da sie bei allen *Glechoma*-Arten sehr labil sind. Neben der Behaarung ist auch die glänzende Blattoberfläche ein recht unbeständiges Merkmal. Im Laufe meiner floristischen Tätigkeit fand ich bei *G. hederacea* Laubblätter vor, die nach Form, Grösse und glänzender Blattoberfläche ähnlich jenen von *Asarum europaeum* waren. Im Botanischen Garten in Beograd wächst *G. hederacea* spontan, ist fast kahl und weist glänzende Oberflächen der Laubblätter auf; nur an den Stengel-Nodien finden sich einige Härchen vor, während die Internodien ganz kahl sind. Demzufolge ist der Glanz der Blattoberflächen und die geringe Behaarung nicht nur, wie Halacsy und Wettstein ange-

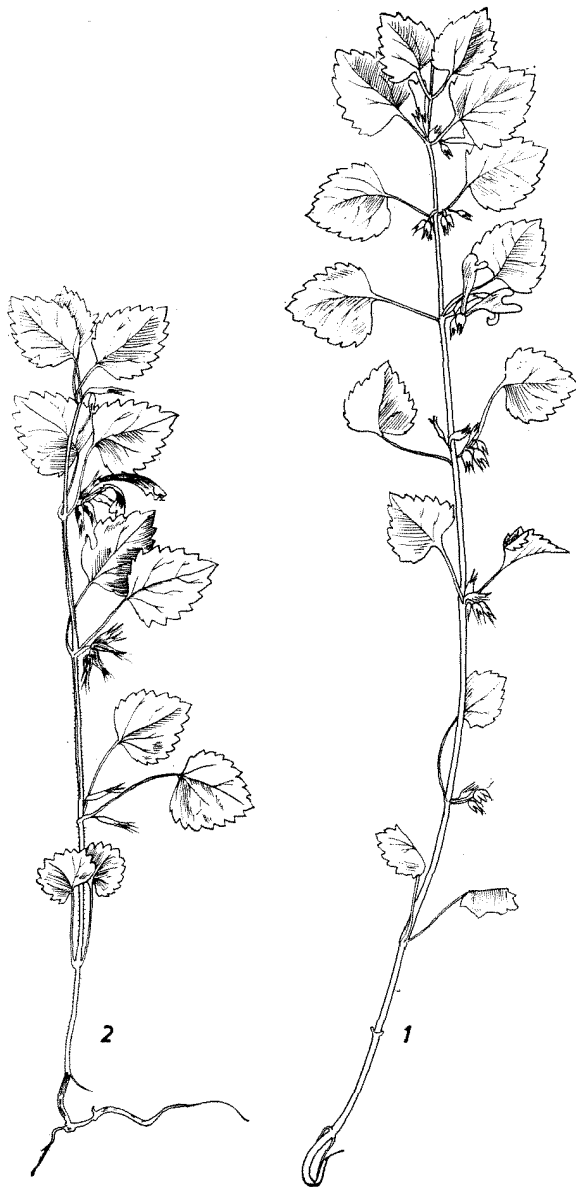


Fig. 1. Egxemplar aus des Botanischen Instituts der Universität Wien

Fig. 2. Egxemplar auf der Avala bei Beograd.

ben, kennzeichnend für *G. serbica*. Was aber die Form der Blätter und die Länge der Blattstiele betrifft, findet sich keinerlei Unterschied zwischen den Typus-Belegen der *G. serbica* und den Avala-Exemplaren vor, was eindeutig auch auf der entsprechender Abbildung ersichtlich ist (Abb. 1).

Den Fundort der »*G. serbica*« auf der Avala überprüften wir im darauffolgenden Jahre (1957) und konnten feststellen, dass nur noch ganz wenige Exemplare vorhanden waren, bei denen noch einige Merkmale der »*G. serbica*« erhalten waren. Aber schon im Jahre 1958 war im ganzen *Glechoma*-Rasen kein einziges Exemplar mehr zu finden, das jene morphologische Merkmale aufgezeigt hätte, nach denen sich *G. serbica* von den beiden anderen *Glechoma*-Arten unterscheiden sollte; an diesem Fundorte wuchs also nur noch typische *G. hederacea*.

Wir hatte Gelegenheit, auch auf anderen Fundorten, sowohl in Serbien als in Montenegro, zwischen *G. hederacea* und *G. hirsuta* vereinzelt Exemplare vorzufinden, die nach den beschriebenen Merkmalen der *G. serbica* ähnlich waren, doch konnten wir bereits im darauffolgendem Jahr an diesen Stellen kein einziges Exemplar mehr antreffen, das der Sippe *G. serbica* ähnlich wäre.

Bornmüller hat die im Botanischen Garten in Beograd gefundene *Glechoma*-Sippe nicht für eine selbständige Art, sondern als Bastard zwischen *G. hederacea* und *G. hirsuta* angesehen. Dies ist aus der Etikette mit seiner eigenen Handschrift ersichtlich, die den Belegen der »*G. serbica*« im Herbar des Naturhistorischen Museums in Beograd beigelegt ist, und folgend lautet: »*Glechoma serbica* Halacsy & Wettst. spec. nov. 1888. Verh. d. zool. bot. G. in Wien = *G. hederacea* × *hirsuta* mihi, in shedis 1887, inter parentes subspontanea ostenta in horto Belgrad«. Bornmüller fügte auf die gleiche Etikette hinzu: »1888 planta spontanea in agro Belgrad non inveni; certis pl. hybrida«. Daraus folgt, dass Bornmüller zuerst die Ansicht von Halacsy und Wettstein, wonach die vorgefundene Sippe als neue Art beschrieben wurde, angenommen hat, jedoch mit dem Vorbehalt, dass diese schon im folgenden Jahre (1888) nicht mehr als eigene Art vorkomme und er sie demnach als Bastard zwischen den beiden angeführten Arten betrachtet.

Die Angaben Bornmüllers und die oben angeführten Tatsachen, ferner der Fund- und Standort der »*G. serbica*« sprechen nicht dafür, dass die von Halacsy und Wettstein beschriebene *Glechoma*-Sippe eine selbständige Art sei, besonders noch, da auch ihr locus classicus schon fast 20 Jahre vor Bornmüllers Fund einen dicht besiedelten türkischen Stadtteil von Beograd, Dorćol benannt, darstellte.

Auf Grund aller angeführten Tatsachen können wir zusammenfassend feststellen, dass »*Glechoma serbica*« als selbständige Art nicht besteht. Wir sind der Ansicht, dass es sich auch nicht um eine hybridogene Sippe zwischen *G. hederacea* und *G. hirsuta*, sondern lediglich um eine genetisch nicht fixierte Standorts-Modifikation von *G. hederacea* handelt.

## LITERATURVERZEICHNIS

Adamović L. (1909): Die Vegetationsverhältnisse der Balkanländer (Mösische Länder), Leipzig.

Halacsy E. (1888): *Glechoma serbica* Hal. et Wettst. Verhandlungen der zoologisch-botanischen Gesellschaft, Bd. 33, Wien.

Pančić J. (1892): Flora u okolini Beogradskoj (Flora Agri Belgradensis) šesto izdanje (Editio sexta), Beograd.

## Re z i m e

## VII. OTIJE BLEČIĆ

## POSTOJI LI GLECHOMA SERBICA HAL. UND WETT. KAO POSEBNA VRSTA?

Bornmiller, biv. inspektor Bot. bašte u Beogradu, našao je 1887. godine na neobrađenim površinama bot. bašte, koja je tada bila locirana na Dorćolu, jedinke roda *Glechoma*, koje su se razlikovale od *G. hederacea* i *G. hirsuta*. Herbarizirani i živi materijal Bornmiller poslao je u Beč Botaničkom vrtu. Halacsy i Wettstein dobijene primerke *Glechoma* opisali su kao novu vrstu *Glechoma serbica* sp. nova.

Posle Bornmillerovog otkrića *G. serbica* nije nađena u Bot. bašti, ni u okolini Beograda, niti u Srbiji, premda je mnogo pažnje i truda uloženo u istraživanje ove vrste od strane srpskih florista. U šestom izdanju flore okoline Beograda od J. Pančića, koje je štampano 1892. godine, unete su sve biljke, koje su od 1885. godine nađene kao nove za floru okoline Beograda, ali se *G. serbica* ne pominje. 1956. godine našao sam na Avali gust busen od 4—5 m<sup>2</sup> *Glechoma*, koja se jasno razlikovala od *G. hederacea* i *G. hirsuta*, koje su rasle u neposrednoj blizini. Sabrao sam više primera nadenog oblika *Glechoma*, a nalazište jasno obeležio radi dalje kontrole. Nađeni oblik *Glechoma* potpuno se slagao u svim bitnim morfološkim osobinama sa originalnom dijagnozom *G. serbica* Hal. et Wett. a odstupala je od *G. serbica* dužinom čašičnih zubaca i jače izraženom dlakavošću. U toku sledeće dve godine nađena »*G. serbica*« potpuno se izmenila i na istom prostoru rasla je tipska *G. hederacea*. Prošle godine izvršio sam komparaciju između »*G. serbica*« sa Avale i originalnog materijala *G. serbica* iz Bečkog herbara i konstatovao potpunu podudarnost u osnovnim morfološkim karakteristikama, po kojima se *G. serbica* razlikuje od *G. hederacea* i *G. hirsuta*, dok je »*G. serbica*« sa Avale, kao što sam rekao nešto dlakavija i ima duže čašične zubce. Međutim, dlakavost i dužina čašičnih zubaca toliko su varijabilni u naših vrsta roda *Glechoma* da se ne mogu uzeti kao značajni diferencijalni morfološki karakteri, jer se sreće *G. hederacea* savršeno bez dlačica, izuzev par trepalja na čvorovima.

Na osnovu iznetih činjenica, a pogotovu nalazišta *G. serbica*, koje je pre otkrića Bornmiller, odnosno do 1862. godine, bilo tursko naselje, smatram da *G. serbica* ne postoji kao posebna vrsta, niti se pak tu radi o hibridnom obliku između *G. hederacea* i *G. hirsuta*, kako je smatrao Bornmiller, već se tu radi o genetski nestalnoj stanišnoj modifikaciji.



V. BLEČIĆ,  
B. TATIĆ i  
F. KRASNIĆI

### KRATAK PRILOG FLORI JUGOSLAVIJE

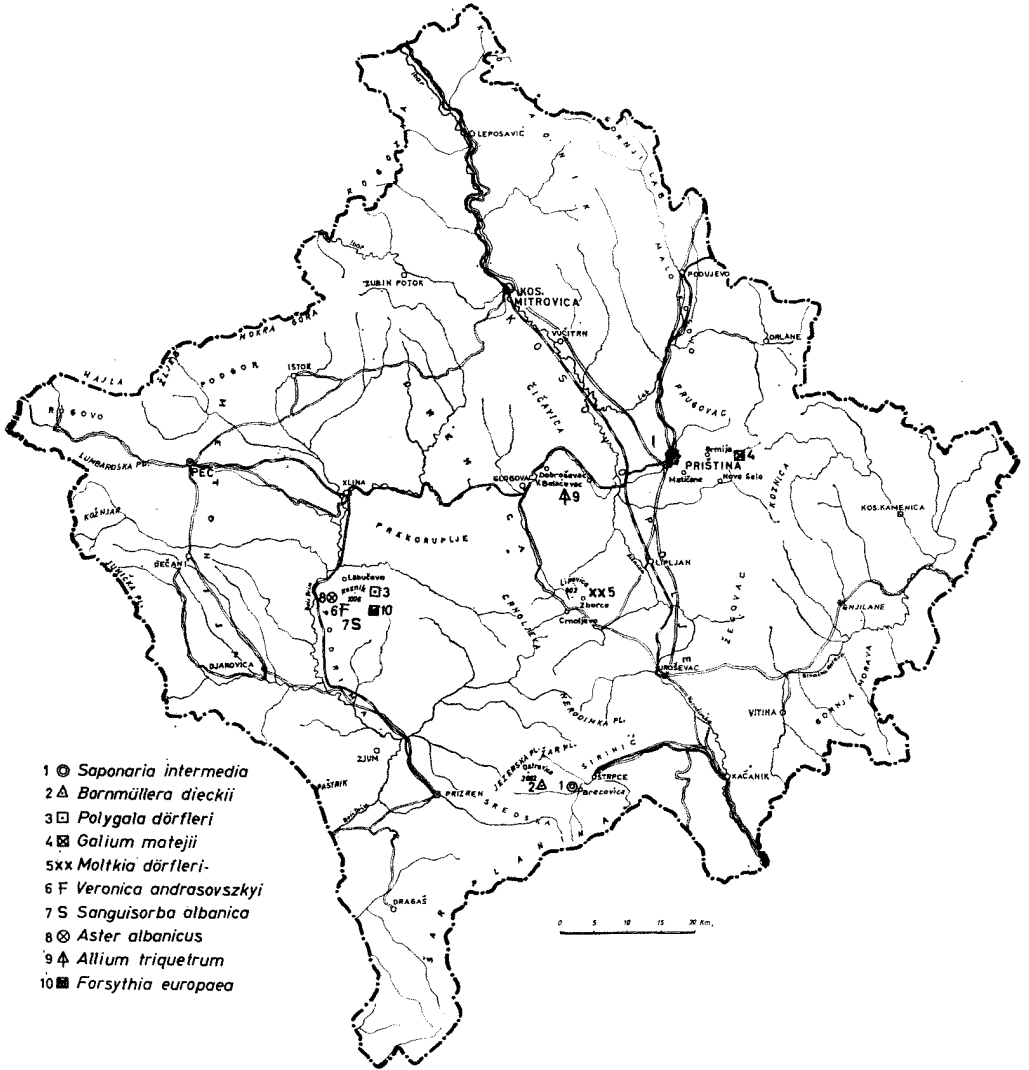
U toku proteklih šest godina vršili smo floristička istraživanja i kartiranje vegetacije Srbije i Crne Gore i tom prilikom sabrali obilan herbarski materijal paprata i cvetnica. Osim opšte poznatih vrsta u flori Jugoslavije našli smo izvestan broj vrsta, koje do tada nisu bile poznate u flori Srbije ili Crne Gore, a vrlo su značajne u biljnogeografskom pogledu za navedene oblasti. U istom razdoblju našli smo i devet vrsta novih za floru Jugoslavije; za neke od ovih prvi put je utvrđeno da samoniklo rastu na Balkanskom poluostrvu. Za balkanski endemit *Forsythia europaea*, pored dosad poznatog nalazišta u Jugoslaviji (Gubavac kod Peći), utvrdili smo još nekoliko novih nalazišta.

U ovom prilogu nove vrste u flori Jugoslavije navedene su po rednom broju, a nova nalazišta na teritoriji Jugoslavije označena su za svaku vrstu posebnim znakom na priloženoj karti (Sl. 1). Potom su navedene nove vrste za floru Crne Gore i Sroije.

1. *Saponaria sicula* Rafin, ssp. *intermedia* (Simmler) Chater, Feddes Repert. 69 : 52, 1964. (*S. intermedia* Simmler). Jugozapadna Srbija — Kosovo-metohijska oblast: Brezovica Borovi vrh. In rupibus serpenticis ad 900—1250 m s.m.

Hayek 1927:217. ovu vrstu kao *S. haussknechtii* Simmler var. *maior* (Haussk.) Hay. navodi u brdskim pašnjacima Albanije i Tesalije. Prema Čateru (Chater 1964:184). *Saponaria intermedia* rasprostranjena je na Balkanskom poluostrvu u Severnoj Grčkoj i Albaniji, ali bez ikakvih podataka o petrografskom sastavu podloge i ekologiji staništa. Međutim, ova vrsta u Metohiji, prema do sada poznatim nalazištima, isključivo je hasmofitska vrsta u serpentinskim stenama, gde sa endemičnom vrstom *Centaurea košaninii* i nizom drugih serpentinista obrazuje posebnu asocijaciju, koju ćemo prikazati drugim prilikom.

2. *Bornmüllera dieckii* Degen Oester. Bot. Zeitschrift, 1900:313). *Ptilotrichum dieckii* Deg. Hayek). Jugozapadna Srbija — Kosovo i Meto-



hija: Borovi vrh, Malo Borče, Ostrovica. In rupestribus serpentinicis ad 1250—1700 s.m.

*Bornmüllera dieckii* u H a j e k o v o m Prodrumus Florae peninsulae Balcanicae rasprostranjena je u alpijskom regionu Albanije na krečnjačkoj podlozi (Sveta Troitza). Degen takođe navodi da *B. dieckii* raste na krečnjačkoj podlozi: »In rupestribus calcareis ad coenobium Sveti Troitze



prope Prizrenid.« Navodi D e g e n o v i o krečnjačkoj podlozi staništa ove vrste nisu sigurni, jer ne samo bliža, nego i šira okolina manastira Sveta troica sagrađena je isključivo od serpentinske mase. H e y w o o d 1964: 306. B. dieckii navodi da se nalazi na krečnjačkoj podlozi u Jugoslaviji a ne u Albaniji, kako su to navodili Hajek i D e g e n. H e j v u d je za ovu vrstu izvršio korekturu u pogledu areala, ali je opet dao pogrešne podatke o petrografskom sastavu podloge staništa.

3. *Polygala dörfleri* Hay. DAWW. 1917:33. Jugozapadna Srbija — Metohija: Koznik, Koznička boka. In pratis et fruticetis *Forsythia europaea*. Hajek za *P. dörfleri* daje locus classicus u blizini Čafa Prušit na otvorenim staništima između šibljaka hrasta i *Forsythia europaea*. Međutim, koliko smo do sada mogli konstatovati, *P. dörfleri*, prati šibljacke *Forsythia europaea* na svim staništima sa serpentinskom podlogom, izuzev Gubavca kod Peći koje još nismo proverili.

4. *Galium mattejii* (Bald.) Hayek. (*G. silvaticum* var. *mattejii* Bald. Malp. VIII, 180.). Jugozapadna Srbija — Kosovo: Okolina Prištine, Grmija. In dumetis substrato schisoto.

Baldacci 1894:42. ovoj vrsti dao je rang varijeteta od *G. silvaticum* (in schedis pro *Galium levigato* L. var. nova). Prema podacima koje nalazimo kod Baldaćija, *G. mattejii* je stanovnik šumski na bituminoznoj podlozi i vrlo uzanog areala u Albaniji, oko sela Romši kod Selenice, nedaleko od Valone.

5. *Moltkia dörfleri* Wettst. AAWW. 1918. Jugozapadna Srbija — Kosovo i Metohija: Lipovica, blizu Kačanika, Dulje, Crni kamen, Birača. In Quercetum-confertae-cerris.

H a y e k 1931:880. *Moltkia dörfleri* ubraja u subalpske biljke. Međutim, ona na teritoriji Kosova i Metohije optimalno je zastupljena u šumi sladuna i cera, a rede se sreće u šibljacku belograbića i hrasta medunca. Imajući u vidu njenu rasprostranjenost u Kosovu i Metohiji, može se sa sigurnošću tvrditi da je njeno klasično nalazište u podnožju Paštrika, krajnja granica jugozapadnog areala.

6. *Veronica andrasovszky* Jav. 1920:26. Jugozapadna Srbija — Metohija: Koznik, Koznička boka. In declivibus herbis serpentinis ad 600—700 s. m. Javorka 1926:288. locus classicus navodi padine planine Morine (Čafa Morins) kod sela Tropoja nedaleko od Đakovice. Novo nalazište *V. andrasovszky* na teritoriji Jugoslavije, nalazi se od prilike na istoj udaljenosti od Đakovice, kao i klasično nalazište, samo na severoistočnoj strani.

7. *Sanguisorba albanica* Andras. & Jav. BK. 1920:23. Kosovometohijska oblast: Koznik, Koznička boka. In herbis dumetis solo serpentino.

J a v o r k a 1926:263. u zajednici sa *Andrašovskim* našao je ovu vrstu na planini Morini (Čafa Morins), prema selu Tropoja u Albaniji. Novo nalazište udaljeno je od Đakovice oko 35 km. na severoistočnoj strani.

8. *Aster albanicus* Deg. Potfüz Term. Közl. 1901:219. Jugozapadna Srbija — Metohija: Koznik. In saxosis serpentinis alt. 600 s. m. Javorka 1926:312 navodi, ali tome podatku daje malo verovatnoće, da je Dieck prvi

pronašao *A. albanicus* na serpentinitima kod Prizrena 1893. godine. Međutim, dok se ovaj podatak ne proveri, klasično nalazište ove vrste je Tropoja i Bunjaj u Albaniji, na serpentinskoj podlozi, na nadmorskoj visini od 400—600 m.

9. *Allium triquetrum* L. var. *pendullinum* T e n. 1811:15. Jugozapadna Srbija — Kosovo i Metohija: Grabovac i Dobroševac. In silvis et fruticetis montanis. Hajek u flori Balkanskog poluostrva (Prodromus Florae peninsulae Balcanicae) *Allium triquetrum* navodi i to pod znakom pitanja u mediteranu Grčke. Halascy 1904:260. za *A. triquetrum* uzima podatke o rasprostranjenju iz Flora orientalis od Boasijea: »In campis pr. Kalamata Messeniae (Gittard), sed schedulis hujus collectoris pauca fides habenda«. Otkrićem ove vrste u Jugoslaviji (Kosmet) prvi put tačno je utvrđeno da je samonikla u flori Balkanskog poluostrva.

*Forsythia europaea* D e g. et Bald. Oest. Bot. Zeitschrift 1897:406. Osim klasičnog nalazišta u Jugoslaviji, Gubavac pored Pečke patrijaršije, ovaj značajni endemit Balkanskog poluostrva, u Jugoslaviji (Metohija) ima široko rasprostranjenje, na nižim brdima i kosama na serpentinskoj podlozi: Koznik, okolina Orahovca, Crni kamen, Petka, u dolini reke Erenik (Ponoševac) itd.

*Silene asterias* Griseb. Bosna i Hercegovina?, Srbija, Bugarska, Makedonija. In subalpinis. Severoistočna Crna Gora: Mali rid i Bjelasica. In fossas subalpinis et alpinis ad 1900—2000 s.m. Nova za Crnu Goru.

*Coronilla elegans* P a n ċ. Bosna i Hercegovina, Srbija, Bugarska, Dobruđa, Makedonija i Albanija. In fruticetis, silvis. Severoistočna Crna Gora: Bjelasica (Biogradska gora). In silvis montanis ad 850 s.m. Nova za Crnu Goru.

*Gentiana nivalis* L. Dalmacija, Bosna i Hercegovina, Slovenija, Bugarska. In alpinis. Severoistočna Crna Gora: Hajla i Bjelasica. In pratis alpinis cca 2000 s.m. Nova u flori Crne Gore. *G. nivalis* u Crnoj Gori odstupa po habitusu od iste vrste iz Slovenije i Bugarske, jer se od osnove bogato grana (10—30 bočnih grančica), a osim toga na glavnom stablu jasno se ističu krila.

*Arnica montana* L. Bosna i Hercegovina (Bosna), Hrvatska, Slovenija. In pratis subalpinis. Severoistočna Crna Gora: Ljubišnja planina (Konjsko polje). In pratis, silvis cca 1300 s.m. Nova za floru Crne Gore.

*Phyteuma confusum* A. K e r n. Bosna i Hercegovina, Bugarska, Albanija. In pascuis alpinis schisoto solo. Severoistočna Crna Gora: Bjelasica planina. In pratis alpinis cca 2000 s.m. Nova za Crnu Goru.

*Buxus sempervirens* L. Ova vrsta u flori Jugoslavije poznata je kao samonikla: In silvis, dumetis, u Makedoniji. Međutim, ovog proleća našli smo je u Crnoj Gori: okolina Danilovgrada (Slatina, Krasovina) na površini od cca 30 hektara.

*Sueda fruticosa* (L.) F o r s k. Dalmacija, Makedonija, Kvarner, Albanija, Grčka, Ciklada i Krit. Ad litora maris. Crna Gora: Ulcinj i okolina. In rudertis et ad litora maris. Nova za floru Crne Gore.

*Crucianella latifolia* L. Pored širokog rasprostranjenja u mediteranskim predelima Balkanskog poluostrva, do sada nije bila poznata u flori Crne Gore.

*Dryopteris filix mas* (L.) Schot. f. *cristata* More. Ovaj teratološki oblik opisao je More za Staffordshire i Devonshire. Laursen navodi niz teratoloških formi od ove vrste, ali ne pominje formu *cristata*. Godine 1964. našli smo je na planini Bjelasici. In glareosis subalpinis.

*Senecio wagneri* Deg. Bosna i Hercegovina, Srbija i Bugarska. In pratis alpinis. Severoistočna Crna Gora: Hajla i Bjelasica. In pratis alpinis cca 2050 m s. m. Nova u flori Crne Gore.

*Galinsoga parviflora* Cav. Ova adventivna vrsta poznata je u Srbiji od 1870. godine, u Crnoj Gori prvi put zapazili smo je i sabrali iz okoline Kolašina 1964. godine.

*Galinsoga ciliata* (Raf.) Blake. Prošle godine našli smo je u Baru (Crnogorsko primorje).

*Trifolium palleescens* Schreb. Slovenija, Crna Gora, Albanija, Bugarska i Tesalija. In glareosis alpinis. Zapadna Srbija: Golija planina — Jankov kamen, Odvraćenica. Nova u flori Srbije.

*Cytisus purpureus* Scop. Slovenija, Hrvatska, Dalmacija. In dumetis. Jugozapadna Srbija — Kosovo i Metohija: Koznik. Nova u flori Srbije.

*Pinguicula hirtiflora* Ten. Bosna i Hercegovina (Bosna), Bugarska, Albanija, Epir, Tesalija i Grčka. In scaturiginosus precipue serpentinicis. Jugozapadna Srbija — Metohija, Koznik, Koznička boka. In scaturiginosus serpentinicis. Nova za floru Srbije.

*Roemeria hybrida* (L.) DC. Bugarska, Trakija, Makedonija, Grčka, Krit, Albanija. In arvis inter segetis dit. medit. Jugozapadna Srbija — Kosovo: okolina Prištine. In arvis inter segetis. Nova u flori Srbije.

## LITERATURA

Baldacci A. (1894): Rivisita critica della collectione Botanica. Malpigia VIII, Genova.

Chater A. O. (1964): *Saponaria* L. ap. Tutin. T. G. et al. *Flora europaea*, Cambridge.

Degen A. (1900): Bemerkung über einige orientalische Pflanzenarten. *Oest. Bot. Zeitschrift*, Wien.

Fiori A (1923—1925): *Nuova Flora analitica d'Italia*, Ed. I, Firenze.

Grisebach A. (1843—1844): *Spicilegium Florae rumelicae et bithynicae*, Vol. I, Brunsvige.

Halascy E. (1904): *Conspectus Florae Graecae*, Vol. III, Lipsiae.

Hayek A. (1917): Beitrag zur Kenntnis der Flora des Albanisch-Montenegrinischen Grenzgebietes. *DAAWW*. Bd. 94, Wien.

Heywood V. H. (1964): *Bornmüllera* Hausskn. ap. T. G. et al. *Flora europaea*, I, Cambridge.

Javorcka S. (1921): Uj adatok Albania florajahoz (Novitates Florae Albanicae). *Botanikai Közlemeyek*, Budapest.

Javorcka S. (1926): *Additamenta ad Floram Albaniae*, Budapest.

Košanin N. (1913): Die Verbreitung von *Forsythia europaea* Deg. et Bald. in Nord Albanien. *Magyar Bot. Lapok*, Bd. 12, Budapest.

- Krasnići F. (1966): Šuma sladuna i cera kao posebna geografska varijanta u Lipovici (Kosmet). Zbornik Fil. fak. Priština.
- Lowe E. J. (1862): Fern British and Exotic. Vol. 6, London.
- Lueresen Ch. (1889): Die Farnpflanzen (Pteridophyta). Leipzig.
- Mayer E. (1952): Seznam praprotnic in cvetnic Slovenskog ozemlja. Ljubljana.
- Rohlena J. (1942): Conspectus Florae Montenegroinae. Preslia, XX—XXI Praha.
- Wettstein R. (1918): Moltkea derfleri Wett. und die Abgrenzung der Gattung Moltkea. Oest. Bot. Zeitscher. Wien.

## Z u s a m m e n f a s s u n g

V. BLEČIĆ,  
B. TATIĆ i  
F. KRASNIĆI

### BEITRAG ZUR FLORA JUGOSLAWIENS

Im Laufe der verflossenen sechs Jahren wurden floristische Untersuchungen und Kartierungen der Vegetation Serbiens und Montenegros durch geführt, wobei eine reiche Menge von herbarischen Angiospermen- und Farnmaterial gesammelt wurde.

Neben in der Flora Jugoslawiens allgemein bekannten Arten wurden auch einige Arten, welche bisher in der Flora Serbiens und Montenegros unbekannt waren, vorgefundenen, die aber im pflanzengeographischen Sinne für die genannten Gebiete sehr bedeutend sind.

In derselben Periode wurden für die Flora Jugoslawiens neun Arten vorgefunden. Für einige von ihnen ist es zuversichtlich festgestellt worden, dass sie an der ganzen Balkanhalbinsel als wildwachsende Pflanzen anzutreffen sind.

Für den balkanischen Endemit **Forsythia europaea** konnten neben dem in Jugoslawien bisher als klassischen Fundort bekannten Gubavec bei Peć noch einige neue Lokalitäten, wie Koznik, die Umgebung Orahovac, Crni Kamen, Prekoruplje und a. m. festgestellt werden.

Die für Flora Jugoslawiens neuen Arten sind in der vorliegenden Arbeit unter laufenden Nummern angeführt, und die neuen Fundorte in die beiliegende Karte durch ein besonderes Merkzeichen gezeichnet worden. Dazu wurden auch die für die Flora Serbiens und Montenegros neuen Arten angegeben.

MILUTIN B. JELIĆ et  
MILICA V. TORTIĆ

### ISCHONODERMA CORRUGIS (Fr.) Domań. et Orlicz, UN NOUVEL ÉLÉMENT DANS LA FLORE DES MACROMYCÈTES DE YUGOSLAVIE

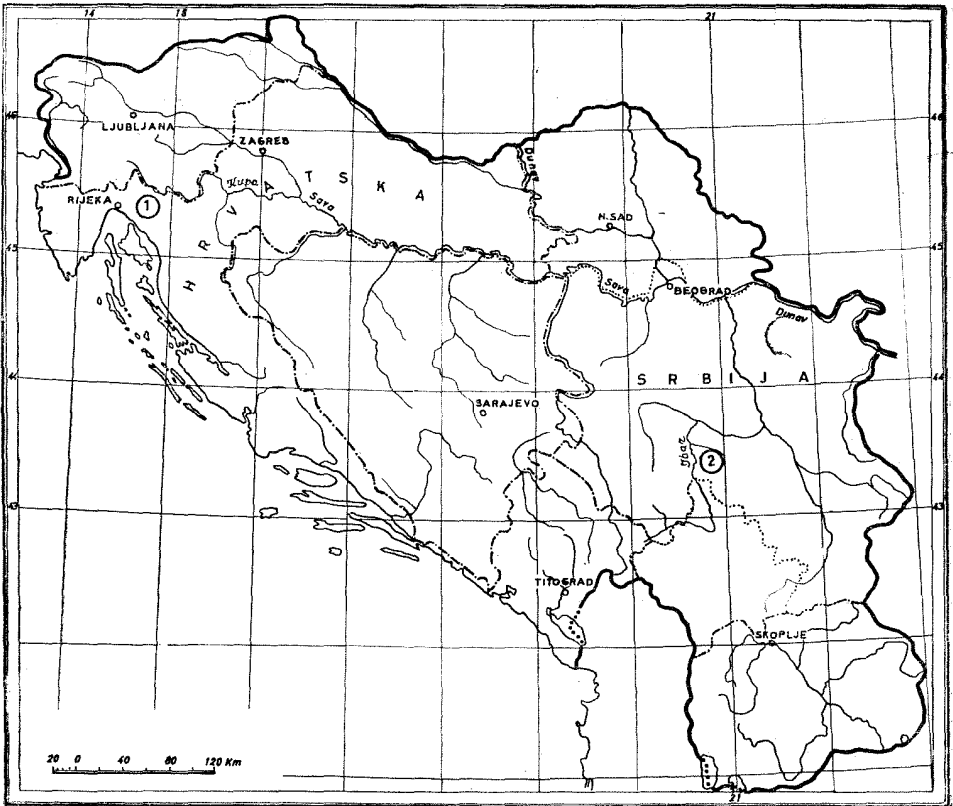
D'après les travaux de Konrad R. et de Maublanc A. (1924—1937), de Pilát A. (1936), de Wojewoda W. (1966), de Domański S., d'Orłoś H. et de Skirgiełło A. (1967) et d'autres encore, la présence de *Ischnoderma corrugis* (Fr.) Domań. et Orlicz n'a été constatée que dans de localités peu nombreuses de l'Eurasie. D'après les auteurs, ce macromycète est répandu surtout dans la partie centrale de l'Europe, tandis que, quant aux autres régions, on ne le rencontre qu'en Asie Mineure, au Kazakstan et au Caucase. Cependant, dans la Péninsule des Balkans, d'après les travaux publiés jusqu'à présent, il n'a pas été trouvé.

D'après les données dont nous disposons, *Ischnoderma corrugis* (Fr.) Domań. et Orlicz n'avait pas été jusqu'à présent constatée en Yougoslavie. Il est probable que, à cause de sa ressemblance avec *Ischnoderma resinosum* (Fr.) P. Karst., de ces régions, les investigateurs l'aient confondue avec une autre espèce ou avec l'espèce citée.

Au cours de ces dernières années, on a fait en Yougoslavie des recherches plus intensives des macromycètes du point de vue taxonomo-écologique et phytogéographique, ce qui a contribué à constater toute une série des spécificités de ce groupe de plantes souvent dans des localités très éloignées et isolées les unes des autres. Il en est de même avec l'étude de la composition floristique et de la distribution des macromycètes dans notre pays (Tortić 1966, Jelić 1967).

Les auteurs de ce travail ont constaté la présence de *Ischnoderma corrugis* (Fr.) Domań. et Orlicz dans des localités relativement éloignées les unes des autres et cela indépendamment l'un de l'autre, à savoir: M. Tortić, dans la période de 1963 à 1965 a constaté deux localités de ce champignon dans la région de Gorski Kotar — aux environs de Crni Lug (Croatie occidentale), et M. Jelić, au cours de l'année 1965, a trouvé ce champignon dans les forêts de la montagne de Goč —

aux environs de Dobra Voda (Serbie central), (Carte 1). En tant que collaborateurs à des problèmes similaires, ils ont cru que les localités où ce macromycète — rare chez nous — a été trouvé, méritent d'être particulièrement mises en évidence, d'abord parce que les localités de cette espèce en Croatie et en Serbie sont pour le moment les premières et les seules mentionnées en Yougoslavie pour l'*Ischnoderma corrugis* (Fr.) Domań et Orlicz; ensuite, parce que, d'après nos constatations, ces localités constituent actuellement la limite méridionale de l'aréal de cette espèce dans la Péninsule des Balkans.



Carte 1. — Les localités de *Ischnoderma corrugis* (Fr.) Domań. et Orlicz en Yougoslavie : 1 — Crni Lug (Gorski Kotar — Croatie occidentale); 2 — Dobra Voda (Goč — Serbie centrale).

Karta 1. — Nalazišta *Ischnoderma corrugis* (Fr. Domań. et Orlicz u Jugoslaviji: 1 — Crni Lug (Gorski Kotar — zapadna Hrvatska); 2 — Dobra Voda (Goč — centralna Srbija).

Par rapport à la place taxonomique de l'espèce mentionnée, nous avons adopté le point de vue des auteurs Domański S., Orłóś H. et de Skirgiełło A. (1967), et nous nous sommes servi, à la place de la dénomination employée jusqu'à présent de *Fomes corrugis* (Fr.) Sacc., du nom révisé d'*Ischnoderma corrugis* (Fr.) Domań. et Orlicz.

Les caractères morphologiques des corps de fructification trouvés répondent aux diagnoses suivantes: CHAPEAU irrégulièrement réniforme aux bords amincis, de 2,5 cm. à 8,5 cm. de diamètre. La surface supérieure du chapeau est irrégulièrement plissée radialement, avec des zones semi-circulaires brun clair et velues, parmi lesquelles il se trouvent quelques zones nues d'un noir brillant. PIED velu, de couleur brun clair, placé latéralement, d'une longueur variant de 1,5 cm. à 11,5 cm. et gros de 1 cm. à 1,5 cm. TRAME subéreuse, blanc jaunâtre, épaisse de 7 mm. au milieu et d'1 mm. aux bords. HYPHES cyanophiles. TUBES non-stratifiés, au centre du chapeau longs de 5 mm. à peu près et aux bords de 2 mm.; sur 1 mm. de longueur 2 à 3 pores. SPORES hyalines, éllipsoïdales — ovoïdes, mesurant  $4,5\mu$  à  $5,5\mu$  sur  $3,5\mu$ . (Planches I, II et III).

D'après les caractères cités des corps de fructification, il faut souligner que, malgré des ressemblances avec l'*Ischnoderma resinorum* (Fr.) P. Karst., il y a aussi des différences considérables, surtout quant à la cyanophilie des hyphes. Nos comparaisons des exemplaires de l'espèce *Ischnoderma corrugis* (Fr.) Domań. et Orlicz avec ceux de l'espèce *Ischnoderma resinorum* (Fr.) P. Karst., trouvés dans les mêmes localités confirment la justesse de la revision taxonomique faite par les auteurs Domański S., Orłóś H. et de Skirgiełło A. (1967).

Comme nous venons de le dire, nous avons constaté la présence de l'*Ischnoderma corrugis* (Fr.) Domań. et Orlicz dans des endroits très éloignés les uns des autres dans notre pays. Du point de vue écologique il est intéressant que ce macromycète a été trouvé dans des associations végétales similaires, à savoir: dans la région de Gorski Kotar, dans l'association *Blechno-Abietetum* Horv. 1950 et dans la sub-association *Fagetum croaticum abietetosum* Horv. 1938; dans les forêts de la montagne de Goč, dans l'association *Abieto-Fagetum serbicum* Jov. 1959.

Quant au substrat, il est à remarquer que les fructifications de ce champignon ont été trouvées, dans toutes les deux localités, au bas de vieilles souches et des racines de l'*Abies alba* Mill. Déjà cette observation est en faveur du fait que les conditions optimales pour le développement des fructifications de ce champignon sont en rapport avec le degré de dégradation des parties mentionnées du sapin.

D'après les travaux des autres auteurs citée, ce champignon a été constaté le plus souvent sur le même substrat ou sur un substrat pareil. C'est pourquoi il faut souligner le fait que le développement de ce macromycète dépend plutôt de la nature même du substrat et non pas d'une association végétale déterminée. En faveur de ceci il faut faire remarquer le fait que ce champignon a été constaté à Gorski Kotar aussi bien dans des associations résultant de dévastations, c'est-à-dire dans des forêts,

mixtes de hêtre, de sapin, d'épicéa avec des bouleaux et des peupliers, mais toujours sur le même substrat de sapin, comme il vient d'être dit.

Il n'est pas exclu — et ce sera l'objet de nos futures recherches — que cette espèce se développe sur d'autres Conifères aussi. Ceci confirme les assertions des autres auteurs: Pilát A. (1936), Domański S., Orłóś H. et de Skirgiełło A. (1967) et d'autres encore, qui citent l'épicéa aussi comme un substrat possible de cette espèce. En tout cas, des recherches à faire apporteront plus de clarté dans la connaissance de cette espèce, aussi bien au point de vue écologique et phytogéographique qu'au point de vue taxonomique.

(Institut Botanique de l'Université de Belgrad,  
& Institut Botanique de l'Université de Zagreb)

#### LITERATURA

- Bourdot H. et Galzin A. (1927): Hyménomycetes de France. Paris.  
 Domański S., Orłóś H., Skirgiełło A. (1967): Grzybi. Tom III. Warszawa.  
 Horvat I. (1962): Vegetacija planina zapadne Hrvatske. Prirodoslovna istraživanja JAZU, 30. Zagreb.  
 Jelić B. M. (1967): Contribution à la connaissance de la flore des champignons macroscopiques des forêts mixtes de hêtre et de sapin (*Abieto — Fagetum serbicum* Jovanović, 1959) dans la montagne Goč. Glasnik botaničkog zavoda i bašte Univerziteta u Beogradu. Tom II, 1—4, 1962—1964 (1967). Beograd.  
 Jovanović B. (1959): Prilog poznavanju šumskih fitocenoza Goča. Glasnik Šumarskog fakulteta br. 16. Beograd.  
 Konrad P. et Maublanc A. (1924—1937): Icones selectae Fungorum. Paris.  
 Pilát A. (1936): *Polyporaceae*. Atlas des Champignons de l'Europe. Band III. Praha.  
 Tortić M. (1966): Makromiceti Gorskog Kotora I. Acta botanica Croatica, 25. Zagreb.  
 Tortić M. (1966): O rasprostranjenju gljiva u Gorskom Kotaru. Acta botanica Croatica, 25. Zagreb.  
 Wojewoda W. (1966): *Ungulina corrugis* (Fr.) Bourd. et Galz., nowy dla flory Polski gatunek z rodziny *Polyporaceae* znalezione w Ojcowskim Parku Narodowym. Fragmenta Floristica et Geobotanica. Ann. XII, Pars 4. Kraków.

#### Re z i m e

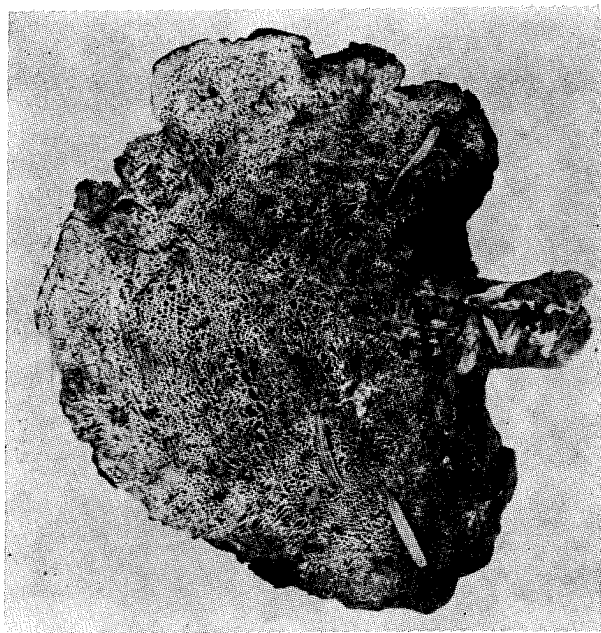
MILUTIN B. JELIĆ i  
MILICA V. TORTIĆ

#### ISCHNODERMA CORRUGIS (Fr.) Domań. et Orlicz, NOVI ELEMENAT U FLORI MAKROMICETA JUGOSLAVIJE

*Ischnoderma corrugis* (Fr.) Domań et Orlicz, prema dosadašnjim istraživanjima raznih autora konstatovana je u centralnom delu Evrope i na retkim nalazištima Male Azije, Kazahstana i Kavkaza.

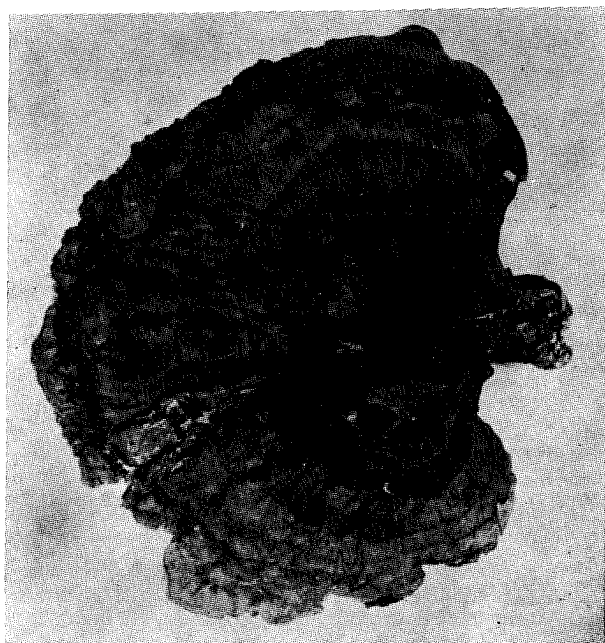
Ovim radom konstatuje se *Ischnoderma corrugis* (Fr.) Domań. et Orlicz kao novi elemenat u flori makromiceta Jugoslavije. Nalazišta su diskontinuirana i relativno udaljena i to na području Gorskog Kotara — okolina Crnog Luga (zapadna





b

b

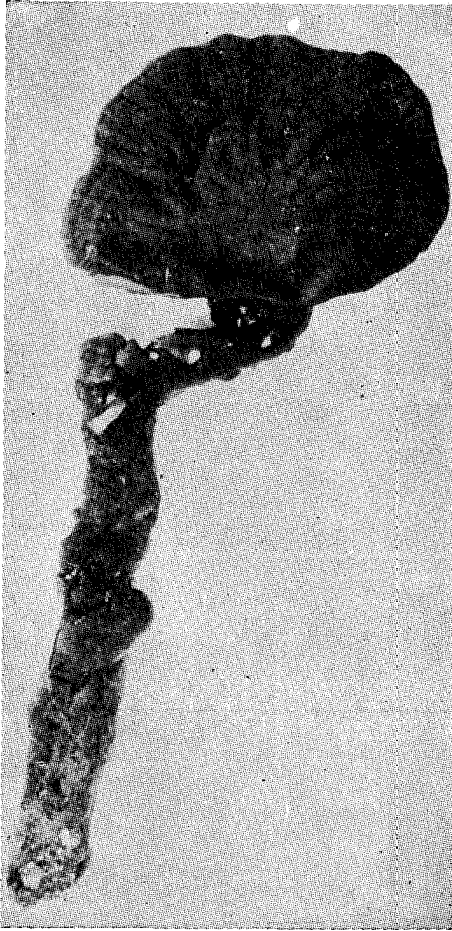


a

c

Planche I. — *Ischnoderma corrugis* (Fr.) Domañ. et Orlicz, de la région de Gorski Kotar (aux environs de Crni Lug). — Vue extérieure des corps de fructification: a — côté supérieur; b — côté inférieur; c à d — exemplaires de taille plus petite. Leg. M. Tortić, 25. VII. 1963, 5. IX. 1963, 4. X. 1965, 5/4 de la grandeur naturelle. (Photo S. Trapan).

Tabla I. — *Ischnoderma corrugis* (Fr.) Domañ. et Orlicz, sa područja Gorski Kotar (okoline Crni Lug). — Spoljašnji izgled plodonosnih tela: a — sa gornje strane; b — sa donje strane; c do d — manji primerci. — Leg. M. Tortić, 25. VII. 1963, 5. IX. 1963, 4. X. 1965, 5/4 prirodne veličine. (Foto S. Trapan).



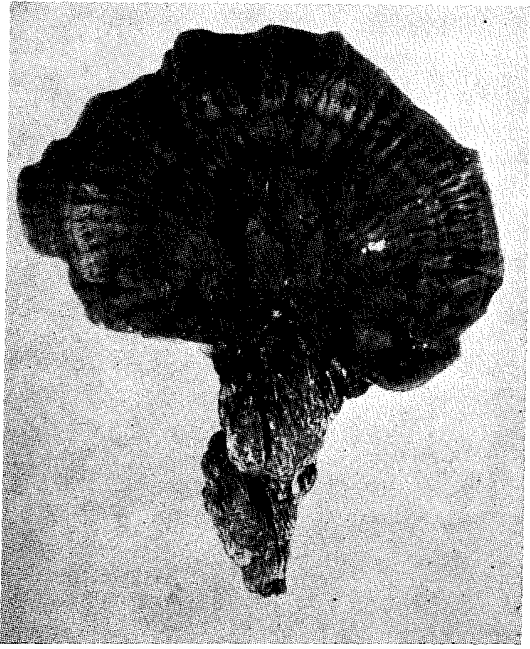
a



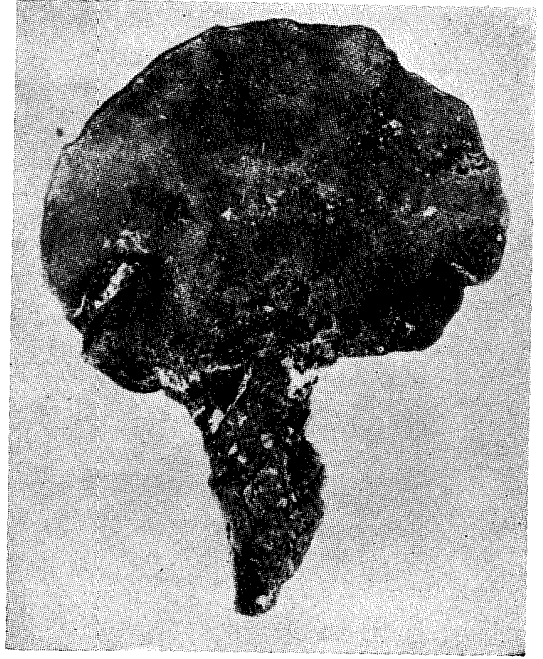
b

Planche II. — *Ischnoderma corrugis* (Fr.) Domań. et Orlicz, de la région de Goč (aux environs de Dobra Voda). — Vue extérieure du corps de fructification: a — côté supérieur; b — côté inférieur. — Leg. M. Jelić 22. X. 1965, 27/26 de la grandeur naturelle. (Photo M. Jelić).

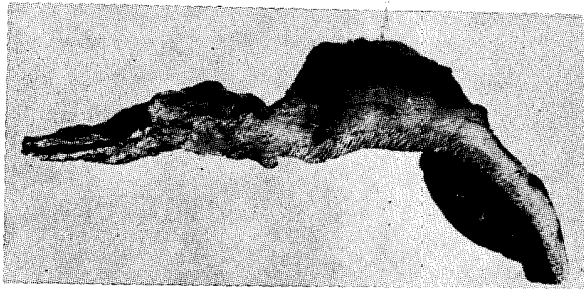
Tabla II. — *Ischnoderma corrugis* (Fr.) Domań. et Orlicz, sa područja Goč (okoline Dobra Voda). Spoljašnji izgled plodonosnog tela: c — sa gornje strane: b — sa donje strane. — Leg. M. Jelić 22. X. 1965, 27/26 prirodne veličine. (Foto M. Jelić).



c



d



e

Planche III. — *Ischnoderma corrugis* (Fr) Domań. et Orlicz, de la région de Goč (aux environs de Dobra Voda). — Vue extérieure du corps de fructification: c — côté supérieur; d — côté inférieur; e — coupe longitudinale. — Leg. M. Jelić 22. X. 195, 6/5 de la grandeur naturelle. (Photo M. Jelić).

Tabla III. — *Ischnoderma corrugis* (Fr.) Domań. et Orlicz, sa područja Goč (okoline Dobra Voda). — Spoljašnji izgled plodonosnog tela: a — sa gornje strane; d — sa donje strane; e — uzdužni presek. Leg. M. Jelić 22. X. 1965, 6/5 prirodne veličine. (Foto M. Jelić).



Hrvatska) i na području Goča — okolina Dobre Vode (centralna Srbija). Istovremeno fitogeografski ovim nalazištima *Ischnoderma corrugis* (Fr.) Domań. et Orlicz, utvrđuje se zasada južna granica areala ove vrste na Balkanskom Poluostrvu.

Upotrebnom analizom morfoloških karakteristika *Ischnoderma corrugis* (Fr.) Domań. et Orlicz i *Ischnoderma resinosum* (Fr.) P. Karst., konstatuje se opravdanost takosonomske revizije koju su učinili Domanski, S., Orloš, H. i Skirgiełło, A. (1967).

U oba nalazišta *Ischnoderma corrugis* (Fr.) Domań et Orlicz konstatovana je na istim supstratima — panjevima i korenovima *Abies alba* Mill.

Autori smatraju da priroda supstrata pre uslovljava pojavu ove vrste i da tip biljnih zajednica ima sekundarnu ulogu u rasprostranjenju makromicete *Ischnoderma corrugis* (Fr.) Domań et Orlicz.



ERNEST MAYER

## NOTULAE AD FLORAM JUGOSLAVIAE. II CONSPECTUS GENERIS *MELAMPYRUM* L.

Unter den halbparasitischen *Scrophulariaceae-Rhinanthoideen* nimmt die Gattung *Melampyrum* L. eine bemerkenswerte Stellung ein, nachdem bei den meisten ihrer Arten eine extreme Aufspaltung in pseudosaison-polymorphe Sippen, die vorwiegend als Unterarten aufgefasst werden, erreicht wurde. Abweichend davon werden in der vorliegenden Arbeit diese infraspezifischen Taxa durchgehend als Varietäten bewertet, von der Überlegung ausgehend, dass ihre qualitativen Merkmale (Verzweigung, Internodienzahl, Interkalarblätter etc.) insoweit noch labil sind, dass eine genaue morphologische Umgrenzung innerhalb der einzelnen Art vielfach durch Übergänge  $\pm$  verwischt ist. Diese Entscheidung wurde ferner auch durch die entsprechenden Ausführungen über die Entwicklung bei *Euphrasia* L. (Schwarz 1935, Smejkal 1962) und besonders die analoge Bewertung der pseudosaison-polymorphen Sippen bei *Rhinanthus* L. (Ronninger 1943, 1944, Janchen 1953, 1958, Widder 1957 u. a.) beeinflusst.

Die innerhalb der einzelnen pseudosaison-polymorphen Sippen durch qualitative Merkmale (Form der Stengelblätter, Brakteen etc.) abweichenden Exemplare bewerten wir als Formen. Die Aberrationen in der Färbung der Brakteen und Blüten, bei Soó 1927 als »lusus« angeführt, haben wir in dieser Arbeit taxonomisch nicht erfasst.

Wie aus den bisherigen monographischen Bearbeitungen der Gattung *Melampyrum* L. von Wettstein 1895, Beauverd 1916, Ronninger 1910, 1917, 1918, 1924, Soó 1926—1927 u. a. hervorgeht, wurden die einzelnen Arten und ihre infraspezifischen Taxa in morphologischer und taxonomischer Hinsicht recht verschieden, oft sogar widersprechend beurteilt. Trotz dieser Sachlage verdanken wir Soó 1926—1927, dass er, auf den Vorarbeiten von Wettstein 1895, Beauverd 1916 und Ronninger 1918, 1924 aufbauend, eine zuverlässige und den natürlichen Verhältnissen entsprechende taxonomische Einteilung der Gattung *Melampyrum* L. aufstellte; diese diente auch der vorliegenden Übersicht als Grundlage und sieht, auf die in Jugoslawien vorkommenden *Melampyrum*-Arten angewendet, folgend aus:

I. Sect. *Spicata* Wettst.

1. Subsect. *Arvensia* Ronn. : *M. arvense* L.
2. Subsect. *Barbata* Ronn. : *M. barbatum* W.K., *M. fimbriatum* Vand.
3. Subsect. *Carinata* Beauv. : *M. cristatum* L.

II. Sect. *Laxiflora* Wettst.

1. Subsect. *Nemorosa* Soó : *M. nemorosum* L., *M. degenianum* Soó, *M. velebiticum* Borb., *M. bihariense* Kern., *M. hoermannianum* Maly, *M. doerfleri* Ronn., *M. trichocalycinum* Vand., *M. heracleoticum* Boiss. et Orph., *M. scardicum* Wettst.
2. Subsect. *Silvatica* Soó : *M. silvaticum* L.
3. Subsect. *Pratensia* Soó : *M. pratense* L.

Das illyrisch-zentralbalkanische Gebiet Jugoslawiens ist für die Gruppe *Melampyrum* subsect. *Nemorosa* ein ausgesprochenes Entwicklungszentrum, wobei ein auffallend ähnlicher Fall mit der Sektion *Comosae* Maxim. der Gattung *Pedicularis* L. vorliegt. Innerhalb der Untersektion *Nemorosa* haben sich nämlich in diesem Bereiche neben den endemischen *M. scardicum*, *M. heracleoticum* und *M. trichocalycinum* mit kleineren und streng umgrenzten Arealen dazu im *M. nemorosum*-Komplex das südalpin-illyrische *M. velebiticum* und illyrisch-endemische *M. degenianum*, sowie im ansonst ostkarpathischen *M. bihariense*-Komplex die nah verwandten *M. hoermannianum* und *M. doerfleri*, jedes wieder mit guter chorologischen Kennzeichnung, entwickelt.

Einige offene Probleme, besonders innerhalb der beiden letztgenannten Verwandtschaftskreise, sind noch in Bearbeitung und bedürfen weiterer Untersuchungen im Gelände.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit beschränkt sich demnach auf eine Zusammenfassung unserer bisherigen Kenntnisse über die schwierige Gattung *Melampyrum* L. innerhalb der Grenzen Jugoslawiens. Die Verbreitungsangaben, die sich auf die im Literaturverzeichnis angeführten floristischen und taxonomischen Publikationen und auf eigene Untersuchungen stützen, sollen nur einen informativen Charakter haben und über die im Auslande stets noch bestehende Unklarheit über die Landes- und Gebietsgrenzen im südöstlichen Jugoslawien hinweghelfen.



**Melampyrum** L. 1754. Gen. plant. ed. 5:264.1. **M. arvense** L. 1753. Spec. plant. 2:605.1. var. **arvense**

Syn.: *M. arvense* L. subsp. *arvense* Ronn. 1910. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich 55:310; *M. arvense* L. var. *arvense* Beauv. 1914. ap. Schinz & Kell. Fl. Schweiz ed 3.2:304; *M. arvense* L. var. *genuinum* Gren. et Godr. 1844. Fl. Lorr. 3:233; *M. arvense* L. var. *typicum* Posp. 1899. Fl. Österr. Küstenl. 2:653. — (Kampikole Autumnalform der Getreidefelder).

1. f. **arvense**2. f. **neogradense** Soó 1925. ap. Javorka Fl. Hung.:1006.

Verbreitung: Slowenien, Kroatien, Bosnien und Hercegovina, Serbien, Montenegro (= Crna Gora), Makedonien.

2. var. **pseudobarbatum** (Schur) Beck 1893. Fl. Nieder, Österr. 2:1070.

Bas.: **M. pseudobarbatum** Schur 1853. Verh. Mitt. Siebenb. Ver. Naturwiss. 4:56; Syn.: *M. arvense* L. subsp. *pseudobarbatum* (Schur) Wettst. 1900. Denkschr. Akad. Wiss. Wien 70:332. — (Kampikole Autumnalform trockener Wiesen und lichter Gebüsche).

1. f. **pseudobarbatum**2. f. **arenicolum** Soó 1925. ap. Javorka Fl. Hung.:1006.

Verbreitung: Nordost-Slowenien, Kroatien, Bosnien und Hercegovina, Serbien, Makedonien.

3. var. **semlieri** (Ronn. et Poeverl.) E. Mayer comb. et stat. nov.

Bas.: *M. semlieri* Ronn. et Poeverl. 1907. Allg. Bot. Zeitschr. 13:179; Syn.: *M. arvense* L. subsp. *semlieri* (Ronn. et Poeverl.) Ronn. 1910. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich 55:311; *M. barbatum* W. K. var. *angustifolium* Vukotinović 1881. Rad JAZU 57:101. — (Kampikole Ästivalform der Niederungswiesen).

Verbreitung: Nordost-Slowenien, West-Kroatien.

4. var. **schinzii** (Ronn.) Pauca et Nyarady 1960. Fl. RP. Roman. 7:628.

Bas.: *M. arvense* L. subsp. *schinzii* Ronn. 1909. ap. Schinz & Kell. Fl. Suisse:580; Syn.: *M. arvense* L. f. *schinzii* (Ronn.) Beauv. 1914. ap. Schinz & Kell. Fl. Schweiz ed. 3.2:304. — (Montikole monomorphe Form der Gebüsche).

Verbreitung: Bosnien, Südwest-Serbien (Kosmet), Makedonien.

2. **M. barbatum** Waldst. et Kit. 1802. Icon. plant. rar. Hung. 1:89.

Syn.: *M. arvense* L. subsp. *barbatum* (Waldst. et Kit.) Beauv. 1916. Monogr. Melamp.: 534.

1. var. **barbatum**

Syn.: *M. arvensis* L. subsp. *barbatum* (Waldst. et Kit.) Beauv. var. *eubarbatum* Beauv. 1916. Monogr. Melamp.: 535; *M. barbatum* Waldst. et Kit. subsp. *eubarbatum* (Beauv.) Domin 1936. Preslia 13—15:185. — (Kampikole Autumnalform der Getreidefelder).

Verbreitung: Nord-Kroatien, Nord-(Vojvodina) und Mittel-Serbien.

2. vad. **kitaibeli** (Soó) Pauca et Nyarady 1960. Fl. RP Roman. 7:631.

Bas.: *M. barbatum* Waldst. et Kit. subsp. *kitaibeli* Soó 1925. ap. Javorka Fl. Hung.: 1007. — (Kampikole Ästivalform der Wiesen).

Verbreitung: Nord-Serbien (Vojvodina).

3. var. **carstiense** (Ronn.) E. Mayer comb. et stat. nov.

Bas.: *M. barbatum* Waldst. et Kit. subsp. *carstiense* Ronn. 1918. ap. Fritsch. Mitt. Naturwiss. Ver. Steierm. 45:292; Syn.: *M. carstiense* (Ronn.) Fritsch 1922. Exkursionsfl. Österr. ed. 3:479. — (Kampikole Autumnalform der Getreidefelder und trockener Karstwiesen).

Verbreitung: Süd-Slowenien, Süd-Kroatien (von Istrien bis Dalmatien), Bosnien und Hercegovina, Montenegro (= Crna Gora).

3. **M. fimbriatum** Vandas 1899. Österr. Bot. Zeitschr. 39:52.

Syn.: *M. arvensis* L. var. *versicolor* Posp. 1899. Fl. Österr. Küstenl. 2:653; *M. versicolor* (Posp.) Fritsch 1909. Exkursionsfl. Österr. ed. 2:544; *M. barbatum* Waldst. et Kit. subsp. *tergestinum* Dahl 1918. ap. Hayek in Hegi Illustr. Fl. Mitteleur. 6 (1):76; *M. ciliatum* Murbeck 1892. Beitr. Fl. Südbosn. Herc.: 67—68, non Boiss. et Heldr. 1856. Diagn. pl. nov. ser. 2. 3:176. — (Kampikole Autumnalform trockener Karstwiesen und Gebüsche).

1. f. **fimbriatum**

2. f. **dinaricum** (Degen) E. Mayer comb. et stat. nov.

Bas.: *M. dinaricum* Degen 1914. Magy. Bot. Lap. 13:182; Syn.: *M. fimbriatum* Vand. var. *dinaricum* (Degen) Soó 1927. Repert. spec. nov. 24:141.

Verbreitung: Süd-Slowenien, Süd-Kroatien (von Istrien bis Dalmatien), Bosnien und Hercegovina, Montenegro (= Crna Gora).

4. **M. cristatum** L. 1753. Spec. plant. 2:605.

1. var. **cristatum**

Syn.: *M. cristatum* L. subsp. *cristatum* Ronn. 1907. ap. Dörfel. Sched. Herb. norm. Cent. 48:247; *M. cristatum* L. var. *cristatum* Beauv. subvar. *typicum* Beauv. 1916. Monogr. Melamp.: 467. — (Kampikole Autumnalform der Gebüsche und Waldränder).

1. f. **cristatum**

2. f. **angustissimum** Bolz. 1903. Boll. Soc. Bot. Ital. 12:37.

3. f. **lithophyllum** (Beauv.) Soó 1927. Repert. spec. nov. 24:145.

Bas.: *M. cristatum* L. var. *cristatum* Beauv. subvar. *lithophyllum* Beauv. 1916. Monogr. Melamp.: 469.

Verbreitung: Slowenien, Kroatien, Bosnien und Hercegovina, Serbien, Montenegro (= Crna Gora), Makedonien.

2. var. **majus** Baumg. 1816. Enum. Stirp. Transsilv. 2:138.

Syn.: *M. cristatum* L. subsp. *majus* (Baumg.) Soó 1927. Repert. spec. nov. 24:143; *M. cristatum* L. var. *cristatum* Beauv. subvar. *majus* (Baumg.) Beauv. 1916. Monogr. Melamp.: 464. — (Montikole Ästivalform der Gebüsche).

Verbreitung: Süd-Slowenien.

3. var. **ronnigeri** (Poeverl.) Beauv. 1914. ap. Schinz & Kell. Fl. Schweiz ed. 3. 2:304.

Bas.: *M. ronnigeri* Poeverl. 1907. Allg. Bot. Zeitschr. 13:177; Syn.: *M. cristatum* L. subsp. *ronnigeri* (Poeverl.) Ronn. 1910. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich 55:307. — (Montikole monomorphe Form lichter Gebüsche).

Verbreitung: Süd-Slowenien, Kroatien, Bosnien und Hercegovina, Serbien, Makedonien.

4. var. **solstitiale** (Ronn.) Maly 1908. Magy. Bot. Lap. 7:231.

Bas.: *M. solstitiale* Ronn. 1907. ap. Dörfel. Sched. Herb. norm. Cent. 48: 247; Syn.: *M. cristatum* L. subsp. *solstitiale* (Ronn.) Ronn. 1910. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich 55:308. — (Kampikole Ästivalform der Wiesen).

1. f. **solstitiale**

2. f. **exile** (Beauv.) Soó 1927. Repert. spec. nov. 24: 144.

Bas.: *M. cristatum* L. var. *cristatum* Beauv. subvar. *exile* Beauv. 1916. Monogr. Melamp.: 471.

3. f. **transiens** (Beauv.) Soó 1927. Repert. spec. nov. 24: 144.

Bas.: *M. cristatum* L. var. *cristatum* Beauv. subvar. *transiens* Beauv. 1916. Monogr. Melamp.: 470.

Verbreitung: Bosnien und Hercegovina, Serbien.

5. **M. nemorosum** L. 1753. Spec. plant. 2: 605.

Syn.: *M. coeruleum* Gilib. 1781. Fl. Lith.: 131.

1. var. **nemorosum**

Syn.: *M. nemorosum* L. subsp. *nemorosum* Ronn. 1910. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich 55: 312; *M. nemorosum* L. var. *genuinum* Čelak. 1867. Prodr. Fl. Bohem.: 368; *M. nemorosum* L. var. *typicum* Beck 1893. Fl. Nieder-Österr. 2: 1072; *M. nemorosum* L. var. *latifolium* Neilr. 1859. Fl. Nieder-Österr. 2: 572. — (Kampikole Autumnalform der Wälder und Gebüsche).

1. f. **nemorosum**
  2. f. **heterotrichum** (Ronn.) E. mayer comb. et stat. nov.  
Bas.: *M. nemorosum* L. subsp. *nemorosum* (L.) Ronn. var. *heterotrichum* Ronn. 1912. ap. Hayek Fl. Steierr. 2: 197.
  3. f. **xerophilum** Ronn. 1917. ap. Hayerk. Denkschr. Akad. Wiss. Wien 94: 178.
  4. f. **latissimum** Borb. 1910. Balat. fl.: 379.  
Verbreitung: Slowenien, Nord—Kroatien, Nord—Serbien (Vojvodina).
2. var. **silesiacum** (Ronn.) E. Mayer comb. et stat. nov.  
Bas.: *M. nemorosum* L. subsp. *silesiacum* Ronn. 1910. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich 55: 314; Syn. *M. nemorosum* L. var. *latifolium* Neilr. subvar. *silesiacum* (Ronn.) Beauv. 1916. Monogr. Melamp. 559; *M. nemorosum* L. var. *stiriaceum* Beauv. f. *maximum* Beauv. 1916. Monogr. Melamp.: 557. — (Montikole monomorphe Form der Wälder und Gebüsche).
    1. f. **silesiacum**
    2. f. **diversipilum** (Hayek et Ronn.) E. Mayer comb. et stat. nov.  
Bas.: *M. nemorosum* L. subsp. *silesiacum* Ronn. var. *diversipilum* Hayek et Ronn. 1912. ap. Hayek Fl. Steierr. 2: 197.  
Verbreitung: Nordost—Slowenien.
  3. var. **moravicum** (Braun) Beck 1893. Fl. Nieder-Österr. 2: 1072.  
Bas.: *M. moravicum* H. Braun 1884. Österr. Bot. Zeitschr. 34: 422; Sin.: *M. nemorosum* L. subsp. *moravicum* (Braun) Ronn. 1910. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich 55: 314; *M. nemorosum* L. var. *latifolium* Neilr. subvar. *moravicum* (Braun) Beauv. 1916. Monogr. Melamp.: 559. — (Kampikole Ästivalform lichter Wälder).
    1. f. **moravicum**
    2. f. **stiriaceum** (Beauv.) Soó 1927. Repert. spec. nov. 24: 149.  
Bas.: *M. nemorosum* L. var. *stiriaceum* Beauv. 1916. Monogr. Melamp.: 557.  
Verbreitung: Nordost—Slowenien.
6. **M. degenianum** Soó 1925. ap. Javorka Fl. Hung.: 1009.  
Syn.: *M. nemorosum* auct. Croat. p. p., non L. 1753: 605. — (Montikole Autumnalform der Wälder und Gebüsche).  
Verbreitung: Süd—Kroatien (Velebit, Lika, Krbava).
  7. **M. velebiticum** Borb. 1882. Akad. Ert.: 9.  
Syn.: *M. nemorosum* L. subsp. *subalpinum* Beauv. var. *velebiticum* (Borb.) Beauv. 1916. Monogr. Melamp. 572; *M. croaticum* Dahl 1911. ap. Heimerl Fl. Brixen: 254; *M. intermedium* Perr. et Song. 1894. Bull. Herb. Boiss. 2: 426.

1. var. **velebiticum**

Syn.: *M. subalpinum* Jur. f. *carniolicum* Dahl 1908. Verh. zool. bot. Ges. Wien 58: 106; *M. velebiticum* Borb. f. *carniolicum* (Dahl) Ronn. 1920. Vehr. zool. bot. Ges. Wien 70: 182; *M. velebiticum* Borb. subsp. *carniolicum* (Dahl) Hayek 1929. Prodr. Fl. penins. Balc. 2 202. — (Montikole monomorphe Form der Wälder und Gebüsche).

1. f. **velebiticum**

2. f. **austrotirolense** (Huter et Porta) Ronn. 1920. Vehr. zool. bot. Ges. Wien 70: 182.

Bas.: *M. austrotirolense* Huter et Porta 1907. Österr. Bot. Zeitschr., 57: 246.

3. f. **glabrescens** Degen 1925. ap. Soó in Javorka Fl. Hung.: 1008. Verbreitung: Süd—Slowenien, Südwest—Kroatien.

2. var. **meridionale** (Murr) E. Mayer comb. et stat. nov.

Bas.: *M. nemorosum* L. var. *meridionale* Murr 1899. Deutsch. Bot. Monatsschr. 12: 100; Syn.: *M. velebiticum* Borb. subsp. *meridionale* (Murr) Soó 1925. ap. Javorka Fl. Hung.: 1008; *M. nemorosum* L. f. *tirolense* Beauv. 1916. Monogr. Melamp.: 561; *M. nemorosum* L. var. *viride* Evers 1896. Verh. zool. bot. Ges. Wien 46: 76. — (Kampikole Autumnalform der Wälder und Gebüsche).

1. f. **meridionale**

2. f. **stenophyllum** Beauv. 1912. Bull. Soc. Bot. Genève 4: 423 p. p., emend. Soó 1927. Repert, spec. nov. 24: 152.

Verbreitung: Süd—Slowenien, Südwest—Kroatien.

3. var. **montis-nivalis** (T. Wraber) E. Mayer comb. et stat. nov.

Bas.: *M. velebiticum* Borb. subsp. *montis-nivalis* T. Wraber 1965. Varstvo narave 4: 44. — (Montikole Ästivalform lichter Wälder).

Verbreitung: Südost—Slowenien.

8. **M. bihariense** Kerner 1881. Sched. Fl. exsicc. Austro—Hung. 1: 35.

Syn.: *M. nemorosum* auct. Transsilv. p. p., non L. 1753: 605; *M. nemorosum* L. subsp. *subalpinum* Beauv. var. *bihariense* (Kern.) Beauv. 1916. Monogr. Melamp.: 568.

1. var. **bihariense**

Syn.: *M. bihariense* Kern. f. *keneri* Ronn. 1917. ap. Hayek. Denkschr. Akad. Wiss. Wien 94: 181. — (Montikole Autumnalform lichter Gebüsche und Trockenwiesen).

Verbreitung: Ost—Serbien (Djerdap).

2. var. **roemeri** (Ronn.) Nyarday 1941—1944. Kv. fl.: 482.

Bas.: *M. bihariense* Kern. f. *roemeri* Ronn. 1917. ap. Hayek. Denkschr. Akad. Wiss. Wien 94: 181; Syn.: *M. nemorosum* L. subsp. *romanicum* Borza 1921. Bul. Inf. Bot. Cluj 1: 19; *M. nemorosum* L. subsp. *subalpinum*

Beauv. var. *bihariense* (Kern.) Beauv. f. *syringaefolium* Beauv. 1916. Monogr. Melamp.: 568; *M. bihariense* Kern. subsp. *roemeri* (Ronn.) Soó 1927. Repert. spec. nov. 24: 157. — (Kampikole Autumnalform lichter Wälder und Gebüsche).

Verbreitung: Ost—Serbien (Djerdap).

9. **M. hoermannianum** Maly 1899. Glasn. Zem. Muz. Bosn. Herc. 11: 15.

Syn.: *M. setaceum* (Beck) Ronn. 1917. ap. Hayek. Denkschr. Akad. Wiss. Wien 94: 181, non Nakai 1909. Tokyo Bot. Mag.: 9; *M. nemorosum* auct. Bosn. p. p., non L. 1753: 605; *M. bihariense* auct. Bosn. p. p., non Kerner 1881: 35.

1. var. **bosniacum** (Ronn.) Maly 1933. Glasn. Zem. Muz. Bosn. Herc. 45: 107.

Bas.: *M. bosniacum* Ronn. 1918. ap. Fritsch. Mitt. Naturwiss. Ver. Steierm. 54: 294; Syn.: *M. hoermannianum* Maly subsp. *bosniacum* (Ronn.) Maly 1919. Glasn. Zem. Muz. Bosn. Herc. 31: 78; *M. nemorosum* L. var. *setaceum* Beck 1887. Ann. Mus. Wien 2: 138. — (Kampikole Autumnalform lichter Gebüsche und Wälder).

1. f. **bosniacum**

Syn.: *M. hoermannianum* Maly subsp. *bosniacum* (Ronn.) Maly f. *angustifolium* Maly 1919. Glasn. Zem. Muz. Bosn. Herc. 31: 78.

2. f. **platyphyllum** Maly 1919. Glasn. Zem. Muz. Bosn. Herc. 31: 78.

Syn.: *M. nemorosum* L. lus. *sarajevense* Maly 1899. Glasn. Zem. Muz. Bosn. Herc. 11: 15; *M. hoermannianum* Maly subsp. *bosniacum* (Ronn.) Maly f. *sarajevense* (Maly) Soó 1927. Repert. spec. nov. 24: 160.

Verbreitung: Bosnien und Hercegovina, West—Serbien, Nordost—Montenegro (= Crna Gora).

2. var. **beckianum** (Maly) Maly 1933. Glasn. Zem. Muz. Bosn. Herc. 45: 107.

Bas.: *M. hoermannianum* Maly subsp. *beckianum* Maly 1919. Glasn. Zem. Muz. Bosn. Herc. 31: 77. — (Montikole monomorphe Form lichter Gebüsche und Wiesen).

1. f. **beckianum**

Syn.: *M. hoermannianum* Maly subsp. *beckianum* Maly f. *latifolium* Maly 1919. Glasn. Zem. Muz. Bosn. Herc. 31: 77.

2. f. **ensifolium** Maly 1919. Glasn. Zem. Muz. Bosn. Herc. 31: 77.

3. f. **divergens** Maly 1919. Glasn. Zem. Muz. Bosn. Herc. 31: 77.

Verbreitung: Bosnien und Hercegovina.

3. var. **hoermannianum**

Syn.: *M. hoermannianum* Maly subsp. *hoermannianum* (Maly) Maly 1919. Glasn. Zem. Muz. Bosn. Herc. 31: 77; *M. subalpinum* Jur. subsp. *hoermannianum* (Maly) Ronn. 1910. Vierteljahrsschr. Naturf.

Ges. Zürich 55: 318; *M. setaceum* (Beck) Ronn. subsp. *hoermannianum* (Maly) Ronn. 1917. ap. Hayek. Denkschr. Akad. Wiss. Wien 94: 181; *M. bosniacum* Ronn. subsp. *hoermannianum* (Maly) Ronn. 1918. ap. Fritsch. Mitt. Naturwiss. Ver. Steierm. 54: 294; *M. nemorosum* L. subsp. *subalpinum* var. *hoermannianum* (Maly) Beauv. 1916. Monogr. Melamp.: 570. — (Kampikole Ästivalform der Wiesen und lichter Gebüsche).

Verbreitung: Bosnien und Hercegovina.

10. **M. doerfleri** Ronn. 1917. ap. Hayek. Denkschr. Akad. Wiss. Wien 94: 180.

1. var. **doerfleri**

— (Montikole monomorphe Form der Gebüsche).

Verbreitung: Nordost—Montenegro (= Crna Gora), südwest—Serbien (Kosmet).

2. var. **montenegrinum** (Janchen) E. Mayer comb. et stat. nov.

Bas.: *M. doerfleri* Ronn. subsp. *montenegrinum* Janchen 1919. Österr. Bot. Zeitschr. 68: 271; Syn.: *M. nemorosum* L. subsp. *subalpinum* var. *subalpinum* subvar. *medium* Beauv. f. *montenegrinum* (Janchen) Beauv. 1916. Monogr. Melamp.: 573. — (Kampikole Autumnalform lichter Gebüsche und Wiesen).

Verbreitung: Nordost—Montenegro (= Crna Gora).

11. **M. trichocalycinum** Vandas 1890. Sitzungsber. Böhm. Ges. Wiss.: 275.

— (Kampikole Autumnalform felsiger, lichter Gebüsche).

1. f. **trichocalycinum**

2. f. **denticulatum** Vandas ap. Soó 1927. Repert. spec. nov. 24: 162.

Verbreitung: Bosnien und Hercegovina.

12. **M. heracleoticum** Boiss. et Orphan. 1879. ap. Boiss. Fl. Orient. 4: 482:

1. var. **heracleoticum**

Syn.: *M. heracleoticum* Boiss. et Orph. subsp. *heracleoticum* (Boiss. et Orph.) Ronn. 1924. ap. Hayek. Denkschr. Akad. Wiss. Wien 99: 164. — (Kampikole monomorphe Form der Gebüsche und Wiesen).

1. f. **heracleoticum**

Syn.: *M. heracleoticum* Boiss. et Orph. subsp. *heracleoticum* (Boiss. et Orph.) Ronn. f. *latiusculum* Ronn. 1924. ap. Hayek. Denkschr. Akad. Wiss. Wien 99: 164.

2. f. **hyssofolium** Ronn. 1924. ap. Hayek. Denkschr. Akad. Wiss.

Wien 99: 164.

Verbreitung: Südwest—Serbien (Kosmet), Südwest—Makedonien.

2. var. **albanicum** (Beauv.) Hayek 1929. Prodr. Fl. penins. Balc. 2: 205.

Bas.: *M. nemorosum* L. subsp. *heracleoticum* (Boiss. et Orph.) Beauv. var. *albanicum* Beauv. 1912. Bull. Soc. Bot. Genève 4: 422 (nom. nudum). Syn.: *M. heracleoticum* Boiss. et Orph. subsp. *albanicum* (Beauv.) Ronn. 1924. ap. Hayek. Denkschr. Akad. Wiss. Wien 99: 165; *M. nemorosum* L. subsp. *heracleoticum* (Boiss. et Orph.) Beauv. var. *trichocalycinum* (»Maly«) Beauv. 1916. Monogr. Melamp.: 575, non *M. trichocalycinum* Vandas 1890: 275. — (Kampikole Autumnalform der Gebüsche und Wiesen).

Verbreitung: Südwest—Serbien (Kosmet), Südwest—Makedonien.

13. **M. scardicum** Wettst. 1892. Bibl. Bot. 26: 81.

Syn.: *M. nemorosum* L. subsp. *subalpinum* Beauv. var. *scardicum* (Wettst.) Beauv. 1916. Monogr. Melamp.: 568.

1. var. **serbicum** (Ronn.) Hayek 1929. Prodr. Fl. penins. Balc. 2: 204.

Bas.: *M. scardicum* Wettst. subsp. *serbicum* Ronn. 1910. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich 55: 315; Syn.: *M. nemorosum* L. subsp. *subalpinum* Beauv. var. *scardicum* (Wettst.) Beauv. subvar. *serbicum* (Ronn.) Beauv. 1916. Monogr. Melamp.: 568. — (Kampikole monomorphe Form der Gebüsche).

Verbreitung: Südost—Serbien.

2. var. **scardicum**

Syn.: *M. scardicum* Wettst. subsp. *scardicum* Ronn. 1910. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich 55: 316; *M. scardicum* Wettst. var. *scardicum* (Wettst.) Hayek 1929. Prodr. Fl. penins. Balc. 2: 204; *M. nemorosum* L. subsp. *subalpinum* Beauv. var. *scardicum* (Wettst.) Beauv. subvar. *scardicum* (Wettst.) Beauv. 1916. Monogr. Melamp.: 569. — (Montikole monomorphe Form subalpiner Matten und offener Gebüsche).

Verbreitung: Südost- und Südwest (Kosmet) — Serbien, Nord-Makedonien.

3. var. **wettsteinii** (Ronn.) Hayek 1929. Prodr. Fl. penins. Balc. 2: 204.

Bas.: *M. scardicum* Wettst. subsp. *wettsteinii* Ronn. 1910. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich 55: 316; Syn.: *M. nemorosum* L. subsp. *subalpinum* Beauv. var. *scardicum* (Wettst.) Beauv. subvar. *wettsteinii* (Ronn.) Beauv. 1916. Monogr. Melamp.: 569. — (Montikole Ästivalform der Wiesen).

Verbreitung: Südost- und Südwest (Kosmet) — Serbien, Nord-Makedonien.



14. *M. silvaticum* L. 1753. Spec. plant. 2: 605.

Syn.: *M. silvaticum* L. subsp. *eusilvaticum* Beauv. 1916. Monogr. Melamp.: 523; *M. alpestre* Pers. 1807. Syn. 2: 151.

1. var. *silvaticum*

Syn.: *M. silvaticum* L. subsp. *silvaticum* Ronn. 1910. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich 55: 324; *M. silvaticum* L. subsp. *eusilvaticum* var. *silvaticum* Beauv. 1914. ap. Schinz & Kell. Fl. Schweiz ed. 3.2: 308; *M. silvaticum* L. var. *edentatum* Schur 1866. Enum. Pl. Transsilv.: 506. — (Kampikole Autumnalform der Wälder und Gebüsche).

1. f. *silvaticum*

2. f. *angustifolium* (Gortani) Soó 1927. Repert. spec. nov. 24: 168.

Bas.: *M. silvaticum* L. var. *angustifolium* Gortani 1903. Boll. Soc. Bot. Ital. 12: 270.

3. f. *latifolium* (Hartm.) Soó 1927. Repert. spec. nov. 24: 168.

Bas.: *M. silvaticum* L. var. *latifolium* Hartm. 1820. Skand. Fl.: 68. Verbreitung: Slowenien, Kroatien.

2. var. *subsilvaticum* (Ronn. et Schinz) E. Mayer comb. et stat. nov.

Bas.: *M. subsilvaticum* Ronn. et Schinz 1914. ap. Schinz & Kell. Fl. Schweiz ed. 3.2: 303; Syn.: *M. intermedium* Ronn. et Schinz 1909. ap. Schinz & Kell. Fl. Schweiz ed. 3.1: 489, non Perr. et Song. 1894. Bull. Herb. Boiss. 2: 426; *M. silvaticum* L. subsp. *intermedium* (Ronn. et Schinz) Ronn. 1910. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich 55: 326; *M. silvaticum* L. var. *intermedium* (Ronn. et Schinz) Pauca et Nyarady 1960. Fl. RP Roman. 7: 636; *M. silvaticum* L. subsp. *subsilvaticum* (Ronn. et Schinz) Soó 1927. Repert. spec. nov. 24: 168; *M. silvaticum* L. subsp. *eusilvaticum* var. *edentatum* Schur subvar. *dubium* Beauv. et subvar. *intermedium* Beauv. 1916. Monogr. Melamp.: 598. — (Montikole monomorphe Form lichter Wälder, Gebüsche und Wiesen).

1. f. *subsilvaticum*

2. f. *stenophyllum* (Beauv.) Soó 1927. Repert. spec. nov. 24: 169.

Bas.: *M. silvaticum* L. subsp. *eusilvaticum* var. *edentatum* subvar. *dubium* f. *stenophyllum* Beauv. 1916. Monogr. Melamp.: 598.

3. f. *platyphyllum* (Beauv.) Soó 1927. Repert. spec. nov. 24: 169.

Bas.: *M. silvaticum* L. subsp. *eusilvaticum* var. *edentatum* subvar. *dubium* f. *platyphyllum* Beauv. 1916. Monogr. Melamp.: 598.

4. f. *sinuatum* (Beauv.) Beauv. 1916. Monogr. Melamp.: 598.

Bas.: *M. silvaticum* L. subsp. *eusilvaticum* var. *sinuatum* Beauv. 1914. ap. Schinz & Kell. Fl. Schweiz ed. 3.2: 308.

5. f. *dentatum* (Schur) Soó 1927. Repert. spec. nov. 24: 169.

Bas.: *M. dentatum* Schur 1853. Verh. Mitt. Sieb. Ver. Naturwiss. 4: 56.

Verbreitung: Slowenien, Kroatien, Bosnien und Hercegovina, Montenegro (= Crna Gora), Makedonien.

3. var. **carpaticum** (Schult.) Pauca et Nyarady 1960. Fl. RP Roman. 7: 636.

Bas.: *M. carpaticum* Schultes 1809. Obs. Bot.: 116; Syn.: *M. laricetorum* Kerner 1882. ap. Dalla Torre. Anleit. wiss. Beob. Alpenreis. 2: 289; *M. silvaticum* L. subsp. *laricetorum* (Kerner) Ronn. 1910. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich 55: 327; *M. silvaticum* L. var. *laricetorum* (Kerner) Beauv. 1914. ap. Schinz & Kell. Fl. Schweiz ed. 3.2: 308; *M. silvaticum* L. subsp. *carpaticum* (Schult.) Soó 1927. Repert. spec. nov. 24: 172. — (Montikole monomorphe Form subalpiner Matten und offener Gebüsche).

1. f. **carpaticum**

2. f. **alpinum** (Magn.) Beauv. 1916. Monogr. Melamp.: 587.

Bas.: *M. alpinum* Magnier 1890. Fl. sel. exsicc. № 2268.

3. f. **macrodontum** Beauv. 1916. Monogr. Melamp.: 587.

Verbreitung: Slowenien, Bosnien und Hercegovina, Serbien.

4. var. **santicanum** (Ronn.) E. Mayer comb. et stat. nov.

Bas.: *M. silvaticum* L. subsp. *santicanum* Ronn. 1940. Repert. spec. nov. 48: 269. — (Montikole monomorphe Form offener subalpiner Gebüsche).

Verbreitung: Nord—Slowenien.

5. var. **transsilvanicum** (Schur) Pauca et Nyarady 1960. Fl. RP Roman. 7: 636.

Bas.: *M. transsilvanicum* Schur 1866. Enum. Pl. Transsilv.: 506; Syn.: *M. silvaticum* L. subsp. *transsilvanicum* (Schur) Soó 1927. Repert. spec. nov. 24: 174. — (Montikole Ästivalform subalpiner und alpiner Matten).

1. f. **transsilvanicum**

2. f. **nanum** (Beauv.) Soó 1927. Repert. spec. nov. 24: 174.

Bas.: *M. silvaticum* L. subsp. *eusilvaticum* var. *nanum* Beauv. 1916. Monogr. Melamp.: 585; Syn.: *M. nanum* (Beauv.) Fritsch 1922. Exkursionsfl. Österr. ed. 3: 480.

Verbreitung: Bosnien, Serbien, Makedonien.

15. **M. pratense** L. 1753. Spec. plant. 2: 605.

Syn.: *M. vulgare* Hill 1756. Brit. Herb.: 124.

1. var. **vulgatum** (Pers.) Beauv. 1916. Monogr. Melamp.: 502.

Bas.: *M. vulgatum* Pers. 1807. Syn. 2: 151; Syn.: *M. pratense* L. subsp. *vulgatum* (Pers.) Ronn. 1910. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich 55: 321; *M. hastatum* Gilib. 1781. Fl. Lith. 1: 781; *M. digitatum* Schur 1866. Enum. Pl. Transsilv.: 506. — (Kampikole Autumnalform der Wälder und Gebüsche).

1. f. **vulgatum**
2. f. **linifolium** Ronn. 1910. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich 55: 329.
3. f. **lanceolatum** Spenn. 1826. Fl. Friburg. 2.: 367.  
Syn.: *M. pratense* L. var. *umbrosum* Westerl. 1909. Bot. Not.: 9;  
*M. pratense* L. var. *angustifolium* Lange 1870. ap. Willk. & Lange. Fl. Hisp. 2: 307.
4. f. **ovatum** Spenn. 1826. Fl. Friburg. 2.: 367.  
Syn.: *M. pratense* L. var. *latifolium* Lange 1870. ap. Willk. & Lange. Prodr. Fl. Hisp. 2: 307.
5. f. **commutatum** (Tausch) Beauv. 1914. ap. Schinz & Kell. Fl. Schweiz ed. 3.2: 306.  
Bas.: *M. commutatum* Tausch Plant. select. No. 1201. ap. Koch 1843. Syn. ed. 2: 621; Syn.: *M. pratense* L. var. *commutatum* (Tausch) Beck 1893. Fl. Nieder—Österr. 2: 1070.
6. f. **divaricatum** Kerner 1905. ap. Dahl in Blytt. Norg. Fl.: 641.  
Syn.: *M. pratense* L. subsp. *vulgatum* var. *digitatum* (Schur) Beauv. f. *divaricatum* (Kerner) Beauv. 1916. Monogr. Melamp.: 513.
7. f. **pseudonemorosum** (Beauv.) Soó 1927. Repert. spec. nov. 24: 178.  
Bas.: *M. pratense* L. subsp. *vulgatum* var. *vulgatum* subvar. *pseudonemorosum* Beauv. 1916. Monogr. Melamp.: 499.
8. f. **murorum** Beauv. 1914. ap. Schinz & Kell. Fl. Schweiz ed. 3.2: 307.  
Verbreitung: Slowenien, Kroatien, Bosnien und Hercegovina, Serbien, Montenegro (= Crna Gora).

2. var. **oligocladum** Beauv. 1916. Monogr. Melamp.: 493.

Syn.: *M. pratense* L. subsp. *oligocladum* (Beauv.) Soó 1927. Repert. spec. nov. 24: 180; *M. oligocladum* (Beauv.) Fritsch 1922. Exkursionsfl. Österr. ed. 3: 481; *M. castanetorum* Murr 1905. Allgem. Bot. Zeitschr. 1: 32. — (Kampikole Ästivalform der Wiesen und offenen Waldstellen).

1. f. **oligocladum**
2. f. **pinetorum** (Beauv.) Soó 1927. Repert. spec. nov. 24: 180.  
Bas.: *M. pratense* L. subsp. *vulgatum* var. *oligocladum* subvar. *pinetorum* Beauv. 1916. Monogr. Melamp.: 494.
3. f. **platyphyllum** (Beauv.) Soó 1927. Repert. spec. nov. 24: 180.  
Bas.: *M. pratense* L. subsp. *vulgatum* var. *oligocladum* subvar. *platyphyllum* Beauv. 1916. Monogr. Melamp.: 496; Syn.: *M. pratense* L. subsp. *pratense* (L.) Ronn. var. *platyphyllum* (Beauv.) Hayek 1918. ap. Hegi. Illustr. Fl. Mitteleur. 6 (1): 80.  
Verbreitung: Slowenien, Kroatien

3. var. **angustifrons** Borb. 1888. Vasm. Fl.: 230.

Syn.: *M. pratense* L. subsp. *angustifrons* (Borb.) Soó 1927. Repert. spec. nov. 24: 181. — (Montikole Autumnalform offener Gebüsche).

1. f. **angustifrons**2. f. **pseudosilvaticum** (Schur) Beauv. 1916. Monogr. Melamp.: 517.

Bas.: *M. pseudosilvaticum* Schur 1866. Enum. Pl. Transsilv.: 503; Syn.: *M. pratense* L. var. *stenophyllum* Schur 1866. Enum. Pl. Transsilv.: 503.

Verbreitung: Slowenien, Kroatien, Bosnien.

4. var. **paradoxum** (Dahl) E. Mayer comb. et stat. nov.

Bas.: *M. vulgatum* Pers. f. *paradoxum* Dahl 1905. ap. Hayek. Sched. Fl. exsicc. Stir. 5/6: 19; Syn.: *M. pratense* L. subsp. *paradoxum* (Dahl) Ronn. 1910. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich 55: 322; *M. pratense* L. subsp. *vulgatum* var. *commutatatum* subvar. *paradoxum* (Dahl) Beauv. 1916. Monogr. Melamp.: 498. — (Montikole monomorphe Form lichter Wälder).

Verbreitung: Nordost—Slowenien.

5. var. **pratense**

Syn.: *M. pratense* L. var. *typicum* Beck 1893. Fl. Nieder—Österr. 2: 1070; *M. pratense* L. subsp. *eupratense* Beauv. 1916. ap. Schinz & Kell. Fl. Schweiz ed. 3.2: 305. — (Kampikole Ästivalform der Wiesen).

Verbreitung: Slowenien (Nur in annähernden Formen!).

6. var. **alpestre** (Brügg.) Beauv. 1911. Bull. Soc. Bot. Genève 3: 312.

Bas.: *M. alpestre* Brügger 1886. Jahresber. Nat. Ges. Graub. 29: 87; Syn.: *M. pratense* L. subsp. *alpestre* (Brügg.) Ronn. 1910. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich 55: 322. — (Montikole Ästivalform der subalpinen und alpinen Matten und Zwergstrauchheiden).

Verbreitung: Nord—Slowenien.

## ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Arbeit wird für das gesamte Gebiet von Jugoslawien erstmalig eine zusammenfassende Übersicht über die Arten der Gattung *Melampyrum* L. und ihre infraspezifischen Taxa gegeben.

Die pseudosaison-polymorphen Sippen der einzelnen Arten werden durchgehend als Varietäten, die lediglich nach qualitativen morphologischen Merkmalen abweichenden Exemplare als Formen bewertet; die entsprechende Begründung ist aus der Einleitung ersichtlich.

In nomenklatorischer Hinsicht wurde der korrekten Benennung aller behandelten Taxa besondere Beachtung zugewendet, wobei auch einige Neukombinationen vorgenommen werden mussten.

## LITERATURVERZEICHNIS

- Adamović L. (1908—1911): Flora Jugoistočne Srbije (Flora Serbiae Austro-orientalis). — Rad JAZU 175, 177, 179, 181, 183, 185, 188. Zagreb.
- Beauverd G. (1916): Monographie du genre *Melampyrum*. — Mém. Soc. Phys. Hist. Nat. Genève 38: 291—657. Genève.
- Beck G. (1886—1898): Flora von Südbosnien und der angrenzenden Hercegovina. — Annal. Naturhist. Hofmus. Wien 1, 2, 4, 5, 6, 10, 13. Wien.
- Bornmüller J. (1928): Beiträge zur Flora Mazedoniens III. — Bot Jahrb. 41. Beibl. № 140. Leipzig.
- Černjavski P. (1943): Prilog za florističko poznavanje šire okoline Ohridskog jezera. — Ohridski zbornik 2: 9—88. Srp. kr. Akad. Poseb. izd. 136. Prir. mat. spis. 35. Beograd.
- Degen A. (1938): Flora Velebitica 3: 33—37. Budapest.
- Hayek A. (1911—1914): Flora von Steiermark 2 (1): 193—202. Berlin.
- Hayek A. (1918): Scrophulariaceae ap. Hegi G. Illustr. Fl. Mitteleur. 6 (1): 72—82. Wien.
- Hayek A. (1928—1931): Prodrromus Florae peninsulae Balcanicae 2: 198—207. — Repert. spec. nov. Beih. 30 (2). Dahlem—Berlin.
- Janchen E. (1953): Beiträge zur Benennung, Verbreitung und Anordnung der Farn- und Blütenpflanzen Österreichs, IV. — Phytion 5: 94—96. Graz.
- Janchen E. (1958): Catalogus Florae Austriae 1 (3): 510—514. Wien.
- Janchen E. & Neumayer H. (1942): Beiträge zur Benennung, Bewertung und Verbreitung der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. — Österr. Bot. Zeitschr. 91: 277—278. Wien.
- Maly K. (1899): Floristički priloz. — Glasn. Zem. Muz. Bosn. Herc. 11 (1): 127—150. Sarajevo.
- Maly K. (1919): Priloz. za floru Bosne i Hercegovine. V—VI. — Glasn. Zem. Muz. Bosn. Herc. 31: 61—94. Sarajevo.
- Maly K. (1933): Materialien zu G. von Beck's Flora des ehemaligen Bosnien—Hercegovina. — Glasn. Zem. Muz. Bosn. Herc. 45: 71—142. Sarajevo.
- Mayer E. (1952): Seznam praprotnic in cvetnic slovenskega ozemlja (Verzeichnis der Farn- und Blütenpflanzen des slowenischen Gebietes). — SAZU, razr. prirod. medic. vede 5, Inst. biol. 3. Ljubljana.
- Murbeck S. (1892): Beiträge zur Kenntnis der Flora von Südbosnien und der Hercegovina. — Lunds Univ. Arsskr. 27: 1—182. Lund.
- Pospichal E. (1899): Flora des Oesterreichischen Küstenlandes 2 (2): 652—655. Leipzig—Wien.
- Rohlena J. (1942): Conspectus Florae Montenegrinae. — Preslia 20/21: 281—282. Praha.
- Ronniger K. (1910): Die schweizerschen Arten und Formen der Gattung *Melampyrum*. — Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich 55: 300—330. Zürich.
- Ronniger K. (1917): *Melampyrum* ap. Hayek A. Beitrag zur Kenntnis der Flora des albanisch-montenegrinischen Grenzgebietes. — Denkschr. Akad. Wiss. Wien. Mathem. — naturwiss. Kl. 94: 179—183. Wien.
- Ronniger K. (1918): *Melampyrum* ap. Fritsch K. Neue Beiträge zur Flora der Balkanhalbinsel. — Mitt. Naturwiss. Ver. Steierm. 54: 286—295. Graz.
- Ronniger K. (1924): *Melampyrum* ap. Hayek A. Zweiter Beitrag zur Kenntnis der Flora von Albanien. — Denkschr. Akad. Wiss. Wien. Mathem. — naturwiss. Kl. 99: 163—165. Wien.
- Ronniger K. (1943): Einige Daten zur Kenntnis der Gattungen *Euphrasia* und *Rhinanthus*. — Mitt. Thüring. Bot. Ver. N. F. 50: 218—221. Weimar.
- Ronniger K. (1944): ap. Janchen E. & Neumayer H. Beiträge zur Benennung, Bewertung und Verbreitung der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. II. — Österr. Bot. Zeitschr. 93: 101—103. Wien.
- Schwarz O. (1935): Über einige *Euphrasia*- und *Rhinanthus*-Arten des höchsten Erzgebirges. — Repert. spec. nov. 38: 43—48. Berlin-Dahlem.

Smejkal M. (1962): Zum Problem der Art, Entstehung, taxonomischer Bewertung der Saisonvikaristen in der Gattung *Euphrasia*. — Publ. Fac. Sci. Univ. Purkyne Brno. № 442 : 169—193. Brno.

Soó R. (1925): *Melampyrum* ap. Javorka S. Magyar Flóra (Flora Hungarica): 1005—1011. Budapest.

Soó R. (1926—1927): Systematische Monographie der Gattung *Melampyrum* I. II. III. — Repert. spec. nov. 23 : 159—176, 385—397; 24 : 127—193. Berlin—Dahlem

Vandas C. (1909): *Reliquiae Formánekianae* : 440—441. Brunae.

Wettstein R. (1895): *Melampyrum* ap. Engler A. & Prantl K. Die natürl. Pflanzenfamilien IV, 3 (B): 97—99. Leipzig.

Widder F. (1957): Diagnoses stirpium novarum, IV. Eine neue *Rhinanthus*-Art aus den Lavanttaler Alpen. — *Carinthia* II, 67 : 101—110. Klagenfurt.

## Povzetek

ERNEST MAYER

### NOTULAE AD FLORAM JUGOSLAVIAE. II.

#### CONSPECTUS GENERIS *MELAMPYRUM* L.

V predloženem delu je prvič za vse ozemlje Jugoslavije podan pregled vrst polimorfnega genusa *Melampyrum* L. in njihovih infraspecifičnih taksonov.

Pseudosezonsko-polimorfne oblike posameznih vrst vrednotimo kot varietete, eksemplarje, ki se razlikujejo zgolj po kvalitativnih morfoloških znakih, pa kot forme; ustežno utemeljitev smo podali v uvodnem delu naše publikacije.

V nomenklatoričnem pogledu smo posvetili posebno pažnjo korektnemu poimenovanju vseh obravnavanih taksonov, pri čemer smo se morali poslužiti tudi nekaterih novih kombinacij.

MIRJANA NEŠKOVIĆ and LJUBINKA ČULAFIĆ

### THE INFLUENCE OF LIGHT ON THE CONTENT OF GROWTH SUBSTANCES IN PEA SHOOTS. I. EFFECT OF RED LIGHT ON THE EXTRACTABLE INDOLE AUXINS

It is well known that light has a marked effect on the elongation of plant stems, which is on the other hand regulated by growth hormones. However, the attempts to correlate the light effects with the metabolism of hormones have so far produced conflicting and contradictory results (Hillman and Galston, 1961). This may partly be due to the fact that the techniques used in different laboratories were rather dissimilar. First, light treatments applied by different authors varied very much in respect to the quality and intensity of light, as well as in respect to the duration of illumination. Second, a variety of methods for obtaining, purifying and estimating the content of growth substances makes a comparison between different results very difficult; in earlier literature growth substances were often referred to as »auxins« and it is not clear which substances are in fact involved.

It is not our intention to give here a complete review of the previous work. The present paper will not deal with the light treatments bringing about the photoperiodic responses or active in producing photosynthesis. Only the relationship between morphogenetic effects of light and the changes in endogenous growth substances will be considered.

Several authors have found that light decreases the content of growth substances in plants. Van Overbeek (1936) exposed *Avena* coleoptiles to the light of wavelengths longer than 575 nm for 3 hours; irradiated coleoptile tips yielded less auxin by diffusion than the non-irradiated ones. Blaauw-Jansen (1959) applied monochromatic red light (660 nm) and found in coleoptile extracts a decrease in the amount of one active substance, presumably IAA. Similar results were obtained by Briggs (1963). Fletcher and Zalik (1964) analysed the content of IAA in *Phaseolus* extracts by means of the *Avena* first internode test and by spectrophotometry; light of all wavelengths decreased the amount of IAA, red light being the most effective. On the contrary, Oppenorth (1942) stated that treatment of etiolated *Avena* coleoptiles with white, blue or orange light induced a synthesis of auxin in the tips, which was evident two to three hours after light treatment. Biebel (1942)

reported that bean hypocotyls after irradiation with visible light longer than 620 nm (15 min daily for 5 days) contained the same amount of auxin per hypocotyl, but on the fresh weight basis the irradiated plants had about 2.2 times more. Shen-Miller and Gordon (1966) exposed corn coleoptiles to blue light of first positive phototropic response and found an increase in IAA content, while the amount of two other biologically active substances decreased.

A possible mechanism of the effect of light on auxin content may be exerted through the control of synthesis of phenolic compounds, acting as cofactors or inhibitors of IAA-oxydase activity. Light was found to regulate the synthesis of phenylalanine deaminase, an enzyme which catalyses the conversion of phenylalanine to *trans*-cinnamic acid, the latter being the key substance in the metabolism of other phenolic acids (Zucker, 1965; Engelsma, 1967a, 1967b). Other authors had evidence that red light inhibits the activity of IAA-oxydase (Hillman and Galston, 1957; Dinant and Gaspar, 1967); it is possible that this inhibition is due to the red light enhanced synthesis of a quercetin derivative, acting as an inhibitor of IAA-oxydase (Bottomley et al., 1966), although the authors consider that the relationship between this synthesis and growth is not proved.

There are some recent results showing that the conversion of tryptophan to IAA may also be affected by light. Moore and Shaner (1967) found that cell-free extracts of light-grown pea plants were more active in converting  $^{14}\text{C}$ -tryptophan to IAA, than the comparable extracts of dark-grown plants. This work and the work concerning the inhibitors of IAA-oxydase would suggest, that light-grown plants might be expected to contain more IAA than the dark-grown ones.

The present paper deals with the content of indole auxins in pea shoots, as affected by red light. As it was shown previously (Nešković and Burnett, 1966), tryptophan and IAA are the main indole compounds found in pea shoot extracts and the changes in these two substances have now been reported. Work concerning other growth hormones - gibberellins will be reported later on.

## MATERIAL AND METHODS

Seeds of *Pisum sativum* L., var. Alaska were soaked for 6 hours, spread on moist filter paper for 24 hours, after that time selected for uniformity and planted on washed sterile sand in darkness. After 6 days the plants were illuminated for 1 hour with red light of a Philips TL-20W/15 red fluorescent tube, with maximal emission at 660 nm, light intensity at the plant level being  $50 \mu \text{Wcm}^{-2}$ . After illumination the plants were returned to darkness. 24 or 48 hours later whole stems were harvested, frozen and extracted with cold methanol in the usual manner.

For tryptophan determination it was found suitable to purify the extracts by filtering through short ( $10 \times 1$  cm) cellulose powder columns. 0.4 ml of the extract, an equivalent of 5 plants was put on the top of the



column and eluted with water. The water was evaporated off under reduced pressure, the residue spotted on a silica gel H thin layer and the chromatogram developed in ethylacetate: isopropanol: water, 65:24:11 (Ballin, 1964). 1 cm zones of silica gel were eluted with 1.25 ml of water, centrifuged and examined for fluorescence by an Aminco-Bowman spectrophotofluorometer. Fractions containing tryptophan, with activation and fluorescence spectra at 280 and 360 nm respectively, were combined and serial dilutions were made for the quantitative determination of tryptophan. The amount of this substance was read from a calibration curve of pure DL-tryptophan.

For IAA determination methanol extracts corresponding to 500 plants were separated into water soluble and ether soluble fractions, and the acid ether soluble fraction obtained by using a DEAE-cellulose column, as described previously (Nešković and Burnett, 1966). The residue of the acid ether soluble fraction was also spotted on a silica gel H thin layer. As the extracts contained many fluorescent substances and a strong growth inhibitor as well, it was found that two successive chromatographic separations were convenient in order to remove the bulk of interfering substances. So the chromatograms were first developed in a non-polar solvent like benzene: acetone (90:10) or chloroform: methanol (93:7) (Stahl, 1967). In these solvents IAA does not move from the start, but the inhibitor and some of the fluorescent stuff do. The starting line up to the Rf 0.07 was then eluted with 1 ml of methanol and spotted again on another silica gel H plate, which was developed either in ethylacetate: isopropanol: water (65:24:11) or methylacetate: isopropanol: ammonia (45:35:20) (Stahl, 1967). The zones of chromatograms were eluted with 1.25 ml of water, each fraction centrifuged and examined for fluorescence. Fractions showing activation and fluorescence spectra of IAA, at 285 and 365 nm respectively, were combined, a concentrated sucrose-buffer solution added and they were assayed by the *Avena* mesocotyl test (Nitsch and Nitsch, 1956).

## RESULTS

At the time of irradiation, etiolated pea plants had two internodes, the third one just beginning to develop. The treatment with red light caused a redistribution of growth between the second and the third internodes, the second internode being inhibited, the third one stimulated. After 48 hours the inhibition and the stimulation were 66% and 198% respectively, if the length of the corresponding internodes of dark-grown plants is taken as 100%. The total stem length was not significantly affected.

The amount of tryptophan was determined according to its fluorescence intensity, as compared to the fluorescence intensity of known concentrations of DL-tryptophan. The serial dilutions of tryptophan eluted from the chromatograms showed that the eluate had to be diluted ten times in order to obtain a fluorescence value lying on the linear part of

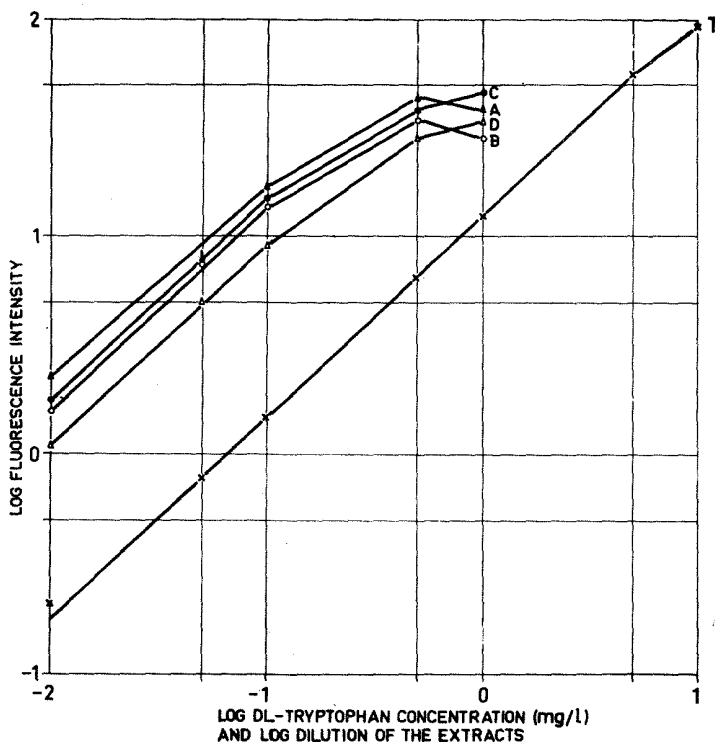


Fig. 1. Quantitative determination of tryptophan content in shoot extracts  
 Abscissa: log concentration of DL-tryptophan and extracts; extracts at point O  
 without dilution. T = DL-tryptophan; A = dark-grown plants, 24 hrs after treatment;  
 B = irradiated plants after 24 hrs; C = dark-grown plant, 48 hrs after treatment;  
 D = irradiated plants after 48 hrs; each curve is the mean of 4 experiments.

For determination of tryptophan content in A, B, C and D, the concentrations calculated at point -1, lying on the linear part of the curves, were multiplied by 10 in order to obtain the correct value of the undiluted extracts; as each extract consisted of a total of 4 or 5 ml, and for the measurement only 1 ml was used, the final amount of tryptophan per 5 plants was calculated by multiplying the obtained values by 4 (B, C and D) or 5 (A). For all measurements activation wavelength was 290 nm, fluorescence wavelength 360 nm.

Table 1

*Tryptophan content in pea shoot extracts in  $\mu\text{g}$  per 5 plants;  
 each value is the mean of 4 replicates*

	Time after light treatment:	
	24 hrs	48 hrs
Dark-grown plants	62.50	54.74
Irradiated plants	45.30	31.10

the calibration curve. The method used for the calculation is explained in Fig. 1. As can be seen from Table 1, irradiation with red light caused a decrease of tryptophan content in pea shoot extracts.

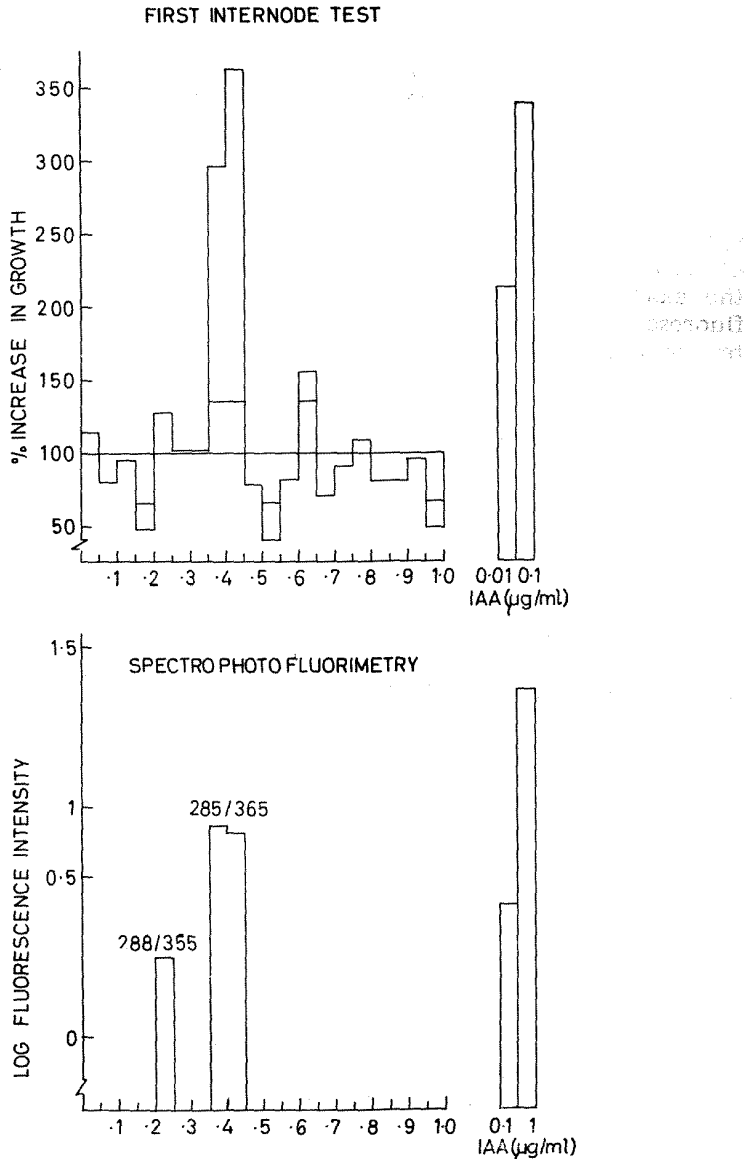


Fig. 2. Histogram showing the fluorescence intensity (below) and biological activity (above) of the acid ether soluble fraction of the extracts; thin layer chromatograms developed in methylacetate: isopropanol. ammonia.

It was not possible to use the fluorescence measurements for the quantitative determination of IAA. Acid ether soluble fraction of the extracts contained several fluorescent compounds and even the two chromatographic separations with different solvents failed to eliminate completely other substances from the IAA zone. The activation and fluorescence peaks of IAA at 285 and 365 nm were distinguishable and sharp, but there was a fluorescent background spread all over a wide area, which made a precise quantitative determination of IAA very unreliable. So the fluorometry was used as a qualitative proof of the identity of IAA, while the estimation of its content had to be done by bioassay only. With regard to the known variability of the bioassays, a calibration curve for synthetic IAA was made along with each experiment and the amount of IAA was read from the corresponding curve. Fig. 2 is presented as the example of the results obtained and shows the correspondence of fluorescence and growth activity. Table 2 shows the results of IAA determination in dark-grown and irradiated plants.

Table 2  
IAA content in extracts corresponding to 500 plants,  
measured by the *Avena* first internode test

	% increase in growth	µg IAA
Dark-grown plants	346.6	0.60
Irradiated plants		
After 24 hrs	382.2	0.80
After 48 hrs	424.4	1.04

As can be seen, a slight increase in IAA content occurred after illumination with red light. The experiment presented in Table 2 was repeated several times and the relative amounts of IAA in dark-grown and irradiated plants were always similar, the latter containing nearly twice as much IAA, as the dark-grown ones. The absolute values for IAA, however, were more variable in different assays.

## DISCUSSION

It has been shown that a short red light treatment of etiolated pea plants caused changes in the content of growth substances extracted from the shoots. The amount of tryptophan was found to be considerably lower. Although tryptophan is regarded as a precursor of IAA, it is not likely that such a large quantity of tryptophan would enter the pathway of IAA synthesis. Rai and Laloraya (1967) have recently shown that light causes a higher protein/soluble N ratio in lettuce hypocotyls. It is possible that in peas too the decrease of tryptophan content in the light may be explained by its incorporation into new proteins. This hypothesis should be verified by estimating the changes in other free amino acids.

The results of IAA determination in our experiments are in agreement with those of other authors, who found an increase of auxin in the light. It is certainly a disadvantage that the quantitative determination of IAA was not possible with the precise fluorometric method. However, the identity of IAA is not in doubt and the slight relative increase shown in Table 2 was confirmed several times in bioassays. For the reasons mentioned above, it is not possible to compare our results to the results of other authors. Fletcher and Zalik (1964), who identified IAA by UV absorption, have found a decrease of IAA after irradiation. It seems that the metabolism of indole compounds in *Phaseolus* is different from that in *Pisum*, since they found a several hundred times greater amount of free IAA in their material. Moreover, they applied 8 hours of continuous light instead of 1, which also may account for the difference in results.

The fact that we have found an increase in one substance and a decrease in another, points to the necessity of precise identification of the substances in such studies. If this is not the case, the results may reflect the sum of different light effects.

Obviously it is not possible as yet to say whether the different content of IAA found in dark-grown and irradiated plants has any direct relationship to the morphological phenomena caused by light. As the light treatment affects the second and the third internodes in different ways, it seems that the extraction of the two internodes separately from each other may be of interest. The interaction with other growth hormones must also be considered. Some work on gibberellin determination has already been done and will be reported in a subsequent paper.

### SUMMARY

Etiolated Alaska pea plants were irradiated on the 6th day with 1 hour red light. 24 and 48 hours later the contents of tryptophan and IAA were determined in shoot extracts. It was found that the amount of tryptophan is decreased to about half the value found in dark-grown plants. The content of IAA, on the contrary, is slightly increased after irradiation.

(Received July 15th, 1968).

### LITERATURE

Biebel, J. P. (1942): Some effect of radiant energy in relation to etiolation. *Plant Physiol.* 17: 377-396.

Blaauw-Jansen, G. (1959): The influence of red and far-red light on growth and phototropism of the *Avena* seedling. *Acta bot. néerl.* 8: 1-39.

Bottomley, W., H. Smith and A. W. Galston (1966): Flavonoid complexes in *Pisum sativum*. III. The effect of light on the synthesis of kaempferol and quercetin complexes. *Phytochemistry*, 5: 117-123.

Briggs, W. R. (1963): Red light, auxin relationships, and the phototropic responses of corn and oat coleoptiles. *Amer. Jour. Bot.* 50 : 196—207.

Dinant, M. and T. Gaspar (1967): Acide  $\beta$ -indolylacétique-oxydase, peroxydase, catalase, phénoloxydase et effecteurs naturels chez *Phaseolus vulgaris* cultivé à l'obscurité et à la lumière. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.* 100 : 73—94.

Engelsma, G. (1967a): Photoinduction of phenylalanine deaminase in gherkin seedlings. I. Effect of blue light. *Planta*, 75 : 207—219.

Engelsma, G. (1967b): Photoinduction of phenylalanine deaminase in gherkin seedlings. I. Effect of blue light. *Planta*, 75 : 207—219.

Fletcher, R. A. and S. Zalik (1964): Effect of light quality on growth and free indoleacetic acid content in *Phaseolus vulgaris*. *Plant Physiol.* 39 : 328—333.

Hillman, W. S. and A. W. Galston (1957): Inductive control of indoleacetic acid oxydase activity by red and near infrared light. *Plant Physiol.* 32 : 129—135.

Hillman, W. S. and A. W. Galston (1961): The effect of external factors on auxin content. In: *Encyclopedia of Plant Physiology*, Vol. 14 : 683—702.

Moore, T. C. and C. A. Shaner (1967): Biosynthesis of indoleacetic acid from tryptophan- $^{14}$ C in cell-free extracts of pea shoot tips. *Plant Physiol.* 42 : 1787—1796.

Nešković M. and D. Burnett (1966): Identification of tryptophan and indoleacetic acid in pea shoot extracts. *Arhiv biol. nauka*, 18 : 221—227.

Nitsch, J. P. and C. Nitsch (1956): Studies on the growth of coleoptile and first internode sections. A new, sensitive, straight-growth test for auxins. *Plant Physiol.* 31 : 94—111.

Overbeek, J. van (1936): Growth hormone and mesocotyl growth. *Rec. Trav. bot. néerl.* 33 : 333—340.

Oppenorth, W. F. F. Jr. (1942): On the role of auxin in phototropism and light-growth reactions of *Avena* — coleoptiles. *Rec. Trav. bot. néerl.* 38 : 287—372.

Rai, V. K. and M. M. Laloraya (1967): Correlative studies on plant growth and metabolism. II. Effect of light and of gibberellic acid on the changes in protein and soluble nitrogen in lettuce seedlings. *Plant Physiol.* 42 : 440—444.

Shen-Miller J. and S. A. Gordon (1966): Hormonal relations in the phototropic response. IV. Light induced changes of the endogenous auxins in the coleoptile. *Plant Physiol.* 41 : 831—841.

Stahl, E. (1967): *Dünnschicht — Chromatographie*, 2 Aufl., Springer Verl.

Zucker, M. (1965): Induction of phenylalanine deaminase by light and its relation to chlorogenic acid synthesis in potato tuber tissue. *Plant Physiol.* 40 : 779—784.

## Re z i m e

MIRJANA NEŠKOVIĆ i LJUBINKA ČULAFIĆ

### UTICAJ SVETLOSTI NA KOLIČINU HORMONA RASTENJA U STABLU GRAŠKA. I. UTICAJ CRVENE SVETLOSTI NA INDOLNE AUKSINE DOBIJENE EKSTRAKCIJOM

Etiolirane mlade biljke graška »Aljaska« su osvetljavane šestog dana crvenom svetlošću u toku jednog sata. Posle 24 ili 48 časova biljke su ekstrahovane i merena je količina triptofana i indolsirćetne kiseline u ekstraktima. Nađeno je da se količina triptofana smanjuje na približno polovinu u poređenju sa količinom koju sadrže zamračene biljke. Nasuprot tome, količina indolsirćetne kiseline se nešto povećava posle osvetljenja.

## PRIKAZI

JAKOV DANON

### PROBLEMI I METODE SAVREMENE FITOEKOLOGIJE U FRANCUSKOJ

Poslednjih godina u Francuskoj se zapaža vidan napredak u naučno-istraživačkom radu u svim oblastima pa i u biološkim disciplinama. U svim delovima zemlje podižu se mnogi instituti, laboratorije i naučno-istraživačke stanice sa zadatkom da vrše osnovna i primenjena ispitivanja. Na starim veoma razvijenim i bogatim tradicijama izrasta danas savremena fitoekologija koja u pojedinim oblastima ima vodeće mesto u svetu.

Monpelje nedaleko od obala Mediterana i danas je ostao jedan od najznačajnijih centara fitoekoloških istraživanja. U prošlosti ovaj grad je bio poznat po Internacionalnoj stanici za ispitivanje mediterana i Alpa-SIGMA na čijem čelu se i danas nalazi Braun Blanquet. Tu je i stvorena poznata francusko-švajcarska škola u fitocenologiji. Ono po čemu je ovaj grad dobio ponovo vidno mesto u nauci Francuske i fitoekologiji jeste novi veliki nedavno osnovan Centar za ekološka istraživanja, jedan od najsavremenijih u Evropi. Pored ova dva centra u Monpeljeu postoji i Institut za botanička istraživanja, zbog čega je ovaj grad i dalje ostao najznačajniji centar za fitoekološka istraživanja u Francuskoj. Najveću pažnju privlači Centar za ekološka istraživanja vegetacije sa modernim laboratorijama i najsavremenijom opremom. Ovde se obrađuje problematika iz ekofiziologije, mikroklimatologije, ekopedologije i eksperimentalne taksonomije i fitosociologije sa kartografijom. U raznim delovima zemlje centar ima ogledne površine, dok se u njegovom sklopu kao posebne jedinice nalaze fitotron i poljske, pokretne laboratorije za ekološka ispitivanja.

U Versaju se nalazi veliki bioklimatološki centar sa zadatkom ispitivanja delovanja pojedinih klimatskih faktora na vegetaciju. Tu su zastupljeni problemi voda, delovanje i zaštita od vetra, merenja i ispitivanja odnosa između gasova u vazduhu i vegetacije, evaporacija sa transpiracijom, odnos svetlosti prema biljkama, istraživanja novih metoda merenja humiditeta u zemljištu primenom radioaktivnog radiuma i beriliuma.

Nedaleko od Pariza izgrađen je jedan od najvećih fitotrona u svetu sa 12 zatvorenih i 12 otvorenih komora gde se pod rukovodstvom profesora Lemee-a ispituju mnogi problemi autekologije. U posebnim laboratorijama ispituje se fotosinteza i fotoperiodizam, adaptivnost pojedinih vrsta biljaka na različite intezitete osvetljenja i drugi problemi. Sinekološka problematika zastupljena je ispitivanjem konkurencije između biljaka koje rastu zajedno pod različitim uslovima vlažnosti.

Ekofiziološka problematika je sastavni deo kompleksnih ekoloških istraživanja u skoro svim centrima. Teško je nabrojati svu problematiku koja se iz ove discipline obrađuje. Pažnja je okrenuta prvenstveno ka ispitivanju fotosinteze i faktora koji na nju deluju pod prirodnim i laboratorijskim uslovima. Zatim slede problemi klijanja u zavisnosti od faktora sredine, režim vode u biljci, ispitivanje energetske produktivnosti naročito kulturnih biljaka i drugi.

Zanimljiva su ekofiziološka ispitivanja načina formiranja zemljišta na pesku na mestima gde raste *Pinus pinaster*. Ispod ovog drveta javljaju se gljivice za koje se pretpostavlja da svojim micelijumom utiču na formiranje zemljišta. U vezi sa peskom vrše se mnoga ekofiziološka ispitivanja naročito u oblasti Mediterana. Posle određenog sukcesivnog niza na uzdignutim peskovitim dinama javlja se pirevina čije je prisustvo veoma korisno za vezivanje terena. Zanimljivo je pitanje vodenog režima biljke jer su ovde dosta duboko utvrđene samo slane podzemne vode.

U ekofiziološkim ispitivanjima postavljena je jedna osnovna teza da nije bitno ispitivati samo ekološke faktore ponaosob već da je osnovno utvrditi potrebe biljke za kompleksom faktora. Jedino tako se mogu precizirati indikatorske vrednosti pojedinih vrsta biljaka i njihova ekološka homogenost. Sa tog aspekta i biljna zajednica se ne može posmatrati kao kolekcija biljnih vrsta. Njena fiziognomija ima određen karakter koji se može i statistički definisati ali ne samo kao matematički simbol već i kao određen i precizan izraz ekofizioloških odnosa biljnih vrsta.

Pažnja ekofiziologije naročito je okrenuta ispitivanju proizvodnje suve materije pod specifičnim uslovima. Bouchet i Parcevaux ispitivali su uticaj snižene potencijalne evapotranspiracije na proizvodnju biljne mase pod uslovima zaštite biljaka od delovanja vetra. Za ova ispitivanja napravljen je pojas od plastičnih prozračnih elemenata koji smanjuju uticaj vetra na određenoj površini. Smanjena potencijalna transpiracija uticala je snažno na povećanje prinosa i na efikasnije iskorišćavanje vlage. U vezi sa ovim javlja se potreba ispitivanja veze između fotosinteze i transpiracije u momentu otvaranja stoma. Produkcija suve materije zavisi od stalno promenljivih klimatskih faktora. Prirodni uslovi i njihovo delovanje na fotosintezu, transpiraciju i organsku produkciju razlikuju se od laboratorijskih. Stoga za sva ova ispitivanja treba stvoriti uslove u prirodi gde će se dobiti potpuniji odgovor na pitanje odnosa fotosinteze i transpiracije.

U aridnim oblastima u vezi sa praktičnim radom i proizvodnjom javljaju se mnogi ekofiziološki problemi vezani za uvođenje novih kultura, novog varijeteta, melioraciju, borbu protivu erozije, pošumljavanje ili iri-



gaciju. Ova praktična pitanja vezana su za osnovna istraživanja problema zagrevanja biljke, delovanje svetlosti u aridnim oblastima, ispitivanja temperature u pojedinim vegetacijskim fazama, kvantitativna važnost pljuskova i njihova efikasnost u vodenom bilansu biljke i jedan od najznačajnijih problema odnos između sunčeve radijacije i energetskog bilansa biocenoze aridnih oblasti.

U ekološkim istraživanjima preovlađuje shvatanje da je biljka indikator sredine i da sa tog aspekta treba ispitivati prirodnu vegetaciju i kulturne biljke. Zbog toga pred ekologiju se postavljaju neki osnovni principi i ciljevi, kao na primer detaljno ispitivanje prirodne sredine na osnovu unapred izrađenog plana. Opšta geografska, geološka i klimatološka dokumentacija za celu zemlju olakšaće upoznavanje prirodne sredine i njenog odnosa prema vegetaciji. Ovome se priključuje i inventarisanje terena sa opisom njegove zauzetosti, upotrebe zemljišta i opisom fiziognomskog i strukturalnog aspekta prirodnih biljnih zajednica. Može se reći da se sprovodi neka vrsta inventarizacije grupa ekoloških faktora određenih sredina. Na taj način moguće je evidentiranje korelacije vegetacije i sredine za velika prostranstva zemlje. Takav sistematski rad omogućava preciznije određivanje proizvodnje i prinosa bilo šuma, livada, pašnjaka ili kulturnih biljaka sa ekonomskog i demografskog aspekta. Osnovu planiranja jednoga kraja sačinjavaju grupe faktora demografske, ekonomske i ekološke prirode.

Zanimljiv ekološki problem koji se u Francuskoj izučava je uticaj civilizacije na prirodu, a on je aktuelan sa povećanjem broja stanovnika i tendencijom maksimalnog iskorišćavanja terena. Površine pod urbaniziranim naseljima šire se neshvatljivom brzinom. U takvim centrima potrošnja vode je velika što nije bez uticaja na vegetaciju. Deo voda neupotrebljiv je za biljke jer ih industrija uništava. Sa razvitkom civilizacije i uticaj erozije se povećava. Automobilizam, razna mehanizovana oruđa vrše određen fizički uticaj na zemljište. Čovek sa 80 kilograma vrši daleko manji pritisak nego vozilo od 2000 i više kilograma. Mreža puteva, kamping i turizam oduzimaju stalno sve više prostora i menjaju čitave regione prirodne sredine. Industrija ne samo da širenjem oduzima sve veće površine zemljišta već istovremeno raznim isparenjima i gasovima menja prirodne uslove što nije bez posledica na vegetaciju. Savremena hemija stvorila je mnoga sredstva za uništavanje biljnih štetočina koja na određen način utiču i na biljni svet. Civilizacija sa industrijalizacijom i hemizacijom menja prirodne uslove daleko brže nego što smo mi u stanju da upoznamo posledice tog delovanja. Savremen život stoga otvara novo polje u ekološkim ispitivanjima.

Terenska ispitivanja vegetacije obogaćena su novim formama i metodama rada. Snimanja na terenu dobijaju određenu statističku interpretaciju. Za ispitivanje strukture vegetacije koristi se mnogo metod minimalnih površina. Mnoga osnovna istraživanja sprovode se radi boljeg i uspešnijeg prevođenja površina u kulturne terene. Nekim temama posećuje se posebna pažnja: odnos biljnog sveta i erozije, prevođenje gariga u druge vegetacijske tipove, kontrola ekološke valentnosti vrsta posma-

trana naspram faktora koji se mogu očekivati u datoj sredini. Između biljke i sredine postoji određen odnos u kome je biljka indikator te sredine. Tom odnosu treba naći sintetičku definiciju i statističko sredstvo izražavanja. U ovom se polazi od ekoloških grupa koje se definišu na bazi ekoloških valenca članova grupa. U te svrhe uzimaju se ekološki snimci na mestima gde su uslovi najkarakterističniji i gde je frekvenca vrsta stabilna. U određenoj sredini svaka se vrsta sistematski ispituje zajedno sa uslovima. Dijagram se izražava frekvencom jedne vrste u funkciji variranja pojedinih faktora čime dobijamo slične krivulje za određene vrste koje se mogu međusobno upoređivati. Skup biljaka bliske ekološke valence sačinjava ekološku grupu. Ako je frekvenca ispitivanih vrsta jako varijabilna onda se ekološka grupa može podeliti. Step en variranja frekvence u odnosu na pojedine faktore je prema tome merljiv te ako ne postoje veze između dveju grupa biljaka znači da je sredina korektno definisana. Tako određena ekološka grupa u kojoj je frekvenca vrsta statistički obrađena služi za definiciju zajednice jer ona odgovara uslovima jedne određene zajednice.

Interesovanje za ekološke probleme Mediterana je veliko. Zapažena ispitivanja profesora Emb erger-a polaze od posmatranja klime kao dominantnog ekološkog faktora. Ona je prvenstveno u oblasti Mediterana zavisna od pluviometrijskog režima koji prema tome postaje odlučujući faktor za vegetaciju. Razumevanje rasporeda mediteranske vegetacije moguće je samo ako se upoznaju specifične karakteristike klime ove oblasti. Tako je na osnovu dugogodišnjih istraživanja izvršena podela mediteranske klime od saharske preko poluaridne i humidne do klime visokih planina i obala mora.

Značajan je i problem ispitivanja uticaja vegetacije na fizičko-hemijsku sredinu koja sa porestom aridnosti ima sve veću ulogu nad biotičkim faktorima. Aridne oblasti se karakterišu specifičnim mikrostanjima u kojima dolazi do formiranja mozaičnih fizičkih kompleksa. Delovanje klime u aridnim oblastima dolazi snažnije do izražaja zbog čega se u većoj meri postavljaju autekološki problemi. Posebno poglavlje sačinjavaju ispitivanja otvorenih površina gde su veze između članova jedne zajednice olabavljene. Sa povećanjem aridnosti ovaj fenomen se povećava do tog stepena da na kraju sve konkurentske veze i uticaji između vrsta nestaju, te se javljaju izolovane individue sa svojom autonomnošću. Prelazni mehanizam disocijacije biljnog pokrivača pod uticajem stepenastog porasta aridnosti nije još izučen i on je predmet posebnog interesovanja.

Terenska ispitivanja vegetacije metodološki su veoma napredovala za poslednju deceniju. Podaci sa terena unose se u specijalne formulare za biljno sociološka i ekološka istraživanja. Za svaki vegetacijski tip postoje posebni formulari sa unapred ubeleženim skoro svim mogućim ekološkim i drugim karakteristikama. Istraživač ima zadatak da na terenu samo zaokruži pojedine nađene karakteristike ili pojave. Tako na primer u formularu za livade postoji više grupa podataka. Prvu grupu sačinjavaju opšti podaci o mestu gde je snimak uzet, a zatim slede podaci o slo-

jevitosti, klimatskim uticajima, fiziognomiji, evolutivnom stadiju, načinu eksploatacije, irigaciji, uticaju životinja, starosti površine i opis zemljišta. U delu sa naslovom »Ekološke karakteristike profila« pod brojem 8 ima 6 mogućnosti određivanja vlažnosti od suve do močvarne. Obeležena je i čitava skala mogućnosti u pogledu drenaže, dubine zemljišta mikro i manaoreljefa, delatnosti životinja, erozije i drugih ekoloških karakteristika. Dalje slede geografski i meteorološki podaci i na kraju lista florističke analize.

Na terenu često se primenjuje ispitivanje strukture vegetacije na malim površinama. Zanimljivi su radovi Hugues-a na livadama sa ciljem utvrđivanja fiziognomije malih površina i frekvence pojedinih vrsta po formuli

$$F = \frac{n \times 100}{N}$$

$n$  — ukupan broj individua jedne vrste

$N$  — totalan broj individua svih vrsta na određenoj površini.

Francuski naučnici postavili su sebi ozbiljne zadatke u kartiranju vegetacije. Nisu se zadovoljili opštim vegetacijskim kartama već su se prihvatili zadatka izrade niza specijalizovanih karata. Podela je izvršena na sledeće:

a) Karte realne zauzetosti terena pojedinim tipovima vegetacije sa obeležjem uticaja čoveka. Tu su obeležene livade, pašnjaci, šume, njive i druge površine i ove karte imaju veliki praktičan značaj.

b) Drugi tip su karte sa obeležjem strukture i fiziognomije vegetacije. Na njima su označeni biljno-sociološki tipovi vegetacije metodom francusko-švajcarske škole ili sistemom ekoloških grupa.

c) Poseban tip su karte ekoloških faktora na kojima su ucrtani podaci o reljefu, nagibu, hemijskom sastavu i strukturi zemljišta.

U kartiranju naročito je došla do izražaja tendencija ekološkog grupiranja zajednica na osnovu izvršene ekološke analize a ne isključivo na bazi određivanja karakterističnih vrsta i karakterističnog skupa zajednice. U vezi sa kartiranjem pojavio se je i jedan novi termin »ekološka grupa«.

Kako i u kojim se sve ciljevima vrše kartiranja pokazaće i sledeći primer. Na obali Mediterana nalazi se oblast Sologne sa 50000 hektara neiskorišćene zemlje. Nemoguće je zamisliti bilo kakvu upotrebu ovih površina bez predhodnog kartiranja. Prvo su odabrani punktovi za ekološka ispitivanja a zatim je izvršena inventarizacija vegetacije po ekološkim tipovima i opis uslova koji tamo vladaju. Da bi se dobila što potpunija i korisnija karta vršena su ispitivanja na relaciji zemljište-vegetacija, klima-vegetacija, biotički faktori-vegetacija. Pored toga određena je produktivnost mase šuma, pašnjaka, livada i kultura gde su postojale. Svi ti podaci uneti su u karte određenog tipa. Kartiranje je prema tome završni deo niza ekoloških ispitivanja i karta ne daje samo goli podatak o biljnim gru-

pacijama već i niz za praktičnu upotrebu važnih podataka. Zato je jedan od vodećih francuskih ekologa profesor Embarger rekao da ekolozi sintetišu najbolje svoj rad u kartama.

Terenska ispitivanja obično daju veliku količinu pojedinačnih podataka koji se moraju sintetizovati. Oni se u poslednje vreme u Francuskoj obrađuju mehanografskim putem. Ova metoda je prodrila u sve naučne institucije gde se operiše sa velikim brojem podataka pri naučnom radu. Elektronske obračunske mašine tipa Tricus postaju nezamenljivi saradnici naučnika u oblasti fitoekologije. To su u stvari mašine selekcionari koje nam iz mnoštva terenskih podataka izvlače one koje želimo. Svaka biljka i svaki ekološki faktor imaju svoj broj. Mašina selekcionariše i izvlači željeni podatak kao zbir. Time ona pomaže utvrđivanje odnosa između biljke i određene grupe faktora, promenu nekog elementa strukture u odnosu na promenu faktora, homogenost zajednice, ekološki profil, na njoj se može vršiti test ekološke nezavisnosti pojedinih biljaka. Mehanografija je posebno došla do izražaja u fitocenološkim istraživanjima jer u toj naučnoj oblasti danas statističke metode imaju veliku primenu. Na osnovu obimnog materijala utvrđuju se zakonitosti na terenu. Mehanografska metoda omogućila je brzu analizu zajedničkih vrsta na velikom broju snimaka.

Ekološka misao u Francuskoj danas traži nove puteve ka rešavanju pitanja odnosa između biljnoga sveta i sredine. Izražena je želja da se rezultati osnovnih istraživanja što bolje primene u praksi naročito u osvajanju novih površina. Novi moderni naučni centri polazeći od stečenih tradicija oformljuju svoja gledišta pre svega na osnovu eksperimentalnih terenskih i laboratorijskih ekoloških ispitivanja. Tekovine koje industrijska revolucija donosi nalaze aktuelnu primenu i u ekološkim metodama rada, koje se danas teško mogu zamisliti bez savremenih mernih instrumenata.

(Institut za biološka istraživanja  
u Beogradu)

### Z u s a m e n f a s s u n g

JAKOV DANON

#### METHODEN UND PROBLEME DER MODERNEN PHYTOEKOLOGIE IN FRANKREICH

In dieser kurzen Besprechung die anlässlich der Besuche einiger wissenschaftlichen Zentren Frankreichs verfasst wurde, werde en Methoden und Probleme der modernen phytoekologischen Wissenschaft in Frankreich besprochen.

Phytoekologischer Gedanke in diesem Lande sucht heute neue tiefere Wege zur Lösung der Grundfragen in den Beziehungen zwischern der Pflanzenwelt und der Umgebung. Sehr betont wird die Tendenz der besehen der Mxglichkeiten den Anwendung von Rzutaten der phytoekologischer Untersuchungen.

Das wichtigste und grösste Zentrum für phytoökologische und phytosoziologische Untersuchungen befindet sich in Montpellier und steht der Leitung des bekannten Ökologen Prof. Emberger. Dieses Zentrum entwickelt sich unabhängig von der internationalen Institution SIGMA für die Untersuchung des Mittelmeerraums, die von Braun Blanquet geleitet wird.

Organisationsschema des phytoökologischen Zentrums in Montpellier zeigt auch die methodologische Grundorientierung in den wissenschaftlichen Untersuchungen. Spezielle Abteilungen für Ekopedologie, Mikroklimatologie, Ekophysiologie und Kartographie sind die Teile eines einheitlichen Mechanismus, einer einheitlichen Konzeption der phytoökologischen Untersuchungen. Nach zwei wichtige wissenschaftliche Zentren: Phytotronisches Laboratorium in der Nähe von Paris und Bioklimatologisches Institut in Versaille sollten erwähnt werden.

Ein der Grundprobleme der französischen Phytoökologie ist die Kartographie der Vegetation. Aueblicklich werden drei Karten ausgearbeitet: phytoökologische Karte, mit der Bezeichnung der ökologischen Vegetationsgruppen, Karte der Geländebsetzung und die Karte der Nutzungsmöglichkeiten des Geländes.

In der phytoökologischen Karte werden die ökologischen Vegetationsgruppen bezeichnet. Hier wird nicht über Pflanzenassoziationen sondern über ökologische Gruppen gesprochen. Ökologische Vegetationsgruppen werden auf Grund der Geländeuntersuchungen und der phytosoziologischen Aufnahmen gebildet. Diese Arbeit wird vor dem Kartieren der Vegetation vorgenommen, damit die Beziehung zwischen den Pflanzen und der Umgebung besser erkannt werden können.

Zum Zwecke des Anordnens und Systematisierens des umfangreichen Materials wird die mechanographische Methode verwendet. Mit Hilfe der elektronischen Rechenmaschinen und der perforierten Kartone werden verschiedene Geländeangaben gesammelt und vorhört. Die Absonderung der Geländeaufnahmen kann nach der Auswahl zum Zwecke der bestimmten Untersuchungen mechanographisch durchgeführt werden.

In den ökologischen Untersuchungen wird die Pflanze vor allem als Indikator der Mitte betrachtet.

Vor der modernen Ökologie befinden sich folgende Grundaufgaben:

Allgemeine Kenntnis der physischen und biologischen Faktoren und planmäßiges Kennenlernen der Mitte in Frankreich.

Sammlung der allgemeinen ökologischen Dokumentation. Darunter versteht man nicht nur geografische, geologische, pedologische und klimatologische Dokumentation sondern auch die Sammlung der Angaben über die Physiologie- und Strukturausprägungen der natürlichen Pflanzenassoziationen.

Systematisierung der Mittentypen und Evidenzieren der Korrelation zwischen den Vegetationstypen.

Bestimmung des Kartographieschlüssels, der den Untersuchungsobjekten angepasst wird.

Eine der Grundlagen ist die Analyse und Definition der ökologischen Gruppen. Durch die Anwendung derselben ökologischen Valenzen können die Gruppen der Pflanzenarten definiert und ihre ökologische Forderungen präzisiert werden. In Frankreich wird besondere Aufmerksamkeit der ökologischen Untersuchungen der ariden Gebiete gewidmet.

Einzelne wissenschaftliche Zentren haben ihre spezielle Abteilungen für ökophysiologische Untersuchungen, die mit der phytoökologischen Problematik verbunden sind.

Es ist unmöglich hier, die ganze Problematik mit welcher sich französische Wissenschaftler befassen, zu besprechen. Unser Ziel war, hier nur auf einige Momente ihrer Arbeit hinzuweisen.

(Biologisches Institut in Beograd)

