

GODIŠNJA K

BIOLOŠKOG INSTITUTA UNIVERZITETA U SARAJEVU

ANNUAL
OF THE
INSTITUTE OF BIOLOGY
— UNIVERSITY OF SARAJEVO

ЕЖЕГОДНИК
БИОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА
УНИВЕРСИТЕТА В САРАЕВЕ

ANNUAIRE
DE
L'INSTITUT BIOLOGIQUE
DE L'UNIVERSITE A SARAJEVO

JAHRBUCH
DES
BIOLOGISCHEN INSTITUTES
DER UNIVERSITAT IN SARAJEVO

ANNUARIO
DELL'
INSTITUTO BIOLOGICO DELL'
UNIVERSITA DI SARAJEVO

ANUÁIRO
DEL INSTITUTO BIOLÓGICO DE
LA UNIVERSIDAD DE SARAJEVO

VOL. XXVII — 1974.

Odgovorni urednik:

Prof. dr Smilja Mučibabić

Članovi redakcionog odbora:

Prof. dr Tonko Šoljan, Prof. dr Vojislav Pavlović, Prof. dr Živko Slavnić,

Prof. dr Tihomir Vuković, Prof. dr Radomir Lakušić,

Milutin Cvijović (tehnički urednik)

Tiraž: 500 primjeraka

SADRŽAJ — CONTENU:

Berberović Lj, Sofradžija A. — Hromosomi vrste <i>Cottus gobio</i> L. (Cottidae, Pisces)	5
The chromosomes of the species <i>Cottus gobio</i> L. (Cottidae, Pisces)	
Blagojević S. — Struktura perifitona u otvorenim uređajima vodovoda na dva krška izvora.	17
Die struktur des aufwuchses in offenen wasswrletungsanlagen in zwei karsquellgebieten.	
Blagojević S. — Sezonske promjene i vertikalna distribucija perifitonskih mikrofitra u dva krška izvorišta.	77
Jahreszeitliche änderungen und vertikalen verteilung des mikrophytenaufwuchses in zwei quellgebieten des karstes.	
Cvijović J. M. — Distribucija vrsta Acerentomoidea (Protura), Entomobryidae i Sminthuridae (Collembola) u zajednicama kraških polja.	93
Distribution of species Acerentomoidea (Protura), Entomobryidae and Sminthuridae (Collembola) in communities of karst fields .	
Cvijović J. M. — Dinamika populacija Entomobryidae i Sminthuridae (Collembola) u poplavnim, močvarnim i suhim livadama i poplavnim šumama u Livanjskom polju.	133
Dynamics of populations Entomobryidae and Sminthuridae (Collembola) in floody, marshy and dry meadows and floody forests in Livanjsko polje .	
Krvokapić K. — Efekat crvene i plave svjetlosti na sadržaj materija tipa giberelina kod <i>Avena sativa</i> L.	150
The effect of red and blue light on the content of gibberellin-like substances in <i>Avena sativa</i> L.	
Krvokapić K. — Uticaj svjetlosti crvenog i plavog dijela spektra na sadržaj materija tipa citokinina kod <i>Avena sativa</i> L.	169
The effect of red and blue light on the content of cytokinin-like substances in <i>Avena sativa</i> L.	
Šiljak S. i Međedović S. — Neke citogenetičke, ekološke i morfološke odlike vrste <i>Erigeron acer</i> L. na haldama iz okoline Kakanja i Breze.	185
Certaines caractéristiques cytogénétiques, écologiques et morphologiques de l'espèce <i>Erigeron acer</i> L. sur les sols stériles des environs Kakanj et Breza	
Živadinović J. — Distribucija vrsta roda <i>Tetracanthella</i> u Jugoslaviji.	195
Distribution of the species of the genus <i>Tetracanthella</i> in Yugoslavia	
Živković A. — Zooplankton akumulacionih jezera na Trebišnjici — Bilečko i Trebinjsko jezero.	207
Zooplancton of the accumulation on the river Trebišnjica — The lakes of Bileća and of Trebinje	

**LJUBOMIR BERBEROVIĆ,
AVDO SOFRADŽIJA,**

(*Odjeljenje za genetiku i citotaksonomiju
Biološkog instituta Univerziteta, Sarajevo*)

**HROMOSOMI VRSTE COTTUS GOBIO L.
(COTTIDAE, PISCES)**

**THE CHROMOSOMES OF THE SPECIES COTTUS GOBIO L.
(COTTIDAE, PISCES)**

Vrsta *Cottus gobio* (obični peš) spada među relativno malobrojne oblike porodice Cattidae, koji žive u slatkim vodama. Obični peš naseljava tekućice sva tri sliva (jadranski, crnomorski i egejski) u našoj zemlji, te predstavlja dosta čestu ribu bržih tekućica, čije je dno kamenito i čisto (Vuković i Ivanović 1971).

Kariološki podaci o običnom pešu nisu ni brojni ni detaljniji, a i onakvi kakvi su u literaturi — međusobno su kontradiktorni. Na materijalu iz njemačkih voda (preparati speramatogenog tkiva) konstatovano je da haploidni hormosomski broj karakterističan za vrstu iznosi $n = 24$ (Post 1965). Posmatranje ranih embrionalnih mitoza u oplođenoj ikri, iz voda slivnog područja rijeke Rab (Poljska), rezultiralo je nalazom da diploidnu hormonsku garnituru vrste *Cottus gobio* sačinjava $2n = 52$ hromosoma (Starmach 1967). Nepodudarnost navedenih podataka vidljiva je već na prvi pogled, ukoliko se ne prepostavlja pojava kvadrivalenta u toku mejotičke diobe; takva mogućnost, međutim, nije ni pomenuta u radu koji se odnosio na istraživanje mejotičkih hromosoma (Post 1965), iako načelno nije isključena. Osim toga, pomenuti (nesaglasni) kariološki nalazi mogli bi ukazivati na upadljivo, a time i prilično izuzetno, međusobno razlikovanje geografski udaljenih populacija iste vrste s obzirom na osnovne numeričke osobine kariotipa.

MATERIJAL I METODIKA RADA

Materijal za potrebe kariološkog proučavanja vrste *Cottus gobio* lovljen je u rjećicama Kasindolki i Miljacki, pritokama rijeke Bosne, tokom marta i aprila 1971. godine Ribe su hvatane pomoći

mrežice (»sak«) ili golim rukama, a do laboratorijskih akvarijuma su dopremane u običnoj kanti. Kariološkoj obradi je podvrgnuto ukupno 55 jedinki (20 iz Kasindolke i 35 iz Miljacke) oba pola (24 mužjaka i 31 ženka); tjelesna dužina tretiranih primjeraka kretala se između 10 i 12 centimetara.

Hormosomski preparati su pravljeni od dijelova škrga i bubrege; analogna obrada gametogenih organa nije dala zadovoljavajuće rezultate, što se može tumačiti kao posljedica njihove sezonske »neaktivnosti«.

Pri prepariranju škržnog epitela primijenjena je jedna od standarnih »squash« metoda (Mc Phail and Jones 1966), uz određene izmjene u originalnoj proceduri. Iskustvo je, naime, pokazalo da se bolji rezultati postižu produžavanjem kolhicinskog pretretmana živilih jedinki, te produžavanjem obrade materijala hipotonikom i bojom. Takođe je zapaženo da se kvalitetniji preparati dobijaju upotrebom većih injekcijskih doza otopine kolhicina (0,2 — 0,4 ml kolhicinske otopine umjesto 0,1 ml kako preporučuje originalni recept); za hipotonični tretman materijala upotrebljavan je 0,9% rastvor natrijumcitrata (umjesto destilirane vode po originalnoj proceduri).

Bubrežno tkivo je tretirano prema osnovnoj shemi postupka izrade hromosomskih preparata od sjemenika (Roberts 1964); taj postupak je takođe modificiran u nekim svojim tačkama, uglavnom saglasno odgovarajućim preporukama iz nekih novijih recepata, podjednako primjenjivih pri prepariranju kako tkiva sjemenika tako i tkiva bubrega (Fukuoka 1972). Umjesto intramuskularnog primijenjeno je intraperitonealno injiciranje kolhicinskog rastvora, a produženo je i vrijeme trajanja kolhicinskog pretretmana; osim toga je produženo trajanje hipotoničnog tretmana natrijum-citrata, kao i vrijeme bojenja materijala acetato-orceinskom bojom.

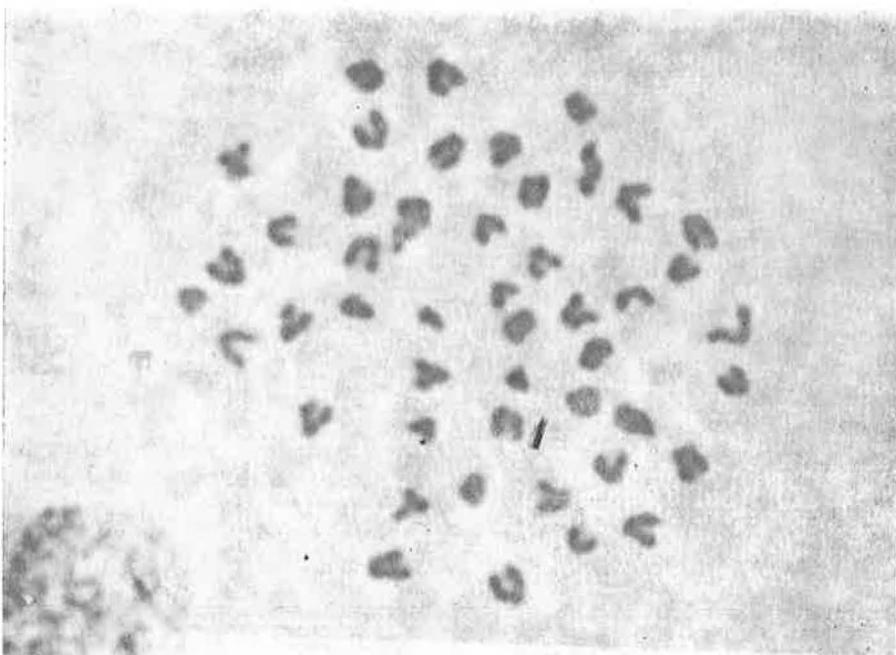
Ovdje želimo istaći iskustvo stečeno tokom ovog istraživanja, da se bubrežno tkivo pokazalo (podrazumijevajući pomenute izmjene u originalnim tehnikama prepariranja) kao naročito pogodan materijal za izradu hormosomskih preparata; na preparatima je uz dobru preglednost (pro)metafaznih figura zapažen i srazmjerno visok indeks mitotičkih dioba.

REZULTATI RADA

Na temelju posmatranja većeg broja (pro)metafaznih figura u C-mitozama bubrežnog i škržnog epitela, utvrđeno je da diploidni broj hormosoma vrste *Cottus gobio* iznosi $2n = 48$ (slike 1, 2, 3, 4 i 5). Ovaj hormosomski broj je verifikovan ispitivanjem više od 60 (pro)metafaza. Nisu primijećena bilo kakva odstupanja od konstatovanog hormosomskog broja, tako da se može sa sigurnošću tvrditi da somatičke ćelije običnog peša sadrže stalan broj hromo-

soma. Isto tako nisu evidentirane ni eventualne razlike u pogledu diploidnog hormosomskog broja između jedinki kasindolske i Miljackine populacije, kao ni među polovima.

Podrobnija analiza morfoloških i numeričkih odlika kariotipa ispitivane vrste je sprovedena na deset najuspjelijih mikrofotografija, na kojima su C—(pro)metafazni hromosomi najbolje ispoljavali pojedinosti svoje morfologije. Zadovoljavajući kvalitet analiziranih mikrofotografija je omogućavao da se sa dosta preciznosti



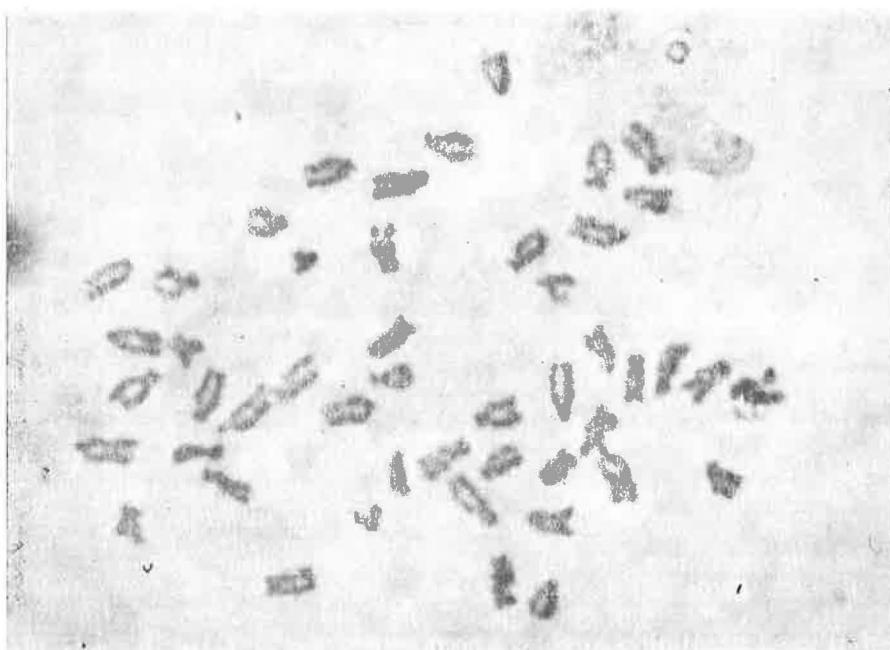
Slika 1. Metafazni hromosomi u ćeliji bubrežnog epitela (*Cottus gobio*, mužjak, Miljacka).

Figure 1. Metaphase chromosomes in the kidney's epithelial cell (*Cottus gobio*, male, Miljacka River).

odredi kojem tipu hromosoma, s obzirom na položaj centromernog sistema, pripadaju pojedinačni elementi posmatrane hromosomške garniture. Jedna od prikazanih (pro)metafaza je poslužila za izradu specifičnog kariograma vrste *Cottus gobio*. (slika 6).

Inspekcija prikazanog kariograma doyodi do konstatacije da hromosomsku garnituru običnog peša sačinjavaju 42 jednokraka (akrocentrična odnosno telocentrična) hromosoma i 6 dvojkrakih

(submetacentričnih) mosoma. Ukupan broj hromosomskih krakova, prema tome, iznosi $42 + 12 = 54$ (»nombre fondamental« — NF = 54). Odmah se, dakle, ispostavlja činjenica da kariotip vrste *Cottus gobio* sadrži većinom elemente akrocentričnog ili telocentričnog tipa, tj. takozvane jednokrake hromosome. Radi bolje preglednosti, tri para dvokrakih elemenata kariotipa svrstani su jedan do drugog na kraju kariograma (parovi 22—24 na slici 6), iako bi im po dužini svakako pripadao drugačiji rang.

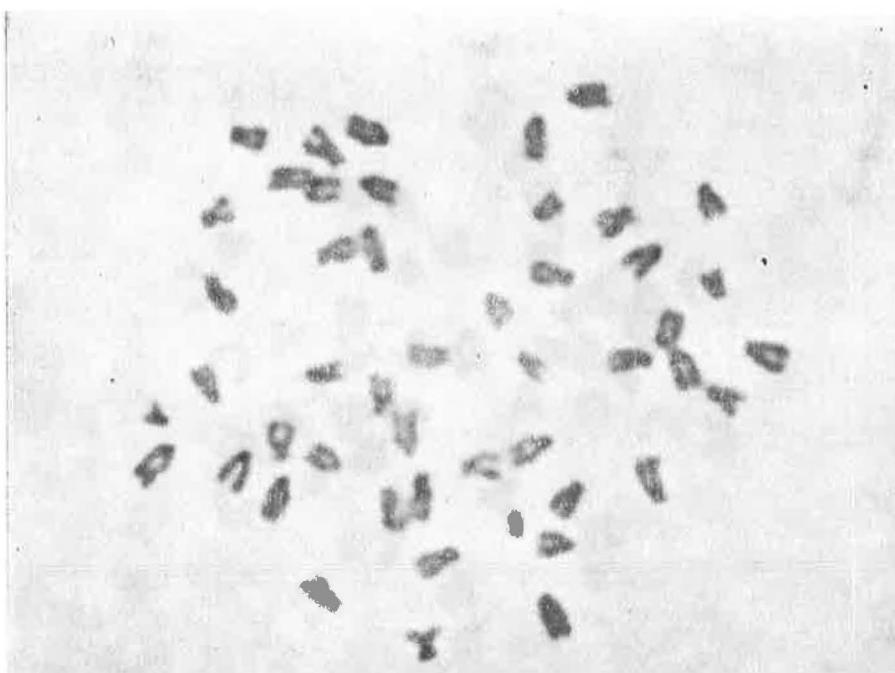


Slika 2. Prometafaza C-mitoze u ćeliji bubrežnog epitela (*Cottus gobio*, ženka, Miljacka).

Figure 2. C-prometaphase in the kidney's epithelial cell (*Cottus gobio*, female, Miljacka River).

Prikazani kariogram pruža još neke objektivne podatke o hromosomkom komplementu običnog peša. Prvi par hromosoma donekle se ističe svojim morfološkim osobinama, iako se po dužini izrazito ne razlikuje od narednih petnaest parova (slika 6, parovi 1—16); postoje, naime, dobri razlozi za zaključak da se taj par sastoji od akrocentričnih hromosoma satelitskog tipa. Površnjem pogledom na kariogram mogao bi se stići dojam da prvi par sačinjavaju metacentrični elementi sa sekundarnom konstrikcijom i tra-

bantskim nastavkom, ali je višestrukim promatranjem odgovara-jućih preparata pouzdano ustanovljeno da »metacentrični« izgled treba pripisati osobitom položaju hromatida, koji se na jednoj od mikrofotografija odrazio kao prividno nerazdvajanje u središnjem regionu oba homologa, podsjećajući na stvarno odsustvo disjunkcije u centromernoj oblasti —prometafaznih hromosoma. Pažljiviji pregled svih prikazanih mikrofotografija (slike 1 — 5) nesumnjivo dokazuje da u hromosomskoj garnituri vrste *Cottus gobio* stvarno ne postoje metacentrični elementi satelitske konfiguracije.



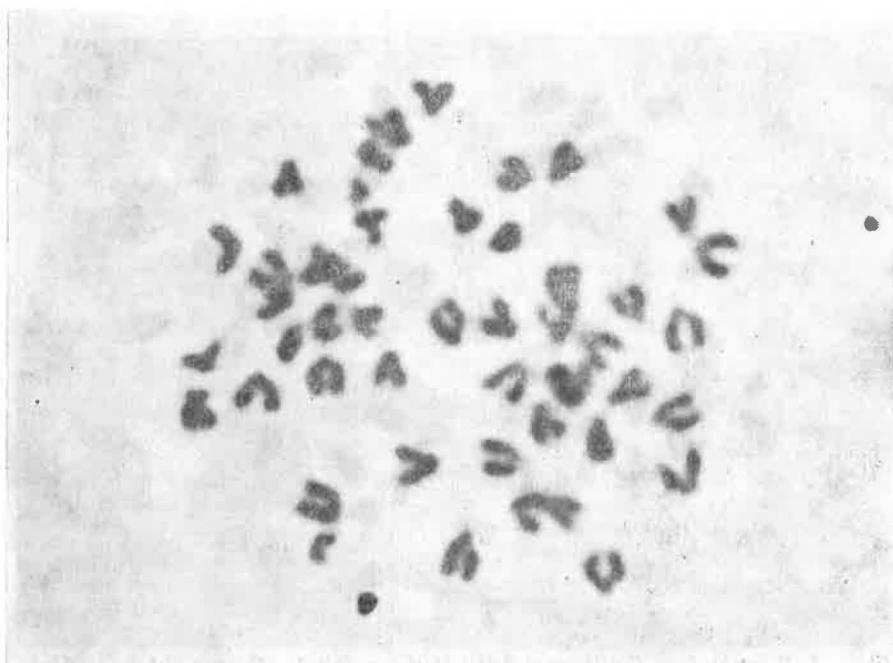
Slika 3. Prometafaza C-mitoze u ćeliji škržnog epitela (*Cottus gobio*, mužjak, Miljacka).

Figure 3. C-prometaphase in the gills' epithelial cell (*Cottus gobio*, male, Miljacka River).

Sljedećih petnaest parova (parovi 2—16 na slici 6) su relativno uniformni jednokraki hromosomi, uglavnom slične dužine i morfološtih, koji zajedno sa prvim parom obrazuju skupinu dužih elemenata kariotipa. Daljnja četiri hromosomska para mogu se smatrati grupom elemenata srednje dužine (slika 6, parovi 17—20); među njima se morfološki donekle izdvaja dvadeseti par jasno telocentričnog karaktera. Posljednji par jednokrakih hromosoma u kom-

plementu (slika 6, par 21) obuhvata izrazito najkraće elemente svog morfološkog tipa; ovi homolozi se stoga mogu srazmjerno lako identifikovati u svim (pro)metafaznim figurama.

Unutar tri prisutna para dvokrakih hormosoma (slika 6, parovi 21—24) prvi par po svojoj dužini odgovara skupini dužih akro(telo)centričnih elemenata posmatrane garniture. Ostali dvo-kraki hromosomi po dužini stoje između grupe srednje dugih jedno-krakih hromosoma i najkraćeg ekrocentričnog homologog para. Svi dvokraki hromosomi u garnituri običnog peša submetacentrič-nog su tipa.



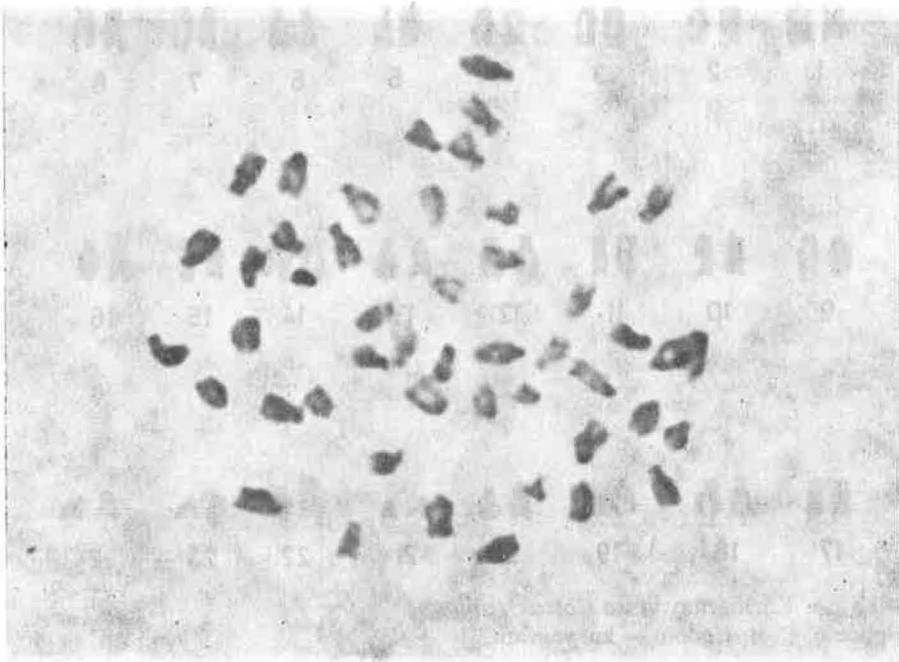
Slika 4. Metafazni hromosomi u C-mitozi ćelije bubrežnog epitela (*Cottus gobio*, ženka, Kasindolka).

Figure 4. C-prometaphase chromosomes in the kidney's epithelial cell (*Cottus gobio*, female, Kasindolka River).

Na bazi izloženih konstatacija moguće je izvesti sljedeću osnovnu klasifikaciju kariotipskih elemenata vrste *Cottus gobio*, polazeći od njihove uočljive morfološke diferencijacije:

- (a) jedan par dugih akrocentričkih satelitskih hromosoma (slika 6, par 1);

- (b) 15 parova ostalih dugih jednokrakih hromosoma, bez pojedinačnih morfoloških osobitosti (slika 6, parovi 2—16);
- (c) jedan par izrazito kratkih jednokrakih hromosoma (slika 6, par 21);
- (d) četiri para jednokrakih hromosoma srednje dužine (slika 6, parovi 17—20), među koje spada i jedan par izrazito telocentričnih hromosoma (par 20);
- (e) jedan par dugih submetacentričnih hromosoma (slika 6, par 22);
- (f) dva para znatno kraćih submetacentričnih hromosoma (slika 6, parovi 23 i 24).

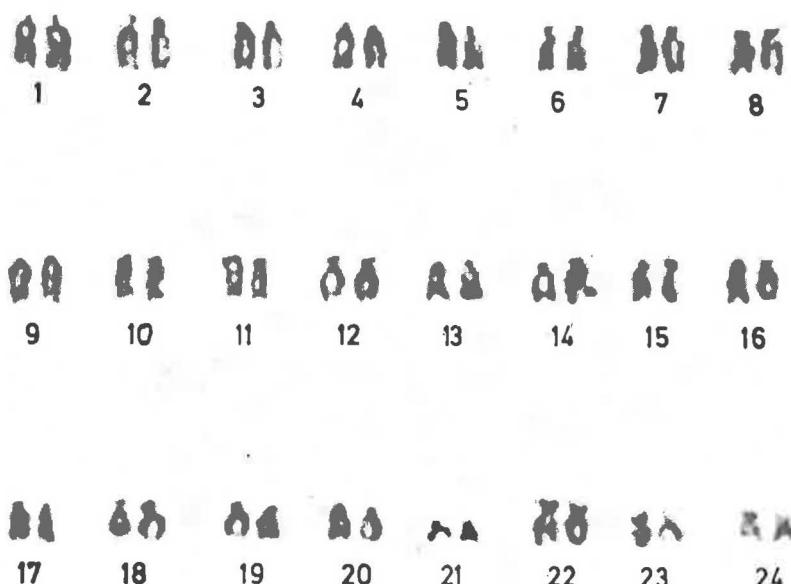


Slika 5. Prometafaza C-mitoze u ćeliji škržnog epitela (*Cottus gobio*, mužjak, Kasindolka).

Figure 5. C-mitosis prometaphase in the cell of kidney epithelium (*Cottus gobio*, male, Kasindolka River).

Sprovedena posmatranja nesumnjivo opravdavaju gornju klasifikacionu shemu, ali (za razliku od markantne konstantnosti diploidnog hromosomskog broja u svim analiziranim mitozama) se još uvijek ne bi moglo tvrditi da ona predstavlja apsolutno siguran ključ za praktično determinisanje svih elemenata kariotipa, odnos-

no njihovih skupina. Kao glavni razlog ovoj opreznosti navodimo relativno visoku vjerovatnoću subjektivnih neslaganja pri opredjeljivanju pojedinih hromosoma među dvokrake, odnosno jednokrake elemente hromosomske garniture (Berberović et al. 1971). Ta neslaganja mogu proizaći i iz nekih objektivnih okolnosti: pri posmatranju tipičnih metafaznih figura (pogotovo na preparatima dobijenim bez kolhicinskog pretretmana) kratki submetacentrični hromosomi mogu, uslijed maksimalne kondenzacije, izgledati kao akrocentrični (tj. jednokraki). Otuda mogu nastati nepodudarnosti u procjeni ukupnog broja hromosomskih krakova u komplementu, čak i kad se radi o jednom te istom posmatraču.



Slika 6. Kariogram vrste *Cottus gobio*.

Figure 6. *Cottus gobio* — karyogram.

D I S K U S I J A

Naša konstatacija da vrstu *Cottus gobio* karakterizira diploidni hromosomski broj $2n = 48$ načelno je saglasna sa nalazom da mejoze u spermatogenom tkivu pripadnika ove vrste sadrže $n = 24$ bivalenata (Post 1965); kako navedeni nalaz ($n = 24$) nije popraćen drugim podacima o morfologiji mejotičkih hromosoma običnog peša, to nije moguća daljnja uporedna analiza naših i Postovih rezultata.

Na materijalu iz karpatskih tekućica je bilo utvrđeno da se diploidna garnitura *C. gobio* sastoji iz $2n = 52$ hromosoma, među kojima 23 homologa para čine jednokraki (tj. akro- i telo-centrični) hromosomi (Starmach 1967). Iako Starmach svoj osnovni numerički kariološki podatak $2n = 52$ saopštava kao modalnu vrijednost, njegovi nalazi su očigledno nepodudarni i sa našim i sa Postovim konstatacijama, što bi ukazivalo na mogućnost da se populacije običnog peša iz raznih oblasti međusobno razlikuju po karakterističnom hromosomskom broju. Izgleda, međutim, da argumenti u prilog ove mogućnosti nisu dovoljno čvrsti. Činjenica je, naime, da poljski autor nije vršio kariološke analize na pouzdano determinisanom materijalu: on je ikru sakupljao u riječi, a njenu specifičnu pripadnost određivao po mužjaku koji se nalazio u blizini.

Isti pisac u istom članku (Starmach 1967) tretira i osobine diploidne hromosomske garniture šarenog peša (*Cottus poecilopus*), navodeći da ona obuhvata $2n = 56$. Upadljiva je sličnost ovih podataka sa našim nalazima za vrstu *Cottus gobio*; jedina primjetna razlika se sastoji u procjeni brojčane zastupljenosti dvokrakih i jednokrakih elemenata u garnituri, a i ta razlika je mala (svodi se na samo jedan par različito klasifikovanih hromosoma; vidi tabelu 1).

TABELA 1. Dosadašnji nalazi o osnovnim numeričkim kariološkim odlikama vrsta *Cottus gobio* i *Cottus poecilopus*.

TABLE 1. The available data regarding the specific chromosome numbers of *Cottus gobio* and *Cottus poecilopus*.

VRSTA	IZVOR	GLAVNE NUMERIČKE ODLIKE KARIOTIPA		
		n	2n	NF
<i>Cottus gobio</i>	Starmach 1967	—	52	58
	Post 1965	24	—	—
	Ovaj rad	—	48	54
<i>Cottus poecilopus</i>	Starmach 1967	—	48	56

Navedena nepodudarnost je, zapravo, zanemarljiva, imajući u vidu, već pomenutu mogućnost neslaganja ili slučajnih grešaka pri svrstavanju pojedinih hromosomske garniture. Za potpunu komparabilnost specifičnih kariograma, međutim, bilo bi nužno da kariogrami odgovaraju istoj fazi radljivosti ćelije, jer isti hro-

mosom pri nešto slabijoj kondenzovanosti može biti klasifikovan kao dvokraki, dok pri jačoj kondenzaciji biva determinisan kao jednokrak. Iz ovih razloga zaključujemo da su raspoloživi numerički-morfološki podaci o hromosomskim garniturama vrsta *Cottus poecilopus* (Starmach 1967) i *Cottus gobio* (ovaj rad) praktično isti.

Starmach (1967) je determinirao materijal (ikru) određujući specijsku pripadnost mužjaka, koji je »čuvaо« ikru; nije dakle unaprijed isključeno da je sama ikra zapravo poticala od vrste *Cottus gobio* (zanemarujući eventualnu mogućnost intraspecijske hibridizacije). Ovu pretpostavku je, naravno, teško provjeriti, ali je njeni mogućnosti evidentni.

Smatramo da tačan diploidni hromosomski broj običnog peša iznosi $2n = 48$, budući da ne proizlazi samo iz rezultata ovog rada, nego je, pored toga, saglasan i sa nalazima Posta (1965), a i sa odgovarajućim podacima Starmach (1967) za vrstu *Cottus Poecilopus*. Podatak da se diploidni komplement običnog peša sastoji od $2n = 52$ (Starmach 1967) hromosoma ne čini se dovoljno pouzdanim.

Bez obzira na sva otvorena pitanja u objavljenim kariološkim radovima o običnom pešu, očigledno je da kariotip te vrste velikom većinom sačinjavaju jednokraki (akrocentrični i telocentrični) hromosomi. Saglasno teorijskim stavovima mnogih autora (Post 1965, Nogusa 1960, Ohno and Atkin 1966, Chen and Radule 1970, Chen 1971) ova bi kariološka odlika ukazivala na relativnu primitivnost vrste *Cottus gobio*.

Z A K L J U Č A K

1) Vrstu *Cottus gobio* odlikuje diploidni hromosomski broj $2n = 48$; ovaj nalaz je saglasan sa ranije objavljenim informacijama o haploidnom broju hromosoma iste vrste ($n = 24$, Post 1965).

2) Hromosomska garnitura ove vrste obuhvata 42 jednokraka (akrocentrična, odnosno telocentrična) hromosoma i 6 dvokrakih (submetacentričnih) hromosoma, što daje ukupan broj krakova $NF = 54$.

3) Iz činjenice da hromosomsku garnituru običnog peša sačinjavaju pretežno jednokraki hromosomi, može se izvući zaključak o relativnoj primitivnosti kariotipa ove vrste.

S U M M A R Y

1) Species *Cottus gobio* is characterized by diploid chromosome number $2n = 48$; this is consistent with the previously published information on the haploid chromosome number of the same species ($n = 24$, Post 1965).

2) The chromosome set of *Cottus gobio* consists of 42 one-armed (acrocentric or telocentric) and 6 two-armed (submetacentric) chromosomes, which gives NF = 54 as »nombre fondamental« (i. e. total number of chromosomes arms in the complement).

3) Judging from the presence of a prominent majority of one-armed chromosomes in the complement, *Cottus gobio* could be classified among the fish species having more primitive karyotype.

LITERATURA

- Berberović Lj., Hadžiselimović R., Pavlović B., Sofradžija A. (1971.): Osnovni podaci o hromosomskim garniturama vrsta *Paraphoxinus adspersus* (Heckel 1843) i *Paraphoxinus croaticus* Steindachner 1965. Ichthyologia, 3, 1, 3—11.
- Chen T. R. (1970): A comparative chromosome study of twenty Killifish species of the genus *Fundulus* (Teleostei: Cyprinodontidae). Chromosoma (Berl.), 32, 4, 436—453.
- Chen T. R., Ruddle F. H. (1971): A chromosome study of four species and a hybrid of the killifish genus *Fundulus* (Cyprinodontidae). Chromosoma (Berl.), 29, 3, 255—267.
- Fukuoka H. (1972): Chromosome-number variation in the rainbow trout / (*Salmo gairdneri irideus*) (Gibbons)/. Japan. J. Genetics, 47, 6, 455—458.
- Mc Phail J. D., Jones R. L. (1966): A simple technique for obtaining chromosomes from teleost fishes. Journ. Fish. Res. Board Canada, 25, 5, 767—768.
- Nogusa Sh. (1960): A comparative study of the chromosomes in fishes with particular consideration on taxonomy and evolution. Mem. Hyogo Univ. Agric. Biol. Ser. 3, 1, 60—71.
- Ohno S., Atkin N. B. (1966): Comparative DNA values and chromosome complements of eight species of fishes. Chromosoma (Berl.), 23, 455—466.
- Post A. (1965): Vergleichende Untersuchungen der Chromosomenzahlen bei Süßwasser-Teleosteen. Zeitscher. f. zool. Syst. and Evolutionsforschung, 3, 47—93.
- Roberts F. L. (1964): A chromosome study of twenty species of Centrarchidae. Journ. of Morphology, 115, 3, 401—417.
- Starmach J. (1967): Die Chromosomen von *Cottus poecilopus* Heckel und *Cottus gobio* L. Acta Hydrobiologica, 9, 301—303.
- Vuković T., Ivanović B. (1971): Slatkovodne rive Jugoslavije. Zemaljski muzej Bosne i Hercegovine, Sarajevo.

SINIŠA BLAGOJEVIC

Prirodno-matematički fakultet u Sarajevu

STRUKTURA PERIFITONA U OTVORENIM UREĐIJIMA VODOVODA NA DVA KRŠKA IZVORIŠTA

**DIE STRUKTUR DES AUFWUCHSES IN OFFENEN
WASSERLEITUNGSSANLAGEN IN ZWEI KARSQUELLGEBIETEN**

Rad je finansiran u okviru projekta »Vodno bogatstvo i hidrologija krša«

Područje krša zauzima 57.000 km² ili 30% teritorije Jugoslavije (MIKULEC i TRUMIĆ 1969). Stoga je cijelokupna problematika krša, a u tom kontekstu i njegovi hidrobiolški aspekti, od naročitog značaja za razvoj naše zemlje.

U limnologiji krša istaknuto mjesto zauzimaju krška vrela. Čitav niz posebnih hidroloških, fizičkih i hemijskih karaktera čine ova vrela interesantnim ekološkim specifikumima. Ipak, krška vrela na području jugoslavenskog krša do skora su bila hidrobiološki slabo ispitana. Tek u posljednje vrijeme ovoj problematici posvećena je veća pažnja čiji rezultat je više značajnih radova (PAVLETIĆ i MATONIČKIN 1965, MATONIČKIN i PAVLETIĆ 1967, 1969). Posebnu vrijednost ovim radovima daju rezultati u oblasti biološke klasifikacije krških vrela. U okviru dosadašnjih radova perifiton krških vrela i izvorišnih potoka obuhvaćen je opštim florističkim i faunističkim istraživanjima i nije tretiran kao posebna zajednica.

Snabdijevanje vodom javlja se u kršu kao jedan od glavnih problema koji stoje na putu iskorištavanju i privrednom razvoju ovih područja. Na tim prostorima vrlo često se i veliki potrošači snabdijevaju vodom neposrednim zahvatanjem iz krških vrela. Biološki aspekti ponašanja tih voda u vodovodnim uređajima do sada nisu studirani. Biološki problemi su naročito značajni u otvorenim uređajima vodovoda, jer tu izvorska voda dolazi pod posebne uslove, pa zbog toga nastaju izmjene u njenim ekološkim karakteristikama.

Najveći dio mikrofita koje naseljavaju izvore, izvorišne potoke i vodovodne uređaje pripada zajednicama perifitona. Tu perifiton čini osnovu organske produkcije i u najvećoj mjeri determinira biološke karaktere tih voda. Sve to ističe potrebu da se primjenom intenzivnijih terenskih metoda i sezonskim posmatranjima dobije potpuniji uvid u mnoge aspekte života ovih zajednica. U okvirima ovoga rada istraživan je perifiton u izvorištu Mošćanice kod Sarajeva i u izvorištu Radobolje kod Mostara. Oba izvora su krška, ali se međusobno razlikuju po mnogim karakterima, a prije svega po geografskom položaju, klimi i hidrologiji. Istraživanja su vršena u otvorenim uređajima vodovoda i u prirodnim objektima u okviru izvorišta. Studijama su obuhvaćeni: kvalitativna i kvantitativna struktura, te cenološki odnosi mikrofitskih komponenata perifitona. Paralelno su vršena i istraživanja abiotičkih ekoloških faktora.

Topografski, geološki i hidrološki podaci

Vrelo Mošćanice javlja se sjeveroistočno od Sarajeva kod sela Falatići na nadmorskoj visini 826 metara. Od vrela se formira stalni površinski tok Mošćanice koja se ulijeva u Miljacku uzvodno od Sarajeva. Vrelo se nalazi u zoni pokrivenog krša i u području umjereno-kontinentalne klime. Vrelo je kontaktno, silaznog tipa. Voda izbija na kontaktima verfenskih sedimenata i anizijskih krečnjaka. Mjesto izbijanja morfološki je označeno strmim krečnjačkim odsjekom u čijem se podnožju nalazi prostrana kaverna kojom se rasjed završava. Ovaj rasjed danas leži duž suve doline potoka Točilo. Pretpostavlja se da se vode dreniraju duž sjeverozapadnog krila ovoga rasjeda, gdje su krečnjaci u kontaktu sa dijabaz, rožnačkom serijom srednjeg trijasa (sl. 1).

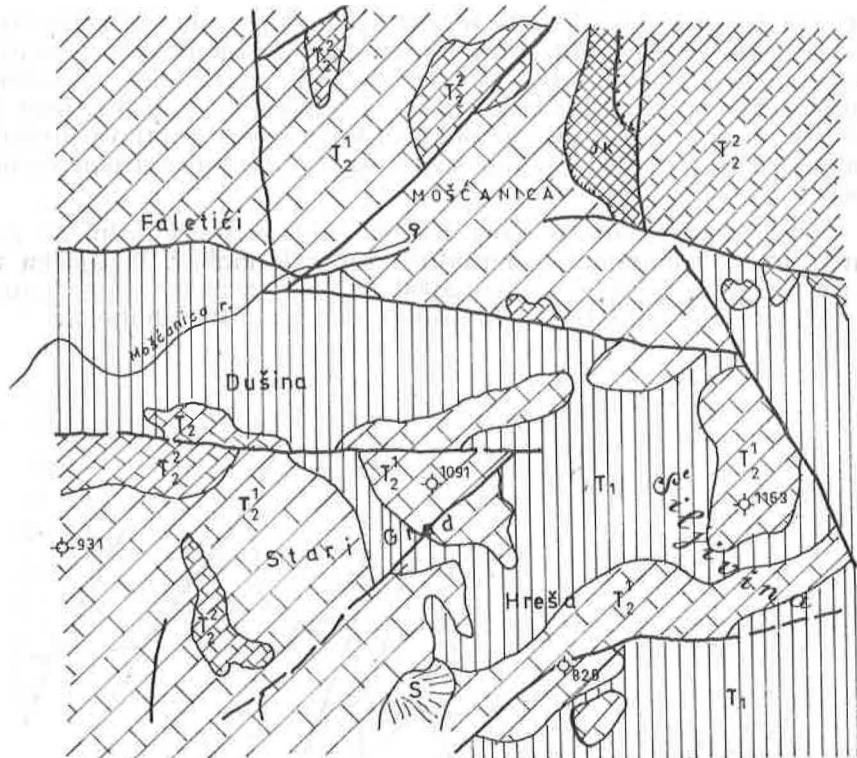
Što se tiče sabirnih površina, one za sada nisu definisane, ali se pretpostavlja da se nalaze u prostranim krečnjačkim masama prema Crepoljskom, Vučjoj Luci i Glogu.

Padavinski režim sabirnog područja ima karakteristike kišno-sniježnog režima sa dva maksimuma. Prvi maksimum je u periodu V do VII, a drugi u periodu X do XII mjeseca. Prosječna godišnja visina padavina je 920 mm, a prosječna temperatura zraka je 8,5°C. Karakteristični proticaji na vrelu Mošćanice su:

$$Q_{\min} = 0,0259 \text{ m}^3/\text{s}, Q_{\text{pros}} = 0,286 \text{ m}^3/\text{s} \text{ i } Q_{\max} = 1,088 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Maksimalni mjesecni proticaj javlja se obično u mjesecu aprilu. Ovaj maksimum je posljedica sprege oticaja od kiša i odtopljenja snijega.

Vrelo Mošćanice služilo je za potrebe snabdijevanja vodom Sarajeva još za vrijeme Turaka, rekaptirano je u periodu Austro-ugarske i poslije II svjetskog rata. Kaptiranjem je vrelo potpuno zatvoreno.



L E G E N D A :

M = 1 : 25 000

	DONJI TRIJAS - RUMENI I BIJELI LISKUNOVITI KVARCNI PJEŠČARI
	SREDNJI TRIJAS - ANIZISKI USLOJENI KREČNJACI
	SREDNJI TRIJAS - LADINISKI KREČNJACI, LAPORCI I ROŽNACI
	TITON - VALENDISKI FLIŠ - LAPORCI, PJEŠČARI, BREČASTI KREČNJACI

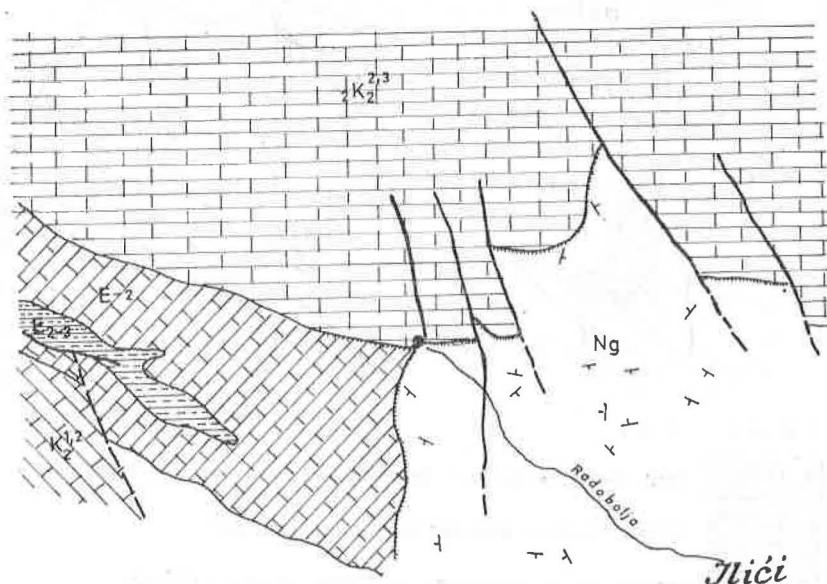
Sl. 1. Geološka karta izvorišta Moščanice
Abb. 1. Geologische Karte des Quellgebiets der Moščanica

Vrelo Radobolje izbija na jugoistočnim padinama planine Čabulje, zapadno od Mostara, na nadmorskoj visini od 135 m (BEHLILOVIĆ 1964.). Vrelo se nalazi u zoni golog krša i u području submediteranske klime.

To je tipično krško vrelo uzlaznog tipa, koje se javlja na kontaktu svjetlosnih krečnjaka gornje krede i olvroliskonumulitskih krečnjaka eocena (sl. 2). Sa numulitskim krečnjacima udružuju

se još i neogeni sedimenti predstavljeni laporima i laporovitim krečnjacima. Na mjestu pojave izvora formiran je odsjek u gornjo-krednim krečnjacima koji su razlomljeni vertikalnim rasjedima pravca sjever-jug. Pored rasjeda krečnjačka masa izdijeljena je sistemom pukotina u manje blokove. Voda prvo ispunjava prostrane podzemne pukotine, a onda se prelijeva preko ruba stijene i gradi potok Radobolju.

Režim padavina u slivu Radobolje je kišno-sniježni sa primarnim maksimumom u periodu oktobar-decembar. Prosječna visina padavina u slivu je oko 2.000 mm, a prosječna temperatura zraka oko 8°C. Karakteristični proticaji na vrelu Radobolje su:



L E G E N D A :

M = 1 : 25000

Ng	[diagonal hatching]	SLATKOVODNI SEDIMENTI NEOGENA
E ₂₋₃	[horizontal hatching]	LAPORI PEŠČENJACI, PROMINA KONGLOMERATI
E ₁₋₂	[cross-hatching]	ALVEOLINSKO NUMULITNI VAPNENCI
K ₂ ²⁻³	[brick pattern]	SMEĐEŠIVI I SVIJETLI VAPNENCI S PITONELAMA GLOBIGERINAMA I GLOBOTRUNKANAMA
K ₂ ¹⁻²	[diagonal hatching]	BIJELI PREKRISTALIŠANI I SVIJETLOSIVI VAPNENCI S HODRONTAMA I NEOKAPRINAMA

Sl. 2. Geološka karta izvorišta Radobolje

Abb. 2. Geologische Karte des Quellgebiets der Radobolja

$Q_{\min} = 0,200 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{\text{pros}} = 1,00 \text{ m}^3/\text{s}$, i $Q_{\max} = 14,0 \text{ m}^3/\text{s}$.
Maksimalni oticaj javlja se u decembru mjesecu.

Dio vode vrela Radobolje zahvaćen je sistemom natega za potrebe vodovoda Mostar, dok preostali dio otiče kao potok Radobolja, koji se ulijeva u Neretvu kod Mostara. U vrijeme vrlo malih proticaja svu vodu vrela zahvati vodovod, tako da se potok hrani neznatnim količinama vode iz bočnih pukotina.

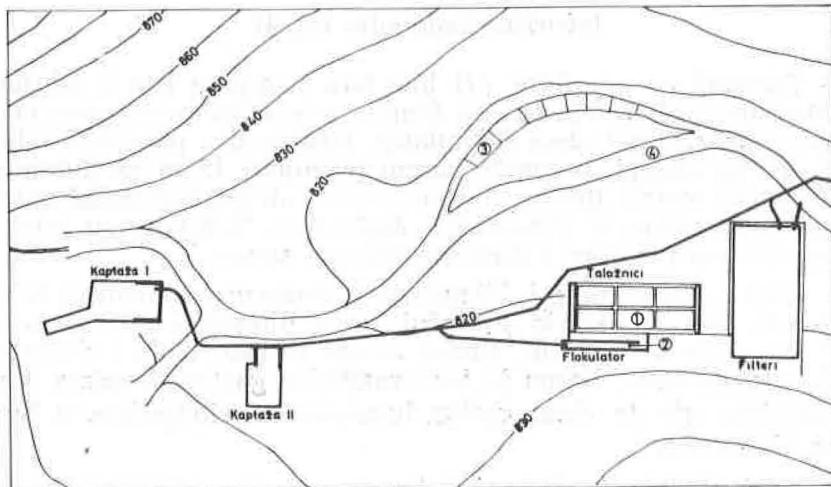
Opis lokaliteta

Osnovni ciljevi istraživanja diktirali su potrebu da se kod izbora lokaliteta postaja, na kojima će se uzimati uzorci, vodi računa o potrebi komparacija rezultata, i to: a) komparacije između otvorenih uređaja vodovoda i prirodnih objekata unutar jednog izvorišta i b) komparacije sličnih prirodnih i vještačkih objekata između dva izvorišta.

Iako sami izvori ne leže u osnovi ciljeva ovih studija, ipak sa žaljenjem moramo konstatovati da vrelo Mošćanice, koje je kaptiranjem potpuno zatvoreno i zamračeno, nije bilo ni pogodno ni pristupačno za istraživanje.

Izvořiště Moščanice (sl. 3).

Taložnik (1) je uređaj vodovoda namijenjen taloženju mutnoča prije filtriranja. Postoje dva paralelna taložnika. To su četvr-



Sl. 3. Situacija izvorišta Moščanice
(Lokaliteti: 1 -taložnik, 2 -flokulator, 3 -mali bazen, 4 -potok)

Abb. 3. Situation des Quellgebiets der Moščanica
 (Örtlichkeiten: 1 -Absetzbecken, 2 -Flokalator, 3 -Kleines Bassin,
 4 -Bach

tasti betonski bazeni dimenzija 24×5 sa dubinom vode oko 3,5 metara. Taložnici su na otvorenom prostoru i potpuno su izloženi suncu. Kretanje vode u njima je jako usporeno.

Flokulator (2) predstavljen je betonskim kanalom u kome su ugrađene drvene pregrade (tzv. šikane). Dimenzije kanala $36 \times 1,20$ m sa dubinom vode oko 1 metar. Flokulator je namijenjen snažnom miješanju vode sa hemijskim koagulantima u cilju brzog stvaranja taložljivih flokula. Brzina vodene struje ovdje je znatna i može se, donekle, porebiti sa vodenom strujom u potoku. Nalazi se na otvorenom prostoru.

Mali bazeni-ribnjaci (3) predstavljaju lanac od 7 malih bazena od kojih danas samo posljednji služi za gajenje pastrmki. Ribnjaci dobivaju vodu iz izvora i međusobno su kaskadno povezani. Brzina vodene struje je sasvim mala i može se uporediti sa onom u taložnicima. Da bi se izbjeglo eventualno sukcesivno eutrofiranje, istraživanja su vršena na prvom uzvodnom bazenu čije su dimenzije $7,5 \times 4,5$ m sa dubinom vode 60—80 cm. Bazeni su jako zasjenjeni susjednim brdom i drvećem.

Moščanica — potok (4). Na potoku je izabrana postaja udaljena 80 m od izvora. Dno je kamenito i obrasio mahovinama: *Drepanocladus fluitans*, *Cinclidotus fontinaloides*, *C. aquaticus*. Brzina struje je znatna i jako varira sa vodostajem. Postaja je djelomično zasjenjena.

Izvorište Radobolje (sl. 4)

Taložnik — akcelator (1) ima istu namjenu kao i taložnik na Moščanici, ali je izведен po drugim tehničkim principima tako da uz njega nije potreban floktulator. Postoje dva paralelna taložnika. To su okrugli betonski bazeni promjera 15 m sa dubinom vode oko 3,5 metra. Brzina vodene struje i drugi hidrološki uvjeti slični su sa onima u taložnicima Moščanice. Taložnici su takođe na otvorenom prostoru i direktno izloženi suncu.

Mali bazen — ribnjak (2) nekada je služio uzgoju manjeg broja pastrmki. To je betonski protočni baten dimenzija 6×4 m sa dubinom vode oko 60 cm. Brzina struje je jako mala i slična je onoj u taložnicima. Bazen je jako zasjenjen gustim drvećem. Kao tip staništa vrlo je sličan malim bazenima — ribnjacima u izvorištu Moščanice.

Vrelo Radobolje (3) je reokreno krško vrelo uzlaznoga tipa sa velikim godišnjim variranjem vodostaja i brzine oticanja. Glavno grotlo je zamračeno i, praktično, nepristupačno. Istraživanja su vršena na bočnim izdancima glavnog grotla. Mjesto uzimanja uzorka je dobnim dijelom zasjenjeno okolnim stijenama.

Radobolja — potok (4). Izabrana postaja udaljena je od vrela oko 80 metara. Dno potoka je kamenito i obraslo mahovinama: *Cinclidotus fontinaloides*, *C. aquaticus*. Postaja je jako zasjenjena stijenama i okolnim drvećem. Brzina struje je znatna, ali jako varira u zavisnosti od vodostaja i potrošnje vode iz vrela.



Sl. 4. Situacija izvorišta Radobolje
(Lokaliteti: 1 -taložnik, 2 -mali bazen, 3-izvor, 4 -potok)

Abb. 4. Situation des Quellgebiets der Radobolja
(Ortlichkeiten: 1 -Absetzbecken, 2 -Flokulatoren, 3 -Kleines Bassin, 4 -Bach,
Bach,

METODE I MATERIJAL

Fizičke i hemijske metode

Istraživanjima su obuhvaćeni fizički i hemijski faktori sredine koji su značajni za ovakva ekološka istraživanja. Direktno na terenu mjereni su sljedeći faktori: svjetlost, vodena struja, temperatura vode, pH (orientaciono), otopljeni kisik, slobodni CO₂ i alkalinitet. Ostali faktori mjereni su u laboratoriju najkasnije 4 sata poslije uzimanja uzorka. Mjerenja su vršena standardnim metodama.

Bio loške metode*

Supstrat i uzorci

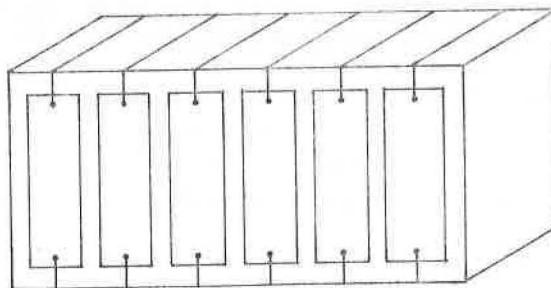
Problem supstrata sa kojega se uzimaju uzroci za studiranje perifitonskih zajednica do sada je razmatran više puta (SLADEČKOVA 1962 a.). Ranije, u uvodnom dijelu, istaknute su teškoće na

* Numeričke metode koje su primjenjene u analizi zajednica perifitona opisane su u odgovarajućim poglavljima.

koje se nailazi pri radu sa prirodnim supstratima. Ipak, neki autori daju prednost prirodnim supstratima (GUNTOW 1955, DOUGLAS 1958). NEAL et al. (1968) smatra da je to dobro u smislu odražavanja prirodnog stanja ali ne i u pogledu kontrole, jer različita mineralna kompozicija, tekstura i drugi faktori mogu značajno da utiču na rast perifitona. Osnovni prigovor kritičara vještačkih supstrata implicira selektivnost tih podloga. Selektivnost je, istina, više puta konstatovana (SLADEČKOVA 1962 b.), ali COOKE (1956) tvrdi da ne postoji standardni supstrat koji bi bio univerzalno pogodan za nastanjivanje svih perifitonskih organizama, isto kao što ne postoji univerzalni medijum za kultiviranje svih algi. Ne možemo da se sa ovim mišljenjem ne složimo. Zbog toga se čini opravdanim prihvatići stanovište da svaki supstrat, prirodni ili vještački, mora imati selektivni efekat na kompoziciju zajednice koja na njemu raste (NEAL et al. 1968). BUTCHER (1949) tvrdi da na potopljenim staklcima »rastu alge koje su u najvećoj mjeri identične sa onima na prirodnom dnu«. Upoređujući navedene stavove, dolazimo do zaključka da je primjena vještačkih supstrata za studiranje mnogih aspekata perifitonskih zajednica neizbjježna. Ako to prihvativamo, onda akcenat treba baciti na izbor vještačkog supstrata pogodnog za razvoj »reprezentativne« zajednice, koji je istovremeno otporan prema vodi, pogodan za rukovanje i pravilno uzorkovanje, te omogućava mikroskopiranje neporemećenih uzoraka.

U okviru ovoga rada za studiranje svih aspekata razvoja perifitona kao supstrat primljene su »plexi-glass« pločice dimenzija $8 \times 3,5$ cm debljine 3 mm. Na pločicama je graviranjem omeđena površina od 21 cm^2 . Prije eksponiranja pločice su dobro oprane deterdžentom i isprane destiliranim vodom.

U taložnicima i u malim bazenima pločice su postavljane pomoću plutanih čepova nanizanih na plastično uže (SLADEČKOVA 1960). U potocima, flokulatoru i u izvoru pločice su pričvršćene za cigle (sl. 5). Sve pločice eksponirane su u vertikalnom položaju.



Sl. 5. Uređaj za eksponiranje pločica u lotičkim uslovima

Abb. 5. Vorrichtung für das Exponieren der Plättchen unter lotischen Bedingungen

U taložnicima plutani čepovi sa pločicama nalazili su se na dubinama 0, 1, 2 i 3 metra. Pločice na 0 m bile su stalno potopljene i ustvari nalazile su se na dubini 5—15 cm, što je zavisilo od fluktuacije nivoa vode. Uređaji su bili ukotvljeni na sredini bazena. U malim bazenima i flokulatoru dubina na kojoj su pločice eksponirane varirala je od 20 do 40 cm.

Izlagane su dvije serije pločica:

a) mjeseca serija (po 4 pločice na svakoj postaji-dubini) čije je izlaganje trajalo oko 4 sedmice u svakom mjesecnom intervalu i koje su poslije uzimanja uzoraka svaki put zamijenjene novim pločicama,

b) godišnja serija (32 pločice na svakoj postaji-dubini) čije su sve pločice postavljene prvog dana eksperimenta. Svakog mjeseca skidane su po 2 pločice za analizu. Tako su pojedini uzroci dobiveni nakon ekspozicije od 1, 2, 3, 4, ... 12 mjeseci ekspozicije.

Eksperimenti na izvoru Mošćanice počeli su 26. 10. 1972. godine i završeni 25. 10. 1973. godine. Pojedini periodi ekspozicije trajali su između 28 i 32 dana.

Na izvoru Radobolje eksperimenti su počeli 31. 10. 1972, a završni 30. 10. 1973. godine. Na svim objektima Radobolje, izuzev potoka, eksperimenti su u stvari završeni 22. 8. 1973. godine. To je uslijedilo zbog pomanjkanja vode u izvoru, tako da su sve količine crpljene direktno u vodovodnu mrežu oblizaeći otvorene uređaje. Potok je u to vrijeme snabdijevan minimalnim količinama vode iz bočnih pukotina u stijenama oko izvora. Trajanje pojedinih perioda ekspozicije bilo je između 25 i 32 dana.

Uzorci iz godišnje serije uzimani su istoga dana kada i uzorci iz mjesecnih serija, tako da dužina ekspozicije za svaki uzorak iznosi ukupan broj dana od 26, odnosno od 31. 10. 1973. do dana kada je pločica skinuta (kumulativni rast).

Iz mjesecnih serija sa svake postaje (dubine) birane su 3 pločice sa ravnomjernim obraštajem. Pločice su stavljene u posebne opodelok bočice. Jedna je fiksirana sa 3—4% formalinom i namijenjena je naknadnim kvalitativnim analizama, dok je druga pločica do laboratorijske analize držana u svježoj vodi uzetoj sa date postaje. Treća pločica stavljena je u suhu bočicu i služila je za gravimetrijsku analizu. Iz godišnje serije u svakom periodu uzimane su po 2 pločice. Jedna, koja je namijenjena gravimetrijskoj analizi, stavljena je u suhu opodelok bočicu, a druga u opodelok sa svježom vodom. Laboratorijska naliza vršena je istoga dana i 2 do 3 narednih. Osnovne kvalitativne i kvantitativne analize vršene su, uglavnom, na svježem materijalu.

Kvantitativna analiza brojanjem

Numerička analiza svih algi, osim dijatomeja, vršena je paralelno sa kvalitativnom analizom direktno na pločicama. S jedne strane pločice sastrugan je perifiton. Sastrugani dio je fiksiran i

zadržan za naknadne analize. Perifiton na pločicama ispitivan je pod mikroskopom uz uvećavanje od $100\times$. Na svakoj pločici ispitivano je 5 nizova po 11 vidnih polja, što odgovara ukupnoj površini od 1 cm^2 (SLADEČKOVA 1963). Samo u slučaju vrlo sitnih oblika (npr. Chamaesiphon) trebalo je brojati pri jačem uvećanju i preračunati na 1 cm^2 . Po završenoj analizi, materijal je sastrugan s omeđene površine pločice i upotrebljen za prepariranje diatomeja. Dijatomeje su brojane u prepariranom stanju metodom razrjeđenja:

U cilju približne nivelacije ogromnih razlika u volumenu jedinki, za potrebe procjena produkcije, izračunavan je broj ćelija. Na osnovu većeg niza pojedinačnih brojanja dobiven je kriterijum po kojem jedna nit ili palmeloidna kolonija sadrže prosječno 100, a kod Hydrurus-a 1.000 ćelija.

Simbolika

U tabelama i likovnim ilustricajama ove studije, u cilju kraćeg obilježavanja pojedinih postaja, koriste se simboli u vidu početnih slova punog naziva postaje. Tako npr., u skraćenici MT-1 prvo slovo označava izvorište »Mošćanica«, drugo »taložnik« toga izvorišta, dok broj označava »dubina 1 metar«. Uobičajeni način obilježavanja postaja brojevima u našem slučaju nije se pokazao praktičnim iz dva osnovna razloga: prvo, uz oznaku postaje taložnika moraju se stavljati oznake dubina, pa se tako javljaju dva broja, i, drugo, postaje u izvorištima ne stoje u sukcesivnom nizu i zato obilježavanje brojevima stvara teškoće kod pamćenja njihovog značenja.

Oznake su slijedeće:

MT-0(1,2,3)	= Taložnik izvorišta Mošćanice, dubina 0(1,2,3) metra;
MF	= Flokulator izvorišta Mošćanice;
MB	= Mali bazen izvorišta Mošćanice;
MP	= Izvorišni potok Mošćanice;
RT-0(1,2,3)	= Taložnik izvorišta Radobolje, dubina 0(1,2,3) metra;
RB	= Mali bazen izvorišta Radobolje;
RV	= Vrelo Radobolje;
RP	= Izvorišni potok Radobolje.

REZULTATI

Fizički i hemijski faktori sredine Svjetlost

Svjetlosne prilike u vodi, iz tehničkih razloga, nije bilo moguće mjeriti. Zbog toga smo se morali zadovoljiti mjeranjima na površini vode, što bi odgovaralo tzv. »lihtgenus-u« (PAVLETIĆ 1957).

Izvoriste Mošćanice:

	Direktno svjetlo	Difuzno svjetlo
MT i MF	100% (80.000—100.000 luxa)	100% (5.000—7.000 luxa)
MB	4 — 6%	40 — 60%
MP	60 — 100%	100%

Izvoriste Radobolje:

	Direktno svjetlo	Difuzno svjetlo
RT	100% (90.000—100.000 luxa)	100% (7.000—16.000 luxa)
RB	5 — 10%	60 — 80%
RV	10 — 16%	80 — 100%
RP	4 — 6%	40 — 50%

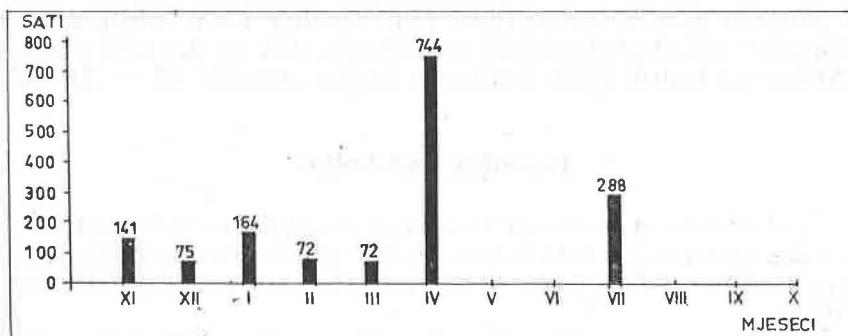
Na osnovu prednjih podataka sva staništa bi se mogla grupisati u tri grupe:

MT, MF i RT — staništa svjetla

MB, RB i RP — staništa sjene

MP i RV — relativno zasjenjena staništa.

Svjetlosna klima u taložnicima mora biti posmatrana i u odnosu na dubinu vode. Poznato je da i u najbistrijim jezerima količina transmitovanog svjetla na dubini od 1 m iznosi najviše 40% od ukupne količine svjetla na površini, dok u drugim prilikama može da se svede na samo 2% (RUTTNER 1962). Prema tome,



Sl. 6. Raspored zamućenja vode izvora Mošćanice u 1972/73. godini
Abb. 6. Verteilung der Wassertrübung der Mošćanica quelle in den Jahren 1972/73

u taložnicima se svjetlost može pojaviti kao značajan faktor koji kontroliše distribuciju oblika i produkciju. U periodu istraživanja veće mutroće javljale su se samo u izvoru Mošćanice. Izuzetno velike i dugotrajne mutnoće vladale su u toku mjeseca aprila (sl. 6). To je imalo vrlo snažne posljedice na razvoj perifitona u svim staništima ovoga izvorišta.

Strujanje vode

Pri brzim i čestim promjenama količine vode, što je naročito slučaj u nekim krškim vrelima, i ako je to još potencirano zahvatanjem vode za vodoprivredne svrhe, teško da je brzina vodene struje zabilježena do podne jednaka onoj u drugoj polovini istoga dana. Zbog toga, mjerena ovoga značajnoga faktora vršena u momentu uzimanja bioloških uzoraka mogu pružiti samo orijentacioni uvid u amplitude sezonskih variranja, što treba da doprinese opštoj karakterizaciji vodenog staništa.

Izvorište Mošćanice:

Taložnik — brzina vodene struje mijenja se sa vodostajem i potrošnjom vode. Vrijednosti dobivene računanjem na osnovu vremena zadržavanja vode u taložniku iznose $V_{\max} = 8,3 \text{ m/sat}$ i $V_{\min} = 6 \text{ m/sat}$. Međutim, tu su takođe prisutna znatna povratna i kružna strujanja, tako da tsvarna mjerena plovkom pokazuje vrijednosti $0,25 — 0,80 \text{ m/min}$.

Flokulator — vodena struja takođe varira sa vodostajem i potrošnjom vode. Amplituda variranja iznosi $0,40 — 0,80 \text{ m/s}$.

Mali bazen — brzina vodene struje je mala, ali varira sa vodostajem. Raspon vrijednosti iznosi $0,20 — 1,2 \text{ m/min}$.

Izvorišni potok — u okviru izvorišta Mošćanice ovdje su zabilježene najveće brzine, ali i najveća kolebanja vodene struje. Pri izuzetno niskim vodostajima (juli-oktobar 1973) zabilježene su minimalne vrijednosti od $0,20 — 0,30 \text{ m/s}$, dok su pri vrlo visokim vodostajima (april 1973) izmjerene brzine iznosile $1,5 — 2,0 \text{ m/s}$.

Izvorište Radobolje:

Taložnik — u kružnom bazenu sa specifičnim pravcima kretanja vode teško je mjeriti brzinu vodene struje. Posmatranja i mjerena plovkom pokazuju da su strujni uvjeti gotovo identični onima u MT.

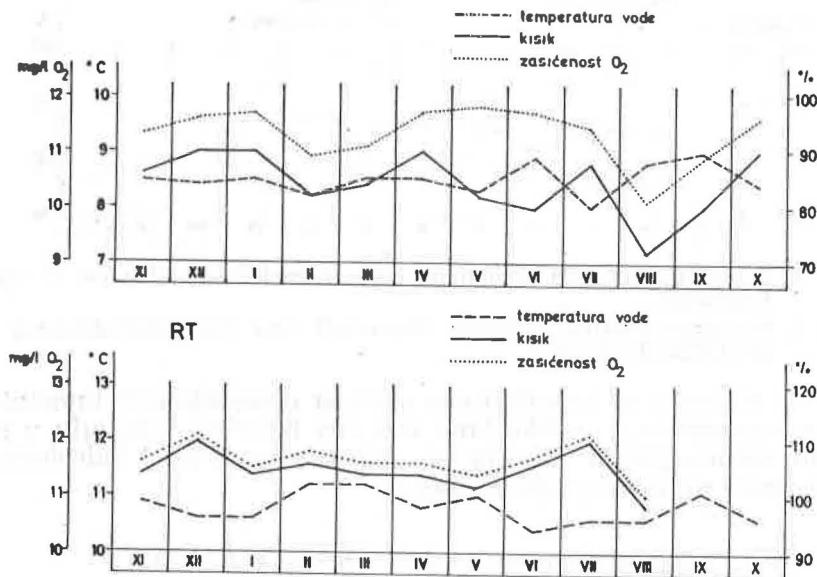
Mali bazen — slično kao i u MB, ovdje je brzina vodene struje mala i varira sa vodostajem. Amplituda variranja iznosi $0,35 — 10 \text{ m/s}$.

Vrelo — stvarne brzine ukupnih strujanja (horizontalnih, vrtložnih i vertikalnih) i ovdje je teško apsolutno izmjeriti. Moguće su samo posredne procjene na osnovu brzine isticanja, a ona varira od $0,30$ do $1,8 \text{ m/s}$.

Izvorišni potok — velika kolebanja u izdašnosti vrela Radobolje odražavaju se u velikom kolebanju brzine struje u potoku. Godišnja amplituda varira $0,20 — 2,5 \text{ m/s}$.

Temperatura vode

U istraživanim izvorištima godišnja kolebanja temperature vode općenito su mala. Ipak, tu je moguće razlikovati dvije grupe staništa: a) MT, MF, RT i RV — staništa sa neznatnim godišnjim kolebanjem (oko $0,8^{\circ}\text{C}$) i b) MP, MB, RP i RB — staništa sa nešto



Sl. 7. Temperatura vode, otopljeni kisik i zasićenost kisikom u taložnicima izvorišta Moščanice i Radobolje

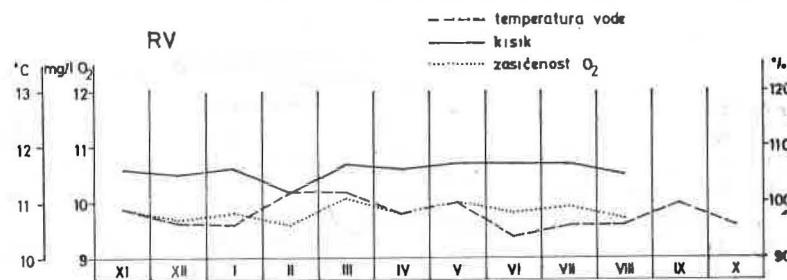
Abb. 7. Wassertemperatur, gelöster Sauerstoff und Sauerstoffsättigung in den Absatzbeenscken der Quellgebiet der Moščanica und Radobolja

većim kolebanjem temperature vode (MP i MB 3°C , RP i RB 2°C). Uкупno uvezši, temperatura vode vrela Moščanice ($8,2 - 9,0^{\circ}\text{C}$) je za oko $2,2^{\circ}\text{C}$ niža od temperature u vrelu Radobolje ($10,4 - 11,2^{\circ}\text{C}$). U pogledu temperaturnog režima oba izvorišta mogu se okarakterisati kao hladno-stenotermna (sl. 7).

Rastvoreni kisik i saturacija sa O²

U svim vodenim staništima istraživanih izvorišta količina otopljenoga kisika je velika i stupanj zasićenosti visok. U izvorištu Moščanice režim kisika je vrlo sličan u svim vodenim objektima i može biti reprezentovan stanjem u taložniku gdje se zasićenost kreće od 81 do 98% ($X = 93,1\%$).

U izvorištu Radobolje vrelo pokazuje nešto niže vrijednosti za otopljeni kisik nego što ga imaju ostala istraživana zemljišta (sl. 8). Zasićenost sa O_2 u vrelu pokazuje godišnju amplitudu 96—101% ($\bar{X} = 98,5\%$), dok u ostalim staništima ona iznosi 100—111% ($\bar{X} = 106,5\%$).



Sl. 8. Temperatura vode, otopljeni kisik i zasićenost kisikom u vrelu Radobolje.

Abb. 8. Wassertemperatur, gelöster Sauerstoff und Sauerstoffsättigung in der Quelle Radobolja.

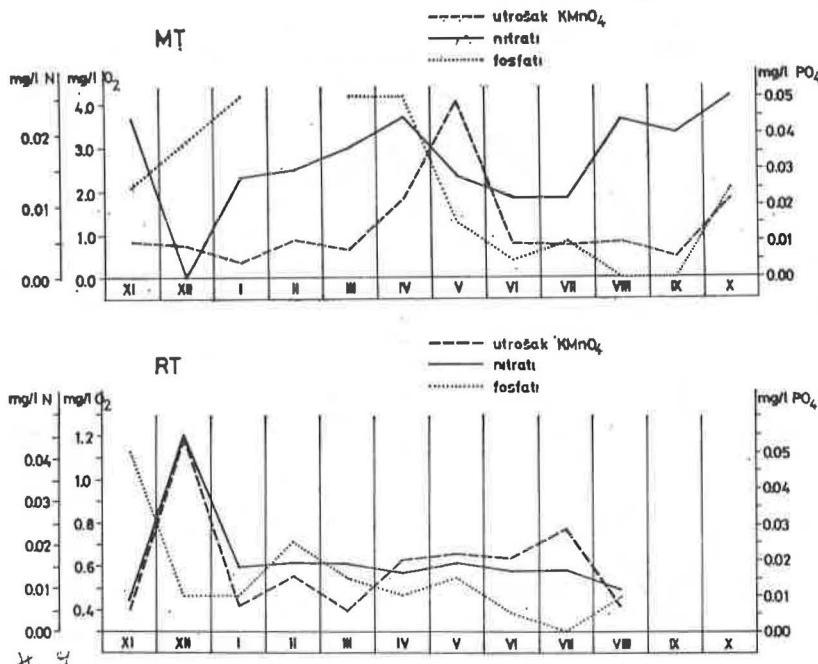
S obzirom na kvantitativnu sličnost u naseljenosti fotosintetskim organizmima, razlike koje ova dva izvorišta pokazuju u pogledu režima kisika moraju se pripisati različitim hidrološkim uslovima u njihovim podzemljima.

Azotni spojevi, fosfati i utrošak $KMnO_4$

Ova grupa materija čini osnovne hemijske faktore trofije u vodenim ekosistemima. U čistim izvorskim vodama nitrati su gotovo jedini izvor azota. Javljuju se u malim, ali dovoljnim količinama, pa obično nisu ograničavajući faktor (SCHWOERBEL 1971). U izvorišnim vodama Moščanice ($\bar{X} = 0,018 \text{ mg/1N}$) i Radobolje ($\bar{X} = 0,017 \text{ mg/1 N}$) nitrata gotovo redovno ima u malim količinama. Ipak, ako se izuzme ekstremna vrijednost iz decembra 1972, (0,045 mg/1 N), onda izvorište Radobolje pokazuje nešto manje vrijednosti za nitrate (sl. 9).

Pri visokim koncentracijama O_2 , amonijaka i nitrata obično nema u čistim izvorskim vodama ili se nalaze tek u tragovima. Jedino u periodima većih padavina njihove vrijednosti se mogu znatnije povećati. U vodama izvorišta Moščanice amonijak najčešće nije prisutan ili su bilježene vrlo niske vrijednosti u rasponu 0,042—0,085 mg/1 N. Slično stanje je i u izvorištu Radobolje gdje se vrijednosti kreću od 0,009 do 0,080 mg/1 N. Nitrita, takođe, ili nije bilo ili su se nalazili u tagovima. Zanimljivo je primjetiti da se vrijeme prisustva amonijaka i nitrita ne podudara sa periodima padavina.

Poznato je da je odnos amonijaka i albuminoidnog azota dobar indikator organskog zagađenja vode. U vodama izvorišta Mošćanice albuminoidni azot zabilježen je samo jedanput, i to u travovima, dok je u izvoru Radobolje nađen dva puta, pri čemu je jedna vrijednost bila relativno visoka (0,42 mg/l N, decembar 1972). Ova pojava se podudara sa maksimalnim vodostajem.



Sl. 9. Potrošnja KMnO₄, nitrati i fosfati u izvorištima Mošćanice i Radobolje.
Abb. 9. Verbrauch von KMnO₄, Nitrate und Phosphate in den Quellgebieten der Mošćanica und Radobolja.

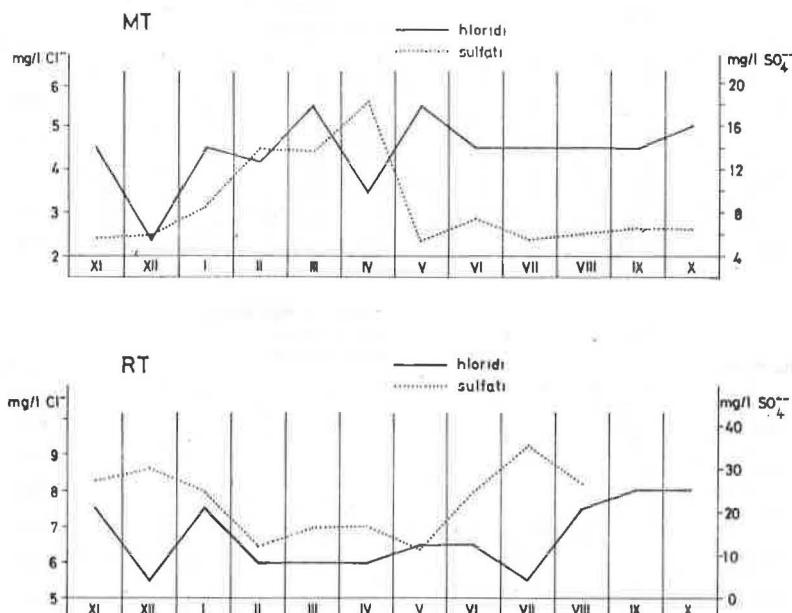
Vrijednosti fosfata u izvorima Mošćanice i Radobolje su niske i kreću se u granicama od 0,005 do 0,050 mg/l PO₄²⁻. Prema MÄDLER-u (1966) oba izvora bi spadala u II klasu (tip) voda po sadržaju fosfora.

Hloridi i sulfati

Općenito je poznato da prisustvo ili odsustvo organizama u vodenim i terestričnim ekosistemima mogu u velikoj mjeri biti uvjetovani količinom hlorida, naročito NaCl.

U oba izvorišta zabilježene su sasvim niske vrijednosti za hloride sa amplitudama variranja u Mošćanici 2,4 — 5,5 mg/l Cl i Radobolji 5,5 — 8,0 mg/Cl.

Stvarne vrijednosti sulfata u prirodnoj vodi vrela Moščanice prikazane su u podacima za potok (MP), gdje se one kreću od 5,49 — 8,53 mg/l ($\bar{X} = 6,45 \text{ mg/l } \text{SO}_4^{2-}$). U taložniku se u nekim mjesecima javljaju nešto veće vrijednosti (februar-april). To je posljedica dodavanja hemijskog koagulanta $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. U izvoru Radobolje,



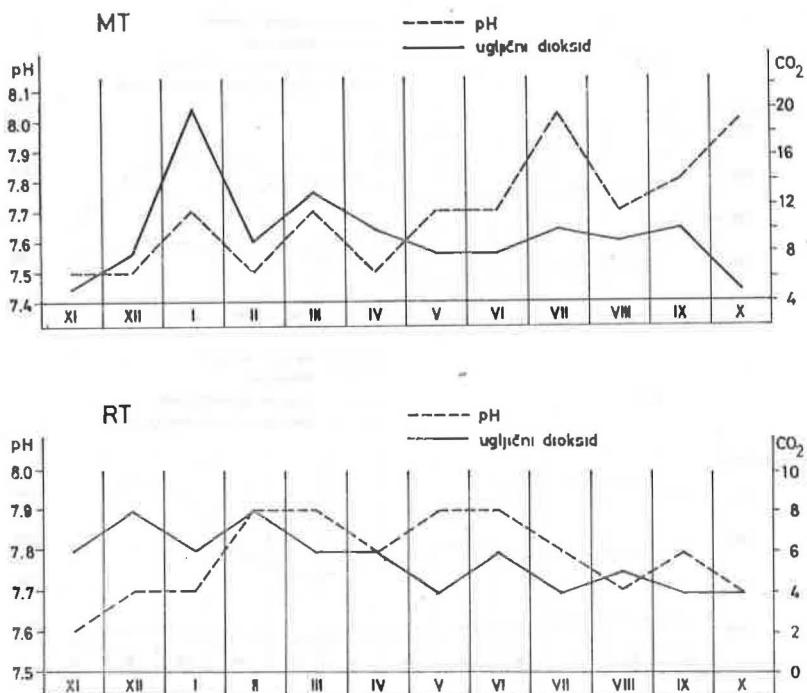
Sl. 10. Hloridi i sulfati u izvorištima Moščanice i Radobolje.
Abb. 10. Chloride und Sulfate in den Quellgebieten der Moščanica und Radobolja.

međutim, sulfata stalno ima u povećanim količinama i njihove vrijednosti iznose 11,14 — 35,33 mg/l ($\bar{X} = 22,34 \text{ mg/l } \text{SO}_4^{2-}$). U periodu istraživanja u Radobolji nije bilo zamućenja koja bi iziskivala primjenu hemijskih koagulatora. Prema tome, zabilježene vrijednosti sulfata su prirodni sadržaj vode izvora Radobolje (sl. 10).

pH i slobodni ugljični dioksid

Amplituda variranja pH u oba istraživana izvora je mala i iznosi u Moščanici 0,5 a u Radobolji 0,3. Stanje pH u svim staništima jednog izvorišta je gotovo isto, što se podudara sa nalazima THINEMANN-a (1926).

Sadržaj slobodnog CO_2 u vodi vrela Mošćanice varira u granicama 5,0 — 20,0 mg/l ($\bar{X} = 9,5 \text{ mg/l}$), u vrelu Radobolje 4,0 — 8,0 mg/l ($\bar{X} = 5,5 \text{ mg/l}$). U oba potoka zabilježene su niže vrijednosti za CO_2 od onih u izvorima. U potoku Mošćanice CO_2 se kreće od 3,0 — 8,0 mg/l, a u potoku Radobolje 3,0 — 5,0 mg/l (sl. 11).



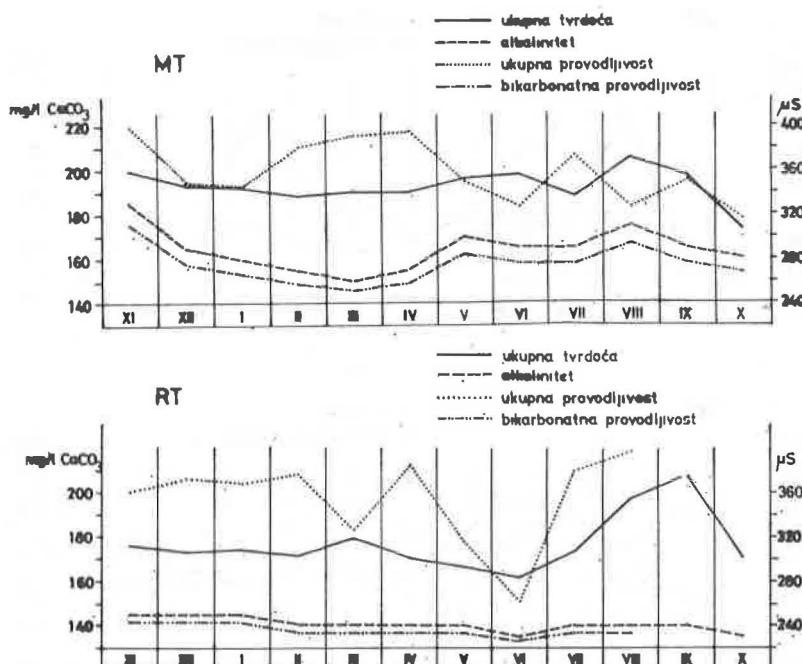
Sl. 11. Koncentracija vodikovih jona i slobodni CO_2 u izvoštima Mošćanice i Radobolje.

Abb. 11. Wasserstoffionen-konzentration und freie CO_2 in den Quellgebieten der Mošćanica und Radobolja.

Ukupna tvrdoća, alkalinitet, ukupna i bikarbonatna provodljivost

Prema HÖLL-u (1968) vrelo Mošćanice, sa prosječnom vrijednostima tvrdoće od 193 mg/l CaCO_3 , i vrelo Radobolje, sa prosječnom vrijednostima od 175 mg/l CaCO_3 , spadaju u srednje tvrde vode. Vrelo Radobolje pokazuje u prosjeku za 18 mg/l CaCO_3 nižu tvrdoću nego vrelo Mošćanice. Učešće karbonatne tvrdoće u Radobolji je takođe nešto niže (80%) nego u Mošćanici (85%) (Sl. 12.).

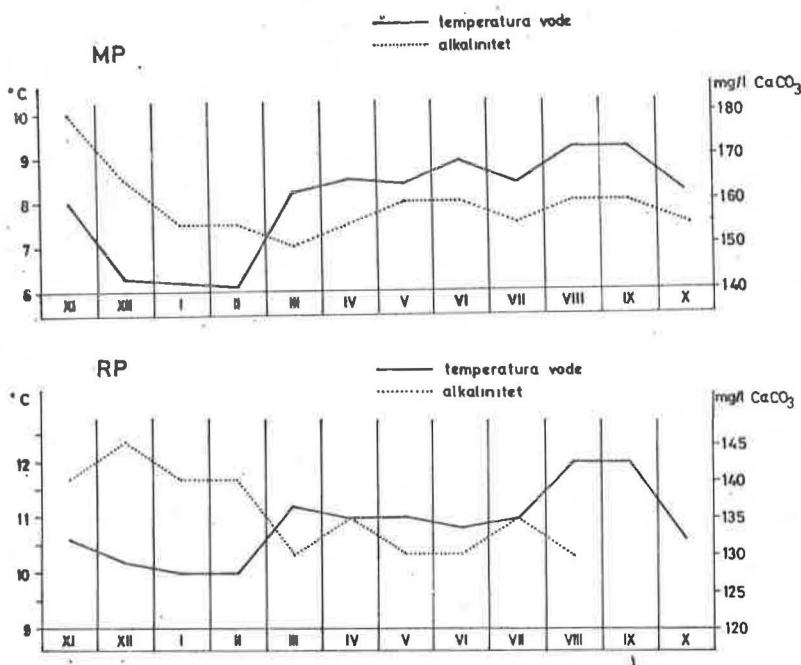
Alkalinitet ispitivanih voda je visok i relativno stabilan. Prosječne vrijednosti u vrelu Mošćanice ($\bar{X} = 164 \text{ mg/l CaCO}_3$) su za 24 mg/l veće od onih u vrelu Radobolje ($\bar{X} = 140 \text{ mg/l CaCO}_3$). U oba potoka zabilježene su nešto niže vrijednosti za alkalinitet nego u drugim postajama odgovarajućeg izvorišta (sl. 13).



Sl. 12. Ukupna tvrdoća, alkalinitet i provodljivost u izvorištima Mošćanice i Radobolje.

Abb. 12. Gesamthärte, Alkalinität und Leitfähigkeit in den Quellgebieten der Mošćanica und Radobolja.

Ukupna provodljivost je elektrolitički izraz ukupne tvrdoće. Kako je provodljivost kalcijum bikarbonata poznata i iznosi $30 \mu\text{S}$ za 18 mg/l CaCO_3 pri 18°C , to se iz alkaliniteta može izračunati udio bikarbonatne u ukupnoj tvrdoći (RUTTNER 1962). Razlika između njih označava se kao »preostala provodljivost«. Ona pokazuje veličinu nekarbonatnih elektrolita (Cl , SO_4 , PO_4 i dr.). Izvor Radobolje pokazuje znatno veću preostalu provodljivost ($\bar{X} = 118 \mu\text{S}$) nego izvor Mošćanice ($\bar{X} = 84 \mu\text{S}$), što znači da sadrži i veće količine nekarbonatnih elektrolita.



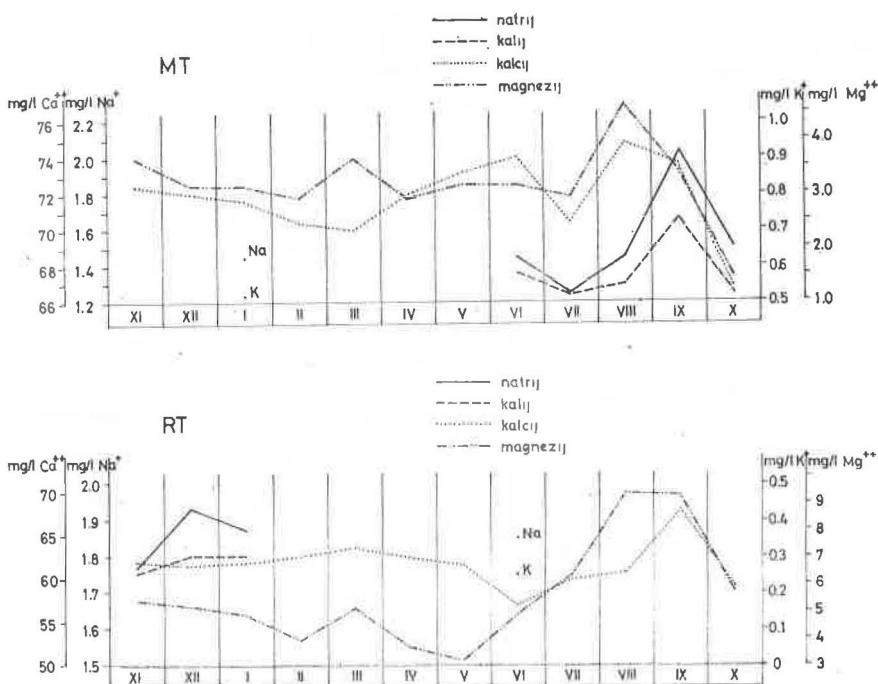
Sl. 13. Temperatura vode i alkalinitet u izvorišnim potocima Moščanice i Radobolje.

Abb. 13. Wassertemperatur und Alkalinität in den Quellbächen der Moščanica und Radobolja.

4.1.9. Kalcij i magnezij

Prema nekim istraživanjima uloga kalcija u trofičkim odnosima nije sasvim jasna i on svakako ne određuje pojavu dominantnih vrsta (BUTCHER 1955). Prema istraživanjima HUTNER-a et al. (1950) izgleda da neke alge imaju veću potrebu za magnezijem nego za kalcijem. Vrijednosti kalcija u vrelu Moščanice variraju od 66,8 do 74,8 mg/l ($\bar{X} = 71,7 \text{ mg/l}$), a magnezij od 1,45 do 3,65 mg/l ($\bar{X} = 3,18 \text{ mg/l}$). U vrelu Radobolje kalcij varira od 56,8 — 68,0 ($\bar{X} = 61,5 \text{ mg/l}$), a magnezij od 3,16 — 9,25 mg/l ($\bar{X} = 5,56 \text{ mg/l}$).

Osim apsolutnih vrijednosti sadržaja kalcija i magnezija, za ekološku karakterizaciju vodenog biotopa od velikog je značaja i odnos ovih veličina. Tako je u izvoru Moščanice $\text{Ca : Mg} = 22,5 : 1$, a u izvoru Radobolje $\text{Ca : Mg} = 11 : 1$. Prema tome, ova dva izvora pokazuju razlike i u apsolutnim i u relativnim sadržajima kalcija i magnezija (sl. 14).



Sl. 14. Natrij, kalij, kalcij i magnezij u izvorištima Mošćanice i Radobolje.
Abb. 14. Natrium, Kalium, Kalcium und Magnesium in den Quellgebieten der Mošćanica und Radobolja.

Natrij i kalij

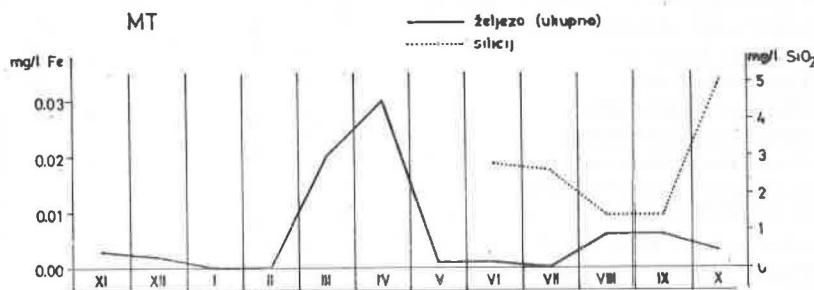
Istraživani izvori pokazuju najvidnije razlike u sadržajima i u odnosima natrija i kalija. Sadržaj natrija u izvoru Mošćanice kreće se u rasponu $1,25 - 2,03 \text{ mg/l}$ ($\bar{X} = 1,52 \text{ mg/l}$), a u izvoru Radobolje $1,77 - 1,93 \text{ mg/l}$ ($\bar{X} = 1,85 \text{ mg/l}$). Vrelo Mošćanice sadrži kalija $0,52 - 0,73 \text{ mg/l}$ ($\bar{X} = 0,57 \text{ mg/l}$), a vrelo Radobolje $0,25 - 0,30 \text{ mg/l}$ ($\bar{X} = 0,27 \text{ mg/l}$). Odnos Na : K u Mošćanici je $2,67 : 1$, dok je u Radobolji taj odnos $6,85 : 1$. Očigledno je da vrelo Radobolje sadrži dvostruko manje kalija i da je tu odnos Na : K daleko nepovoljniji (sl. 14).

Željezo i silicij (sl. 15)

U istraživanim izvorištima ne postoje uvjeti potrebni da se netopivo 3-valentno prevodi u topivo 2-valentno željezo (SCHWOERBEL 1971.) Prema tome, zabilježene količine ukupnog željeza uglav-

nom se odnose na netopivo željezo sadržano u glinenim mutnoćama. Za razliku od voda iz eruptivnih područja, krške vode su siromašne željezom. U Mošćanici su zabilježene vrijednosti od 0,11 — 0,03 mg/l, a u Radobolji 0,02 — 0,35 mg/l ukupnog Fe.

Silicij u vodi u prvom redu je znajajan za razvoj dijatomeja. Pri bujnjem razvoju dijatomeja troše se veće količine SiO_2 , pa sadržaj silicija često stoji u negativnoj korelaciji sa brojnošću dijatomeja (BACKHAUS i SANDERS 1967), ali ima podataka prema kojima ta korelacija nije jasna (VENKATESWARLU 1969).



Sl. 15. Željezo i silicij u izvorištu Mošćanice.

Abb. 15. Eisen und Silizium im Quellgebiet der Mošćanica.

U istraživanim izvorištima vrijednosti SiO_2 su relativno visoke. U izvoru Mošćanice otopljeni SiO_2 dolazi u količinama od 1,4—5,0 mg/l, a u izvoru Radobolje 0,8—2,0 mg/l. Korelativnost sa brojnošću dijatomeja nije mogla biti utvrđena.

Kvalitativna struktura perifitona

U perifitonu istraživanih objekata u oba izvorišta nađena su ukupno 134 oblika mikrofita. (Potpuni spisak oblika dat je u prilogu rada). Tabela 1. i 2. sadrže podatke o mikrofitama nađenim samo u jednom od istraživanih izvorišta. Iz podataka se vidi da su samo u izvorištu Mošćanice nađena 68 ili 46,3% od ukupno 134 taksona, 9 ili 6,7% isključivo u izvorištu Radobolje, dok su 63 ili 47% oblika zajednički za oba izvorišta. Ovo dosta jasno govori o velikoj razlici u kvalitativnoj strukturi perifitona tih izvorišta.

Od ukupnog broja oblika posmatranih samo u jednom izvorištu najveći dio su zajednički za dva ili više biotopa, ali ima i vrsta koje su nađene samo u određenoj postaji. Takvih »specifičnih« oblika najviše je zabilježeno u taložniku Mošćanice (13), nešto manje u malom bazenu Mošćanice (9) i taložniku Radobolje (5) i vrlo malo u izvorišnom potoku Mošćanice (1). Ostale postaje nemaju »specifičnih« oblika.

Tabela 1. Mikrofite nađene samo u izvorištu Mošćanice.

Tabelle 1. Mikrophyten die nur im Quellgebiet der Mošćanica gefunden wurden.

Taxon	Postaja	MT	MF	MP	MB
<u>Cyanophyceae</u>					
<i>Chamaesiphon fuscus</i>			+	+	
<i>Chamaesiphon confervicola</i>	+				
<i>Ch. incrassans f. elongatus</i>					+
<i>Chamaesiphon</i> sp. (tab. 1, fig. 8)	+				
<i>Gomphosphaeria lacustris</i>					+
<i>Lyngbya aestuaria</i>	+				+
<i>Lyngbya putealis</i>	+				+
<i>Merismopedia glauca</i>	+				
<i>Merismopedia elegans</i>	+				
<i>Oscillatoria amoena</i>	+				
<i>Oscillatoria terebriformis</i> <i>f. beggiatoaformis</i>	+				
<i>Phormidium henningsii</i>	+				+
<i>Pseudanabaena catenata</i>	+				
<i>Xenococcus minimus</i>					+
<u>Xanthophyceae</u>					
<i>Botryochloris cumulata</i>	+				
<i>Mischococcus confervicola</i>	+				
<i>Tribonema viride</i>					
<i>Vaucheria uncinata</i>	+	+	+	+	+
<u>Diatomeae</u>					
<i>Achnanthes exigua</i>			+	+	+
<i>Achnanthes marginulata</i>				+	
<i>Amphipleura pelucida</i>					
<i>Cymatopleura elliptica</i>					+
<i>Cymbella affinis</i>	+	+	+	+	+
<i>Cymbella naviculiformis</i>	+				
<i>Cymbella parva</i>	+	+	+	+	+
<i>Denticula tenuis</i> var. <i>crassula</i>	+	+	+	+	+
<i>Diatoma hiemale</i>	+	+	+	+	
<i>Eunotia pectinalis</i> var. <i>minor</i>	+	+			
<i>Gomphonema acuminatum</i> var. <i>coronata</i>		+	+		+
<i>G. angustatum</i> var. <i>linearis</i>		+	+		
<i>G. longiceps</i> var. <i>subclavata</i>		+	+		
<i>Navicula radios</i>					+
<i>Nitzschia recta</i>		+			+
<i>Nitzschia stagnorum</i>	+				
<i>Staurastrum smithii</i>					+
<i>Surirella ovata</i>	+	+	+	+	+
<i>Surirella ovata</i> var. <i>pinnata</i>	+	+	+	+	
<i>Synedra ulna</i>	+	+	+	+	+

TABELA 1. (nastavak)

Taxon	Postaja	MT	MF	MP	MB
<u>Chlorophyceae</u>					
<i>Ankistrodesmus convolutus</i>	+				
<i>Aphanochaete repens</i>	+				+
<i>Chaetopeltis orbicularis</i>					+
<i>Microspora rufescens</i>	+				
<i>Microspora willeana</i>	+			+	
<i>Oedogonium fonticola</i>	+	+	+	+	+
<i>Oedogonium</i> sp. (35-60x35-120)				+	
<i>Oedogonium</i> sp. (10-16 x 16)	+				+
<i>Palmella miniata</i>	+				+
<i>Scenedesmus obliquus</i>	+				+
<i>Stigeoclonium longearticulatum</i>	+				
<i>Stigeoclonium longipilum</i>	+				
<i>Stigeoclonium moebiusianum</i>	+				
<i>Ulothrix zonata</i>		+	+		
<i>Ulvella besley</i>	+				
<u>Conjugatophyceae</u>					
<i>Closterium diane</i> var. <i>brevius</i>	+				+
<i>Closterium ehrenbergii</i>	+				+
<i>Cosmarium tumens</i>	+				+
<i>Mougeotia reinschii</i>	+				+
<i>Mougeotia</i> sp. (30-40 μ)					+
<i>Pleurotaenium trabecula</i>					+
<i>Spirogyra varians</i>	+				+
<i>Spirogyra</i> sp. (48-60 μ)	+				+
<i>Spirogyra</i> sp. (20-30 μ)					+

Posmatrano kroz režim strujanja vode vidimo da lentičke postaje pružaju više mogućnosti za naseljavanje perifitonskih mikrofita.

U tabeli 3. prikazan je ukupan broj oblika posmatranih u svakom od istraživanih staništa u oba izvorišta. Zanimljivo je konstatovati da su najvećim brojem vrsta nastanjeni oba taložnika i mali bazen u Mošćanici, dakle lentička staništa, izvorišni potoci su naseđeni relativno manjim brojem oblika, dok je izvor Radobolje najsiromašnji po broju vrsta mikrofita.

Sezonsko kolebanje broja vrsta algi i cijanoficeja u pojedinim postajama pokazuje slične tendencije u oba izvorišta (Sl. 16 i 17). Obično je broj vrsta najmanji krajem jeseni i početkom zime. U II mjesecu broj vrsta počinje rasti, da bi u proljetnom tromje-

Tabela 2. Mikrofite nađene samo u izvorištu Radobolje.

Tabelle 2. Mikrophyten die nur im Quellgebiet der Radobolja gefunden wurden.

Taxon	Postaja	RT	RB	RP	RV
<u>Diatomeae</u>					
<i>Achnanthes hauckiana</i>			+	+	+
<u>Chlorophyceae</u>					
<i>Binuclearia tectorum</i>		+	+		
<i>Caespitella pascheri</i>		+			
<i>Gloeopax weberi</i>		+			
<i>Microspora quadrata</i>		+	+		
<i>Microspora tumidula</i>		+			
<i>Stigeoclonium aestivale</i>		+			
<i>Stigeoclonium (variaibile) bertholdianum</i>		+			
<i>Stigeoclonium stagnatile</i>		+			

sečju, III — V mjesec, postigao maksimalne vrijednosti. Od VI do IX mjeseca broj vrsta je nešto manji i kolebljiv, da bi u X mjesecu bio ponovo na najnižem nivou. Krivulje koje predstavljaju sezonske promjene broja vrsta u postajama izvorišta Mošćanice u svim slučajevima pokazuju oštru incisuru u mjesecu aprilu.

Tabela 3. Ukupan broj taksona u pojedinim objektima.

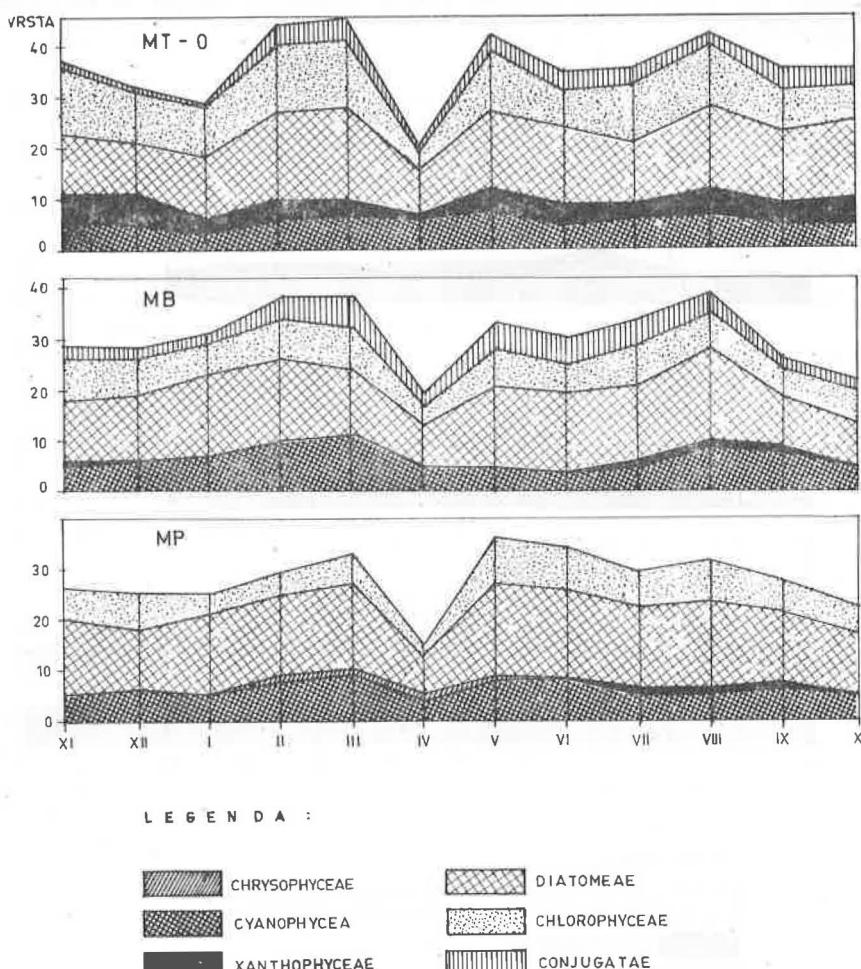
Tabelle 3. Gesamtzahl der Taxa in den einzelnen Objekten.

MT	MF	MB	MP	RT	RB	RP	RV
95	53	70	54	60	43	42	21

Sve grupe mikrofita imaju promjenljiv broj vrsta u toku godine. U površinskom sloju vode u talnožniku izvorišta Mošćanice najjasnije sezonske oscilacije broja vrsta pokazuju dijatomeje i hloroficeje. Izuzimajući pad u mjesecu maju, broj vrsta hlorificeja gotovo prati opšti trend ukupnog broja vrsta svih mikrofita u ovoj postaji.

U malom bazenu Mošćanice sezonski najviše oscilira broj vrsta cijanoficeja, koje imaju dva maksimuma: II—III i VIII—IX mjesec. Broj vrsta dijatomeja ovdje prati kretanje ukupnog broja vrsta mikrofita. Hloroficeje u malom bazenu sezonski relativno malo mijenjaju broj vrsta.

U izvorišnom potoku Mošćanice, izuzimajući XII mjesec, hloroficeje i dijatomeje imaju slične krivulje sezonskih promjena



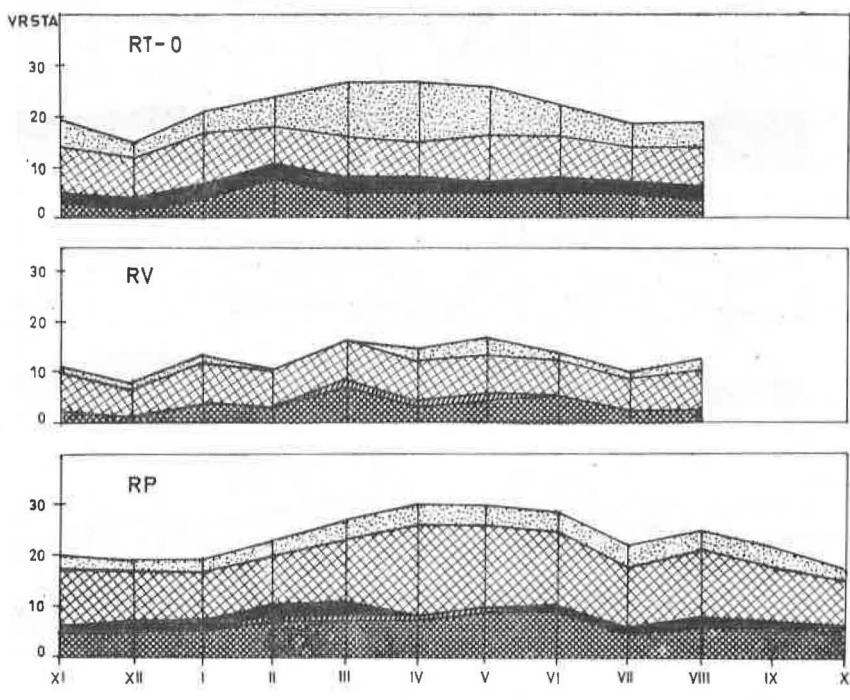
Sl. 16. Sezonska distribucija grupa mikrofita prema broju vrsta u izvorištu Mošćanice.

Abb. 16. Jahreszeitliche Verteilung der Mikrophytengruppen im Verhältnis zur Artenzahl im Quellgebiet der Mošćanica.

broja vrsta sa maksimumom V—VIII mjeseca. U ovoj postaji cijanoficeje imaju maksimalan broj vrsta od II do VI mjeseca sa padom u aprilu.

Sa izvjesnim izuzetkom cijanoficeja u taložniku, ostale grupe u svim postajama izvorišta Mošćanice imaju pad broja vrsta u mjesecu aprilu.

U taložniku izvorišta Radobolje hlorificeje pokazuju najjasnije sezonske fluktuacije broja vrsta. One najviše doprinose opštem trendu, jer broj vrsta ostalih grupa sezonski varira u manjim dijapazonima.



L E G E N D A :

	CHLOROPHYCEAE		BIATOMAE
	XANTHOPHYCEAE		
	CYANOPHYCEA		CRYOSPHYCEAE

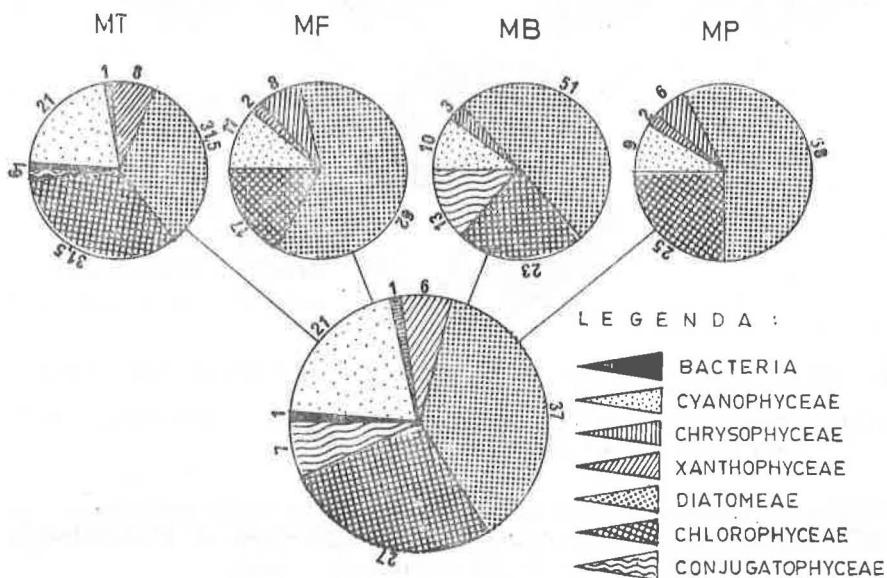
Sl. 17. Sezonska distribucija grupa mikrofita prema broju vrsta u izvorištu Radoblje.

Abb. 17 Jahreszeitliche Verteilung der Mikrophytengruppen im Verhältnis zur Artenzahl im Quellgebiet der Radoblja.

U vrelu Radobolje najizrazitije varira broj vrsta cijanoficeja, sa maksimumom u III mjesecu. Ovdje sezonski najmanje varira broj vrsta dijatomeje.

U izvorišnom potoku Radobolje najjasnije promjene broja vrsta u toku godine pokazuju dijatomeje. Nijahov maksimum je u aprilu. Hloroficeje u potoku Radobolje pokazuju najmanje sezonsko kolebanje vrsta, tako da je njihov broj jednak od III do IX mjeseca.

Zastupljenost pojedinih klasa mikrofita u perifitonu, takođe, ukazuje na jasne razlike između pojedinih biotopa unutar svakog od istraživanih izvorišta, kao i između izvorišta u cjelini (Sl. 18)



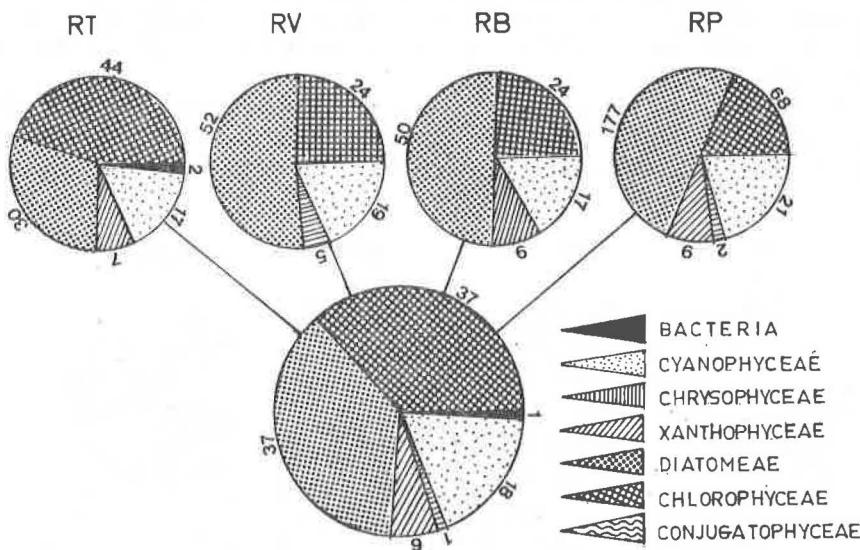
Sl. 18. Procentualno učešće grupa mikrofita u ukupnom broju vrsta u izvorištu Mošćanice.

Abb. 18. Prozentueller Anteil der Mikrophytengruppen in der gesamten Artenzahl im Quellgebiet der Mošćanica.

i 19). U oba izvorišta hloroficeje su najzastupljenije u taložnicima, dok dijatomeje, obratno, u odnosu na druge postaje, u taložnicima imaju najmanje vrsta. U izvorištu Mošćanice cijanoficeje najviše vrsta razvijaju, takođe, u taložniku, dok je u izvorištu Radobolje broj njihovih vrsta relativno ravnomjeran, raspoređen na sve postaje. Kada uporedimo izvorišta u cjelini, prvo što pada u oči jeste potpuno odsustvo konjugata u izvorištu Radobolje. S druge strane, hloroficeje u tom izvorištu učestvuju sa znatno većim procentom

vrsta nego u izvorištu Moščanice. Procentualna zastupljenost ostalih klasa je manje-više slična, a u nekim slučajevima čak identična.

U cilju objektivizacije rezultata iz ovoga poglavlja, izvršena je numerička analiza kvalitativnih podataka o strukturi perifitona u



Sl. 19. Procentualno učešće grupa mikrofita u ukupnom broju vrsta u izvorištu Radobolje.

Abb. 19. Prozentueller Anteil der Mikrophytengruppen in der gesamten Artenzahl im Quellgebiet der Radobolja.

sličnim biotopima istraživanih izvorišta. U tu svrhu primjenjen je JACCARD-ov »koeficijen zajednice« (»Coefficient of Community« CC, WILLIAMS 1949) koji je definiran jednačinom:

$$CC = \frac{a + b - c}{c} \text{ (u procentima)}$$

gdje je »a« broj vrsta u prvom (A), »b« broj vrsta u drugom (B) uzroku i »c« broj zajedničkih vrsta u oba uzroka. Vrijednost koeficijenta izražava se u procentima i veći procenat označava viši stepen sličnosti između dva uzroka.

Numerička analiza kvalitativnih podataka najviše se koristi za potporu pretpostavki i mora biti naglašeno da nije slobodna od grešaka koje proizlaze iz njene suštine.

No, mogućnost analize velikog broja podataka i potreba sticanja objektivnijeg uvida u kvalitativnu strukturu perifitona sugerirali su primjenu ove metode.

Veliki broj podataka koji moraju biti uzeti u obradu, kao i ogroman broj računskih operacija zahtijevaju primjenu kompjuterske tehnike. Obrada podataka vršena je na kompjuteru IBM 1130 4 K. Na osnovu prethodno sačinjenog programa, uz pomoć kompjutera dobivene su trougle matrice sa podacima za sve kombinacije sličnosti između mjesecnih uzoraka perifitona. Poređenja su vršena između taložnika u izvorištu Mošćanice (MT) i taložnika u izvorištu Radobolje (RT), te između izvorišnih potoka Mošćanice (MP) i Radobolje (RP). Dalje je slijedilo grupiranje mjesecnih uzoraka prema stepenu sličnosti. To je rađeno pomoću metode MOUNFORD-a (1962).

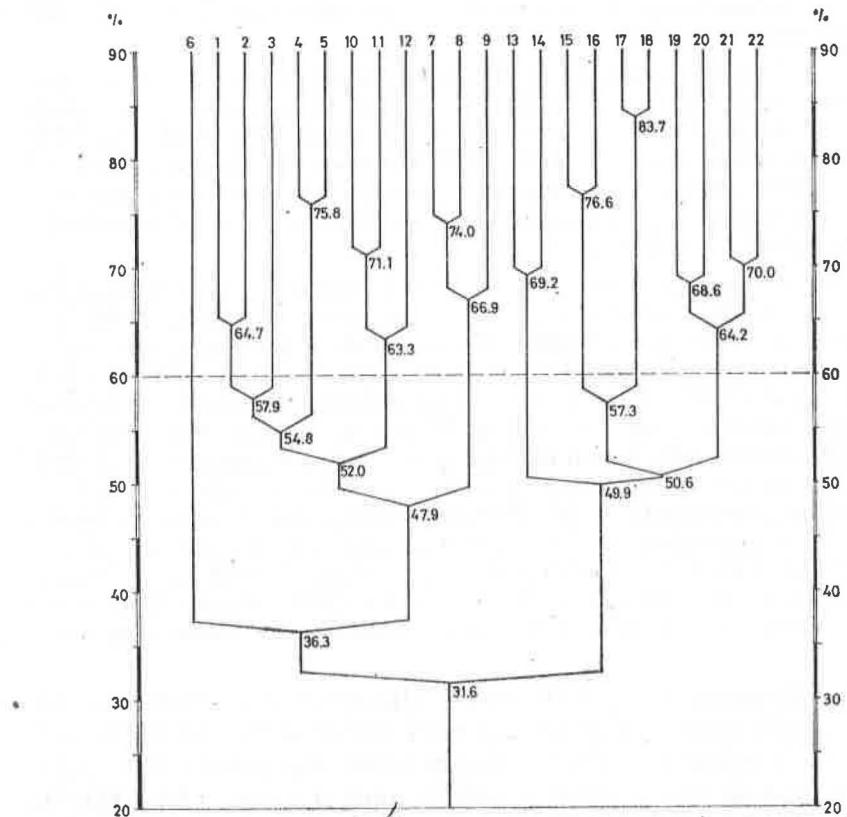
Na osnovu rezultata grupiranja sačinjeni su dendrogrami. Sljedeći korak bilo je određivanje kritičnog nivoa sličnosti koji razgraničava kvalitativnu homogenost i heterogenost. HAGEMEIER i STULTS 1964. (cit. SHAROND 1969) nalaze da nivo sličnosti od $62,5 \pm 2,5\%$ dobro razgraničava područja relativne homogenosti. Raspored grupe u našim dendrogramima sugerira prihvatanje donje granice od 60% kao kritičnog nivoa sličnosti.

Dendrogram na slici 20. predstavlja grupe mjesecnih uzoraka perifitona iz dva taložnika. Analiza pokazuje da linija kritičnog nivoa sličnosti presijeca dendrogram tako da u taložniku Mošćanice odvaja 4 grupe homogenih mjesecnih uzoraka (XI—XII, II—III, V—VI—VII i VIII—IX—X mjesec) uz izdvojena 2 uzorka (I mjesec — koji inklinira grupe XI—XII te IV mjesec — koji pokazuje vrlo malu sličnost sa bilo kojim drugim uzorkom). Posmatrano u cjelini, kvalitativno homogene grupe pokrivaju prelaze između sezona kao: jesen-zima, zima-proleće itd. Potpuna izdvojenost uzorka iz aprila još jednom potvrđuje snažan uticaj mutnoća na razvoj perifitona. Na strani taložnika Radobolje linija takođe odsijeca 4 grupe (XI—XII, I—II, III—IV i V—VI—VII—VIII). Ovdje homogene grupe, izuzev posljednje, više korespondiraju sa cjelovitim sezonomama.

Dendrogram na slici 21. predstavlja grupe mjesecnih uzoraka iz izvorišnih potoka. Ako se zanemari prekoračenje od 0,4% kod uzorka iz X mjeseca, onda u području izvorišnog potoka Mošćanice linija kritičnog nivoa sličnosti odvaja opet 4 grupe (XI—XII—I, II—III, V—VI i VIII—IX—X mjesec) uz izdvojeni IV mjesec. Rasподjela grupe mjesecnih uzoraka je gotovo identična onoj u taložniku istog izvorišta. Ova činjenica u velikoj mjeri potvrđuje vrijednos ove analize. U dijelu dendrograma za izvorišni potok Radobolja kritičnom linijom sličnosti odvojene su 3 grupe uzoraka (X—XI—I, II—III, VI—V—VI—VII—VIII i IX mjesec). Izdvojen je uzorak iz XI mjeseca, što stoji u izvjesnoj korelaciji sa nekim hemijskim pokazateljima (npr. neuobičajeno visok sadržaj aluminoidnog azota).

Oba dendrograma pokazuju da, i pored 63 zajednička oblika, izvorišta Mošćanice i Radobolje imaju vrlo nizak nivo kvalitativne sličnosti u strukturi perifitonih mikrofita. Na osnovu toga moguće je sa velikim sigurnošću tvrditi da su ova dva izvorišta tokom cijele godine istraživanja pokazivala veliku ekološku razliku, na što, uostalom, ukazuju i fizičko,hemijske karakteristike njihovih voda.

U toku istraživanja vršene su takođe analize perifitona sa prirodnih supstrata (kamen i makrofite) i sa betonskih zidova



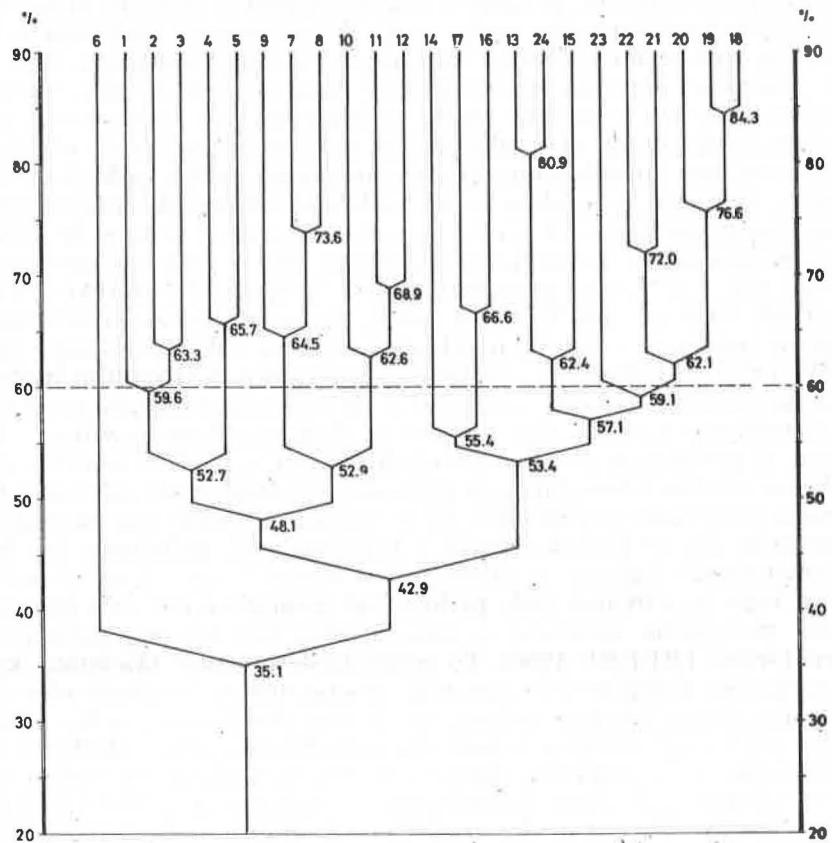
NUMERIČKI RED UZORAKA

	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
MT	1	2	4	3	5	6	7	8	9	10	11	12
RT	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		

Sl. 20. Dendrogram kvalitativnih sličnosti mjesecnih uzoraka u taložnicima.

Abb. 20. Dendrogramm der qualitativen Ähnlichkeiten der monatlichen Proben in den Absatzbecken.

vodovodnih uređaja. Na tim supstratima nije nađena niti jedna vrsta perifitonskih mikrofita koja nije bila takođe posmatrana na pleksiglas pločicama. Uglavnom, nisu zapažene ni kvantitativne razlike u razvoju pojedinih vrsta na prirodnim i vještačkim podlogama. Izuzetak čini samo *Gomphonema intricatum var. pumila* koja, izgleda, razvija brojnije populacije na kamenju nego na pleksi-glas pločicama. Međutim, u struganim uzrocima perfitona sa pri-



NUMERIČKI RED UZORAKA

	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
MP	1	2	4	3	5	6	7	8	9	10	11	12
RP	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

Sl. 21. Dendrogram kvalitativnih sličnosti mjesecnih uzoraka u izvořišnjim potocima.

Abb. 21. Dendrogram der qualitativen Ähnlichkeiten monatlichen Proben in den Quellbächen.

rodnih podloga nisu mogle biti konstatirane mnoge pločaste i palmeloidne forme koje su bile dobro razvijane na vještačkom supstratu. Prema tome, u okviru ovih istraživanja nije zapaženo selektivno djelovanje pleksiglas pločica na razvoj perifitonskih mikrofita.

Asocijacije i njihove promjene

I pored toga što vodeni objekti (biotopi), unutar svakog od istraživanih izvorišta, pokazuju veliku sličnost u pogledu hemijskih i fizičkih karakteristika vode, ipak, oni se znatno razlikuju u nekim, za vodene biotope vrlo značajnim, fizičkim faktorima, kao što su: intenzitet svjetla i brzina vodene struje. Otuda je bilo moguće očekivati da će te razlike imati vidnijeg uticaja na raspored algi i cijanoficeja, te da će svaki, ili bar neki, od istraživanih objekata biti naseljeni specifičnom zajednicom perifitonskih mikrofita. Međutim, kvalitativna analiza je pokazala da većina mikrofitskih vrsta ima disperzan raspored po većini staništa unutar jednog izvorišta. Ova pojava nije nikakav izuzetan slučaj. Slične situacije posmatrane su čak i na dužim potezima potoka i rijeka (BACKHAUS 1968, BUDDE 1928 cit. BACKHAUS 1968). To pokazuje da većina vrsta algi, u odnosu na uslove u tekućicama, ima relativno široke ekološke valence. Usljed toga, ukoliko se ne radi o ekstremnim biotopima ili zonama, biološko raščlanjivanje (zonacija) vodotoka na bazi kvalitativnog sastava algi obično ne daje egzaktne rezultate. No, vrste, u granicama svojih ekoloških valenci, određene kombinacije faktora sredine i kombinacije njihovih kvantitativnih odnosa odražavaju gustinom populaciju. Ta činjenica ukazuje na mogućnost i potrebu da se biološka podjela tekućica vrši, uglavnom, na bazi kvantitativnih odnosa perifitona. To, svakako, važi i za izvorišta. Zbog toga je u ovome radu prihvaćeno stanovište da: »Na »normalnim« postajama najčešće se mora raditi bez strogog definiranja asocijacija« (BEHRE 1966). To znači da definiranje zajednica, koje naseljavaju pojedine biotope, nije vršeno strogom kvalitativnim razgraničavanjem i imenovanjem, već je ono elastično i počiva, uglavnom, na kvantitativnim aspektima određivanja »provodnih formi« (Leitformen) za pojedina staništa. Ovdje se pojам »provodna forma« shvata kao izraz kvantitativnih odnosa (GEITLLER 1927, BACKHAUS 1968), a ne kao indikator kvaliteta vode (LIEBMANN 1962).

Jedna vrsta je označavana kao »provodna forma« po kriterijumu koji zahtijeva da ona u određenoj postaji bar u dvije mješevine probe pokaže gustinu populacije od 10 hiljada jedinki na jedinicu površine. Pri tome se moralo voditi računa da jedinke pojedinih vrsta ne spadaju u istu klasu veličine (UHLMANN 1967). Usljed toga je brojnost jednoćelijskih oblika izražavana na 1 cm^2 končastih, pločastih i palmeloidnih na 100 cm^2 , a *Hydrurus foetidus* na 1.000 cm^2 . U taložnicima su uzete u razmatranje dubine od 0 i 3 metra, jer one pokazuju izvjesne međusobne razlike.

Izvorište Moščanice

Taložnik (MT-O). Glavno obilježje zajednici perifitonskih mikrofita u ovoj postaji daju masovni razvoji *Achnanthes minutissima*, *Diatoma heimale var. mesodon* i *Tribonema minus* (Tab. 4). One su

Tabela 4. Sezonska distribucija »provodnih formi« u taložniku izvorišta Moščanice na 0 m dubine.

Tabelle 4. Jahreszeitliche Verteilung der »Leitformen« im Absatzbecken des Quellgebiets der Moščanica in 0 m Tiefe.

Mjesec Taxon	Jedinki/jed. pov. x 1000											
	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Chamaesiphon incrassans	30	84	+	14	10	+	+	11	17	98	12	12
Phormidium favosum	16	+	+	17	+	16	+	+	+	39	36	22
Phormidium foveolarum	+	16	+	+	+	16	+	-	16	+	+	+
Mischococcus confervicola	16	27	+	+	+	+	+	+	+	19	+	+
Tribonema mi- nus	13	12	18	21	32	-	21	48	165	142	566	21
Tribonema vi- ride	-	+	-	-	-	-	+	+	73	69	32	12
Achnanthes minutissima	44	12	27	82	103	+	105	220	35	78	201	230
Cymbella ve- ntricosa	+	+	16	+	17	+	+	146	22	21	23	173
Denticula te- nuis var. crassula	14	+	+	30	90	+	+	47	+	12	12	32
Diatoma hie- male var. mesodon	50	35	112	194	183	12	127	90	51	70	90	92
Meridion cir- culare	50	17	+	35	55	+	32	11	+	24	+	+
Synedra mi- nuscula	12	+	+	+	18	+	16	28	+	11	67	26
Sphaerophotrys fluveatilis	22	33	55	22	+	+	33	+	11	48	17	21
Ulvella fre- quens	+	16	25	+	+	+	15	26	+	+	16	18
Mougeotia rei- nschii	-	-	15	+	33	-	+	+	+	80	+	-

NAPOMENA: "+" označava prisustvo sa brojem jedinki ispod kriterijuma za "provodne forme".

Za jedinicu površine objašnjenje u tekstu.

praćene većim brojem srednje abundantnih »provodnih formi« kao što su: *Chamaesiphon incrassans*, *Meridion circulare*, *Denticula tenuis var. crassula*, *Ulvella frequens*, *Phormidium favosum* i dr. U okvirima oba istraživana izvorišta optimalne uslove za razvoj samo u ovoj postaji nalaze: *Mischococcus confervicola*, *Tribonema viride* i *Synedra minuscula*. To se, vjerovatno, može dovesti u vezu sa jakim osvjetljenjem, hemizmom i laganom vodenom strujom. Ostale »provodne forme« javljaju se u većem broju i u nekim drugim postajama.

U periodu istraživanja bilo je moguće zapaziti tri aspekta ove zajednice koji su karakterizirani, uglavnom, promjenom brojnosti *Diatoma heimale var. mesodon*, končastih algi i cijanoficeja: X—XII mjesec, *Diatoma* je masovna, *Mischococcus* se javlja kao »provod-

Tabela 5. Sezonska distribucija »provodnih formi« u taložniku izvorišta Mošćanice na 3 m dubine.

Tabelle 5. Jahreszeitliche Verteilung der »Leitformen« im Absatzbecken des Quellgebiets der Mošćanica in 3 m Tiefe.

Mjesec Taxon	Jedinki/jed. pov. x 1000											
	XI	XII	I.	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
<i>Chamaesiphon incrassans</i>	+	10	+	18	11	—	—	14	+	32	—	+
<i>Phormidium favosum</i>	+	+	+	+	+	+	+	—	+	16	32	55
<i>Phormidium foveolarum</i>	33	22	19	12	+	13	—	—	+	58	27	—
<i>Pseudanabaena catenata</i>	—	+	—	+	—	26	—	—	—	—	16	—
<i>Mischococcus confervicola</i>	17	14	+	+	+	—	+	+	+	+	+	—
<i>Tribonema minus</i>	—	—	+	—	+	—	+	+	13	13	120	—
<i>Achnanthes minutissima</i>	35	+	+	14	78	+	38	45	12	38	67	90
<i>Denticula tenuis var. crassula</i>	+	+	+	20	27	+	+	25	—	+	+	28
<i>Diatoma heimale var. mesodon</i>	30	+	+	35	55	+	28	58	16	26	32	60
<i>Meridion circulare</i>	22	+	+	+	24	+	+	+	+	+	+	+
<i>Sphaerobotrys fluvialis</i>	16	26	22	24	+	+	22	+	17	32	21	+
<i>Ulvella frequens</i>	+	16	+	+	+	10	11	10	18	+	22	+

na forma», I — V mjesec, *Diatoma* masovna sa prekidom u aprilu, VI—X mjesec, *Diatoma* manje masovna, povećava se brojnost, končastih cijanoficeja i *Tribonema* — vrsta.

Taložnik (MT—3). Na dubini od tri metra takođe su najmasovnije alge *Ahnantches minutissima* i *Diatoma heimale var. mesodon* (Tab. 5) Zbog toga se ova zajednica može smatrati samo kao subasocijacija u odnosu na asocijaciju u MT-0, od koje se razlikuje, najviše u negativnom smislu, jer ovdje se ne javljaju kao »provodne forme« mnoge vrste koje su to bile u MT—0. Osim toga, *Pseudana-baena cetenata* dolazi samo ovdje i to u većem broju, a *Phormidium foveolarum* na ovoj poziciji je daleko brojniji nego na dubini od jednog metra. Ove dvije vrste često su označene kao saprofilne i njihov optimalni razvoj na ovoj dubini može se objasniti nakupljanjem organskog mulja pri dnu bazena.

U većim dubinama kolebanje faktora sredine su mala, pa su i sezonski aspekti nejasni.

Tabela 6. Sezonska distribucija »provodnih formi« u flokulatoru izvorišta Mošćanice.

Tabelle 6. Jahreszeitliche Verteilung der »Leitformen« im Flokulator des Quellgebietes der Mošćanica.

Taxon	Jedinki/jed.pov. x 1000											
	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
<i>Chamaesiphon incrassans</i>	26	28	+	11	+	+	+	11	40	22	38	23
<i>Achnanthes lanceolata</i>	+	+	23	20	22	+	44	107	+	10	+	+
<i>Achnanthes minutissima</i>	14	15	23	40	104	+	157	46	18	71	276	203
<i>Symbella ventricosa</i>	+	+	+	+	12	+	23	17	+	19	46	53
<i>Denticula tenuis</i> var. <i>crassula</i>	+	+	+	-	24	+	+	15	+	13	17	22
<i>Diatoma heimale</i> var. <i>mesodon</i>	16	15	15	27	18	+	28	10	13	12	150	110
<i>Gomphonema angustatum</i> var. <i>producta</i>	+	+	+	+	+	+	39	14	+	+	+	+
<i>Hydrurus foetidus</i>	-	-	-	+	19	+	14	-	-	-	-	-
<i>Hormidium subtile</i>	+	+	13	+	+	-	+	+	11	-	-	+

Flokulator (MF). I ovdje su u toku cijele godine masovni *Achnanthes minutissima* i *Diatoma heimale var. mesodon* (Tab. 6). Za razliku od zajednice u taložniku, ovdje končaste cijanofice je i ksantofice je ne nalaze optimalne uslove za razvoj. S druge strane, abundante su u određenim periodima forme koje su brojne i u izvorišnom potoku: *Hydrurus foetidus*, *Achnanthes lanceolata* i *Gomphonema angustatum var. producta*. Isključivo ovdje postiže veću brojnost *Hormidium subtile*. Sezonski aspekti nisu sasvim oštiri, ali se može uočiti da je u periodu XI—II mjeseca broj »provodnih formi« mali, III—VIII mjeseca taj broj je veći, a da su u IX i X mjesecu *Achnanthes minutissima* i *Diatoma heimale var. mesodon* izuzetno masovni.

Tabela 7. Sezonska distribucija »provodnih formi« u izvorišnom potoku Moščanice.

Tabelle 7. Jahreszeitliche Verteilung der »Leitformen« im Quellgebiet der Moščanica.

Taxon	Mjesec	Jedinici/jed. pov. x 1000											
		XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
<i>Chamaesiphon incrassatus</i>		32	146	31	28	30	10	31	35	55	165	111	12
<i>Phormidium favosum</i>		—	+	+	+	12	—	—	—	12	13	25	24
<i>Phormidium subfuscum</i>		—	+	—	+	+	—	17	16	6	14	+	+
<i>Achnanthes lanceolata</i>		27	+	+	+	+	+	12	20	+	+	12	+
<i>Achnanthes minutissima</i>		+	+	+	+	+	+	14	16	16	20	25	80
<i>Cocconeis placentula</i>		14	13	23	20	40	+	30	47	64	52	41	60
<i>Gomphonema intricatum var. pumila</i>		—	—	—	—	+	—	+	+	+	20	+	17
<i>Hydrurus foetidus</i>		—	—	—	10	26	+	23	—	—	—	—	—
<i>Ulvella frequens</i>		+	14	+	+	+	+	11	33	30	27	48	33

Izvorišni potok (MP). Izvorišni dio potoka Moščanice nasejava tipična zajednica *Chamaesiphon incrassatus-Cocconeis placentula-Ulvella frequens*, koju BUTCHER (1932) označava kao karakterističnu za eutrofne potoke (Tab. 7). U različito doba godine kao

»provodne forme« prikazuju se: *Hydrurus foetidus*, *phormidium favosum*, *Achnanthes lanceolata*, *A. minutissima*, dok *Phormidium subfuscum* jedino ovdje nalazi uslove za optimalan razvoj. Zajednica pokazuje dva osnovna aspekta koji su izraženi brojnošću *Ulrella frequens* i končastih cijanoficeja: XI—IV mjesec — *Ulrella* i končaste cijanoficeje manje brojni, i V—X mjesec — *Ulrella* i končaste cijanoficeje brojnije.

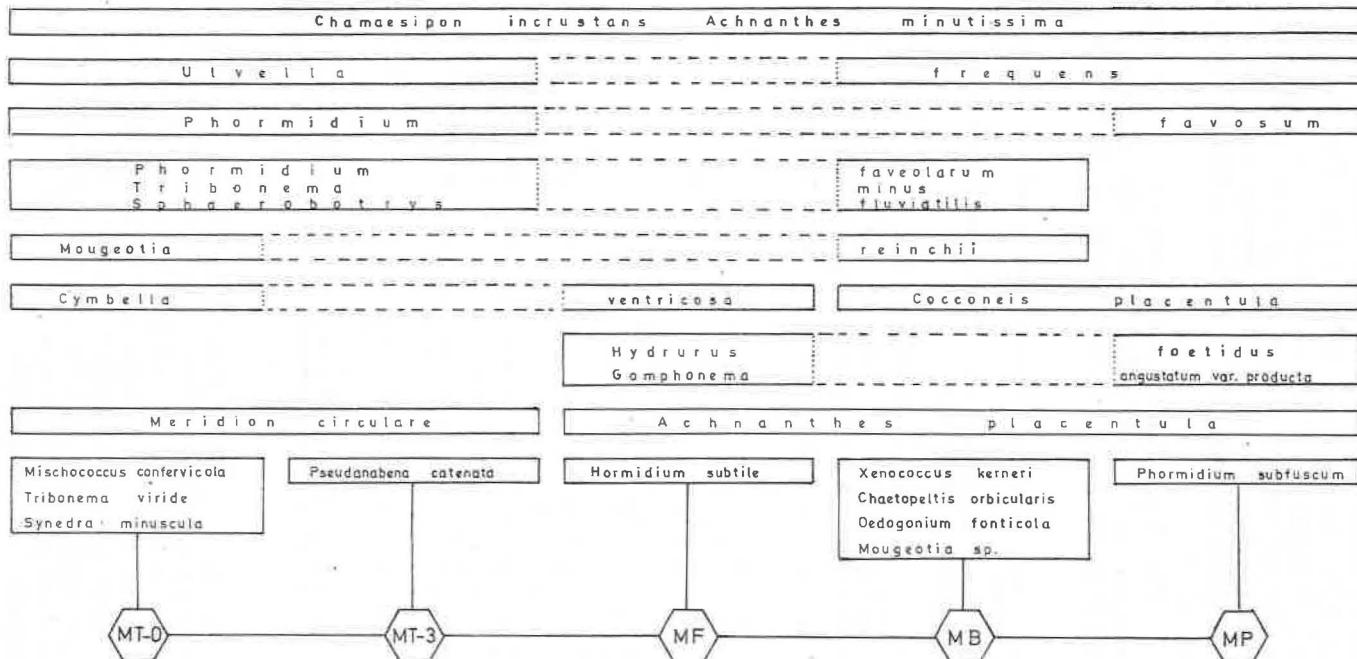
Mali bazen (MB). I ovo stanište naseljava zajednica *Chamaesiphon incrustans-Cocconeis palcentula-Ulrella frequens*, samo što su njeni članovi ovdje manje brojni nego u potoku (Tab. 8). No, zajed-

Tabela 8. Sezonska distribucija »provodnih formi« u malom bazenu izvorišta Mošćanice.

Tabelle 8. Jahreszeitliche Verteilung der »Leitformen« im kleinen Bassin im Quellgebiet der Mošćanica.

Taxon	Mjesec	Jedinki/jed. pov. x 1000											
		XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
<i>Chamæsiphon incrustans</i>		+	57	+	18	25	+	14	107	31	14	+	16
<i>Phormidium foveolarum</i>		+	+	+	+	10	+	12	-	-	+	10	+
<i>Xenococcus kernerii</i>		-	+	+	+	17	16	+	+	+	17	10	+
<i>Achnanthes minutissima</i>		19	+	10	+	+	+	10	+	+	28	+	+
<i>Cocconeis placentula</i>		+	+	25	+	17	+	+	14	18	+	+	10
<i>Sphaerobotrys fluviatilis</i>		+	10	10	12	+	-	16	10	11	22	27	28
<i>Chaetopeltis orbicularis</i>		+	+	+	+	+	+	+	10	+	22	+	17
<i>Ulrella frequens</i>		14	15	+	+	+	+	21	15	11	22	27	28
<i>Mougeotia reinschii</i>		-	+	12	+	29	+	+	+	+	16	-	-

nicu karakterište takođe i znatan broj vrsta koje samo ovdje nalaze optimalne uslove za razvoj, kao što su: *Xenococcus kernerii*, *Oedogonium fonticola*, *Mougeotia sp.* Tu je i *Chaetopeltis orbicularis*, koji se unutar oba izvorišta javlja isključivo u ovome objektu. Ako ovome dodamo *Gomphosphaeria lacustris*, *Naviculata radiosa* i *Pleurotaenium trabecula* koji, istina, nisu »provodne forme«, ali su isključivo vezane za mali bazen (MB), onda se jasno ocrtava specifičnost zajednice ovoga biotopa.



Sl. 22. Zoniranje izvorišta Mošćanice prema distribuciji »provodnih formi« mikrofiti.

Abb. 22. Zonierung des Quellgebiets der Mošćanica aufgrund der Verteilung der »Leitformen« der Mikrophyten.

Sezonske promjene u zajednici nisu sasvim jasne, ali se na osnovu brojnosti *Ulrella frequens* mogu razlikovati dva perioda: zimsko-proljetni (I—V mjesec) kada je *Ulrella* manje brojna i ostali dio godine kada je ona srednje abundantna.

Iz slike 22. vidljivo je da svaka postaja ovoga izvorišta ima određeni broj vlastitih »provodnih oblika«. U pogledu zajedničkih »provodnih formi« zapaža se sličnost, s jedne strane između MT—0, MT—3 i MB (eritička staništa) i sa druge, između MP i MF (lenitička staništa).

U svim postajama izvorišta Mošćanice posmatrano je ukupno 26 »provodnih formi« (Tab. 14).

Izvorište Radobolje

Taložnik (RT—0). Pliće slojeve vode u ovome taložniku naseljava zajednica perifitonskih mikrofita kojoj glavno obilježe daju izuzetno masovni razvoji *Diatoma heimale var. mesodon* i *Achnanthes minutissima* (Tab. 9). Na prvi pogled to podsjeća na asocijaciju u taložniku Mošćanica. Sličnost još više podcrtava optimalni razvoj *Tribonema minus*. Međutim, ima i vidnih razlika. U ovome taložniku optimalne razvoje postižu takođe: *Fragilaria*

Tabela 9. Sezonska distribucija »provodnih formi« u taložniku izvorišta Radobolje na 0 m dubine.

Tabelle 9. Jahreszeitliche Verteilung der »Leitformen« im Absatzbecken des Quellgebiets der Radobolja in 0 m Tiefe.

Taxon	Mjesec	Jedinki/jed. pov. x 1000									
		XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
<i>Tribonema intermixtum</i>	-	-	-	-	-	+	+	23	115	76	
<i>Tribonema minus</i>	10	13	26	32	36	92	36	21	27	116	
<i>Achnanthes minutissima</i>	88	180	26	64	51	55	45	180	210	218	
<i>Cyclotella comta</i>	138	59	-	-	-	-	+	36	141	147	
<i>Diatoma heimale var. mesodon</i>	231	289	251	265	395	430	298	385	155	104	
<i>Fragilaria capucina</i>	16	-	58	79	115	51	18	30	28	22	
<i>Nitzschia fonticola</i>	+	+	75	113	12	53	20	19	10	+	
<i>Stigeoclonium (variabile) bertholdianum</i>	13	12	-	+	11	10	38	29	16	+	

capucina, *Nitzschia fonticola*, *Stigeolonium (variabile) bertholdianum* u većem dijelu godine, te *Cyclotella comta* i *Tribonema intermixtum* u određenim periodima. Sve one samo ovdje razvijaju abundantne populacije, dok je *Stigeoclonium hertholdianum* ograničen isključivo na ovaj taložnik. S druge strane, ovdje ili uopšte nisu prisutne ili razvijaju neznatne populacije mnoge alge koje u taložniku Mošćanice imaju status »provodnih formi«. Prema tome, pored sličnosti u masovnim vrstama, zajednice koje naseljavaju taložnike u istraživanim izvorištima značajno se razlikuju i u kvalitativnom i u kvantitativnom pogledu.

Dosta se jasno ocrtavaju tri osnovna aspekta zajednice: zimsko-proljetni (I—V mjesec) bez *Cyclotella comta*, ljetni (VI—VIII) kada su prisutne *Cyclotella* i *Tribonema intermixtum* i jesenji (XI—XII) sa ciklotelom, ali bez *T. intermixtum*.

Taložnik (RT—3). Zajednica ovoga sloja vode može se smatrati subasocijacijom opšte zajednice u taložniku. Kvalitativna i donekle kvantitativna sličnost sa asocijacijom u RT—0 je uočljiva. *Achnathes minutissima* i *Diatoma heimale var. mesodon* su takođe masovni cijele godine. Njima se u određenim periodima pridružuju *Fragilaria capucina* i *Cyclotella comta* (Tab. 10). Ipak ima i razlika.

Tabela 10. Sezonska distribucija »provodnih formi« u taložniku izvorišta Radobolje na 3 m dubine.

Tabelle 10. Jahrezzeitliche Verteilung der »Leitformen« im Absatzbecken des Quellgebiets der Radobolja in 3 m Tiefe.

Taxon	Mjesec	Jedinki/jed. pov. x 1000									
		XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
<i>Phormidium favosum</i>		23	49	+	+	++	-	-	+	21	10
<i>Phormidium foveolarum</i>		-	-	-	-	-	-	-	39	26	98
<i>Achnanthes minutissima</i>		95	20	14	27	20	27	14	116	76	105
<i>Cyclotella comta</i>		47	+	-	-	-	-	-	+	15	29
<i>Diatoma heimale var. mesodon</i>		28	115	34	79	127	50	63	78	88	34
<i>Fragilaria capucina</i>		29	+	+	34	10	15	+	+	-	+
<i>Sphaerobotrys fluviatilis</i>		+	+	10	+	14	+	+	+	+	+

Tako, samo na ovoj dubini, u ljetnom periodu, *Phormidium foveolarum* nalazi optimalne uvjete za razvoj. No, najveće razlike su u negativnom smislu, tj. na dubini od tri metra mnoge alge, koje su u pličim slojevima bile vrlo abundantne, ovdje ne nalaze povoljne uslove.

Sezonski aspekti su vrlo slični onima u RT—0, samo što na mjestu *Tribonema intermixtum* u ljetnom periodu dolazi *Phormidium foveolarum*.

Mali bazen (RB). U ovom bitopu niti jedna od »provodnih formi« nije visoko abundantna tokom cijele godine. U većem dijelu godine znatnije gustine populacija postižu *Chamaesiphon incrassans*, *Achnanthes lanceolata* i *A. minutissima*. Mnogo rjeđe postižu rang »provodnih formi«: *Xenococcus kernerl*, *Cocconeis placentula* i *Tribonema minus* (Tab. 11). Za razliku od malog bazena u izvorištu

Tabela 11. Sezonska distribucija »provodnih formi« u malom bazenu izvorišta Radobolje.

Tabelle 11. Jahreszeitliche Verteilung der »Leitformen« im kleinen Bassin im Quellgebiet der Radobolja.

Taxon	Mjesec	Jedinki/jed. pov x 1000									
		XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
<i>Chamaesiphon incrassans</i>	+	+	+	13	17	26	26	35	10	19	
<i>Xenococcus kernerl</i>	+	+	+	14	+	+	+	+	11	+	
<i>Tribonema minus</i>	-	-	+	+	11	+	+	+	+	+	18
<i>Achnanthes lanceolata</i>	12	+	+	+	24	12	+	25	30	20	
<i>Achnanthes minutissima</i>	+	+	+	+	32	36	54	17	+	39	
<i>Cocconeis placentula</i>	10	+	+	+	30	+	+	+	16	+	

Mošćanice, ovdje naselje perifitonskih algi ne pokazuje nikakvu specifičnost. U pogledu sezonskih promjena moguće je uočiti dva perioda: jesensko-zimski (XI—II mjesec) kada gotovo i nema »provodnih formi« i proljetno-ljetni (III—VIII mjesec) kada počinje period bujnijeg razvoja, naročito tri najmasovnije vrste.

Izvorišni potok (RP). Što se tiče »vodećih oblika«, asocijacija perifitonskih algi u izvorišnom potoku Radobolje gotovo da je identična sa onom u potoku Mošćanice. I ovdje je tipična zajednica *Chamaesiphon incrassans-Cocconeis placentula-Ulvella frequens* s tim što je *Ulvella* manje brojna nego u Mošćanici (Tab. 12). I ostale »provodne forme« su skoro iste: *Phormidium favosum*, *Ph. subfuscum*, *Achnanthes minutissima*, *A. lanceolata*, i *Hydrurus foetidus*. Ekološka uslovljenošć ove zajednice je, vjerovatno, ista kao i u Mošćanici.

Od ostalog dijela godine svojim aspektom se izdvaja samo period proljeća (III—VI mjesec) za koji je karakteristična pojava *Hydrurus foetidus*-a i povećana gustina *Phormidium subfuscum* i *Ph. unicinatum*.

Tabela 12. Sezonska distribucija »provodnih formi« u izvorišnom potoku Radobolje.

Tabelle 12. Jahreszeitliche Verteilung der »Leitformen« im Quellgebiet der Radobolja.

Taxon	Mjesec	Jedinki/jed. pov. x 1000											
		XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
<i>Chamaesiphon incrustans</i>	+	23	46	38	23	48	108	122	146	26	10	10	
<i>Phormidium favosum</i>	22	13	16	+	24	-	+	+	23	12	14	+	
<i>Phormidium subfuscum</i>	+	-	-	+	15	24	23	13	15	+	-	18	
<i>Hydrurus foetidus</i>	-	-	-	-	22	16	32	-	-	-	-	-	
<i>Achnanthes minutissima</i>	+	12	+	+	12	29	14	+	37	15	13	+	
<i>Achnanthes lanceolata</i>	+	23	+	+	20	+	+	+	10	+	+	+	
<i>Cocconeis placentula</i>	18	14	16	15	41	33	28	42	68	62	51	26	
<i>Ulvella frequens</i>	11	+	+	+	12	+	14	+	+	+	+	11	

Vrelo Radobolje (RV). Za zajednicu perifitonskih algi u vrelu Radobolje opećnito je karakterističan mali broj vrsta. U asocijaciji dominantnu ulogu imaju dijatomeje *Achnanthes lanceolata*, i *Gomphonema angustum var. producta*, koje su masovne tokom cijele godine, te *Achnanthes minutissima*, koji je takođe prisutan cijele godine, ali, uglavnom, sa srednjom abundancijom. Njima se u proljetnim mjesecima još pridružuje *Hydrurus foetidus* (Tab. 13).

Sezonsko variranje zajednice obilježeno je jedino pojavom *Hydrurus-a* u proljeće.

Posmatrano u cjelini, u izvorištu Radobolje četiri istraživane postaje imaju za njih karakteristične »provodne forme, dok zajednica perifitona u malom bazenu ne pokazuje nikakve specifičnosti (Sl. 23).

U pogledu zajedničkih »provodnih formi« mali bazen je u mnogome sličan izvorišnom potoku, dok vrelo i taložnik imaju malo sličnosti sa ostalim postajama.

U svim staništima izvorišta Radobolje posmaatrano je ukupno 19 »provodnih formi« mikrofita (Tab. 14).

Tabela 13. Sezonska distribucija »provodnih formi« u vrelu Radobolje.
Tabelle 13. Jahreszeitliche Verteilung der »Leitformen« in der Radoboljaquelle.

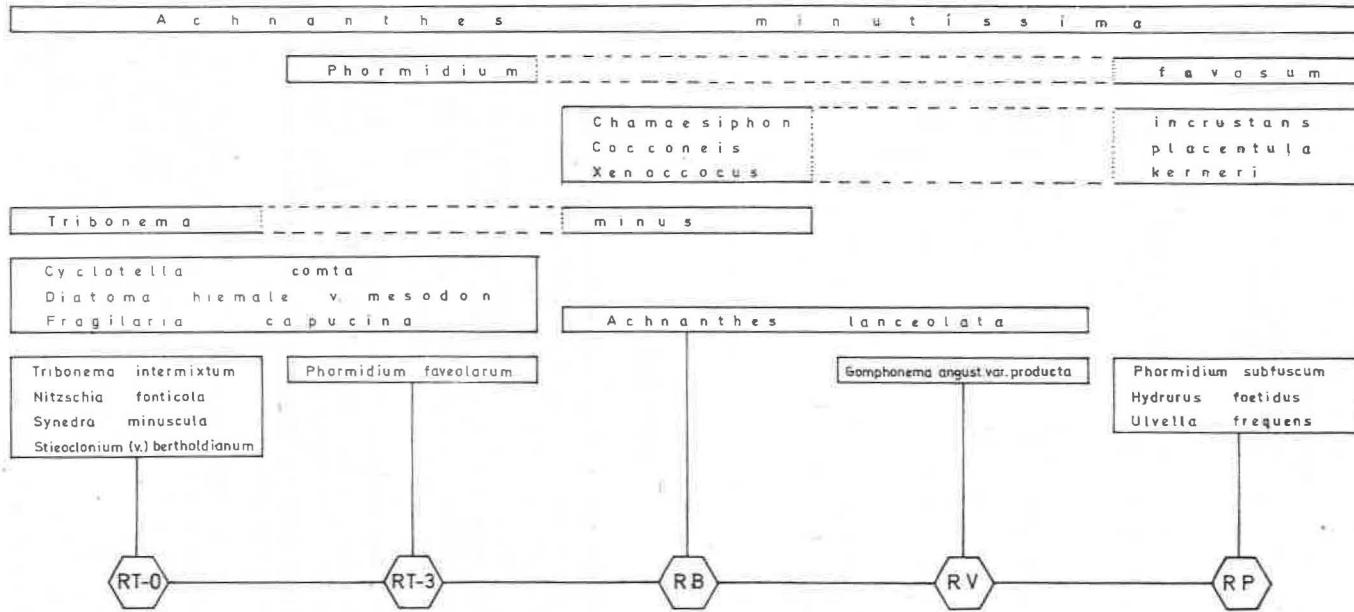
Taxon	Mjesec	Jedinki/jed. pov. x 1000									
		XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Achnanthes lanceolata		85	198	34	58	73	21	38	39	40	51
Achnanthes minutissima		18	16	+	10	40	60	12	35	14	29
Gomphonema angustatum var. producta		75	10	26	54	111	56	32	53	51	110
Hydrurus foetidus		-	-	-	-	6	10	14	-	-	-

DISKUSIJA

Razvoj perifitona u velikoj mjeri kontrolišu abiotički faktori koji vladaju u vodenim biotopima. Istraživanja razvoja perifitonskih zajednica, u okvirima ove studije, vršena su u dva krška izvorišta koja se nalaze u različitim zonama krša i u raznim područjima klime. Sličnosti i razlike abiotičkih uslova sredine u istraživanim objektima pružaju mogućnost studiranja opštih zakonitosti, kao i otkrivanja specifičnosti u razvoju perifitonskih zajednica.

U fizičkom i hemijskom pogledu izvorske vode Mošćanice i Radobolje imaju sve opće karakteristike krških vrela (PAVLETIĆ i MATONIČKIN 1965, MATONIČKIN i PAVLETIĆ 1967, PETRIK 1966). Ipak, one pokazuju i izvjesne specifičnosti i međusobne razlike koje zahtijevaju posebno razmatranje.

Strujanja vode u taložnicima su tako mala da ne vrše gotovo nikakvu eroziju perifitona. No, voda se u njima ipak kreće čime su stvoreni povoljni uvjeti prijema hranjivih materija od strane perifitonskih mikrofita (WHITFORD i SCHUMACHER 1964). Međutim, vodene struje u flokulatoru, i naročito u izvorišnim potocima, su takve da mogu imati erozivna djelovanja na perifitonske zajednice. U pogledu temperature oba izvorišta su u cijelini hladno-stenotermni (THIENEMANN 1925, 1926). To znači da godišnja ko-



Sl. 23. Zoniranje izvorišta Radobolje prema distribuciji »provodnih formi« mikrofita.

Abb. 23. Zonierung des Quellgebiets der Radobolja aufgrund der Verteilung der »Leitformen« der Mikrophyten.

Tabela 14. Ukupan broj jedinki »provodnih formi« u izvorištima Mošćanice i Radobolje.

Tabelle 14. Gesamtzahl der Exemplare der »Leitformen« in den Quellgebieten Mošćanica und Radobolja.

Taxon	Postaja	Broj jedinki / jed. pov. x 1000									
		MT-0	MT-3	MF	MB	MP	RT-0	RT-3	RB	RV	RP
<i>Chamaesiphon incrustans</i>		288	85	199	282	675	-	-	145	-	600
<i>Phormidium favosum</i>		146	94	-	-	86	-	103	-	-	124
<i>Phormidium fo-veolarum</i>		48	184	-	32	-	-	163	-	-	-
<i>Phormidium sub-fuscum</i>		-	-	-	-	47	-	-	-	-	108
<i>Pseudanabaena catenata</i>		-	42	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Xenococcus kernerri</i>		-	-	-	60	-	-	-	25	-	20
<i>Mischococcus confervicola</i>		62	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hydrurus foetidus</i>		-	-	33	-	59	-	-	-	-	70
<i>Tribonema inter-mixtum</i>		-	-	-	-		214	-	-	-	-
<i>Tribonema minus</i>	1.046	146	-	22	-	409	-	29	-	-	-
<i>Tribonema viride</i>	186	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Achnanthes lan-ceolata</i>		-	-	226	31	71	-	-	123	637	53
<i>Achnanthes mi-nutissima</i>	1.137	417	967	57	171	1.117	514	178	234	132	
<i>Cocconeis pla-centula</i>		-	-	-	84	401	-	-	56	-	414
<i>Cyclotella comta</i>		-	-	-	-	-	521	91	-	-	-
<i>Cymbella ventri-cosa</i>	418	-	171	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Denticula tenuis var. crassula</i>	237	100	91	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Diatomia hiemale var. mesodon</i>	1.106	340	414	-	-	2.806	696	-	-	-	-
<i>Fragilaria capu-cina</i>		-	-	-	-	-	417	88	-	-	-

TABELA 14. (nastavak)

Taxon	Postaja	Broj jedinki / jed.pov. x 1000									
		MT-0	MT-3	MF	MB	MP	RT-0	RT-3	RB	RV	RP
Gomphonema angustatum var. producta	-	-	-	53	-	37	-	-	-	578	-
Gomphonema intricatum var. pulmila	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Meridion circulare	224	44	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitzschia fonticola	-	-	-	-	-	-	302	-	-	-	-
Synedra minuscula	178	-	-	-	-	-	49	-	-	-	-
Hormidium subtile	-	-	24	-	-	-	-	-	-	-	-
Oedogonium fonticola	-	-	-	49	-	-	-	-	-	-	-
Chaetopeltis orbicularis	-	-	-	49	-	-	-	-	-	-	-
Sphaerobotris fluvialis	262	180	-	85	-	-	-	-	-	-	-
Stigeoclonium (variabile) bertholdianum	-	-	-	-	-	129	-	-	-	-	-
Ulvella frequens	116	87	-	153	196	-	-	-	-	-	48
Mougeotia reinschii	128	-	-	57	-	-	-	-	-	-	-
Mougeotia sp.	-	-	-	61	-	-	-	-	-	-	-

lebanja temperature vode ne dolaze u obzir kao regulatori razvoja perifitonskih zajednica. Ipak, potrebno je konstatovati da se vode ovih izvorišta u pogledu temperature razlikuju tako da izvorište Mošćanice ima prosječnu godišnju temperaturu višu za 2,2°C.

Još je FEHLMANN (1917, cit. THIENEMANN 1924), uočivši ogroman ekološki značaj kisika za život u vodi, postavio pitanje: Da li su reofilni organizmi primarno reofilni ili su oni možda primarno oksifilni? Thienemann smatra da su oni, vjerovatno, primarno oksifilni. S obzirom na vrlo visoku zasićenost vode kisikom u svim istraživanim postajama, ovo pitanje je takođe aktuelno za razjašnjavanje distribucije mnogih mikrofitskih vrsta. Upoređujući izvore sa izvorišnim potocima, neki istraživači nalaze da je u izvrima količina kisika redovito veća od one u nizvodnom potoku (HORNUNG 1959, MATONIČKIN i PAVLETIĆ 1967, BACKHAUS i SANDERS 1967, MATONIČKIN et al. 1969). Ova pojava je samo

donekle prisutna u izvorištu Radobolje, dok je u području vrela Mošćanice režim kisika vrlo ujednačen u svim staništima.

Prema sadržaju osnovnih trofogenih soli, nitrata i fosfata, oba izvorišta bi se mogla karakterizirati kao oligotrofna. Međutim, kako su nitrati i u malim količinama dostatni, a u uslovima kretanja vode njihove primanje je još i potencirano, to izmjerene količine u istraživanim vrelima nisu garancija oligotrofije. Tome treba dodati da prilikom analize režima fosfata treba uzeti u obzir i mogućnosti procesa renobilizacije iz mulja sa dna (BRETSCHKO 1966, MÜLLER 1967, CLASEN i BERNNARD 1969).

Mnogi akvatični organizmi su klasificirani prema stupnju tolerancije u odnosu na hloride. Međutim, manje je poznato da sulfati otopljeni u vodi mogu zamijeniti hloride u pojavi halofilnih organizama (SCHRÖDER, cit. HORNUNG 1959). Upravo u pogledu sadržaja sulfata vode istraživanih vrela se znatno razlikuju. Vrelo Radobolje sadrži znatno veće količine sulfata ($X = 22,34 \text{ mg/l}$), što može da ima uticaja na naseljavanje mikrofita. Vjerovatno, i veća »preostala provodljivost« u vrelu Radobolje stoji u vezi sa sulfatima.

Alkalinitet i ukupna tvrdoča vrela Mošćanice veći su u prosjeku za 24 odnosno 18 mg/l CaCO_3 . Istraživana izvorišta se razlikuju i u sadržaju otopljenog CO_2 , što je, zajedno sa razlikom u alkalinitetu, vjerovatno, glavni uzrok znatno manjoj puferskoj moći koju pokazuju vode vrela Radobolje (utvrđeno eksperimentalnim putem u Zavodu za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu). Međutim, veća kolebanja pH u izvorištu Radobolje nisu zabilježena, ali to ne znači da faktor slabije puferske moći ne dolazi do izražaja u mikrostanišnim prilikama (npr. u debelim slojevima perifitona). Ta okolnost može imati znatnog uticaja na naseljavanje perifonskih organizama osjetljivih na kolebanje koncentracije vodikovih jona.

Značajne razlike između dva istraživana vrela zabilježene su u sadržaju i odnosima kalcija i magnezija. To može, takođe, biti važan faktor koji uslovjava razlike u naseljenosti. Najveća kvalitativna razlika konstatovana je u sadržaju kalija i u njegovom odnosu prema količini natrija. Odnos Na : K u Radobolji je znatno nepovoljniji i iznosi 6,85 : 1 prema 2,67 : 1 u Mošćanici. Kako se kalij u vodenim biotopima često javlja kao »faktor u minimumu«, to zabilježene količine u izvorištu Radobolje mogu u velikoj mjeri da kontroliraju kvalitativne i kvantitativne odnose mikrofita u perifitonu.

Najveće biološke razlike između istraživanih izvorišta ogledaju se u kvalitativnom sastavu perifitona koji naseljava pojedine njihove postaje. Od ukupno 134 oblika algi i cijanoficeja, samo 47% su zajednički za oba izvorišta. Pri poređenju pojedinih postaja te razlike postaju još veće. Tako »indeks sličnosti« između parifi-

tonskih zajednica u taložnicima iznosi svega 31,6%, a između izvořišnih potoka 42,9%. Zanimljivo je da sezonske promjene posmatrane isključivo kroz kvalitativni sastav pružaju u mnogome druđačiju sliku od one dobivene kvalitativno-kvantitativnom analizom zajednica. Uzroci krupnih bioloških razlika između istraživanih izvorišta dosta su jasni. Mnogi podaci iz ove studije, a naročito izostanak velikog broja vrsta i čitave jedne klase algi, ukazuju na mogućnost da voda vrela Radobolje uključuje određene faktore koji djeluju ograničavajuće na razvoj mnogih mikrofita. Među podacima hemijske analize ima mnogo faktora koji bi mogli biti označeni »odgovornim« za navedena ograničavanja. Dolaze u obzir, npr. razlike u ukupnoj tvrdoći i alkalinitetu, razlike u puferskoj moći, različit sadržaj sulfata i magnezije. Ipak, posebnu pažnju privlače vrlo niske vrijednosti kalija koje su zabilježene u vodi vrela Radobolje. Moguće je da se ovdje kalij javlja kao »element u minimumu«. Vjerovatno da kalij nije i jedini ograničavajući faktor, ali da se radi o elementu u minimumu govori činjenica da perifiton u izvořišnim potocima, u odnosu na taložnike, pokazuje za 11,3% viši indeks sličnosti. Naime, struјa vode, kao što je već pomenuto, pospješuje prijem mineralnih materija od strane algi i, kao što može time da uvjetuje eutrofiju, ona takođe može da ublaži ograničavajuće djelovanje minerala u minimumu.

Veća opšta raznovrsnost perifitona u lentičkim staništima istraživanih izvorišta u izvjesnoj je suprotnosti sa shvatanjem da umjerena struјa vode pruža veće mogućnosti za raznovrsnost. Međutim, naši podaci su u saglasnosti sa rezultatima BACKHAUS-a (1967) koji nalazi da vodena struјa u odnosu na stajaću vodu smanjuje broj vrsta algi.

Sezonsko kolebanje broja vrsta algi i cijanoficeja ima sličan opšti trend u oba izvorišta: broj vrsta je najmanji u kasnu jesen i zimu, krajem zime počinje rasti, da bi u proljeće dostigao maksimum, u toku ljeta se broj vrsta nešto smanjuje i koleba, da bi u jesen ponovo opao. Ovaj opšti trend u znatnoj mjeri je poremećen naglim padom broja vrsta u aprilu 1973. u svim staništima izvorišta Mošćanice. Ta pojava se sa znatnom sigurnošću može pripisati eliminatornom djelovanju dugotrajnih mutnoća koje su vladale u pomenutom periodu. Našu pretpostavku potkrepljuje i činjenica da slične pojave nisu zabilježene u izvorištu Radobolje gdje nije bilo zamućenja. Veliko zamućenje obično je posljedica visokog vodostaja i povećanja vodenih struјa. Često je redukcija broja vrsta i jedinki pripisivana samo djelovanju posljednja dva faktora. No, činjenica da je broj vrsta reducirani i u takvim objektima kao što su taložnik i mali bazen, u kojima povišenje vodostaja ne rezultira značajnjim povećanjem vodenih struјa, ukazuje na to da uz djelovanje struje treba računati i sa negativnim uticajem mutnoća. Njihov uticaj se, vjerovatno, realizuje kroz smanjenu transparen-

ciju svjetla i mehaničko djelovanje partikula. Kao što ćemo kasnije vidjeti, uticaji mutnoća na sličan se način odražavaju i na produkciju perifitona.

Numerička metoda »indeksa sličnosti« dala je vrlo informativne rezultate koji ne zahtijevaju posebnu diskusiju. Na ovome mjesetu će biti još jednom ukazano na veliku sličnost ili čak identičnost u raspodjeli koeficijenata sličnosti mjesecnih uzoraka iz pojedinih postaja istog izvorišta, koje se jedino ovom metodom otkrivaju. Ova metoda je, takođe, bila u mogućnosti da otkrije izvjesne korelacije između hemijskih faktora i kvalitativnog sastava perifitona (npr. XII mjesec u potoku Radobolje), koje drugim metodama nisu mogle biti jasno utvrđene.

Određivanje, imenovanje i strogo razgraničavanje zajednica po metodama fitocenologije u osnovi bazira na težnji za generalizacijama, što u konkretnim slučajevima može dovesti do nepodudarnosti između naziva zajednice i realnog stanja u njoj. Osim toga, osjetljivo reagovanje algi na uslove sredine, na čemu biljnocenološke metode uglavnom počivaju, rezultira često time da svaki mikrobiotop uslovjava razvoj specifičnog mikronaselja algi. U tom slučaju nije lako odlučiti koju površinu treba uzeti u obzir da bi se zahvatila jedna jasno definirana zajednica. Zbog toga, kao i uslijed pomenute disperzije oblika unutar izvorišta, u ovome radu je prihvaćeno stanovište elastičnog definiranja zajednica baziranog prvenstveno na kvantitativnim odnosima.

Sezonske promjene gustine pojedinih populacija, koje se ciklički ponavljaju, opšta su pojava u ekosistemima. Kada su u pitanju akvatični ekosistemi nerijetko se ističe dilema, da li se masovni razvoj pojedinih vrsta ili grupa, koje u toku godine slijede jedna drugu, treba smatrati sukcesijom različitih zajednica ili su to samo aspekti jedne iste zajednice (PANKIN 1945, cit BEHRE 1966). Nisu rijetki slučajevi da se imenuju zajednice koje se javljaju samo u određenoj sezoni. No, u ekologiji je jasno precizirano da su sukcesije ireverzibilne promjene u sastavu zajednica, koje su praćene istovremenom evolucijom ekosistema kao cjeline. Prema tome, periodična kolebanja gustine pojedinih populacija mogu se smatrati samo kao niz aspekata jedne iste zajednice (BEHRE 1966). Te promjene STANKOVIĆ (1962) označava kao fenološke i njihovu suštinu objašnjava sljedećim riječima: »U jednom dinamičnom sistemu, koji počiva na uzajamnom dejstvu svojih komponenata, ritmičke promjene jednih nužno moraju izazivati odgovarajuće ritmičke promjene drugih komponenata...«.

Pri relativno stabilnim fizičko-hemijskim uvjetima sredine, sezonski aspekti zajednica perifitona u istraživanim izvorištima uglavnom počivaju na promjenama kvantitativnih odnosa »provodnih formi«. Pored toga, u mnogim slučajevima aspekti nisu sasvim

jasno uočljivi, jer su često najmásovnije vrste, koje daju osnovni ton cijeloj zajednici, vrlo brojne tokom cijele godine tako da maskiraju kolebanja drugih, manje masovnih, »provodnih formi«.

Ako uporedimo zajednice perifitonskih mikrofita koje nasejavaju slična staništa u dva istraživana izvorišta, možemo konstatovati da su one u mnogo čemu slične, ali i da postoje znatne kvalitativne i kvantitativne razlike. S obzirom da su fizičke karakteristike paralelnih biotopa vrlo slične, nema sumnje da su biološke razlike uslovljene razlikama u hemizmu vode. Zanimljivo je da se sezonske promjene zajednica u oba taloženika vremenski podudaraju. Pri dnu oba taložnika sezonske promjene asocijacija su jednakog nejasne. Ova pojava, vjerovatno, stoji u vezi sa slabijim kolebanjem faktora sredine na ovim dubinama.

Ukupan broj »provodnih formi« u izvorištima je dosta različit. U izvorištu Mošćanice posmatrano je u cijelini za 36% više »provodnih formi« nego u izvorištu Radobolje. Zanimljivo je zapaziti da je u izvorištu Mošćanice, gdje je perifiton raznovrsniji, broj »provodnih formi« veći u lotičkim nego u lentičkim staništima.

Posebno je zanimljiva pojava eutrofne zajednice *Chamaesiphon incrustans-Cocconeis placentula Ulvella fraguens* u izvorišnim potocima. Na kojim ekološkim osnovama počiva razvoj tih zajednica u ovim postajama, teško je odlučiti. Naime, hemizam vode ne pruža direktno pokazatelje eurofije. No, u tekućicama, gdje je prijem mineralnih materija od strane algi povoljniji (WHITFORD i SCHUMACHER 1961), može se očekivati »eutrofirajuće djelovanje vodene struje« (RUTTNER 1962). Dva člana ove zajednice, *Chamaesiphon* i *Ulvella*, javljaju se u gotovo svim staništima, naročito u izvorištu Mošćanice. To može značiti da voda već od izvora sadrži elemente eurofije, ali da oni u raznim postajama različito dolaze do izražaja.

Mali bazen u izvorištu Mošćanice naseljen je zajednicom perifitona koja se u velikoj mjeri, naročito u kvalitativnom pogledu, razlikuje od zajednica u drugim postajama. Ovu specifičnost moguće je objasniti osobujnošću ekoloških prilika koje su karakterizirane određenom kombinacijom hemizma vode, usporenog toka i jake zasjenjenosti.

REZIME

Studiran je razvoj perifitona u otvorenim uređajima vodo-voda instaliranim na krškim vrelima Mošćanice kod Sarajeva i Radobolje kod Mostara. U cilju komparacije, studijama su obuhvaćeni i važniji prirodni objekti u izvorišnim područjima. Istraživani su: kvalitativna i kvantitativna struktura, te cenološki odnosi mikrofitskih komponenata perifitona.

Vode istraživanih izvora imaju opšte karakteristike hladno-stenotermnih krških vrela. U tom okviru one se međusobno razlikuju u mnogim hemijskim osobinama, kao što su: alkalinitet, sadržaj CO₂, puferska moć, odnos magnezija i kalcija, sadržaj sulfata i, naročito, odnos natrija i kalija.

Uzorci perifitona dobiveni su potapanjem pleksiglas pločica. Komparativne analize su pokazale da pleksiglas ne ispoljava selektivno djelovanje na rast perifitonskih mikrofita. Kvalitativni sastav perifitonskih mikrofita u istraživanim izvorištima je vrlo različit. Posmatrana su ukupno 134 oblika. Samo 47% taksona su zajednički za oba izvorišta. U izvorištu Radobolje nađeno su 72 oblika, prema 124 u izvorištu Mošćanice. Conjugatae u izvorištu Radobolje uopšte nisu bile zastupljene. Moguće je pretpostaviti da vode toga vrela uključuju ograničavajuće faktore za razvoj mnogih vrsta algi i cijanoficeja. Najvjerojatnije je da glavna ograničavajuća djelovanja potiču od malog sadržaja kalija i nepovoljnog odnosa kalija i natrija.

Distribucija vrsta po staništima pokazuje da lentička područja pružaju veće mogućnosti za raznovrsnost perifitonskih mikrofita. Numerička analiza na bazi JACCARD-ovog »koeficijenta sličnosti« zahtjevala je primjenu kompjuterske tehnike. Grupiranje uzorka prema stepenu sličnosti izvršeno je po metodi MOUNFORD-a (1962). Rasporед grupa u dendrogramima pokazao je da kritični nivo sličnosti od 60% dobro razgraničava kvalitativni homogenitet.

Alge su u velikoj mjeri disperzno raspoređene po biotopima unutar jednog izvorišta. Zbog toga je za fitocenološke svrhe morao biti primijenjen kvalitativno-kvantitativni kriterij usmjeren na određivanje »provodnih formi« (Leitformen). Time su dobiveni rezultati koji su mogli poslužiti za fitocenološka zoniranja izvorišta. U oba izvorišna potoka prisutna je zajednica *Chamaesiphon incrassans-Cocconeis placentula-Ulvella frequens*, koja je karakteristična za eutrofne tekućice (BUTCHER 1932). Sezonski aspekti posmatranih zajednica zasnivaju se poglavito na kvantitativnim promjenama u populacijama »provodnih formi«.

Zusammenfassung

Die Entwicklung des Aufwuchses ist in offenen Wasserleitungsanlagen der Karstquellen Mošćanica bei Sarajevo und Radobolja bei Mostar untersucht worden. Zu Komparationszwecken wurden wichtigere natürliche Objekte innerhalb der Quellgebiete gleichfalls untersucht. Die Untersuchungen umfassten die qualitative und quantitative Struktur sowie die coenologischen Verhältnisse der Mikrophytenkomponente des Aufwuchses.

Die Gewässer der untersuchten Quellgebiete weisen die üblichen Merkmale kalter, stenothermer Karstquellen auf. Innerhalb dieses Rahmens unterscheiden sie sich in vielen chemischen Eigenschaften, wie in der Alkalinität, dem Gehalt an CO₂, der Pufferkapazität, im Verhältnis des Magnesiums zum Kalcium, im Gehalt an Sulfaten und besonders im Verhältnis Natrium zu Kalium.

Die Proben des Aufwuchses wurden auf untergetauchten Plexiglasplättchen gewonnen. Vergleichende Analysen haben ergeben, dass sich Plexiglas nicht selektiv auf das Wachstum des Aufwuchses auswirkt.

Die qualitative Zusammensetzung der Aufwuchsmikrophyten ist in den untersuchten Quellgebieten sehr verschiedenartig. Insgesamt wurden 134 Taxa gefunden. Von ihnen sind nur 47% beiden Quellgebieten gemeinsam. Im Quellgebiet der Radobolja sind 72 Taxa gegenüber 124 in jenem der Mošćanica vertreten. Conjugatae konnten im Quellgebiet der Radobolja überhaupt nicht festgestellt werden. Es wird angenommen dass im Wasser dieser Quelle begrenzende Faktoren wirken die Entwicklung vieler Algen und Cyanophyceen verhindern. Diese Wirkung dürfte durch den geringen Gehalt an Kalium dem ungünstigen Verhältnis des Kaliums zum Natrium hervorgerufen werden.

Die Verteilung der Arten auf den Standorten weist darauf hin dass lentiche Gebiete grössere Möglichkeiten für verschiedenartigere Aufwuchsmikrophyten bieten. Die numerische Analyse der qualitativen Daten nach Jaccard's »Ähnlichkeitskoeffizient« erforderte die Anwendung der Computertechnik. Das Gruppieren der Proben nach dem Ähnlichkeitsgradurde nach der Methode von MOUNFORD (1962) durchgeführt. Aus der Verteilung der Gruppen in den Dendrogrammen ist zu entnehmen, dass das kritische Niveau der Ähnlichkeit von 60% die qualitative Homogenität gut trennt. *Sphaerotilus dichotomus* (COHN.) MIG.

Die Algen befinden sich meist in disperser Verteilung in den Biotopen innerhalb eines Quellgebiets. Daher musste für phytocoenologische Zwecke das qualitativ-quantitative Kriterium zur Bestimmung der »Leitformen« angewendet werden. Dadurch wurden Resultate erzielt die zur phytocoenologischen Zonierung der Quellgebiete dienen konnten.

In beiden Quellgebieten ist die Gesellschaft *Chamaesiphon incrustans* — *Coccineis placentula* — *Ulvella frequens* vertreten, die für eurotropische Gewässer charakteristisch ist (BOTCHER 1932). Die jahreszeitlichen Aspekte der beobachteten Gesellschaften äussern sich hauptsächlich in quantitativen Änderungen in den Populationen der »Leitformen«.

LITERATURA

- BACKHAUS, D. (1967): Ökolooische Untersuchungen an den Aufwuchsalgen der obersten Donau und ihrer Quellflüsse. I. Voruntersuchungen. — Arch. Hydrobiol. (Suppl. XXX), 4, 364—399.
- BACKHAUS, D. (1968): Ökologische Untersuchungen an den Aufwuchsalgen der obersten Donau und ihrer Quellflüsse. II. Die räumliche und zeitliche Verteilung der Algen. — Arch. Hydrobiol. (Suppl. XXIV), 1/2, 24—73.
- BACKHAUS, D. und SANDERS, U. (1967): Zur Chemie der Donauquellflüsse Breg und Brigach und des obersten Donauabschnittes bis zu Versickerung bei Immendingen. — Arch. Hydrobiol. (Suppl. XXX), 3, 228—305.
- BEHLILOVIĆ, S. (1964): Geologija Čabulje planine u Hercegovini. — Geološki glasnik, knj. IV.
- BEHRE, K. (1966): Zur Algensociologie des Süßwassers. — Arch. Hydrobiol., 62, 2, 125—164.
- BRETSCHKO, G. (1966): Untersuchungen zur Phosphatführung alpiner Gletscher—Abflüsse. — Arch. Hydrobiol., 62, 327—334.
- BUTCHER, R. W. (1932): Studies in the ecology of rivers. II. The microflora of rivers with special reference to the algae on the river bed. — Ann. Bot. London, 46, 813—861.
- BUTCHER, R. W. (1949): Problem of distribution of sessile algae in running water. — Verh. Internat. Verein. Limnol., 10, 98—103.
- BUTCHER, R. W. (1955): Relation between biology and the polluted condition of the Trent. — Verh. Internat. Verein. Limnol., 12, 823—827.
- CLASEN, J. und BERNNARD, H. (1969): Die Remobilisierung von Phosphaten und Mikronährstoffen und ihre Wirkung auf die Planktonproduktion in Modellgewässern. — Arch. Hydrobiol., 65 (4), 523—538.
- COOKE, W. B. (1956): Colonization of arteficial bare areas by microorganisms. — Bot. Rev. 22 (9), 613—638.
- DOUGLAS, B. (1958): The ecology of the attached diatoms and other algae in a small stony stream. — J. Ecol., 46, 295—322.
- GEITLLER, L. (1927): Über Vegetationsfärbungen in Bächen. — Biologia Generalis, 3, 791—814.
- GUNTOW, R. B. (1955): An investigation of the periphyton in a riffle of the West Gallatin River, Montana. — Trans. Amer. Microscop. Soc., 74, 278—292.
- HÖLL, K. (1968): Untersuchung Beurteilung Aufbereitung von Wasser. (IV. Auflage). — Walter de Gruyter und Co. Berlin.
- HORNUNG, H. (1959): Floristisch-ökologische Untersuchungen an der Echaz unter besondere Berücksichtigung der Verunreinigung durch Abwässer. — Arch. Hydrobiol., 55 (1), 52—126.
- HUTNER, S. H., PROVASOLI, L., SCHATZ, A. and HASKINS, C. P. (1950): Some approaches to the study of the role of metals in the metabolism of microorganisms. — Proc. Amer. Phil. Soc., 94, 192—170.
- MÄDLER, K. (1961): Untersuchungen über den Phosphorgehalt von Bächen. — Int. Rev. ges. Hydrobiol., 46, 75—83.
- MATONIČKIN, I. i PAVLETIĆ, Z. (1967): Tipovi vrela jugoslovenskih krških rijeka i njihove biocenološke karakteristike. — JAZU »krš Jugoslavije«, 5, 127—137.
- MATONIČKIN, I., PAVLETIĆ, Z., HABDIJA, I. i STILINOVIĆ, B. (1969): Prilog limnologiji gornjeg toka rijeke Save. — Ekologija, 4 (1), 91—124.

- MOUNFORD, M. D. (1962): An index of similarity and its application to classificatory problems. — *Progress of Soil Zoology*, P. W. Murphy (Ed) London, 43—50.
- MÜLLER, G. (1967): Beziehungen zwischen Wasserkörper, Bodensediment und Organismen im Bodensee. — *Naturwiss.*, 54, 454—466.
- NEAL, C. E., PATTEN, C. B. and DE POE, CH. E. (1968): Periphyton growth on artificial substrates in a radioactively contaminated lake. — *Ecology*, 48 (2), 918—923.
- PAVLETIĆ, Z. (1957): Prilog poznavanju briofita na slapovima rijeke Krke u Dalmaciji. — »Rad« JAZU, 312, 95—130.
- PAVLETIĆ, Z. i MATONIČKIN, I. (1965): Biološka klasifikacija gornjih tijekova kraških rijeka. — *Acta botanica croatica*, 24, 151—162.
- PETRIK, M. (1960): Karakteristike vode na dalmatinskom kršu. — JAZU »Krš Jugoslavije« 6, 563—580.
- RUTTNER, F. (1962): *Grundriss der Limnologie*. — Walter De Gruyter und Co., Berlin.
- SCHWOERBEL, J. (1971): *Einführung in die Limnologie*. — Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- SHARON-D. BROWN (1969): Grouping plankton samples by numerical analysis. — *Hydrobiologia*, 33, (3—4), 289—301.
- SLADEČKOVA, A. (1960): Limnological study of the reservoir Sedlice near Želiv. XI. Periphyton stratification during the first yearlong period (June 1957 — July 1958). — *Sborník VŠCHT* — Praha, (Technologie vody), 4 (2), 143—261.
- SLADEČKOVA, A. (1962a): Limnological investigation methods for the periphyton (»Aufwuchs«) community. — *Bot. Rev.* 28, (2), 286—350.
- SLADEČKOVA, A. (1962b): Limnological study of the reservoir Sedlice near Želiv. XX. Periphyton stratification during the second Year-long period (August 1958 — June 1959), — *Sborník VŠCHT*. Praha, (Technologie vody), 6 (1), 221—291.
- SLADEČKOVA, A. (1963): Limnological study of the reservoir Serlice near Želiv. XXIII. Periphyton production. — *Sborník VŠCHT*. Praha, (Technologie vody), 7 (2), 77—133.
- STANKOVIĆ, S. (1962): Ekologija životinja. — Zavod za izdavanje udžbenika N. R. S. Beograd.
- THIENEMANN, A. (1924): Hydrobiologische Untersuchungen an Quellen. — *Arch. Hydrobiol.*, 14, 151—190.
- THIENEMANN, A. (1925): Die Binnengewässer Europas. — *Binnengewässer*, 1., Stuttgart.
- THIENEMANN, A. (1926): Hydrobiologische Untersuchungen an den kalten Quellen und Bächen der Halbinsel Jasmund auf Rügen. — *Arch. Hydrobiol.*, 17, 221—336.
- UHLMANN, D. (1967): Beitrag zur Limiologie saprotropher Flachgewässer. — *Arch. Hydrobiol.* 63 (1), 1—85.
- VENKATESWARLU, V. (1969): An ecology study of the algae of the River Moosi, Hyderabad (India) with special reference to water pollution. III The algal periodicity. — *Hydrobiologia*, 34 (3—4), 533—560.
- WILLIAMS, C. B. (1949): Jaccards generic coefficient and coefficient of flora community in relation to the logarithmic series and the index of diversity. — *Ann. Bot. N. S.*, 13, 53—58.
- WHITFORD, L. A. and SCHUMACHER, G. J. (1964): Effect of current on respiration and mineral uptake in *Spirogyra* and *Oedogonium*. — *Ecology*, 45, 168—170.

SISTEMATSKI POPIS PERIFITONSKIH MIKROFITA

B A C T E R I O P H Y T A*

Red: Chalmidobacteriales

Sphaerotilus dichotomus (COHN.) MIG.
(*Cladothrix dictoma* COHN.)

C Y A N O P H Y T A

CYANOPHYCEAE

Red: Chroococcales

Microcystis sp. (KÜTZ.) ELENK.
Gomphosphaeria lacustris CHODAT
Merismopedia elegans A. BR.
Merismopedia glauca (EHR.) NÄG.

Red: Pleurocapsales

Xenococcus kernerii HANSG.
Xenococcus minimus GEITL.
Oncobrysa rivularis AG.

Red: Dermocarpales

Chamaesiphon confervicola A. BR.
Chamaesiphon fuscus (ROSTAF.) HANSG.
Chamaesiphon incrustans GRUN.
Chamaesiphon incrustans f. *elongatus* (STARM.) HOLLERB.
Chamaesiphon sp.

Red: Oscillatoriales

Pseudanabaena catenata LAUTERB.
Oscillatoria amoena (KÜTZ.) GOM.
Oscillatoria terebriformis f. *beggiatoaformis* (AG.) ELENK.
Phormidium favosum (BORY) GOM.
Phormidium foveolarum? (MONT.) GOM.
Phormidium henningsii LEMM.
Phormidium inundatum KÜTZ.
Phormidium retzii GOM.
Phormidium subfuscum KÜTZ.
Phormidium uncinatum GOM.
Lyngbya aestuarii (MERT.) LIEBM.

* Uzete su u obzir samo končaste bakterije koje su se mogle direktno pod mikroskopom posmatrati.

Lyngbya nigra AG.

Lyngbya aestuarii (MERT.) LIEBM.

Lyngbya sp. AG.

C H R O M O P H Y T A

CHRYSORHIZOPHYCEAE

Red: Chrysocapsales

Hydrurus foetidus AG.

XANTHOPHYCEAE

Red: Mischooccales

Botryochloris cumulata PASCHER

Mischococcus confervicola NAG.

Red: Heterotrichales

Tribonema intermixtum PASCHER

Tribonema minus HAZEN

Tribonema monochloron PASCHER et GEITL.

Tribonema viride PASCHER

Tribonema vulgare PASCHER

Red: Botrydiales

Vaucheria uncinata KÜTZ.

BACILLARIOPHYCEAE (DIATOMEAE)

Red: Centrales

Melosira varians AG.

Cyclotella comta (EHR.) KÜTZ.

Diatoma hiemale (LYNGB.) HEIBERG

Diatoma hiemale var. *mesodon* (EHR.) GRUN.

Meridion circulare AG.

Fragilaria capucina DESMAZIERES

Fragilaria pinnata EHR.

Synedra minuscula GRUN.

Synedra ulna (NITZSCH.) EHR.

Eunotaia pectinalis var. *minor* (KÜTZ.) RABENH.

Cocconeis placentula EHR.

Cocconeis placentula var. *euglypta* (EHR.) CLEVE

Achnanthes affinis GRUN.

- Achnanthes hauckiana* GRUN.
Achnanthes lanceolata BREB.
Achnanthes lanceolata var. *eliptica* CLEVE
Achnanthes lanceolata var. *rostrata* (OSTR.) HUST.
Achnanthes lanceolata f. *ventricosa* HUST.
Achnanthes marginulata GRUN.
Achnanthes minutissima KÜTZ.
Amphibleura pellucida KÜTZ.
Stauroneis smithii GRUN.
Naviculata cryptocephala KÜTZ.
Navicula cryptocephala var. *exilis* (KÜTZ.) GRUN.
Naviculata gracilis EHR.
Naviculata radiosă KÜTZ.
Cymbella affinis KÜTZ.
Cymbella naviculiformis AUERSWALD
Cymbella parva (W. SMITH) CLEVE
Cymbella ventricosa KÜTZ.
Gomphonema acuminatum var. *coronata* (EHR.) W. SMITH
Gomphonema angustatum var. *producta* GRUN.
Gomphonema angustatum var. *linearis* HUST.
Gomphonema intricicatum var. *pumila* GRUN.
Gomphonema longiceps var. *subclavata* GRUN.
Gomphonema parvulum KÜTZ.
Denticula tenuis var. *crassula* (NÄG.) HUST.
Nitzschi acicularis W. SMITH
Nitzschia fonticola GRUN.
Nitzschia stagnorum RABH.
Nitzschia hantzschiana RABH.
Nitzschia kützingiana HILSE
Nitzschia linearis W. SMITH
Nitzschia recta HANTZSCH
Surirella angustata KÜTZ.
Surirella angustata var. *constricta* HUST.
Surirella ovata KÜTZ.
Surirella ovata var. *pinnata* (W. SMITH) HUST.

C H L O R O P H Y T A
 CHLOROPHYCEAE
 Red: Chlorococcales

- Palmella miniata* LEIBL.
Sphaerobotrys fluviatilis BUTCHER
Gloeocystis ampla RABH.
Chlorella vulgaris BEYER.
Scenedesmus obliquus (TURP.) KÜTZ.
Ankistrodesmus convolutus (RABH.) CORDA

Red: *Ulotrichales*

Ulothrix implexa KÜTZ.

Ulothrix tenerima KÜTZ

Ulothrix variabilis KÜTZ.

Ulothrix zonata KÜTZ.

Hormidium subtile HEERING

Binuclearia tectorum? (KÜTZ.) BEGER et WICHMANN

Stigeoclonium aestivale (HAZEN) COLLINS

Stigeoclonium (variabile) bertholdianum HEERING

Stigeoclonium farctum BERTHOLD

Stigeoclonium longearticulatum (HANSG, HEERING)

Stigeoclonium lubricum? KÜTZ.

Stigeoclonium longipilum KÜTZ.

Stigeoclonium möbiusianum COLLINS

Stigeoclonium protensum (DILLW.) KÜTZ.

Stigeoclonium stagnatile (HAZEN) COLLINS

Stigeoclonium sp. PUZAJUĆI DIO TALUSA ČEL. 6—8×8—15 µ)

Stigeoclonium sp.

Caespitella paschieri VISCHER

Gongrosira deboryana RABENH.

Gongrosira disciformis FRITSCH

Gloeopax weberi SCHMIDLE

Microthamnion kützingianum NÄG.

Microthamnion strictissimum RABENH.

Aphanochaete repens A. BR.

Ulvella frequens BUTCHER

Ulvella beesley FRITSCH

Microspora amoena var. *gracilis* (WILLE) De TONI

Microspora quadrata HAZEN

Microspora rufescens (KÜTZ.) LAGERH.

Microspora tumidula HAZEN

Microspora willeiana LAGERH.

Oedogonium fonticola A. BR.

Oedogonium sp. (10—16 µ × 30—60 µ)

Oedogonium sp. (35—60 µ × 35—120 µ)

CONJUGATOPNYCEAE (CONJUGATAE)

Red: Zygemales

Spirogyra varians (HASS.) KÜTZ.

Spirogyra sp. (Ø 20—30 µ)

Spirogyra sp. (\varnothing 48—60 μ)
Mougeotia reinschii? TRANSEAU
Mougeotia sp. (30—40 μ)

Red: Desmidiales

Closterium diane var. brevius (WITTR.) PETKOFF
Closterium ehrenbergii BENNEGH.
Pleurotaenium trabecula (EHR.) NÄG.
Cosmarium tumens NORDS.

SINIŠA BLAGOJEVIC

Prirodno-matematički fakultet u Sarajevu

**SEZONSKE PROMJENE I VERTIKALNA DISTRIBUCIJA
PERIFITONSKIH MIKROFITA U DVA KRŠKA
IZVORIŠTA**

JAHRESZEITLICHE ANDERUNGEN UND VERTIKALEN VERTEILUNG
DES MIKROPHYTENAUFWUCHSES IN ZWEI QUELLGEBIETEN DES
KARSTES

Mikrofite perifitonskih zajednica čine jednu od glavnih hidrobioloških komponenti u izvorišnim područjima tekućica, kao i u otvorenim uređajima vodovoda koji su na tim izvorištima instalirani. Perifiton krških vrela i izvorišnih područja do sada gotovo da i nije istraživan. Međutim, moguće je očekivati da će hidrološke i fizičko-hemiske specifičnosti voda krških izvora imati odraza u različitim aspektima života perifitona.

U okvirima ovoga rada prikazane su sezonske promjene i vertikalna distribucija perifitonskih algi i cijanoficeja u izvorištima Mošćanice kod Sarajeva i Radobolje kod Mostara. Sticanje uvida u sezonske promjene populacija pojedinih algi ima veliki značaj za upoznavanje endogene prirode vrsta, kao i za sagledavanje ekoloških karakteristika biotopa, koje se ispoljavaju kroz uticaje abiotičkih faktora na populacije. Osnovni interes u ovoj oblasti jeste otkrivanje kvantitativnih promjena populacija u funkciji sezonskih ciklusa. U vodenim tokovima sa većom dubinom takođe je značajno i pitanje vertikalne distribucije populacija pojedinih vrsta mikrofita. Istraživanja ovoga problema imaju širok teoretski značaj. U vodovodnim uređajima, kao što su taložnici i akceleratori, pitanje vertikalne distribucije mikrofita je i od velikog praktičnog interesa.

Topografski, geološki i hidrološki podaci o istraživanim područjima, opis lokaliteta i fizičko-hemiske karakteristike izvorskih voda dati su u radu BLAGOJEVIĆ (1974).

METODE I MATERIJAL

Sezonske promjene i vertikalna distribucija perifitonskih mikrofita studirani su na materijalu dobivenom potapanjem vještačkih supstrata. Kao podloga za rast perifitona služile su pleksiglas pločice određenih dimenzija. Iscrpni podaci o metodama rada i materijalu dati su u radu BLAGOJEVIĆ (1974).

REZULTATI I DISKUSIJA

Sezonske promjene (fluktuacije) populacija

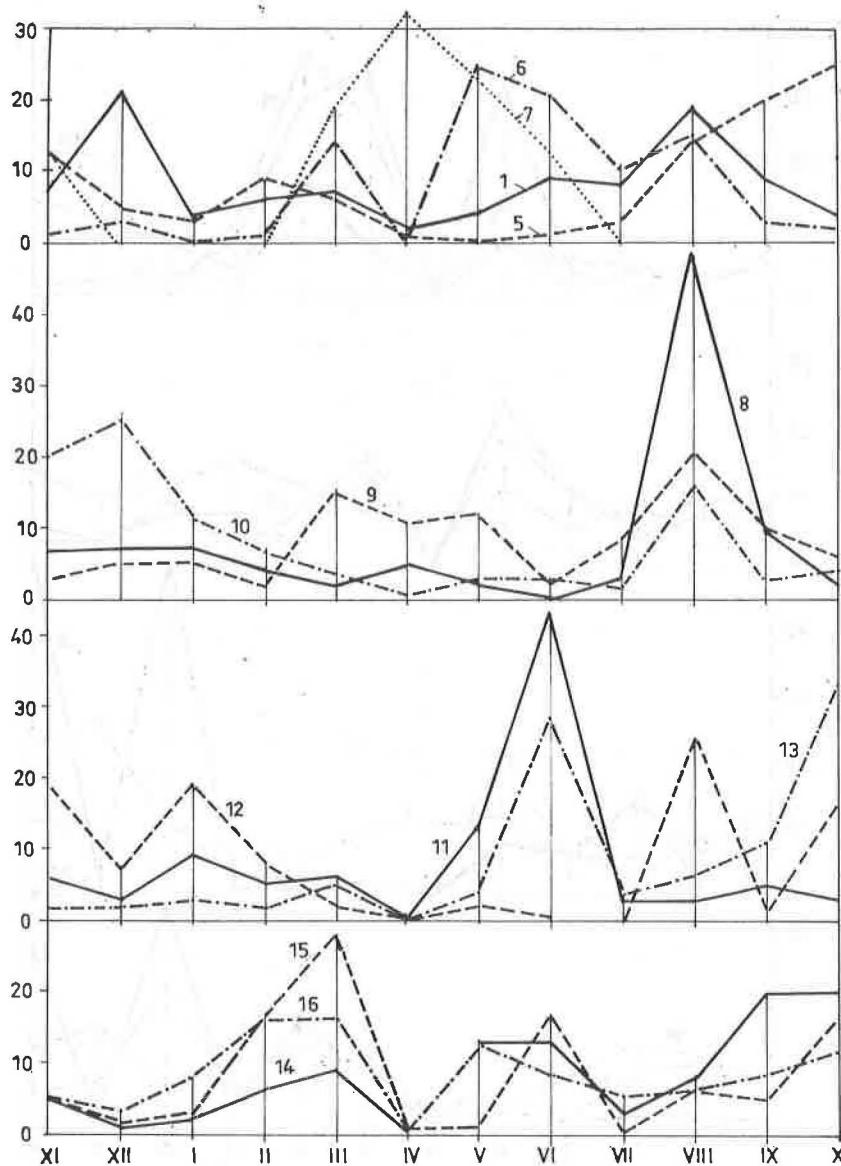
U pogledu grupiranja algi s obzirom na sezonske promjene, do sada su predložena različita rješenja. RAABE (1951, cit. SCHEELE 1952) i SCHEELE (1952), na osnovu ostvarenja maksimuma rasta u jednoj ili više sezona, dijele alge u četiri grupe. BUTCHER (1949) nalazi tri grupe bazirane na tipu pojave populacija (konstantne, varijante i slučajne). ZAFAR (1967), takođe na osnovu tipa pojave, dijeli alge u tri grupe (konstante, efemerne i rijetke). BACKHAUS (1968) vrši podjelu prema stepenu variranja na: vrste sa jako, srednje i malo izraženim periodicitetom.

U okvirima ove studije, u konkretnom određivanju sezonskih fluktuacija pojedinih populacija, pošlo se od shvatanja da sezonsku periodičnost ne treba uslovjavati nivoom brojnosti (redom veličine), jer i visoko abundantne kao i manje brojne forme mogu, i ne moraju, svaka u nivou svoga reda veličine pokazivati sezonska kolebanja brojnosti populacija. Zbog toga su kao osnova za komparacije uzete relativne vrijednosti sezonskih fluktuacija. S druge strane, smatrano je ispravnim da se sezonske fluktuacije posmatraju u okvirima izvorišta kao cjeline, a ne u okvirima pojedinih postaja. Na taj način, rezultati prikazani slikama 1, 1a, 2. i 2a. predstavljaju relativne vrijednosti dobivene na bazi ukupnih brojnosti vrste u svim staništima jednog izvorišta. S obzirom na krupne klimatske i druge razlike, spajanje rezultata iz oba izvorišta nije se pokazalo podobnjim.

U pogledu grupiranja algi vlastita posmatranja dovela su do stava da je nužno vršiti diferencijaciju između: a) dužine (tipa) javljanja vrsta (konstante, efemerne i sl.) i b) veličine njihovih kvantitativnih oscilacija (sa maksimumima, bez maksimuma). Na osnovu toga prihvaćena je podjela na tri osnovne grupe i dvije podgrupe (Slova M i R u zagradama označavaju slučajeve kada se vrsta javlja u oba izvorišta, a podatak se odnosi samo na jedno od njih):

1. Vrste prisutne u toku cijele godine

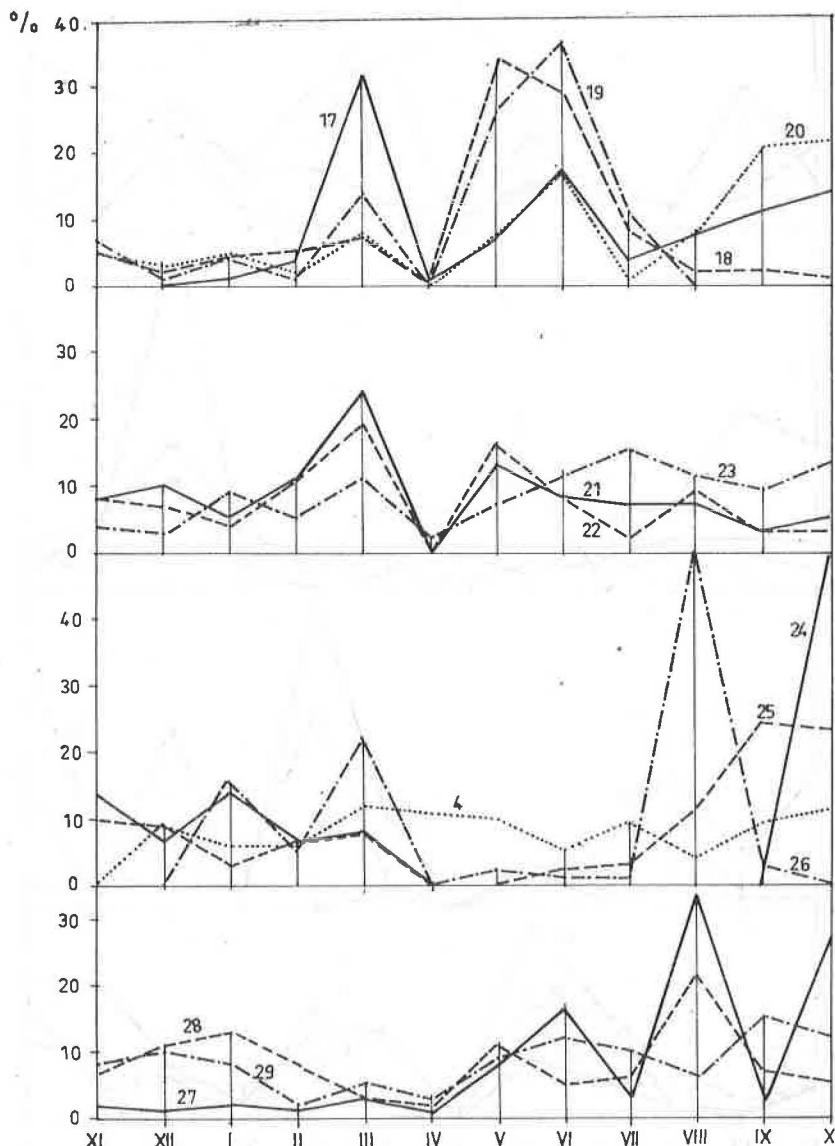
a) bez jasnog maksimuma: *Microcystis sp* (R), *Meridion circulare* (M), *Coccconeis placentula* (M), *Ulvella frequens*;



Sl. 1. Relativne sezonske fluktuacije populacija pri mjesecnom rastu perifitona u izvorištu Mošćanice.

Abb. 1. Relative jahreszeitliche Schwankungen der Populationen im monatlichen Wachstum des Aufwuchses im Quellgebiet der Mošćanica.

1. CHAMAESIPHON INCRUSTANS, 5. PHORMIDIUM FAVOSUM, 6. PHORMIDIUM SUBFUSCUM, 7. PHORMIDIUM UNCIINATUM, 8. PHORMIDIUM FOVEOLARU, 9. XENOCOCCUS KERNERI, 10. MISCHOCOCCUS CONFERVICOLA, 11. ACHNANTHES LANCEOLATA, 12. CYMBELLA VENTRICOSA, 14. ACHNANTHES MINUTISSIMA, 15. DENTICULA TENUIS VAR. CRASSULA, 16. DIATOMA HIEMALE VAR. MESODON,



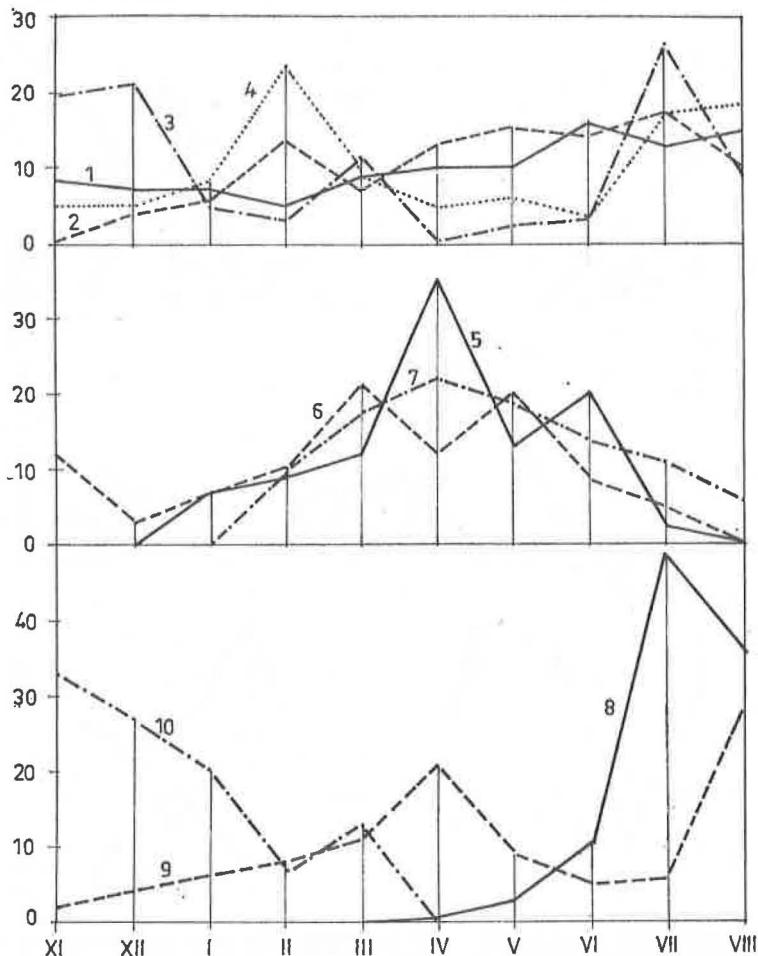
Sl. 1a. Relativne sezonske fluktuacije populacija pri mjesečnom rastu perifitona u izvorištu Mošćanice.

Abb. 1a. Relative jahreszeitliche Schwankungen der Populationen im monatlichen Wachstum des Aufwuchses im Quellgebiet der Mošćanica.

17. *FRAGILARIA PINNATA*, 18. *GOMPHONEMA ANGUSTATUM* VAR. *PRODUCTA*,
 19. *SURIRELLA ANGUSTATA*, 20. *SYNEDRA MINUSCULA*, 21. *FRAGILARIA CAPUCINA*,
 22. *MERIDION CIRCULARE*, 23. *COCCONE, PLACENTULA*, 24. *MICROSPORA AMOENA* VAR. *GRACILIS*, 25. *OEDOGONIUM FONTICOLA*, 26. *MOUGEOTIA REIN SCHII*, 27. *CHAETOPELTIS ORBICULARIS*, 28. *SPAEROBOTRYS FLUVIATILIS*, 29.
ULVELLA FREQUENS.

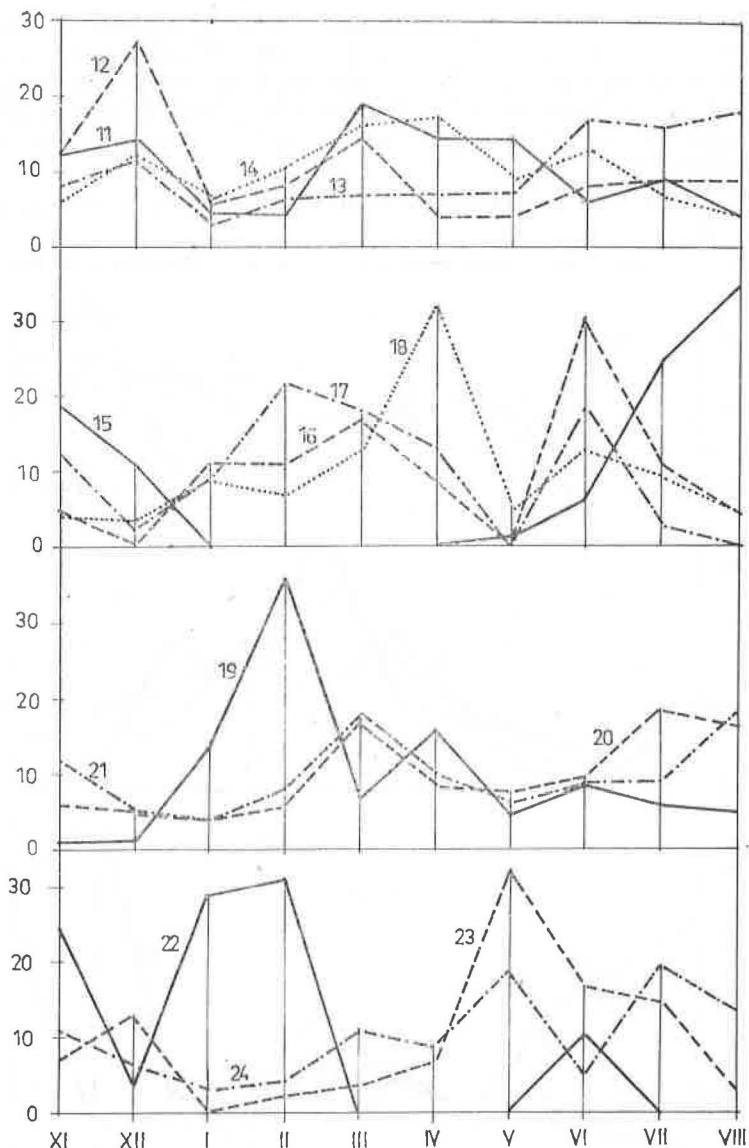
b) sa izraženim maksimumima: *Chamaesiphon incrassans*, *Xenococcus kernerii*, *Phormidium favosum*, *Mischococcus confervicola*, *Achnanthes lanceolata*, *A. minutissima*, *Cymbella ventricosa* (M), *Nitzschia fonticola* (R), *Triubnema minus*, *Diatoma hiemale* var. *mesodon*, *Sphaerobotrys fluviatilis*, *Stigeoclonium (variabile) bertholdianum*.

2. Vrste koje se javljaju u toku jedne ili više sezona, a potom isčezavaju



Sl. 2. Relativne sezonske fluktacije populacija pri mjesecnom rastu perifitona u izvorištu Radobolje.

Abb. 2. Relative jahreszeitliche Schwankungen der Populationen im monatlichen Wachstum des Aufwuchses im Quellgebiet der Radobolja.
 1. APHANOCPASA SP., 2. LYNGBYA SP. (0.8—1u), 3. PHORMINIUM FAVOSUM,
 4. XENOCOCCUS KERNERI, 5. LYNGBYA NIGRA, 6. PHORMIDIUM INUNDATUM, 7.
 PHORMIDIUM SUBFUSCUM, 8. TRIBONEMA INTERMIXTUM, 9. TRIBONEMA MINUS,
 10. TRIBONEMA MONCHLORON.



Sl. 2a. Relativne sezonske fluktuatione populacija pri mjesecnom rastu perifitona u izvoristu Radobolje.

Abb. 2a. Relative jahreszeitliche Schwankungen der Populationen im monatlichen Wachstum des Aufwuchses im Quellgebiet der Radobolje.

11. *ACHNANTHES HAUCKIANA*, 12. *ACHNANTHES LANCEOLATA*, 13. *ACHNANTHES MINUTISSIMA*, 14. *DIATOMA HIEMALE* VAR. *MESODON*, 15. *CYCLOTELLA COMTA*, 16. *FRAGILARIA PINNATA*, 17. *NITZSCHIA HANTZSCHIANA*, 18. *NITZSCHIA LINEARIS*, 19. *NITZSCHIA FONTICOLA*, 20. *COCCONEIS PLACENTULA*, 21. *GOMPHONEMA ANGUSTATUM* VAR. *PRODUCTA*, 22. *HORMIDIUM SUBTILE*, 23. *STIGEOLLONIUM (VARIABILE) BERTHOLDIANUM*, 24. *ULVELLA PREQUENS*.

a) bez jasnog maksimuma: *Microcystis sp.* (M), *Cymbella parva*, *Cymbella ventricosa* (R), *Nitzschia fonticola* (M), *Ulothrix tenerrima* (R).

b) sa izraženim maksimumima: *Fragillaria capucina* (M), *Fragillaria pinnata*, *Surirella angustata*, *Microspora amoena var. gracilis*, *Mougeotia reinschii*.

3. Vrste koje se javljaju sa vrlo kratkim impulsima, neregularno i slučajno: *Merismopedia elegans*, *Oscillatoria terebriformis f. beggiatoaformis*, *Ulvella besley*.

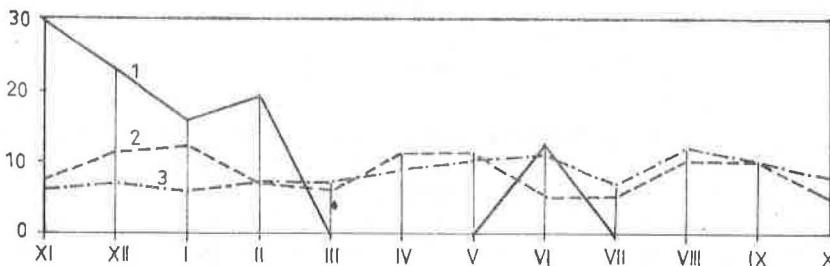
Izneseni podaci odnose se na rezultate analize uzoraka iz mjesecnih serija.

Istražujući zakonitosti kvantitativnih promjena populacija algi u odnosu na sezonske cakluse, mnogi autori dolaze do sličnih, ali i do različitih, zaključaka: BUTCHER (1946), ABDIN (1948) te STARRET i PATRICK (1952) nalaze da alge, gledano u cjelini, maksimume gustine popluacija pokazuju u ljeto, a minimume u zimu. Rezultati SLADEČKOVÉ (1962) pokazuju da neke vrste svoj maksimum postižu zimi, dok se kod drugih to dešava u ljeto. Istraživanja u drugim klimatskim oblastima, PHILIPOSE (1959) i VENKASTESVARLU (1969) u Indiji, pokazuju da fluktuacije algi stoje pod uticajem tamošnjeg rasporeda sezona. Mnogi autori ukazuju na različite faktore sredine kao na moguće uzroke sezonskih promjena mikrofitskih populacija. Tako BACKHAUS (1968) naglašava uticaj vodostaja na sezonski periodicitet algi. HODGETTS (1922), TRESLER i DOMONGALLA (1931) i RAO (1955) nalaze da se maksimumi velikog broja algi podudaraju sa višom temperaturom vode, dok RODHE (1948) smatra da kvantitativne promjene algi stoje pod kontrolom određenih kombinacija temperature i svjetlosti. Često je razmatran i uticaj raznih hemijskih faktora (GONZALVES i JOSHI 1946, NIESSEN 1956, BLUM 1957, ZAFAR 1967, BACKHAUS 1968, VENKASTESVARLU 1969, i dr.). Međutim, rezultati tih istraživanja su raznovrsni i često oprečni.

U istraživanim izvorištima konstatovane su jasne sezonske varijacije mnogih vrsta mikrofita. No, distribucija maksimalnih abundancija populacija na pojedine sezone pokazuje veliku šarolikost i mnoge prelaze između sezona, tako da su moguće samo pojedinačne konstatacije za svaku vrstu. Mnoge vrste algi pokazale su manje ili više različite sezonske varijacije u svakom od istraživanih izvorišta. Tako, npr., *Achnathes lanceolata* u izvorištu Radobolje glavni maksimum postiže u decembru, dok u izvorištu Mošćanice ta vrsta svoj maksimum ostvaruje u aprilu mjesecu. Ove pojave ukazuju na pretpostavku da lokalne ekološke prilike u velikoj mjeri utiču na sezonske promjene algi. Međutim, pokušaji iznalaženja korelacija između sezonskih variranja mikrofita i promjena fizičkih i hemijskih faktora sredine nisu dali značajnije rezultate. Jedino je uočena jasna podudarnost između dugotrajnih mutnoća u izvo-

rištu Moščanice (aprila 1973) i naglog opadanja brojnosti ili potpunog isčeđavanja mnogih populacija. Ta okolnost je, vjerovatno, uslovila da se neke vrste ovdje javljaju sa isprekidanim populacijama.

Dugotrajni razvoj perifitonskih zajednica (godišnje serije) ima takođe uticaja na sezonske fluktuacije populacija. U nekim slučajevima rezultati posmatranja mjesecnih i godišnjih uzoraka

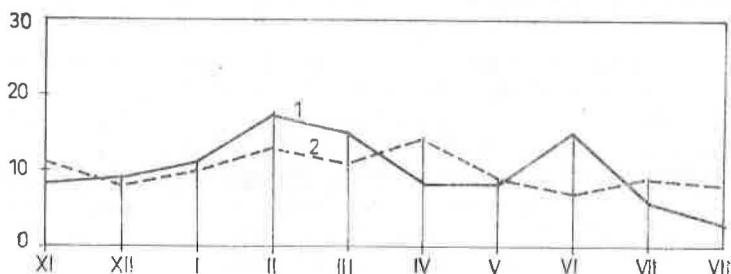


Sl. 3. Relativne sezonske fluktuacije populacija pri kumulativnom rastu perifitona u izvorištu Moščanice.

Abb. 3. Relative jahreszeitliche Schwankungen der Populationen im kumulativen Wachstum des Aufwuchses im Quellgebiet der Moščanica.

1. MISCHOCOCCUS CONFERVICOLA, 2. PHORMIDIUM FAVOSUM, 3. OEDOGONIUM FONTICOLA.

daju, u većoj ili manjoj mjeri, različite slike. Na primjer, *Mischococcus confervicola* pri mjesecnom rastu ima neprekinutu populaciju (sl. 1), dok je pri kumulativnom rastu populacija diskontinuirana (sl. 3). Ili, *Diatoma hiemale var. mesocon* u izvorištu Radobolje u mjesecnim uzorcima pokazuje jasan maksimum (sl. 2a), dok je pri kumulativnom rastu gustina populacije ujednačena (sl. 4).



Sl. 4. Relativne sezonske fluktuacije populacija pri kumulativnom rastu perifitona u izvorištu Radobolje.

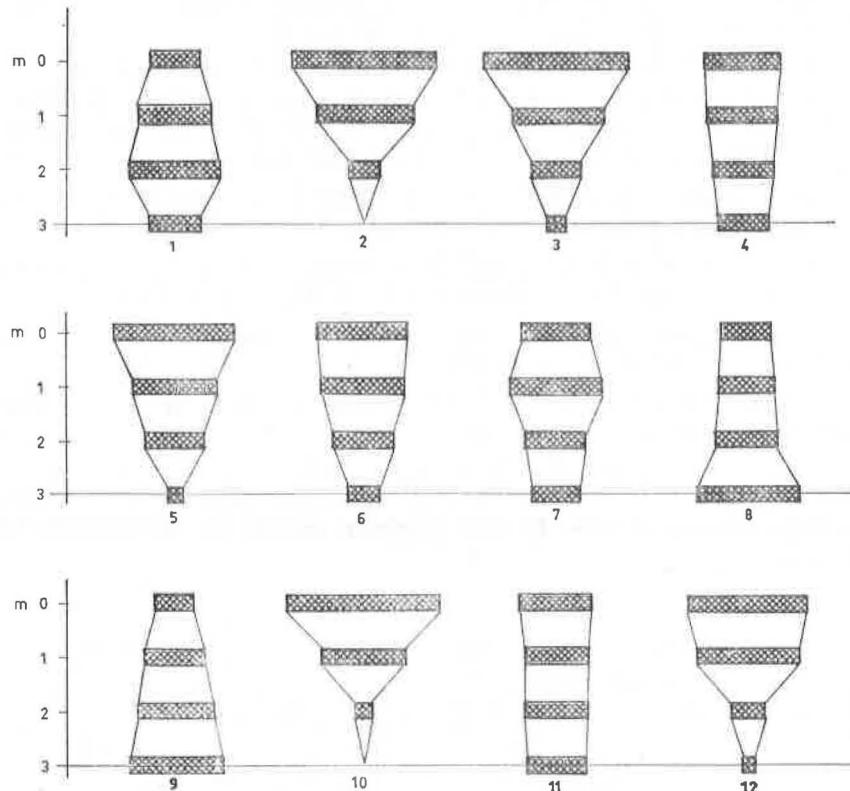
Abb. 4. Relative jahreszeitliche Schwankungen der Populationen im kumulativen Wachstum des Aufwuchses im Quellgebiet der Radobolja.

1. STIGECLONIUM (VARIABLE) BEOTHOLDIANUM, 2. DIATOMA HIEMALA VAR. MESADON.

Vertikalna distribucija

Najveća pažnja vertikalnoj distribuciji algi posvećena je u oblasti planktona u kojoj su do sada obavljena vrlo obimna proučavanja. Podaci o istraživanjima stratifikacije perifitonskih algi u slatkovodnim ekosistemima daleko su rjeđi (KANN 1959, SLADEČKOVA 1960, 1962, NEAL et al. 1968, ERTL et al. 1972). Iako malobrojni, ti podaci jasno pokazuju da perifitonske alge veoma osjetljivo reaguju na dubinu vode.

U okviru ovih istraživanja konstatovano je da se u taložnicima vodovoda, u oba izvorišta, pojedine vrste perifitonskih algi različito odnose prema dubini vode. Velika透parencija čistih izvorskih voda uvjetuje da vertikalne varijacije obično nisu naročito oštре. Vertikalna distribucija perifitonskih algi ovdje je uglavnom izra-



Sl. 5. Relativna vertikalna distribucija nekih vrsta algi i cijanoficeja u taložniku Moščanice.

Abb. 5. Relative vertikale Verteilung einiger Algen und Cyanophyceen im Absatzbecken der Moščanica.

1. PHORMIDIUM FAMOSUM, 2. PHORMIDIUM SUBFUSCUM, 3. TRIBONEMA MINUS,
4. MISCHOCOCCUS CONFERVICOLA, 5. CYMBELLA VENTRICOSA, 6. DIATOMA HIE-
MALE VAR. MESODON, 7. FRAGILARIA PINNATA, 8. GLOEOCYSTIS AMPLA,
9. OEDOGONIUM FONTICOLA, 10. MICROSPORA AMÖENA VAR. GRACILIS, 11. UL-
VILLA FREQUENS, 12. MOUGEOTIA REIN SCHII.

žena kroz kvantitativne odnose u tom smislu što neke vrste u određnim dubinama razvijaju brojnije, a u drugima rjeđe populacije. Međutim, zabilježena je i distribucija koja uključuje i potpunu eliminaciju neke vrste iz određene dubine (Sl. 5).

U pogledu vertikalnog rasporeda populacija pojedinih vrsta perifitonских algi do dubine od tri metra, u istraživanim taložnicima bilo je moguće razlikovati četiri osnovne grupe.

1. Vrste koje najveću brojnost postižu u površinskom sloju vode i sa dubinom smanjuju gustinu populacija ili pak sasvim isčezaaju.

2. Vrste koje najveću brojnost postižu u dubinama 1—2 metra, a prema površini i dnu smanjuju gustinu populacija.

3. Vrste koje su najbrojnije na dubini od 3 metra i sa opadanjem dubine postaju rjeđe ili sasvim isčezaaju.

4. Vrste ± indiferentne na promjene dubine do 3 metra.

Prvoj grupi pripada najveći broj vrsta, kao npr.: *Phormidium subfuscum*, *Tribonema intermixtum*, *T. minus*, *Nitzschia hantzschiana*, *Synedra minuscula*, *Mougeotia reinschii* i dr.

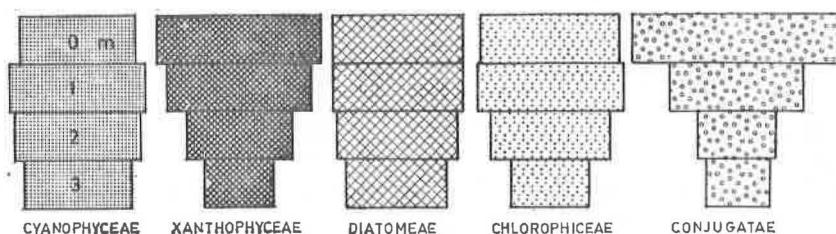
Drugoj grupi pripadaju: *Phormidium favosum*, *Gomphonema angustatum* var. *producta*, *Synedra ulna*, *Surirella ovata*.

Trećoj grupi pripada manji broj vrsta: *Oedogonium foniicola*, *Gomphonema parvulum*, *Lyngbya sp.* *Oscillatoria amoena*.

Četvrta grupa je najmalobrojnija: *Hormidium subtile*, *Ulvella frequens*, *Closterium ehrenbergii*.

Grupe algi, posmatrane na nivou klase, takođe pokazuju određeni odnos prema dubinama vode (Sl. 6. i 7).

Ako se stave u relaciju srednje vrijednosti broja vrsta na određenim dubinama, onda se vidi da se pojedine klase različito ponašaju prema dubini. U tom pogledu mogle su se zapaziti tri grupacije:



Sl. 6. Relativna vertikalna distribucija grupa mikrofita u taložniku Mošćanice.

Abb. 6. Relative vertikale Verteilung einer Gruppe von Mikrophyten im Absatzbecken der Mošćanica.

1. Xanthophyceae i Conjugatophyceae — sukcesivno smanjuju broj vrsta od površine prema dnu.

2. Cyanophyceae i Clorophyceae — najveći broj vrsta postižu na dubini od jednog metra.

3. Diatomeae — na dubinama do 2 metra imaju relativno isti broj vrsta i tek pri dnu broj se neznatno smanjuje.

Međutim, u pogledu vertikalne distribucije ukupnog broja



Sl. 7. Relativna vertikalna distribucija grupa mikrofita u taložniku Radobolje.

Abb. 7. Relative vertikale Verteilung einer Gruppe von Mikrophyten im Absatzbecken der Radobolja.

jedinki sve se klase algi ponašaju jednakom. Ukupan broj jedinki se sukcesivno smanjuje. Zanimljivo je da se pomenute klase jednakom ponašaju u oba izvorišta.

Neki autori ukazuju na različitu vertikalnu distribuciju perifitonskih algi, čak u relacijama unutar jednog metra dubine (KANN 1959, NEAL et al. 1968). S obzirom na različite ekološke prilike istraživanih biotopa, teško je vršiti direktna poređenja naših rezultata o vertikalnoj distribuciji algi sa podacima drugih autora. Tako, SLADEČKOVA (1963a, 1963b) nalazi da *Phormidium*-vrste najveću abundanciju u rezervoaru Sedlice postižu na dubinama oko 2 metra. To se podudara sa vertikalnom distribucijom *Phormidium favosum* posmatranoj u okviru ovih istraživanja. Slična podudarnost može se konstatovati i u distribuciji *Mougeotipa sp.* Međutim, *Oedogonium*-vrste u rezervoaru Sedlice najveće gustine populacija dostižu u dubini oko 1 metar, dok u taložniku Mošćanice *Oedogonium fonticola*, u prosjeku, najveću abundanciju pokazuje na dubini od 3 metra.

Posmatrano u cjelini, u istraživanim taložnicima vodovoda gustina populacija većine vrsta algi i cijanoficeja opada sa porastom dubine. Manji broj vrsta optimum svoga razvoja nalazi na dubinama 1—2 metra, dok je najmanje onih koje ne pokazuju značajnije promjene gustine populacija do dubine od 3 metra. Prema tome, na osnovu rezultata naših istraživanja, moguće je konstatovati da je većina vrsta perifitonskih algi i cijanoficeja

osjetljiva na promjenu dubine vode. Ovaj zaključak stoji u saglasnosti sa nalazima drugih istraživača. Pri relativno istom vertikalnom rasporedu ostalih faktora, sasvim je vjerovatno da razlike u intenzitetu i kvalitetu svjetla u raznim dubinama vode imaju odlučujuću ulogu u vertikalnoj distribuciji autotrofnih mikrofita u istraživanim izvorištima. Mikroklimatski uslovi u debelim slojevima perifitona mogu, takođe, u znatnoj mjeri uticati na vertikalni raspored mikrofita.

REZIME

Vršena su istraživanja sezonskih promjena i vertikalne distribucije perifitonskih algi i cijanoficeja u krškim izvorištima Mošćanice kod Sarajeva i Radobolje kod Mostara. Istraživanjima su obuhvaćeni otvoreni uređaji vodovoda i prirodni voden objekti izvorišta.

Sezonska periodičnost populacija nije uslovjavana apsolutnom brojnosti. Kao osnova za komparacije uzete su relativne vrijednosti sezonskih fluktuacija. S obzirom na dužinu (tip) javljanja vrsta i veličinu njihovih kvantitativnih promjena, bila je moguća podjela na tri grupe i dvije podgrupe. Konstatovane su jasne sezonske varijacije većine vrsta, ali velika šarolikost distribucije maksimalnih abundancija na pojedine sezone ne dopušta jasnija grupiranja. Mnoge vrste cijanoficeja i algi pokazale su manje ili više različite sezonske promjene u svakom od istraživanih izvorišta. To ukazuje na pretpostavku da lokalne ekološke prilike u znatnoj mjeri utiču na sezonske varijacije ovih mikrofita. Nije bilo moguće utvrditi jasne korelacije između sezonskih variranja vrsta i promjena fizičkih i hemijskih faktora sredine. Jedino je uočena podudarnost između dugotrajnih mutnoća i naglog opadanja brojnosti mnogih populacija. Dugotrajni razvoj perifitonskih zajednica (godišnje serije) takođe ima uticaja na sezonske fluktuacije algi i cijanoficeja.

Konstatovano je da se u taložnicima vodovoda, u oba izvorišta, pojedine vrste algi i cijanoficeja različito odnose prema dubini vode. Vertikalna distribucija uglavnom je izražena kroz kvantitativne odnose, ali su, takođe, zabilježeni i slučajevi potpune eliminacije neke vrste iz određene dubine. U pogledu vertikalne distribucije do dubine od 3 metra, u istraživanim vodovodnim taložnicima bilo je moguće razlikovati četiri osnovne grupe vrsta algi i cijanoficeja. Pojedine klase zastupljene su različitim brojem vrsta u raznim dubinama. Pri relativno istom vertikalnom rasporedu ostalih faktora, vjerovatno je da svjetlosne prilike u raznim dubinama vode imaju odlučujuću ulogu u vertikalnoj distribuciji autotrofnih mikrofita. Mikroklimatski uslovi u debelim slojevima starijih perifitonskih zajednica, takođe, znatno utiču na vertikalni raspored mikrofita.

Zusammenfassung

Jahreszeitliche Änderungen in der vertikalen Verteilung der Aufwuchsalgen- und Cyanophyceen wurden in den Quellgebieten der Mošćanica bei Sarajevo und der Radobolja bei Mostar untersucht. Die Untersuchungen wurden in den offenen Wasserleitungsanlagen und den natürlichen Objekten innerhalb der Quellgebiete durchgeführt.

Die jahreszeitliche Periodizität der Populationen wird nicht durch das Niveau der Artenzahl bedingt. Als Grundlage zum Vergleich wurden die relativen Werte der jahreszeitlichen Schwankungen herangezogen. Im Hinblick auf die Dauer im Auftreten der Arten und die Grösse ihrer quantitativen Änderungen konnte eine Einteilung in 3 Gruppen und 2 Untergruppen vorgenommen werden. Bei der Mehzahl der Arten konnten deutliche jahreszeitliche Schwankungen festgestellt werden, doch gestattet die grosse Verschiedenartigkeit in der Verteilung der maximalen Abundanz auf einzelne Jahreszeiten keine deutliche Gruppierung. Viele Cyanophyceen- und Algenarten wiesen grössere oder kleinere Unterschiede in den jahreszeitlichen Änderungen in beiden Quellgebieten auf, woraus geschlossen werden könnte dass die örtlichen ökologischen Verhältnisse in hohem Mass die jahreszeitlichen Schwankungen dieser Mikrophyten kontrollieren. Auch war es nicht möglich, eine deutliche Korrelation zwischen den jahreszeitlichen Schwankungen der Arten und den Änderungen der physikalischen und chemischen Faktoren der Umwelt festzustellen.

Es konnte nur eine Übereinstimmung zwischen langandauern den Trübungen des Wassers und dem plötzlichen Absinken der Artenzahl vieler Populationen beobachtet werden. Die langwährende Entwicklung der Aufwuchsgesellschaften (der jährlichen Serien) beeinflusst gleichfalls die jahreszeitlichen Schwankungen der Algen und Cyanophyceen.

Es wurde festgestellt, dass in den Absatzbecken der Wasserleitung beider Quellgebiete die einzelnen Algenarten und Cyanophyceen verschiedenartig auf die Tiefe des Wassers reagieren. Die vertikale Verteilung kommt hauptsächlich durch quantitative Verhältnisse zum Ausdruck, doch wurden auch Fälle vermerkt, in denen einige Arten in bestimmten Tiefen vollends verschwanden.

Hinsichtlich der vertikalen Verteilung bis zu 3 m Tiefe konnten in den untersuchten Absatzbecken der Wasserleitung vier Grundgruppen von Algenarten und Cyanophyceen unterschieden werden. Die einzelnen Klassen sind in verschiedenen Tiefen durch eine verschiedene Artenzahl vertreten. Bei relativer gleichförmiger vertikaler Verteilung der übrigen Faktoren ist es wahrscheinlich, dass

bei der vertikalen Verteilung autotropher Mikrophyten den Lichtverhältnissen in verschiedenen Tiefen eine entscheidende Rolle zukommt. Die mikroklimatischen Bedingungen in dicken Schichten älterer Aufwuchsgesellschaften sind gleichfalls von wentsentlichem Einfluss auf die vertikale Verteilung der Mikrophyten.

LITERATURA

- ABDIN, G. (1948): Saesonal distribution of phytoplankton and sessile algae in the river Nile, Cairo. — Bull. Inst. Egypt. 29, 369—382.
- BACKHAUS, D. (1968): Ökologische Untersuchungen an den Aufwuchsalgen der obersten Donau und ihrer Quellflüsse. II. Die räumliche und zeitliche Wertteilung der Algen. — Arch. Hydrobiol. (Suppl. XXIV), 1/2, 24—73.
- BLAGOJEVIĆ, S. (1974): Struktura perifitona u otvorenim uredajima vodovoda na dva krška izvorišta. — Godišnjak Biol. inst. Univ. Sarajevo, Vol. 27.
- BLUM, J. L. (1956): The ecology of river algae. — Bot. Rev., 22 (5), 291—341.
- BUTCHER, R. W. (1946): Studies in the ecology of rivers. VI. Algal growth in certain highly calcareous streams. — J. Ecol., 33, 268—283.
- BUTCHER, R. W. (1949): Problem of distribution of sessile algae in running water. — Verh. Internat. Verein. Limnol., 10, 98—103.
- ERTL, M., JURIS, S. und TOMAJKA, J. (1972): Vorläufige Angaben über jahreszeitliche Untersuchungen und die vertikale Verteilung des Periphytons im mittleren Abschnitt der Donau. — Arch. Hydrobiol. (Suppl. 44, Donauforsch.), 5, 34—48.
- GONSALVES, E. A. and JOSHI, D. B. (1946): Freshwater algae near Bombay. — J. Bombay Nat. Hist. Soc., 46 (1), 154—176.
- HODGETTS, W. J. (1922): A study of some of the factors controlling the periodicity of freshwater algae in nature. — New Phytol., 21 (1), 15—33.
- KANN, E. (1959): Die eulitorale Algenzone im Traussee (Oberösterreich). — Arch. Hydrobiol., 55 (2), 129—192.
- NEAL, C. E., PATTEN, C. B. and DE POE, CH. E. (1968): Periphyton growth on artificial substrates in a radioactively contaminated lake. — Ecology, 48 (2), 918—923.
- NIESSEN, H. (1956): Ökologische Untersuchungen über die Diatomeen und Desmidiaceen des Murnauer Moores. — Arch. Hydrobiol. 51 (3), 281—375.
- PHILOPOSE, M. T. (1959): Freshwater phytoplankton of inland fisheries. — Proc. symp. algol. ICAR, New Delhi, 272—291.
- RAO, C. B. (1955): On the distribution of algae in a group of six small ponds. II Algal periodicity. — J. Ecol., 43, 291—308.
- RODHE, W. (1948): Environmental requirements of fresh-water plankton algae. Experimental studies in the ecology of phytoplankton. — Symbolae Bot. Upsalienses, 10, 149.
- SCHEELE, M. (1952): Systematisch-ökologische Untersuchungen über Diatomeenflora der Fulda. — Arch. Hydrobiol., 46, 305—423.
- SLADEČKOVA, A. (1962): Limnological study of the reservoir Sedlice near Želiv. XX. Periphyton stratification during the second Year-long period (August 1958 — June 1959). — Sborník VŠCHT. Praha, (Technologie vody), 6 (1), 221—291.
- SLADEČKOVA, A. (1963a): The periphyton development in the newly impounded Flaje reservoir. — Sborník VŠCHT. Praha, (Technologie vody), 7 (1), 443—506.

- SLADEČKOVA, A. (1963b): Limnological study of the reservoir Sedlice near Želiv. XXIII. Periphyton production. — Sborník VŠCHT. Praha, (Technologie vody), 7 (2), 77—133.
- STARRET, W. C. and PATRIC, R. (1952): Net plankton and bottom microflora of the Des Moines River, Iowa. — Proc. Acad. nat. Sci. Philad., 104, 219—243.
- TRESSLER, W. and DOMONGALLA, B. P. (1931): Limnological studies of Lake Wingra. — Trans. Wis. Acad. Sci. Arts Lett., 26, 331—351.
- VENKATESWARLU, V. (1969): An ecology study of the algae of the River Moosi, Hyderabad (India) with special reference to water pollution. III The algal periodicity. — Hydrobiologia, 34 (3—4), 533—560.
- ZAFAR, A. R. (1967): On the ecology of algae in certain fish ponds of Hyderabad, India. — Hydrobiologia, 30 (1), 96—112.

MILUTIN J. CVIJOVIĆ

Biološki institut Univerziteta Sarajevo

**DISTRIBUCIJA VRSTA ACERENTOMOIDEA (PROTURA),
ENTOMOBRYIDAE I SMINTHURIDAE (COLLEMBOLA)
U ZAJEDNICAMA KRAŠKIH POLJA**

**DISTRIBUTION OF SPECIES ACERENTOMOIDEA (PROTURA),
ENTOMOBRYIDAE AND SMINTHURIDAE (COLLEMBOLA) IN
COMMUNITIES OF KARST FIELDS**

(Rad je finansirao Republički fond za naučni rad BiH)

UVOD

Kraška polja kao izraziti kraški fenomeni i odlikuju se posebnim ekološkim specifičnostima koje se odražavaju na živi svet u njima. Nastala su tektonskim putem u mezozojskom gorju Spoljašnjih dinarida kvartarne starosti.

U dugoj istoriji kraških polja dešavale su se krupne promene koje su zahvatale i živi svet koji ih je naseljavao. Recentna fauna i flora u poljima je rezultat sukcesije živog sveta nakon isplićavanja jezera stvorenih otapanjem lednika u kasnim periodima Diluvijuma (glacijacija).

Značajnija istraživanja živog sveta u kraškim poljima su započeta posle rata radovima Riter-Studničke (1972) na istraživanju vegetacije kraških polja, a kasnije, od 1969. do 1972. godine nastavljena su kompleksnijim biocenološkim istraživanjima u Sinjskom, Imotskom, Livanjskom, Glamočkom, Kupreškom polju i Mostarskom blatu u okviru kojih su istraživana naselja Collembola i Protura u zemljištima. Do sada je objavljena fauna Collembola na kraškim poljima (Cvijović, 1971, Živadinović, 1971) i distribucija Poduridae, Onychiuridae i Isotomidae (Collembola) u raznim tipovima zemljišta na kraškim poljima (Živadinović, 1973). Istraživanja distribucije vrsta Entomobryidae i Sminthuridae u zajednicama kraških polja imaju za cilj dalje upoznavanje ekologije ovih životinja, odnosno, proučavanje uticaja vegetacije, edafskih, klimatskih i drugih ekoloških faktora na raspored i sastav vrsta u biocenozama.

METOD RADA

U periodu od 1969. do 1972. godine u zajednicama, na području kraških polja, proučavana je distribucija populacija Acerentomoidea (Protura), Entomobryidae i Sminthuridae (Collembola). Materijal je prikupljan u Sinjskom, Imotskom, Livanjskom, Glamočkom, Kupreškom polju i Mostarskom blatu. Lokaliteti su odbarani u saradnji sa fitoekolozima i pedolozima. Unutar svake zajednice određeno je više lokaliteta, a vodilo se računa da bude obuhvaćeno što više tipova matičnog supstrata i zemljišta na kojima su zajednice raširene.

Na utvrđenim lokalitetima probe zemlje su prikupljane najmanje jedanput u svakom godišnjem dobu. Probe su sakupljane metalnim cilindrima ili lopatom. Sa površine od $1m^2$ uzeto je po 3 do 5 proba.

Ekstrahovanje organizama izvršeno je u nešto izmenjenim Tullgren-Berlezeovim aparatima, a konzerviranje u »fiksiru« prema Gisin-u, (1960).

Životinje su determinisane do vrsta na osnovu sistematike i nomeklature koju su dali Gisin, (1960) i Stach (1956, 1957, 1960, 1963) za Collembola, a Tuxen (1964) i Nosek, (1967) za Protura.

Gustina populacija je izračunata na 1000 cm^3 zemlje i izložena u tabelama. Prekvencija vrsta je izračunata prema metodi Brau-Blanquet-a, (1932), koju je Davis (1963) prilagodio za mikroartropode u zemljištu, a konstantnost prema Tischler-u (1949).

Koefficijent sličnosti sastava vrsta u raznim zajednicama izložen je prema metodi Mountford-a, (1962).

USLOVI STANIŠTA

I Geografsko-geološke osobine i klima

Mostarsko blato, Imotsko, Sinjsko, Livanjsko, Glamočko i Kupreško polje poredani su stepenasto jedno iznad drugog, idući od obale prema unutrašnjosti kontinenta. Pravac pružanja polja, kao i planina koje ih okružuju je NW-SO. U morfogeološkom pogledu polja predstavljaju depresije u mezozojskom gorju Spoljašnjih dinarida kvartarne starosti, a nastale su spuštanjem duž raseda. U poljima se razlikuju tri karakteristična pojasa: ravan polja — iznivelišana visoravan sa manjim odstupanjima, bregovita i planinska zona. Ravni deo polja izgrađuju aluvijalni nanosi i baruštinske tvorevine. Obodi polja su izgrađeni od karbonatnih sedimenata (pretežno krečnjaka, rjeđe dolomita) kredne starosti.

Mostarsko blato, Imotsko i Sinjsko polje nalaze se najjužnije, u neposrednoj blizini jadranske obale, u zoni koja geografski pripada Submediteranu. Blizina mora i mala nadmorska visina (Mostarsko blato — 100 m, Sinjsko polje — 96 m) odražavaju se

na osobenosti klime, u prvom redu na količinu i raspored padavina, koji imaju submediteranski karakter. Osim submediteranske, u ovim poljima su prisutni i jaki uticaji umereno kontinentalne klime, sa primetnim pomeranjem maksimuma padavina iz zimskih u kasno jesenje i rane prolećne mesece.

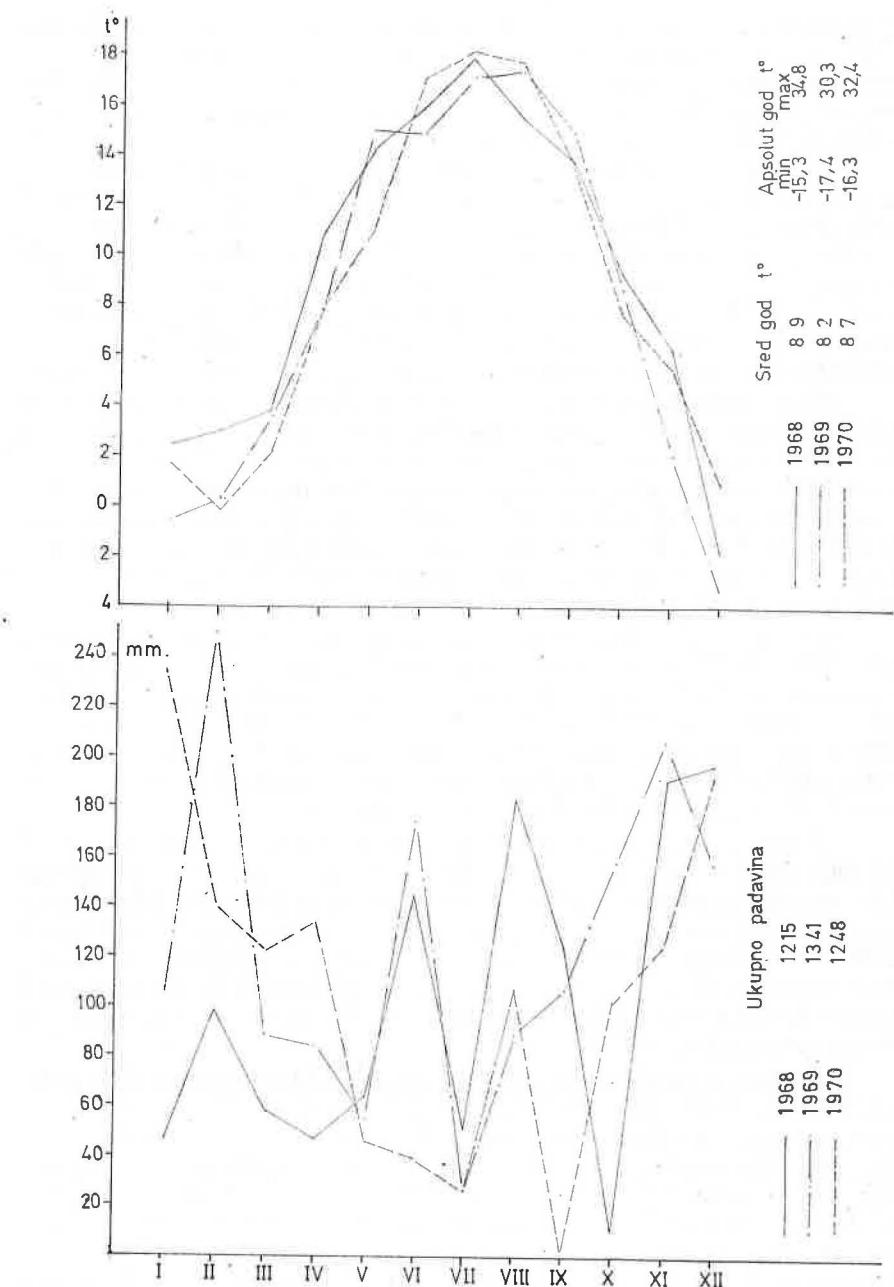
Livanjsko polje je najveće kraško polje u našem kršu. Zajedno sa Buškim blatom zauzima površinu od 320 km². Nalazi se u zapadnom delu Bosne i Hercegovine, na visini 702 do 728 m nad morem. U njemu se isprepliću uticaji mediteranske, odnosno submediteranske, i kontinentalno planinske klime, koji se najjasnije manifestuju u pluviometrijskom režimu. Karakteristična je neravnomerost padavina. Najviše padavina je u jesenjim i zimskim mesecima, međutim iz godine u godinu moguća su velika odstupanja (graf. 1).

Zbog obilnih padavina u jesen i zimu i malog kapaciteta oticanja vode, u polju nastaju poplave koje imaju dva maksimuma. Prvi je u kasnu jesen i početkom zime, a drugi u kasno proleće, a nastaje posle naglog otapanja snega. Smena nekoliko mokrih i vlažnih faza u zemljištu od jeseni do proleća je od velikog značaja za živi svet. Kraći intervali vlažne faze, kada voda otekne, u periodu jesen — zima — proleće omogućavaju preživljavanje onih vrsta koje inače ne bi podnеле tako dugi period kvašenja.

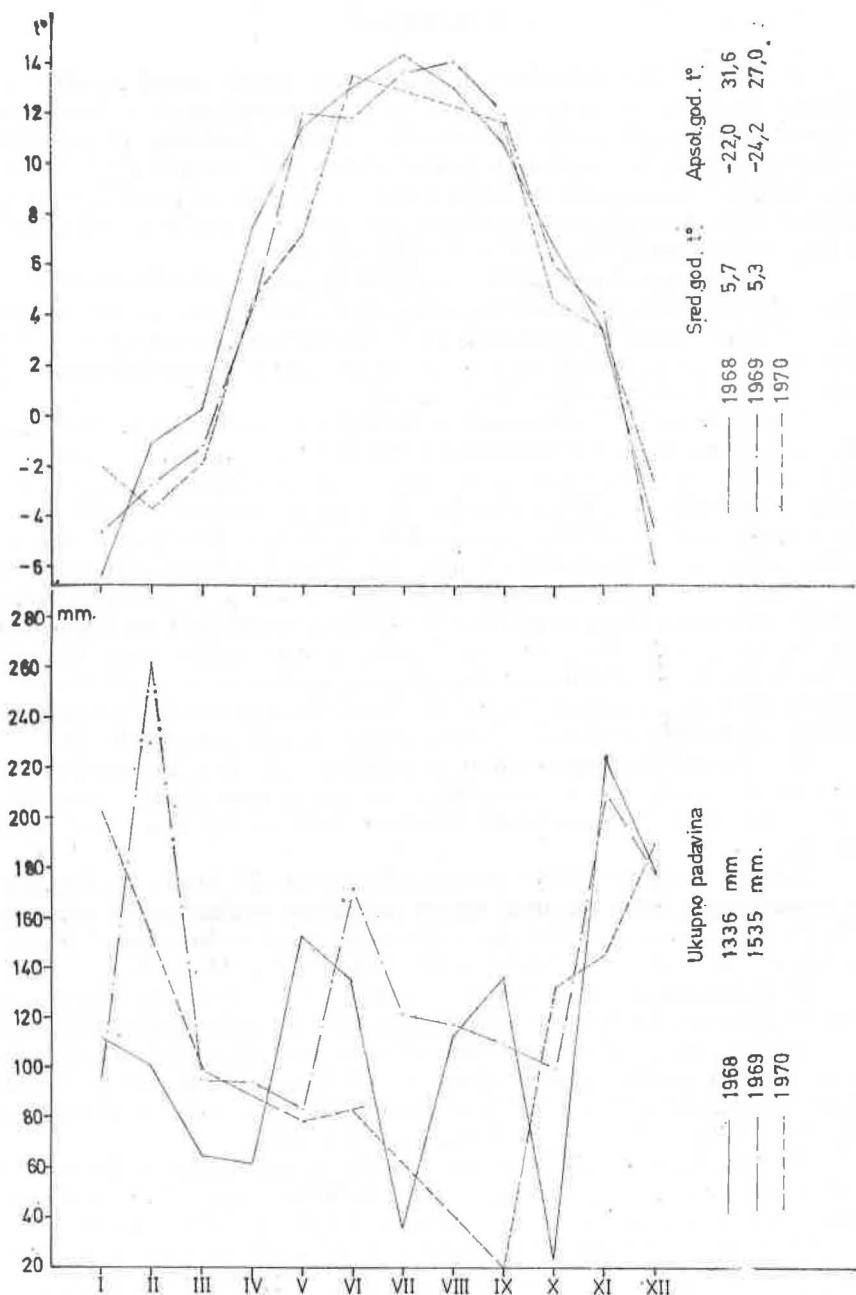
Srednja godišnja temperatura varira od 8,2 do 8,9°C (u periodu 1968—1970. godine). Srednje mesečne temperature pokazuju negativne vrednosti u zimskim mesecima (decembar, januar, februar). Najtoplji su juli i avgust, a, pored njih, u tople mesece se mogu ubrojati: maj, juni i septembar (graf. 1). Na osnovu toga se može zaključiti da klimu Livanjskog polja karakteriše dugo i toplo leto, kada je, po pravilu, i padavina najmanje.

Glamočko polje se nalazi severno od Livanjskog, na visini od 882 do 950 m nad morem. Ravna zona Polja je u severnom delu manja, u odnosu na bregovitu, dok je u južnom delu plavna i pod vodom veći deo godine. Izgrađuju je aluvijalni nanosi ispod kojih su neogeni laporoviti sedimenti. Ovde su dominantni uticaji kontinentalno-planinske klime. Raspored padavina je ravnomeriji nego u Livanjskom polju, količina padavina je veća, a srednja godišnja temperatura niža (6,8°C).

Kupreško polje je na navećoj nadmorskoj visini (1110—1300 m). U ovom Polju preovlađuje bregovita zona u odnosu na ravnu. U ravnoj zoni, u njenim najnižim delovima, za vreme obilnih padavina nastaju poplave. Na takvim površinama razvijena je vegetacija slična vegetaciji ravnog dela Livanjskog i Glamočkog polja. Na Kupreškom polju dominira uticaj kontinentalne planinske klime. Srednje mesečne temperature imaju negativne vrednosti u decembru, januaru, februaru i martu (grafikon 2). Srednja godišnja temperatura varira između 5,3 i 5,7°C (podaci za 1968. i 1969. god.). Najviše padavina imaju kasno jesenji i zimski meseci, a ukupne godišnje padavine se kreću od 1300 do 1500 mm (graf. 2).



Grafikon 1. Srednje mesečne temperature vazduha i količina padavina u Livanjskom polju. — Medium monthly temperatures of air and quantity of rainfall in Livanjsko polje.



Grafikon 2. Srednje mesecne temperature vazduha i kolicina padavina u Kupreskom polju. — Medium monthly temperatures of air and quantity of rainfall in Kupreško polje.

II *Zemljišta*

U aluvijalnim delovima polja (ravna zona) tipovi zemljišta i njihova evolucija su u tesnoj vezi sa vodnim režimom, odnosno sa visinom podzemnih voda i dužinom trajanja poplava. U najnižim područjima, gde je stagnacija podzemnih i površinskih voda veoma dugotrajna, raširena su tresetna i druga močvarna zemljišta, a na izdignutijim površinama, zavisno od prirode podloge, razvijena su mineralna zemljišta A—C i A—(B)—C tipa.

U severozapadnom delu Livanjskog polja (Ždralovcu) na velikim površinama je rašireno, tzv., nisko tresetište sa veoma dubokim slojem treseta (preko 80 cm). Na njemu su močvarne zajednice visokih šaša. Sadrži veoma visok procenat organskih materija (tab. 1.; Resulović, neobjavljeni podaci).

Plitka tresetna i zatresećena zemljišta zauzimaju velike površine u Livanjskom, Glamočkom i Kupreškom polju. U njima, u toku sušnog perioda, dolazi do potpunog povlačenja površinskih voda. Kod ovih zemljišta dubina treseta ne prelazi 10—20 cm. I ona sadrže velike količine organskih materija. Kiselost zemljišta varira, zavisno od podloge, od jako kiselih do slabokiselih (tab. 1).

Među mineralnim zemljištima, u ravnoj zoni kraških polja, najviše su zastupljena zemljišta A—C tipa (rendzine) na karbonatnim laporcima, pesku i drugim karbonatnim podlogama. Zavisno od toga da li su podložna poplavama, javljaju se različite faze zamočvarivanja i zatresećivanja. Tada se svojim fizičko-hemijskim svojstvima približavaju plitkim tresetnim zemljištima (tab. 1).

Na glinovitim supstratima, u poljima gde je nivo poplavnih i podzemnih voda visok, razvijena su močvarno-glejna zemljišta koje karakteriše veoma niska kiselost (pH se spušta ispod 4,00; tab. 1).

Kiselosmeđa zemljišta su zastupljena na silikatnim podlogama. Na površinama koje su pod većim uticajem podzemnih i površinskih voda, u ovim zemljištima su konstatovani veoma jasni tragovi pseudooglejavanja (Livanjsko polje, lok. 17, 23, 24.; tab. 1).

U aluvijalnom delu Imotskog polja i Mostarskog blata raširena su ilovasta karbonatna-aluvijalna, odnosno aluvijalna-deluvijalna zemljišta na aluvijumu, slabo alkalne reakcije (tab. 1). Ona su većim delom godine pod vodom, a alkalna reakcija je posledica bogatstva karbonatima, kako u samoj podlozi, tako i u vodama koje se sливaju sa krečnjačkim padinama oko polja.

Pseudoglejna zemljišta su najviše zastupljena u bregovitoj zoni Imotskog polja. Sadrže male količine organskih materija, nezasićena su bazama, a pH se kreće od 4,00 do 6,00 (tab. 1).

U planinskoj zoni polja razvijena je serija zemljišta na krečnjacima srednje trijaske starosti. Fizičko-hemijska svojstva ovih zemljišta (tab. 1) stoje u određenom odnosu sa dubinom profila, vegetacijom, orografskim i drugim faktorima. Najviše su zastupljene crnice.

Tabela 1. Hemiska i fizička svojstva zemljišta u kraškim poljima.
Table 1. Chemical and physical properties of soil in karst fields.

LOKALITET	Dubina u cm.	pH		CaCO ₃ %	Humus %	N %	C/N	Adsorptivni kompleks			Pesak od 2 do 0,06 mm.	Prah od 0,06 do 0,002 mm.	Gлина > 0,002 mm.
		H	O					S mc / 100g	T	V %			
Rendzina na laporovitim podlogama i pesku													
27	0-8	7,60	6,65	24,58	4,01	0,20	11,60	55,37	55,81	99,21	33,53	40,81	25,66
31	0-6	7,35	6,50	1,89	10,70	0,53	11,55	48,61	49,83	97,95	36,80	48,17	15,03
33	0-17	7,00	6,15	-	14,54	0,72	11,67	58,57	60,47	96,85	18,61	64,52	16,87
"	17-27	6,90	6,00	-	9,30	0,52	10,35	58,32	60,06	96,95	7,91	64,38	28,31
39	0-10	7,30	6,55	-	9,62	0,39	14,51	56,64	57,52	98,47	32,61	53,47	13,92
"	10-21	7,80	6,80	6,80	6,55	0,43	14,19	58,20	58,71	99,13	26,04	53,10	20,86
44	0-8	7,60	6,60	35,85	4,26	-	-	-	-	-	18,66	64,16	17,18
"	8-25	7,90	6,95	45,20	2,63	-	-	-	-	-	16,22	67,61	15,77
12	0-18	6,20	5,30	-	10,38	0,42	14,28	50,58	54,59	92,65	16,92	38,89	44,19
"	18-38	8,25	7,50	60,96	1,00	0,05	11,60	43,44	43,73	99,33	17,49	57,59	24,92
2	0-15	8,10	7,20	57,15	4,26	0,21	11,71	45,32	45,61	99,36	17,56	70,55	11,89
"	15-26	8,30	7,40	60,96	3,20	0,16	11,56	46,41	46,70	99,37	15,73	69,90	14,37
"	26-38	8,25	7,25	53,34	3,20	0,15	12,33	46,41	46,85	99,06	25,01	74,37	0,62
3	0-4	7,80	6,95	49,53	5,92	0,30	11,33	51,34	51,92	98,89	20,57	60,56	18,87
20	0-23	6,40	5,70	-	5,78	0,29	11,52	20,26	22,96	88,24	17,88	78,18	3,94
"	23-39	6,60	5,90	-	3,26	0,21	11,71	20,06	21,81	91,97	78,49	11,57	5,79
"	39-53	7,00	6,20	-	1,28	0,12	11,00	10,69	11,27	94,85	77,66	12,69	9,65
Crnice													
40	0-16	7,80	6,80	36,50	3,72	0,61	-	-	-	-	11,56	70,85	17,50
"	16-27	8,00	7,05	47,65	1,49	0,11	7,81	-	-	-	10,26	69,97	19,77
"	27-52	8,30	7,25	44,19	1,00	0,09	6,44	-	-	-	11,48	69,86	18,66
Smeđa zemljišta na krečnjaku													
28	0-19	7,65	6,55	1,89	3,46	0,21	9,52	53,18	53,76	98,92	21,31	44,53	34,16
"	19-34	7,65	6,80	1,89	2,52	0,13	11,14	39,93	40,51	98,56	8,26	45,40	46,34
"	34-52	7,80	6,80	-	1,38	0,06	13,33	35,93	36,44	98,40	1,34	42,16	56,44
49	0-13	7,05	6,40	-	8,52	0,46	10,70	46,59	48,20	96,65	47,52	44,24	8,24
"	15-30	7,45	6,45	-	7,44	0,34	10,00	46,17	46,97	98,29	19,28	51,56	29,16
Lesivirano na krečnjaku													
53	0-8	6,20	5,20	-	4,50	0,22	11,82	12,23	16,61	76,63	54,26	32,29	13,45
"	8-35	6,20	5,15	-	0,21	0,11	11,64	4,98	9,58	51,98	36,78	38,30	24,92
"	35-67	5,50	4,40	-	0,83	0,04	12,10	6,93	14,36	48,26	48,28	22,98	28,74
"	67-100	5,75	4,50	-	0,61	0,03	11,67	5,97	14,19	42,07	55,92	17,73	26,35
Karbonatni glinoviti aluvijum - deluvijum													
1	0-16	8,10	7,05	6,47	4,12	0,21	11,33	55,23	55,67	99,20	2,32	64,06	33,62
"	16-35	8,40	7,35	15,62	2,28	0,11	12,00	49,40	49,84	99,11	11,09	52,55	36,36
"	35-55	8,30	7,50	16,00	2,35	0,12	11,33	50,56	51,00	99,13	12,60	45,27	42,13
69	0-11	8,20	7,20	36,28	4,81	0,43	6,46	-	-	-	10,98	49,36	39,66
"	11-24	8,10	7,05	34,58	2,91	0,22	7,63	-	-	-	5,93	45,29	48,78
"	24-29	7,20	6,20	5,76	6,40	0,35	10,57	-	-	-	0,47	35,57	63,96
67	0-14	7,95	7,00	32,03	5,78	0,27	12,37	-	-	-	12,74	58,97	28,29
"	14-29	7,90	6,95	32,42	2,63	0,11	13,81	-	-	-	11,71	50,72	37,57
"	29-50	8,10	7,30	34,58	2,04	0,14	8,42	-	-	-	4,30	55,52	40,18
Smeđa karbonatna praskasto-glinovita aluvijalno-deluvijalna zemljišta													
72	0-18	7,30	6,45	38,04	4,98	0,35	8,22	-	-	-	8,60	52,41	38,99
"	18-40	8,50	7,50	53,41	1,89	0,40	-	-	-	-	9,50	58,17	32,33
"	40-58	7,80	6,90	32,42	1,76	0,08	12,75	-	-	-	12,95	56,70	30,35
70	0-23	7,40	6,50	47,09	2,80	0,17	9,52	-	-	-	6,67	52,21	39,12
"	23-42	8,30	7,25	32,81	1,49	0,15	5,05	-	-	-	12,50	57,20	30,30
"	42-54	8,35	7,40	37,82	1,56	0,12	7,50	16,36	18,96	97,29	8,44	65,28	26,28
Močvarno-glejna													
21	0-5	6,80	5,80	-	17,30	0,51	16,47	39,85	42,55	93,65	69,59	27,20	3,31
"	5-22	6,85	5,95	-	13,64	0,43	15,53	34,91	37,54	92,99	62,19	29,48	8,33
"	22-80	6,70	5,60	-	5,92	0,30	11,40	49,20	52,12	94,39	17,46	37,84	44,70
25	0-30	6,80	6,10	-	9,62	0,49	11,53	30,94	33,50	92,35	52,86	34,28	12,86
"	30-50	8,40	7,60	38,19	0,95	0,50	11,00	34,53	34,97	99,37	8,04	70,44	21,52
38	0-12	4,30	3,30	-	9,30	0,47	11,45	3,20	34,80	9,20	35,21	42,37	22,42
"	12-28	4,50	3,55	-	3,68	0,18	11,83	2,70	24,82	10,88	32,79	41,49	25,23
60	0-12	7,20	6,10	-	10,55	0,57	10,70	24,01	26,96	89,0			

III Vegetacija

U ravnoj zoni polja vegetacija se diferencira, zavisno od visine poplavnih i podzemnih voda, na: vegetaciju poplavnih, močvarnih i suhih livada i vegetaciju poplavnih šuma (Riter-Studenička, 1972).

Poplavne livade su najrašireni tip vegetacije u kraškim poljima i vezan je za zamočvarena, tresetna i vlažna mineralna zemljišta, koja su dobrom delom godine pod vodom. Vegetacijski pripadaju svezi *Molinio-Hordeion secalini* koja se diferencira u više zajednica.

Močvarne livade su raširene na najvlažnijim staništima, najčešće na tresetima, u kojima poplave traju skoro tokom cele godine. Najveće površine pod ovom vegetacijom su u severozapadnom delu Livanjskog polja (Ždralovac). Vegetacijski pripadaju dvema svezama: *Caricion davallinae* reliktog karaktera, raširena je u poljima sa većom nadmorskom visinom (Glamočko), i *Magnocaricion* koja je zastupljena u većini istraživanih polja.

Vegetacija suhih livada je razvijena na površinama koje su, uglavnom, van domaćaja poplavnih voda, na laporovitim naslagama — laporovitim krečnjacima i glinovitim laporcima. Vegetacijski pripadaju svezi *Scorzoneron villosae*.

Poplavne šume, prema Riter-Studenički (1972), predstavljaju antropogeno veoma izmenjene ostatke primarne vegetacije u poljima. Na izdignutijim terenima sreću se fragmenti hrastovih i jasenovih šuma, a na nižim mestima, gde su poplave dugotrajnije, sastojine johe (*Alnus glutinosa*).

Bregovita zona u svim istraživanim poljima je antropogeno sasvim izmjerena. Najveći deo površina je kultivisan.

U planinskoj zoni polja, na seriji zemljišta na krečnjaku, raširena je zajednica krške šume (*Carpinetum orientalis croaticum*). Njene najtipičnije sastojine su razvijene oko Livanskog polja, dok su u ostalim poljima manje ili više degradirane. Na obodu Kupreškog polja razvijena je mešana šuma bukve i jele (montani pojaz).

O P I S L O K A L I T E T A

- 1 — Sinjsko polje, cc 290 m n. v. *Deschampsietum mediae illyricum*, karbonato-praškasti-glinoviti aluvijum sa znacima zamočvarivanja.
- 2 — Sinjsko polje, cc 290 m n. v. *Deschampsietum mediae illyricum*, rendzina na laporcu.
- 3 — Sinjsko polje, cc 290 m n. v. *Deschampsietum mediae illyricum*, rendzina na laporovitom krečnjaku, Udovičići.
- 6 — Glamočko polje (Petrovo vrelo), cc 900 m n. v. *Caricetum elatae*, treset.
- 8 — Glamočko polje (Petrovo vrelo), cc 900 m n. v. *Erioforio-Caricetum davallinae*, treset.
- 10 — Glamočko polje (Mladeškovci), cc 900 m n. v. *Linetum flavi angustifolii*, pelosol na glinovitom laporcu.

- 12 — Glamočko polje (trnovača), cc 920 m n. v. *Danthonio-Scorzonerenetum villosae*, rendzina na laporcu.
- 13 — Glamočko polje (kod ponora), cc 880 m n. v. *Molinio-Lathyretum pannonicum salicetosum rosmarinifoliae*, plitki treset.
- 15 — Glamočko polje (kod ponora), cc 880 m n. v. *Molinio-Lathyretum pannonicum typicum*, plitki treset.
- 16 — Glamočko polje (kod ponora), cc 880 m n. v. *Molinio-Lathyretum pannonicum typicum*, plitki treset.
- 17 — Livanjsko polje (Vrbica), cc 720 m n. v. *Molinio-Lathyretum pannonicum typicum*, kiselo smeđe u pseudooglejavanju.
- 19 — Livanjsko polje (Ždralovac-Bastasi), cc 720 m n. v. *Mariscetum*, nisko tresetište.
- 20 — Livanjsko polje (Šormazi), cc 720 m n. v. Sastojine johe (*Alnus glutinosa*), zamoćvarena rendzina na pesku.
- 21 — Livanjsko polje (Šormazi), cc 720 m n. v. *Molinio-Lathyretum pannonicum caricetosum paniceae*, zatresećeno močvarno-glejno zemljište.
- 22 — Livanjsko polje (Zagrab), cc 720 m n. v. Sastojine jone (*Alnus glutinosa*), zamoćvarena rendzina na pesku.
- 23 — Livanjsko polje (Kazanci), cc 720 m n. v. *Genisto elatae-Quercetum poetosum silvicola*e, kiselo smeđe u pseudookeglejavanju.
- 24 — Livanjsko polje (Kazanci), cc 720 m n. v. *Genisto elatae-Quercetum poetosum silvicola*e, kiselo smeđe u pseudookeglejavanju.
- 25 — Livanjsko polje (Kazanci), cc 720 m n. v. *Molinio-Lathyretum pannonicum salicetosum rosmarinifoliae*, močvarno-glejno zemljište.
- 27 — Livanjsko polje (Čelebići), cc 720 m n. v. *Linetum flavi angustifolii*, rendzina na laporovitom krečnjaku.
- 28 — Livanjsko polje (Čelebići), cc 720 m n. v. *Linetum flavi angustifolii*, smeđe na laporovitom krečnjaku.
- 30 — Livanjsko polje (Čelebići), cc 720 m n. v. *Molinio-Lathyretum pannonicum seratuletosum licopifoliae*, pseudookeglej-stagnoglej.
- 31 — Livanjsko polje (Čelebići) cc 720 m n. v. *Linetum flavi angustifolii*, rendzina na laporovitom krečnjaku.
- 32 — Livanjsko polje (Jasenovi), cc 720 m n. v. Sastojine jasena (*Fraxinus angustifolia*), kiselo smeđe zemljište.
- 33 — Livanjsko polje (Jasenovi), cc 720 m n. v. Sastojine jasena (*Fraxinus angustifolia*), rendzina na laporovitom krečnjaku.
- 34 — Livanjsko polje (Čaići), cc 720 m n. v. *Molinio-Lathyretum pannonicum typicum*, treset.
- 38 — Livanjsko polje (Sajkovići), cc 720 m n. v. *Genisto elatae-Quercetum poetosum silvicola*e, močvarno-glejno zemljište.
- 39 — Livanjsko polje (Čelebići), cc 720 m n. v. *Linetum flavi angustifolii*, rendzina na laporovitom krečnjaku.
- 40 — Livanjsko polje (Buško blato), cc 700 m n. v. *Deschampsietum mediae illyricum*, rendzina na laporovitom prahu.
- 41 — Livanjsko polje (Buško blato), cc 700 m n. v. 0, nagib 5—10°, degradirani *Carpinetum orientalis croaticum*, crnica.
- 42 — Livanjsko polje (Buško blato), cc 700 m n. v. *Molinio-Lathyretum pannonicum caricetosum paniceae*, plitki treset.
- 44 — Livanjsko polje (Jasenovi), cc 720 m n. v. *Deschampsietum mediae illyricum*, rendzina na laporcu.
- 45 — Glamočko polje (Petrovo vrelo), cc 900 m n. v. *Molinio-Lathyretum pannonicum seratuletosum licopifoliae*, treset.
- 48 — Livanjsko polje (na putu prema Glamoču), cc 900 m n. v. SW, nagib 20°, *Carpinetum orientalis croaticum*, smeđe na krečnjaku.
- 49 — Livanjsko polje (Vrbica), cc 750 m n. v. S-SW, nagib 30°, *Carpinetum orientalis croaticum*, smeđe zemljište na krečnjaku.
- 50 — Livanjsko polje (Bastasi — Ždralovac), cc 720 m n. v. *Caricetum elatae*, niski treset.
- 51 — Livanjsko polje (Buško blato), cc 700 m n. v. *Caricetum elatae*, treset.

- 52 — Livanjsko polje (Buško blato), cc 730 m n. v. N-NO, nagib 30°, *Carpinetum orientalis croaticum*, plitko smeđe na krečnjaku.
- 53 — Livanjsko polje (Prolog), cc 850 m n. v. NO, nagib 25—30°, *Carpinetum orientalis croaticum*, lesivirano na krečnjaku.
- 55 — Kupreško polje, cc 1150 m n. v. N, nagib 10—15°, *Peucedano-Lathyretum filiformis*, kiselo smeđe zemljište.
- 56 — Kupreško polje, 1110 m n. v. *Caricetum elatae*, močvarno-glejno zemljište.
- 57 — Kupreško polje, 1110 m n. v. *Molinio-Lathyretum pannonicici caricetosum paniceae*, treset.
- 58 — Kupreško polje, 1110 m n. v. *Molinio-Lathyretum pannonicici typicum*, plitki treset.
- 59 — Kupreško polje, cc 1110 m n. v. *Cirsio-Salicetosum petandrae*, plitki treset.
- 61 — Kupreško polje, cc 1120 m n. v. N-NW, nagib 20°, *Peucedano-Lathyretum filiformis*, smeđe zemljište.
- 62 — Imotsko polje (Dubrava), cc 220 m n. v. *Quercetum confertae hercegovinicum oenathetosum pimpineloidis*, pseudoglej.
- 63 — Imotsko polje (Dubrava), cc 200 m n. v. *Quercetum confertae hercegovinicum oenathetosum pimpineloidis*, pseudoglej.
- 64 — Imotsko polje (Dubrava), cc 200 m n. v. *Quercetum confertae hercegovinicum oenathetosum pimpineloidis*, pseudoglej.
- 65 — Imotsko polje (Dubrava, cc 200 m n. v. *Quercetum confertae hercegovinicum oenathetosum pimpineloidis*, pseudoglej.
- 66 — Imotsko polje (Gorica), cc 200 m n. v. *Quercetum confertae hercegovinicum oenathetosum pimpineloidis*, pseudoglej.
- 67 — Imotsko polje (Donja glavina), cc 200 m n. v. *Centauretum pannonicici*, ilovasto-glinoviti karbonatni aluvij.
- 68 — Imotsko polje (Donja Glavina), cc 200 m n. v. *Centauretum pannonicici*, ilovasto-glinoviti karbonatni aluvij.
- 69 — Imotsko polje (Gorica), cc 200 m n. v. *Centauretum pannonicici*, močvarno-glejno zemljište.
- 70 — Mostarsko blato, cc 100 m n. v. *Plantaginetum altissimae*, smeđe karbonatno praškasto-glinovito aluvijalno-deluvijalno zemljište.
- 71 — Mostarsko blato, cc 105 m n. v. *Carpinetum orientalis croaticum*, posmedena crnica na krečnjaku, S, nagib 20—25°.
- 72 — Mostarsko blato, cc 100 m n. v. *Plantaginetum altissimae*, smeđe karbonatno praškasto-glinovito aluvijalno-deluvijalno zemljište.

REZULTATI I DISKUSIJA

1) Naselje Entomobryidae i Sminthuridae u zajednicama potopljenih livada

Zajednice potopljenih livada su najrašireniji tip vegetacije u kraškim poljima. Raširene su na zamočvarenim, tresetnim i vlažnim mineralnim zemljištima koja su većim delom godine pod vodom. Vegetacijski pripadaju svezi *Molinio-Hordeion secalini*. Istraživanjima su obuhvaćene zajednice: *Molinio-Lathyretum pannonicici*, *Deschampsietum mediae illyricum* (Zeidler) H-ić. *Plantaginetum altissimae* Rt. St. i *Centauretum pannonicaceae* Rt. St.

a) Zajednica *Molinio-Lathyretum pannonicici* H-ić. Ova zajednica zazumi velike površine u kraškim poljima. Zavisno od stepena vlažnosti, odnosno od dužine trajanja poplava, vegetacijski se dife-

rencira na nekoliko subasocijacija. Sastojine su raširene na zamočvarenim ili zatresećenim zemljištima veoma bogatim organskim materijama. Vrlo retko se sreću na mineralnim zemljištima.

Subasocijacija *typicum* H-ić, je raširena na kiselo smeđem i tresetnom zemljištu jako kisele reakcije, na umereno vlažnim staništima u kojima se voda povlači već u rano proleće. U zemljištima, u toku godine, preovlađuje mokra faza. Istraživanja su vršena u sastojinama u Livanjskom (lok. 17, 34), Glamočkom (lok. 15, 16) i Kupreškom polju (lok. 58). U njima se sastav vrsta Entomobryidae i Sminthuridae menja zavisno od geografskog položaja, nadmorske visine, florističkog sastava, edafskih, klimatskih i drugih faktora.

Najviše vrsta je konstatovano u sastojinama na kiselo smeđem zemljištu u procesu pseudooglejavanja (lok. 17), u kome, u toku godine, dominira mokra faza. Zemljište je jako kisele reakcije, bogato humusom, sa relativno uskim odnosom C : N (10, 40—12), po taksturnom sastavu je ilovasta peskulja (tab. 1). Među nađenim vrstama frekvencijom i gustinom dominiraju populacije *Sminthurinus elegans*, *Orchesella albofasciata* i *Lepidocyrtus cyaneus* (tab. 2). Higrofilni elementi, koji su inače karakteristični za ovu zajednicu, su veoma retko zastupljeni. Umesto njih, preovlađuju oblici karakteristični za umereno vlažna staništa.

U sastojinama na tresetnom zemljištu jako kisele reakcije (lok. 34) konstatovan je znatno manji broj vrsta (tab. 2). Dominantne su *Bourletiella novemlineata*, *Sminthurides pumilis*, *Sminthurinus elegans* i dr. Za razliku od prethodnog lokaliteta, ovde su higrofilni elementi zastupljeni među dominantama (*B. novemlineata*, *Sminthurides aquaticus*).

U Glamočkom polju sastojine *subas. typicum* su raširene u njegovom južnom delu, na plitkom tresetnom zemljištu (lok. 15, 16). U njima je konstatovan mali broj vrsta. Gustina populacija je takođe mala. Nešto su brojnije i češće populacije *Lepidocyrtus cyaneus* i *Sminthurides pumilis*. (tab. 2). Na lokalitetu 15 nađeni su u većem broju higrofilnih elemenata: *Arrhopalites acanthophthalmus*, *Sminthurides violaceus*, *Sminthurides malmsgreni* i *Sminthurides assimilis*. Njihove populacije ne dostižu veliku gustinu (tab. 2.). Prema Hale-u (1966) vrsta *Sminthurides malmsgreni* je karakteristična za vlažne tresetne površine, a eksperimentalna istraživanja Živadinović-Cvijović (1969) su pokazala da ova vrsta prepostavlja dublja i vlažnija zemljišta.

Veća nadmorska visina Glamočkog polja, zatim duže trajanje poplava, uz veće ukupne godišnje padavine, sasvim izvesno utiču, s jedne strane, na smanjenje broja vrsta, a s druge, na povećanje broja higrofilnih elemenata u sastojinama subasocijacije *typicum*.

Na Kupreškom polju sastojine *subas. typicum* su razvijene na plitkom tresetnom zemljištu kisele reakcije (lok. 58). U njima je

Tabela 2. Gustina populacije Entomobryidae i Sminthuridae u zajednici *Molinio-Lathyrretum pannonicum typicum*, u 1000³ cm zemlje.

Table 2. Population density of Entomobryidae and Sminthuridae in community of *Milinio-Lathyretum pannonicum typicum*, in 1000 cm³ of soil.

konstatovan nešto veći broj vrsta nego u Glamočkom polju, što je, najverovatnije, u vezi sa povoljnijim vodnim režimom u zemljištu, jer su poplave ovde kratkotrajnije. Među konstatovanim vrstama dominiraju *Bourletiella novemlineata*, *Sminthurinus elegans* i *Sminthurides pumilis* (tab. 2).

U sastojinama subasocijacije *typicum*, pored dosta velikog broj vrsta koje se javljaju sa visokom frekvencijom, konstatovan je i relativno visok procenat konstantnih vrsta (36%; tab. 3), čija zastupljenost prelazi 50%.

U Livanjskom i Glamočkom polju na suvlijim i nešto izdignutijim terenima raširena je subasocijacija *seratuletosum licopifoliae* Rt. St. Na ovim površinama voda stagnira vrlo kratko vreme, a u zemljištu, u toku godine, preovlađuje vlažna faza.

Sastojine u Livanjskom polju su razvijene na pseudogleju-stagnogleju, koji u površinskim horizontima sadrži visok procenat humusa. Zemljište je jako kisele reakcije ($\text{pH} = 4,45$), sa dosta uskim odnosom C : N (od 9,46 do 11,86). Po teksturnom sastavu, površinski horizonti zemljišta pripadaju ilovastoj prahulji, a dublji praškastoj glinuši (tab. 1). U ovim sastojinama je konstatovano 17 vrsta Entomobryidae i Sminthuridae. Frekvencijom i gustinom dominiraju populacije *Lepidocyrtus cyaneus*, *Sminthurides pumilis*, *Sminthurinus elegans* i *Lepidocyrtus lanuginosus* (tab. 4). Higrofilni elementi su vrlo malo zastupljeni. *Bourletiella novemlineata* se javlja retko, dok u prethodnoj subasocijaciiji spada u grupu dominati na skoro svim lokalitetima.

U Glamočkom polju sastojine subas. *seratuletosum licopifoliae* su raširene na plitkom tresetnom zemljištu, koje je u površinskom sloju do 17 cm dubine slabo kisele reakcije, sa visokim sadržajem humusa (38,40%). U dubljim slojevima procenat humusa naglo opada, a povećava se količina karbonata, reakcija zemljišta prelazi u alkalnu ($\text{pH} = 8,0$) (tab. 1). U njima je konstatovan mnogo manji broj vrsta Entomobryidae i Sminthuridae nego u sastojinama u Livanjskom polju. Sa nešto većom gustinom i čestoćom zastupljene su populacije *Orchesella albofasciata* i *Sminthurides pumilis*. I pored toga što su na plitkom tresetu, nije konstatovan veći broj higrofilnih elemenata (tab. 4).

Subasocijacija *caricetosum paniceae* Rt. St. se razvija na najvlažnijim staništima (na kojima se voda zadržava do ranog leta), na močvarno-glejnim i tresetnim zemljištima umereno kisele do slabo alkalne reakcije. Po teksturnom sastavu zemljišta su tresetna, ilovaste peskulje ili peskovite ilovače (tab. 1). Istraživanjima su obuhvaćene sastojine u Livanjskom polju (lok. 21), Buškom blatu (lok. 42), Glamočkom (lok. 7) i Kupreškom polju (lok. 57). U njima je konstatovano 20 vrsta Entomobryidae i Sminthuridae. Sastav vrsta na lokalitetima je različit, što je i razumljivo, s obzirom na razlike u geografskom položaju, klimatskim, edafskim i drugim faktorima.

U Livanjskom polju sastojine *caricetosum paniceae* su razvijene na močvarno-glejnem zemljištu, sa vidno izraženim procesom zatresećivanja, umereno kisele reakcije. Mehanički sastav zemljišta je lakši u površinskim horizontima (ilovasta peskulja) nego u dubljim (peskovita ilovača) (tab. 1). Sastav vrsta Entomobryidae i Sminthuridae karakteriše kvantitativna dominacija higrofilnih elemenata (*Bourletiella novemlineata* *Sminthurides aquaticus*). Pored njih, nešto češće se javlja i vrsta *Sminthurinus elegans*. (tab. 5).

U sastojinama u Buškom blatu, na plitkom tresetnom zemljištu slabo alkalne reakcije, sastav vrsta je znatno drugačiji nego na prethodnom lokalitetu. Ovde, izuzev vrste *Sminthurides pseudoassimilis*, nedostaju najčešći higrofilni elementi, a javlja se niz vrsta koje preferiraju umereno vlažna staništa. Jer, iako je dužina trajanja poplava na ovim površinama približno ista kao i u sastojinama na močvarnoglejnem zemljištu, u vreme sušnog perioda, u tresetnom zemljištu, dolazi do znatnog isušivanja površinskih horizonata i time se stvaraju veoma nepovoljni uslovi za preživljavanje higrofilnih oblika. Mala gustina i čvrstoća je opšta karakteristika populacija nađenih vrsta (tab. 5).

U Glamočkom i Kupreškom polju sastojine *caricetosum paniceae* su takođe razvijene na tresetnim zemljištima slabo kisele reakcije. I u njima preovlađuju vrste karakteristične za umereno vlažna staništa (*Sminthurides pumilis*, *Sminthurinus elegans*, *Lepidocyrtus cyaneus*). U sastojinama u Kupreškom polju konstatovan je veći broj vrsta Entomobryidae i Sminthuridae. Međutim, sastav vrsta kako u sastojinama u Glamočkom, tako i u Kupreškom polju nije tipičan za vlažna staništa. Nedostaju higrofilni oblici karakteristični za poplavne livade (tab. 5).

Prema Riter-Studnički (1972) subasocijacija *caricetosum panniceae* je u kontaktu sa velikim brojem zajednica u poljima, u koje može da pređe promenom ekoloških uslova, u prvom redu režima vlažnosti. Floristički je najbogatija vrstama specifičnim za ovu subasocijaciju, kada se graniči sa sastojinama iz zajednice *Molinio-Lathyretum pannonicum*. Isti je slučaj i sa sastavom vrsta Entomobryidae i Sminthuridae. Najveći broj vrsta ovih životinja, vezanih za *caricetosum pannonicum*, konstatovan je u sastojinama na močvarnoglejnem zemljištu (lok. 21), koje su u neposrednom kontaktu sa sastojinama iz zajednice *Molinio-Lathyretum pannonicum*. Ostale su sastojine u kontaktu sa zajednicama visokih šaša, i u njima je nađen znatno manji broj vrsta. Sastojine ove subasocijacije karakteriše visok procenat konstantnih vrsta, preko 52% (tab. 3).

Subasocijacija *salicetosum rosmarinifoliae* Rt. St. je raširena u Livanjskom i Glamočkom polju na površinama na kojima poplave traju veoma dugo. U zemljištima ovih sastojina vlažnost daleko manje oscilira nego na drugim poplavnim livadama, jer ruzmarinova vrba, u sušnim periodima, svojim gustim pokrivačem sprečava intenzivnije isušivanje zemljišta.

Tabela 3. Frekvencija i konstantnost vrsta Entomobryidae i Sminthuridae u zajednicama poplavnih livada.

Table 3. Frequency and constancy of species Entomobryidae and Sminthuridae in communities of flood meadows.

SVEZA ASOCIJACIJA	MOLINIO-HORDEION SECALINI																	
	MOLINIO-LATHYRETUM PANNONICI										DESCHEMPSETUM MEDIAE ILLRICUM				PLANTACINETUM ALTIMAIE			
	SUBASOCIJACIJA		GERATULETOS UM LYCOPIFO- LIAE		TYPICUM				CARICETOSUM ELATAE				SALICEOTOSUM ROSMARINI- FOLIAE					
LOKALITETI VRSTE	Broj proba	30 45	17 34 15 16 53	K %	21 42 7 57	K %	25 13	K %	1 2 3 44 40	K %	70	67 68 69 K %	K %	3 2 1 2 100	4 3 3 1 100	1 2 1 3 100	24 18 18 15	SVEZE
		17 15	16 25 12 11 21		24 16 12 18		18 11		17 20 20 12 13									
<i>Sminthurides purnilis</i>		3 3	2 2 + 2 2	100	2 1 2 2	100	1 2	100	3 2 5 1 1	100	3	2 1 2 100	100					
<i>Lepidocyrtus cyaneus</i>		3 1	2 1 - 3 +	80	+ + + 2	100	- +	84	1 3 2 1 +	100	4	3 3 1 100	91					
<i>Bourletiella novemlineata</i>		1 2	1 2 1 2 2	100	2 - 2 1	75	2 +	92	1 2 2 + +	100	1	2 1 3 100	91					
<i>Sminthurinus elegans</i>		3 2	3 2 - 2 2	80	2 - - 2	50	2 -	69	5 2 3 3 2	100	+	4 2 2 100	82					
<i>Orchesella albofasciata</i>		+	2 3 1 - 2	60	- - + 1	50	- -	54	1 + 1 - 1	80	+	1 1 - 67	68					
<i>Lepidocyrtus lanuginosus</i>		2 -	2 + + 2 -	80	- 1 + 1	75	1 +	77	1 + - + +	80	+	+	- - 33	73				
<i>Bourletiella circumfasciata</i>		1 -	- + - -	20	+ + - -	50	+ -	38	- + - - 1	40	-	1 - - 33	36					
<i>Sminthurus sp</i>		1 -	- - - -	-	- - - -	-	+ -	15	- - - -	-	-	- - - -	9					
<i>Sminthurinus aureus</i>		1 -	2 + - -	2	60 + - 1	75	- -	54	1 1 - + -	60	-	- - - -	45					
<i>Sminthurus viridis</i>		1 --	+ - - -	20	- - - -	-	- -	15	- - - -	-	-	- - - -	9					
<i>Entomobrya nicoleti</i>		1 -	2 - - -	20	+ - - -	-	- -	23	- - - +	20	-	- - - -	18					
<i>Heteromurus nitidus</i>		1 -	2 + - -	40	- + - -	25	1 -	38	2 1 2 1 -	80	-	- - - -	41					
<i>Sminthurides malmgreni</i>		+-	- + - +	40	+ - - -	25	- -	31	1 - + +	60	-	- - - -	32					
<i>Lepidocyrtus curvicolis</i>		+-	+ + - -	40	- + - -	25	- -	31	- - - +	20	-	- - - -	23					
<i>Cyphoderus bidenticulatus</i>		+-	- - - -	-	- - - -	-	- -	8	- - - -	-	-	- - - -	4					
<i>Pseudosinella sexoculata</i>		+-	- - - -	-	- - - -	-	- -	8	- - - -	-	-	- - - -	4					
<i>Neelus minimus</i>		+-	- - - -	-	- - - +	25	- -	15	- - - -	-	-	- - - -	3					
<i>Sminthurides aquaticus</i>		- +	- 1 - +	40	2 - - +	50	+ +	54	- - + -	20	2 2 1 3 2 100	54						
<i>Bourletiella bilineata</i>		- +	+ - - -	20	- + - -	25	- -	23	- - 1 - +	40	-	- - - -	23					
<i>Tomocerus mixtus</i>		--	1 + - -	40	- - - -	-	- -	15	- - - -	-	-	- - - -	14					
<i>Entomobrya marginata</i>		--	+ - - -	20	- - - -	-	- -	8	- - + -	20	-	- - - -	9					
<i>Saira domestica</i>		--	+ - - -	20	1 - - 25	+	- 23	-	-	-	-	- - - -	18					
<i>Entomobrya lanuginosa</i>		--	+ - - -	20	- - - +	25	- -	15	1 1 + + -	80	-	- - - -	27					
<i>Arrhopalites acanthophthalmus</i>		--	+ 1 - +	60	- - - -	-	- 1 31	- 1 - + +	60	-	- + -	33	36					
<i>Sminthurides assimilis</i>		--	- + - +	40	- - - -	-	- -	15	- - - -	-	-	- + -	33	14				
<i>Sminthurides violaceus</i>		--	- + - -	20	- - - -	-	- -	8	- 1 -	20	-	- - - -	9					
<i>Sminthurides pseudessimilis</i>		--	- - - -	-	+ 2 -	50	- -	15	- - - -	-	-	- - - -	9					
<i>Oncopodura crassicornis</i>		--	- - - -	-	- - + -	25	- -	8	- - - -	-	-	- - - -	4					
<i>Cyphoderus sp</i>		--	- - - -	-	- - + -	25	- -	8	- - - -	-	-	- - - -	4					
<i>Dicyrtoma setosa</i>		--	- - - -	-	- - - -	-	- + 0	-	- - - -	-	-	- - - -	4					
<i>Sminthurus lubbocki</i>		--	- - - -	-	- - - -	-	- 1	- - -	20	-	-	- - - -	4					
<i>Sminthurus fuscus</i>		--	- - - -	-	- - - -	-	- +	- - -	20	-	-	- - - -	4					
<i>Lepidocyrtus paradoxus</i>		--	- - - -	-	- - - -	-	- +	- - -	20	-	-	- - - -	4					
<i>Arrhopalites terricola</i>		--	- - - -	-	- - - -	-	- +	- - -	20	-	-	- - - -	4					
<i>Bourletiella sulphurea</i>		--	- - - -	-	- - - -	-	- +	- - -	20	-	- + -	33	14					
<i>Bourletiella bicincta</i>		--	- - - -	-	- - - -	-	- +	- - -	20	-	- - -	-	4					
<i>Pseudosinella octopunctata</i>		--	- - - -	-	- - - -	-	- +	- - -	20	-	- - -	-	4					
<i>Entomobrya binaculata</i>		--	- - - -	-	- - - -	-	- +	- - -	20	-	- - -	-	4					
<i>Entomobrya handschini</i>		--	- - - -	-	- - - -	-	- +	- - -	20	-	- - -	-	4					
<i>Heteromurus tetraphthalmus</i>		--	- - - -	-	- - - -	-	- +	- - -	20	-	- - -	-	4					
<i>Bourletiella repanda</i>		--	- - - -	-	- - - -	-	- -	- - -	-	-	- + -	-	4					
<i>Bourletiella radula</i>		--	- - - -	-	- - - -	-	- -	- - -	-	-	- + -	-	4					
<i>Lepidocyrtus violaceus</i>		--	- - - -	-	- - - -	-	- -	- - -	-	-	- + -	-	9					
<i>Arrhopalites principalis</i>		--	- - - -	-	- - - -	-	- -	- - -	-	-	- + -	-	4					
<i>Bourletiella flava</i>		--	- - - -	-	- - - -	-	- -	- - -	-	-	- + -	-	4					
<i>Tomocerus minor</i>		--	- - - -	-	- - - -	-	- -	- - -	-	-	- + -	-	4					

Tabela 4. Gustina populacije Entomobryidae i Sminthuridae u zajednici *Molinio-Lathyretum pannonicis seratuletosum lycopifoliae*, u 1000 cm³ zemlje.

Table 4. Population density of Entomobryidae and Sminthuridae in community of *Molinio-Lathyretum pannonicum seratuletosum licopifoliae*, in 1000 cm³ of soil.

Tabela 5. Gustina populacije Entomobryidae i Sminthuridae u zajednici *Molinio-Lathyretum pannonicici caricetosum paniceae*, u 1000 cm³ zemlje.

Table 5. Population density of Entomobryidae and Sminthuridae in community of *Molinio-Lathyretum paucimonici caricetosum paniceae*, in 1000 cm³ of soil.

U Livanjskom polju, sastojine ruzmarinove vrbe su raširene na močvarno-glejnog zemljištu koje je slabo kisele do slabo alkalne reakcije i bogato humusom, sa relativno uskim odnosom C : N, (11,43 — 11,75). Po taksturnom asstavu zemljište je peskovita ilovača (tab. 1). Tokom godine u njemu, preovlađuje mokra faza. Konstatovano je devet vrsta među kojima dominiraju oblici karakteristični za umereno vlažna — mezofilna staništa (*Sminthurinus elegans*, *Lepidocyrtus lanuginosus*, *Sminthurides pumilis* i dr. i higrofilni elementi (*Bourletiella novemlineata*, *Sminthurides aquaticus*, tab. 6).

U Glamočkom polju sastojine ruzmarinove vrbe su razvijene na zatresećenom zemljištu. U njima je konstatovan sličan sastav vrsta Entomobryidae i Sminthuridae kao i u sastojinama u Livanjskom polju, samo je broj vrsta manji. Potrebno je posebno istaći nalaz veoma retke vrste *Dicyrtoma setosa*, koja je konstatovana samo u ovim sastojinama.

U zajednici *Molinio-Lathyretum pannonicum* među konstantnim vrstama zastupljeni su skoro isključivo oblici vezani za umereno vlažna i vlažna staništa (tab. 3) i najčešće su zajednički za više sub-asocijacije.

b) *Zajednica Deschampsietum mediae illyricum* (Zeider) H-ić. Sastojine ove zajednice su raširena na laporovitim krečnjacima, na zemljištima A—C tipa. Ove površine voda povremeno plavi, ali u sušnim periodima dolazi do potpunog isušenja zemljišta kada u njemu dominira suha faza. U većem delu vegetacijske periode ove zajednice su pod velikim uticajem vrlo intenzivne ispaše.

Istraživanjima su obuhvaćene sastojine u Sinjskom (lok. 1, 2 i 3) i Livanjskom polju (lok. 44), odnosno Buškom blatu (lok. 10). Svi lokaliteti su na istoj podlozi (laporoviti krečnjaci), na zemljištima sličnih fizičko-hemijskih svojstava. U njima je konstatovan veoma visok procenat zajedničkih vrsta (40%).

Sinjsko polje je u poslednje dve decenije meliorisano i skoro sve površine pod prirodnim zajednicama su privredne kulturi, te su za istraživanja odabrane male površine — fragmenti preostalih prirodnih zajednica.

Sastojine na karbonatnom praškasto-glinovitom aluvijumu (lok. 1), sa znacima zamočvarivanja u dubljim horizontima, slabo alkalne reakcije, su ostaci nezofilnijeg tipa vegetacije. U njima se posle izvršenih melioracija izmenio sastav biljnih vrsta. Sada preovlađuju vrste karakteristične za umereno vlažna staništa (Riter-Studnička, 1972). I sastav vrsta Entomobryidae i Sminthuridae je pretrpeo izvesne promene. Kvalitativno i kvantitativno dominiraju oblici karakteristični za umereno vlažna staništa (*Sminthurinus elegans*, *Sminthurides pumilis*). Higrofilni elementi su relativno retki (*Bourletiella novemlineata*, *Sminthurides malmgreni*), i to je nesumnjivo posljedica promena vodnog režima u zemljištu (tab. 7).

U sastojinama na laporcu i laporovitom krečnjaku (lok. 2 i 3) na rendzini slabo alkalne reakcije (tab. 1), takođe dominiraju vrste koje su karakteristične za umereno vlažna staništa (*Lepidocyrtus syaneus*, *Sminthurides pumilis*, *Sminthurinus elegans*. Pored njih nađene su i vrste koje se dosta retko sreću u poljima (*Arrhopalites terricola*, *Arrhopalites acanthophthalmus*, *Sminthurides violaceus*). U malim depresijama (lok. 3), i pored toga što je profil zemljišta veoma plitak (4–6 cm), javljaju se higrofilni elementi *Bourletiella novemlineata*, *Sminthurides aquaticus*, karakteristični za poplavne livade (tab. 7).

U Livanjskom polju zajednica *Deschampsietum mediae illyricum* je takođe raširena na laporcu, na rendzini neutralne do slabo alkalne reakcije. Zemljište je veoma bogato karbonatima, humoznog i lakog mehaničkog sastava (ilovasta prahulja; tab. 1). Vodni režim u toku godine, zavisno od padavina, vrlo je promenljiv. Zastupljene su sve faze vlažnosti. Za razliku od sastojina u Sinjskom polju, u ovim je konstatovano više vrsta Entomobryidae i Sminthuridae, ali su populacije vrlo retke i male gustine (tab. 7). Nešto brojnije je zastupljena vrsta *Sminthurinus elegans*. Izrazito mala gustina i čestoča populacija u ovim sastojinama je najverovatnije posledica velikih oscilacija vlage, koje su karakteristične za plitka i porzona zemljišta. Pojava suhe faze u zemljištu je ograničavajući faktor za preživljavanje stanovnika vlažne sredine, kojima pripada većina konstatovanih vrsta. Pored vlage, gaženje, krošnje i intenzivna ispaša takođe deluju na kvantitativni sastav populacija Entomobryidae i Sminthuridae u ovoj azjednici. Konstatovano je i nekoliko vrlo retkih vrsta (*Heteromurus tetraphthalmus*, *Entomobrya handschini*, *Entomobrya bimaculata*, *Pseudosinella octopunctata*), koje po tipu rasprostranjenja pripadaju mediteranskim i južnoevropskim elementima.

U zajednici *Deschampsietum mediae illyricum* konstantne vrste ne dostižu veliku gustinu i čestoču, ali je njihova procentualna zastupljenost u odnosu na ukupan broj vrsta dosta visoka (39%; tab. 3).

c) *Zajednica Plantaginetum altissimae* Rt St. U Mostarskom blatu, na posmeđenom karbonatnom aluvijumu neutralne reakcije, raširene su sastojine zajednice *Plantaginetum altissimae* (lok. 70, 72). Površine pod ovom zajednicom voda plavi u zimskim i proljetnim mesecima. U sušnim periodima voda se povlači, ali se u zemljištu, zahvaljujući veoma dubokom profilu, njegovim fizičko-hemijskim svojstvima i specifičnim hidrografskim prilikama u polju, zadržava dovoljno vlage. U ovim staništima konstatovano je 14 vrsta iz familija Entomobryidae i Sminthuridae. Među dominantama preovlađuju oblici karakteristični za umereno vlažna staništa (*Lepidocyrtus cyaneus*, *Sminthurides pumilis*) i vrste vezane za veoma vlažna mesta (*Sminthurides aquaticus*, *Bourletiella novemlineata*, tab. 8). Osim pomenutih vrsta, veoma je interesantan

Tabela 19. Gustina populacija Entomobryidae i Sminthuridae u zajednicama *Genista elatae-Quercetum petosum silvicola*, u 1000 cm³ zemlje.

Table 19. Population density of Entomobryidae and Sminthuridae in community of *Genisto elatae-Quercetum poetosum silvicola*e, in 1000 cm³ of soil.

Tabela 7. Gustina populacije Entomobryidae i Sminthuridae u zajednici *Deschampsietum mediae illyricum*, u 1000 cm³ zemlje.

Table 7. Population density of Entomobryidae and Sminthuridae in community of *Deschampsietum mediae illyricum*, in 1000 cm³ of soil.

Tabela 8. Gustina populacije Entomobryidae i Sminthuridae u zajednici *Plantaginetum altissimae*, u 1000 cm³ zemlje.

Table 8. Population density of Entomobryidae and Sminthuridae in community of *Plantaginetum altissimae*, in 1000 cm³ of soil.

LOKALITETI Vreme uzimanja proba VRSTE	Dubina u	70 (72)								
		1 9		7 1						
		V	V	VI	VI	VII	VII	IX	IX	
<i>Sminthurides pumilis</i>	0-10	10,0	2,0	6,0	-	2,0	-	-	-	1,0
	"	4,0	48,0	4,0	-	-	-	2,0	-	-
	"	-	-	-	-	2,0	6,0	-	2,0	-
<i>Bourletiella sulphurea</i>	0-10	1,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-
	"	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	"	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sminthurides aquaticus</i>	0-10	6,0	15,0	3,0	-	6,0	-	2,0	3,0	
	"	10,0	-	-	-	1,0	-	-	2,0	
	"	4,0	-	-	-	-	-	-	2,0	
<i>Bourletiella novemlineata</i>	0-10	-	-	4,0	-	1,0	-	-	-	-
	"	1,0	57,0	-	-	-	-	-	-	-
	"	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bourletiella repanda</i>	0-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	"	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	"	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bourletiella radula</i>	0-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	"	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	"	3,0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lepidocyrtus cyaneus</i>	0-10	-	-	3,0	22,0	0,34,0	33,0	4,0	15,0	
	"	-	-	6,0	-	23,0	1,0	12,0	11,0	
	"	-	-	1,0	-	33,0	19,0	21,0	5,0	
<i>Tomocerus mixtus</i>	0-10	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-
	"	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	"	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sminthurinus elegans</i>	0-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	"	-	14,0	1,0	-	-	-	-	-	-
	"	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lepidocyrtus lanuginosus</i>	0-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	"	-	-	-	13,0	-	-	-	-	-
	"	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lepidocyrtus violaceus</i>	0-10	-	-	-	-	1,0	-	-	-	-
	"	-	-	-	-	-	-	1,0	-	-
	"	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lepidocyrtus paradoxus</i>	0-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	"	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	"	-	-	-	-	-	-	-	1,0	-
<i>Orchesella albofasciata</i>	0-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	"	-	-	-	-	-	-	-	2,0	-
	"	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Seira domestica</i>	0-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	"	-	-	-	-	-	-	-	1,0	-
	"	-	-	-	-	-	-	-	-	-

nalaz vrlo retkih vrsta *Bourletiella repanda* i *Bourletiella radula*. To su srednjoevropski, odnosno borealni elementi. *B. radula* je konstatovana i u Glamočkom polju, u zajednici *Danthonio-Scorzonereum villosae*, na visini cez 900 m nad morem.

d) *Zajednica Centauretum pannonicum* Rt St. Raširena je u Imotskom polju, na zamočvarnim karbonatnim i močvarno-glejnim zemljištima, na površinama na kojima poplave traju do u kasno leto.

U sastojinama na zamočvarenom karbonatnom aluvijumu slabo alkalne reakcije (tab. 1) sastav vrsta Entomobryidae i Sminthuridae se menja u zavisnosti od stepena vlažnosti zemljišta, odnosno od dužine trajanja polava. Na lokalitetima gde se voda zadržava duže (lok. 67), više je izražena kvalitativna i kvantitativna dominantnost higrofilnih elemenata (*Bourletiella novemlineata*, *Sminthurides aquaticus*), a na površinama gde poplave traju kraće (lok. 68) dominiraju mezofilni elementi (*Sminthurinus elegans*, *Sminthurides pumilis*, *Lepidocyrtus cyaneus*), karakteristični za vlažna i umereno vlažna staništa (tab. 9.). U ovim sastojinama konstatovana je vrlo retka vrsta *Arrhopalites principalis*, koja je, prema Hale-u (1966), specifična za močvarne i zatresećene površine.

U sastojinama na močvarno-glejnom zemljištu slabo alkalne reakcije (lok. 69), konstatovan je znatno manji broj vrsta (tab. 9). I ovde su kvantitativno najviše zastupljene populacije higrofilnih vrsta (*Sminthurides aquaticus*, *Bourletiella novemlineata*) i oblici pretežno vezani za vlažna i umereno vlažna staništa (*Sminthurides pumilis*, *Sminthurinus elegans*).

U zajednicama *Plantaginetum altissimae* i *Centauretum pannonicum*, kao i u ostalim poplavnim livadama, zastupljen je visok procenat konstantnih vrsta (tab. 3).

2) Naselje Entomobryidae i Sminthuridae u zajednicama močvarnih livada

Najveće površine pod vegetacijom močvarnih livada su u Livanjskom polju, u području Ždralovca, gde veliki broj kraških izvora, aktivnih tokom cele godine, i konfiguracija terena pružaju izvanredno povoljne uslove za razvoj močvarne vegetacije.

a) *Zajednica Mariscetum* (A11) Zobr. U Ždralovcu na tresetnom zemljištu umereno kisele reakcije (nisko tresetište), raširena je zajednica visokih šaši — *Mariscetum*. Zemljište je veoma humozno, sa relativno širokim odnosom C : N (14,06 — 16,60). Površine pod ovom azjednicom su dugo pod vodom. U zemljištu tokom godine preovlađuje mokra faza. Suha faza se nikada ne javlja. Organizmi koji ne podnose dugotrajna kvašenja, kojima pripada i većina vrsta iz reda Collembola, preživljavaju dugotrajne poplave u busikama, nastalim pod žbunovima *Carex gracilis*, koje u vreme poplava

Tabela 9. Gustina populacija Entomobryidae i Sminthuridae u zajednici *Centauretum pannonicæ*, u 1000 cm^3 zemlje.

Table 9. Population density of Entomobryidae and Sminthuridae in community of *Centauretum pannonicae*, in 1000 cm³ of soil.

ostaju iznad nivoa vode. Ove sastojine naseljava relativno mali broj vrsta Entomobryidae i Sminthuridae (tab. 10). Veću gustinu i čestoću dostižu vrste karakteristične za vlažna i umereno vlažna staništa (*Lepidocyrtus lanuginosus*, *Lepidocyrtus cyaneus*, *Orchesella albofasciata*, *Sminthurides pumilis*, *Bourletiella novemlineata*). Higrofilni elementi su, izuzev *Bourletiella novemlineata*, retki, i pored toga što *Marisctum* spada u močvarne zajednice (tab. 10), jer je vodni režim površinskih horizonata zemljišta u sušnom periodu nepovoljan za preživljavanje oblika koji ne podnose veća isušivanja zemljišta. Konstatovane su i dve vrste iz roda *Sminthurus*: *S. nigromaculata* i *S. marginatus*, vrlo retke vrste srednjeevropskog tipa rasprostranjenja. U poljima su nađene, sem u ovoj zajednici, i u zajednicama *Linetum flevi angustifolii*, odnosno u sastojinama *Alnus glutinosa*.

b) *Zajednica Caricetum elatae* W. Koch. Najveće površine pod ovom zajednicom su takođe u Ždralovcu (Livanjsko polje), a u ostalim poljima je zastupljena u fragmentima, oko kraških izvora ili potoka. U njima voda stagnira veoma dugo, do polovine leta. Sastojine su razvijene na tresetnim ili močvarno-glejnim zemljištima slabo kisele ili slabo alkalne reakcije (tab. 1). Sastav vrsta Entomobryidae i Sminthuridae se menja zavisno od geografskog položaja lokaliteta, nadmorske visine, edafskih i drugih faktora.

Sastojine u Ždralovcu (lok. 50), na dubokom tresetnom zemljištu umereno kisele reakcije, karakterišu brojni higrofilni elementi (tab. 11). Vrsta *Bourletiella novemlineata* se javlja sa veoma visokom frekvencom i gustinom. Pored nje, vrlo je brojna i vrsta *Lepidocyrtus lanuginosus*, česta i u azjednici *Marisctum*, sa kojom su sastojine *Carex elatae* u neposrednom kontaktu. *Lepidocyrtus lanuginosus* ima veoma široku valencu u odnosu na tip staništa — euritopna forma, međutim, na drugim lokalitetima u ovoj zajednici je veoma retka, ili se uopšte ne javlja.

U manje tipičnim sastojinama *Caricetum elatae*, u Buškom blatu, na plitkom tresetnom zameljištu neutralne do slabo alkalne reakcije konstatovan je manji broj vrsta ispitivanih životinja, koji je po sastavu identičan sa sastavom vrsta u Ždralovcu, ali je kvantitativna zastupljenost vrsta drugačija (tab. 11). Pored vrste *Bourletiella novemlineata*, ovde su brojnije i češće populacije *Sminthurides pumilis*, vrsta karakteristična za vegetaciju mezofilnih — poplavnih livada, sa kojima su sastojine *Carex elatae*, u Buškom blatu, u neposrednom kontaktu. Od ostalih higrofilnih oblika zastupljena je i vrsta *Sminthurides aquaticus*.

U sastojinama *Caricetum elatae* na većoj nadmorskoj visini (Glamočko polje, lok. 6), na plitkom tresetnom zemljištu umereno kisele reakcije opada gustina i frekvencija vrsta, čiji je sastav veoma sličan sastavu vrsta u zajednicama u Livanjskom polju. I ovde

Tabela 10. Gustina populacija Entomobryidae i Sminthuridae u zajednici *Marisctetum*, u 1000 cm³ zemlje.

Table 10. Population density of Entomobryidae and Sminthuridae in community of *Marisctetum*, in 1000 cm³ of soil.

LOKALITÉTI Vreme uzimanja proba VRSTE	dubina u cm.	19												.			
		VI	1	9	6	9	X	XI	VI	VII	VIII	1	9	7	0	X	XI
<i>Sminthurides violaceus</i>	0-4	30,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4-8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bourletiella novemlineata</i>	0-4	58,8	-	2,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2	1,2
	4-8	-	-	-	-	-	-	-	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sminthurus marginatus</i>	0-4	4,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4-8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lepidocyrtus cyaneus</i>	0-4	-	-	-	-	-	-	-	5,9	-	11,8	4,7	-	-	-	-	-
	4-8	-	2,3	-	-	-	-	-	1,2	-	1,2	-	-	-	-	-	-
<i>Lepidocyrtus lanuginosus</i>	0-4	-	-	7,1	2,3	9,4	-	-	4,7	-	9,4	-	3,5	1,2	1,2	-	-
	4-8	-	4,7	-	-	-	-	1,2	1,2	4,7	1,2	3,5	-	-	-	-	-
<i>Sminthurides pumilis</i>	0-4	-	2,3	-	-	-	-	-	-	-	9,4	7,1	-	-	-	-	-
	4-8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,3	-	-	-	-	-	-
<i>Bourletiella bilineata</i>	0-4	-	2,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4-8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Entomobrya lanuginosa</i>	0-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4-8	-	-	2,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Orchesella albofasciata</i>	0-4	-	-	-	-	-	-	-	1,2	-	2,3	2,3	2,3	-	-	-	-
	4-8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,7	-	1,2	-	-	-	-
<i>Sminthurus nigromaculata</i>	0-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2	-	-	-	-	-	-
	4-8	-	-	-	-	-	-	-	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tomocerus minor</i>	0-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4-8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2	-	-	-	-

Tabela 11. Gustina populacija Entomobryidae i Sminthuridae u zajednici *Caricetum elatae*, u 1000 cm³ zemlje.

Table 11. Population density of Entomobryidae and Sminthuridae in community of *Caricetum elatae*, in 1000 cm³ of soil.

Tabela

GUSTINA POPULACIJA ENTOMOBRYIDAE I SMINTHURIDAE U ZAJEDNICI CARICETUM ELATAE W. KOCH U 1000 cm³ zemlje.

LOKALITETI	50										51										6										56														
	1969					1970					1969					1970					1969					1970					1970					1971									
Vreme uzimanja proba Dubina u cm. VRSTE	VII	VIII	IX	X	XI	VII	VIII	IX	X	XI	VII	VIII	IX	X	XI	VII	VIII	IX	X	XI	VII	VIII	IX	X	XI	VII	VIII	IX	X	XI	VII	VIII	IX	X	XI	VII	VIII	IX	X	XI					
Bourletiella novemlineata	9,4	9,4	4,0	4	4	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	2,3	0,4	0,4	0,4	0,4	2,3	0,4	0,4	0,4	0,4	2,3	0,4	0,4	0,4	0,4	2,3	0,4	0,4	0,4	0,4	2,3	0,4	0,4	0,4	0,4	2,3	0,4	0,4	0,4	0,4	2,3	0,4	0,4	0,4	0,4
Sminthurides pumilis	9,4	9,4	4,2	4,2	4,2	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,3	0,4	0,4	0,4	0,4	2,3	0,4	0,4	0,4	0,4	2,3	0,4	0,4	0,4	0,4	2,3	0,4	0,4	0,4	0,4	2,3	0,4	0,4	0,4	0,4	2,3	0,4	0,4	0,4	0,4					
Lepidocyrtus lanuginosus	11,8	4,7	4,7	4,7	4,7	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,3	0,4	0,4	0,4	0,4	2,3	0,4	0,4	0,4	0,4	2,3	0,4	0,4	0,4	0,4	2,3	0,4	0,4	0,4	0,4	2,3	0,4	0,4	0,4	0,4	2,3	0,4	0,4	0,4	0,4					
Sminthurides aquaticus											2,3										4,7																								
Arrhopalites acanthophthalmus											2,3																																		
Neelus minimus											2,3																																		
Sminthurides malmsgreni											2,3																																		
Seira demestica											2,3																																		
Lepidocyrtus cyaneus											2,3																																		
Sminthurinus elegans											2,3																																		
Sminthurides assimilis											2,3																																		
Entomobrya lanuginosa											2,3																																		
Sminthurides violaceus											2,3																																		
Tomocerus minor											2,3																																		

su dominantni higrofilni elementi (*Bourletiella novemlineata*). Vrsta *Sminthurides violaceus*, konstatovana samo na ovom lokalitetu, takođe pretpostavlja vlažna staništa.

U kupreškom polju sastojine *Caricetum elatae* su raširene u poplavnom području reke Mrvice, na močvarno-glejnom zamljištu umereno kisele reakcije. Na ovim površinama poplave traju vrlo dugo. Voda se povlači samo u vreme dužih sušnih perioda, krajem

Tabela 12. Frekvencija i konstantnost vrsta Entomobryidae i Sminthuridae u zajednicama močvarnih livada.

Table 12. Frequency and constancy of species Entomobryidae and Sminthuridae in communities of marshy meadows.

VRSTE	LOKALITETI Broj proba	CARICETUM ELATAE				K %.	19 12	8 17	59 18
		50 11	51 14	56 21	6 12				
.									
<i>Bourletiella novemlineata</i>		4	2	2	2	100	2	2	3
<i>Sminthurides pumilis</i>		2	2	2	+	100	2	1	2
<i>Lepidocyrtus lanuginosus</i>		5	1		+	75	5	1	
<i>Sminthurides aquaticus</i>		1	+	2	+	100		+	1
<i>Sminthurides malmgreni</i>		+		1	+	75		1	
<i>Arrhopalites acanthophthalmus</i>		+		+		50			
<i>Neelus minimus</i>		+				25			
<i>Lepidocyrtus cyaneus</i>				+		25	2	+	2
<i>Entomobrya lanuginosa</i>				+		25	+		1
<i>Seira domestica</i>				1		25		1	
<i>Sminthurinus elegans</i>				1		25		+	2
<i>Sminthurides assimilis</i>				1		25			
<i>Tomocerus minor</i>					+	25	+		
<i>Sminthurides violaceus</i>					+	25	+		
<i>Orchesella albofasciata</i>							2		
<i>Sminthurus nigromaculata</i>							1		
<i>Bourletiella bilineata</i>							+	1	
<i>Sminthurus marginatus</i>							+		
<i>Bourletiella sulphurea</i>								+	
<i>Lepidocyrtus curvicollis</i>								+	1
<i>Heteromurus hexophthalmus</i>								+	
<i>Dicyrtoma minuta</i>								+	
<i>Dicyrtoma ornata</i>								+	

leta ili početkom jeseni. U njima je konstatovan veći broj vrsta Entomobryidae i Sminthuridae nego u sastojinama na plitkom tresetnom zemljištu. Pored većeg broja higrofilnih elemenata (*Bourletiella novemlineata*, *Sminthurides aquaticus*, *Sminthurides malmgreni*, *Sminthuridaes assimilis*), u ovim sastojinama su zastupljene i vrste karakteristične za vegetaciju poplavnih livada (*Lepidocyrtus cyaneus*, *Sminthurinus elegans*), sa kojima su sastojine *Carex elatae* u neposrednom kontaktu.

U sastojinama *Caricetum elatae* utvrđen je veliki broj konstantnih vrsta (42%), (tab. 12).

Močvarnoj vegetaciji u kraškim poljima pripadaju i zajednice *Eriophorio-Caricetum davallinae* Rt. St. i *Cirsio-Salicetum petandrae* Rt. St. raširene u Glamočkom i Kupreškom polju, na plitkom tresetnom zamljištu slabo kisele do nutralne, odnosno umereno kisele reakcije (tab. 1), na površinama koje su veoma dugo pod vodom.

Tabela 13. Gustina populacija Entomobryidae i Sminthuridae u zajednici *Eriophorio-Caricetum davallianae*, u 1000 cm³ zemlje.

Table 13. population density of Entomobryidae and Sminthuridae, in community of *Eriophorio-Caricetum davallianae* in 1000 cm³ of soil.

LOKALITETI Vreme uzimanja proba	VRSTE	8								
		1969					1969			
		VI	VII	VIII	IX	Dubina u cm	III	IV	VI	IX
	Dubina u cm									
Bourletiella sulphurea	0-4	2,3	-	-	-	0-10	-	-	-	-
	4-8	-	-	-	-	"	-	-	-	-
						"	-	-	-	-
Bourletiella bilineata	0-4	2,3	-	2,3	-	0-10	-	-	-	-
	4-8	-	-	-	-	"	-	-	-	-
						"	-	-	-	-
Sminthurides pumilis	0-4	-	2,3	-	-	0-10	-	-	-	-
	4-8	-	-	-	-	"	-	-	-	-
						"	-	-	-	-
Bourletiella novemlineata	0-4	-	-	-	4,7	0-10	-	5,0	1,0	-
	4-8	-	-	-	-	"	-	3,0	5,0	-
						"	-	5,0	-	-
Sminthurinus elegans	0-4	-	-	-	-	0-10	-	-	-	-
	4-8	-	-	-	2,3	-	"	-	-	-
						"	-	-	-	-
Seira domestica	0-4	-	-	-	-	0-10	-	-	-	-
	4-8	-	-	-	2,3	-	"	-	-	2,0
						"	-	-	-	-
Sminthurides malmgreni	0-4	-	-	-	-	2,3	0-10	3,0	-	-
	4-8	-	-	-	-	-	"	-	3,0	-
						"	-	-	-	-
Sminthurides aquaticus	0-4	-	-	-	-	0-10	2,0	-	-	-
	4-8	-	-	-	-	"	-	-	-	-
						"	-	-	-	-
Lepidocyrtus lanuginosus	0-4	-	-	-	-	0-10	-	-	2,0	-
	4-8	-	-	-	-	"	-	-	1,0	-
						"	-	-	-	-
Lepidocyrtus curvicolis	0-4	-	-	-	-	0-10	-	-	2,0	-
	4-8	-	-	-	-	"	-	-	-	-
						"	-	-	-	-
Lepidocyrtus cyaneus	0-4	-	-	-	-	0-10	-	-	1,0	-
	4-8	-	-	-	-	"	-	-	-	-

c) Zajednica *Erioforio-Caricetum davallinae*. Raširena je u Glamočkom polju, u području Petrovog vrela, na površinama sa mnoštvom kraških izvora, koji u toku čitave godine održavaju vrlo visok nivo poplavnih voda. Površina zemljišta se delimično ocedi samo u vreme dugih sušnih perioda. Zajednica je reliktnog karaktera, međutim, sastav vrsta Entomobryidae i Sminthuridae nema reliktna obeležja (tab. 13). Karakteriše ih veliki broj higrofilnih oblika (*Bourletiella novemlineata*, *Sminthurides aquaticus*, *Sminthurides malmgreni*) i vrste koje su vrlo široko rasprostranjene — euritopne forme (*Sminthurides pumilis*, *Sminthrinus elegans*, *Lepidocyrtus lanuginosus*). Pored njih, zastupljene su i neke vrste koje su retke u području kraških polja (*Bourletielle sulphurea*, *Bourletiella bilineata*, *Seira domestica*).

d) Zajednica *Cirsio-Salicetum petandrae*. Razvijena je u Kupreškom polju i fragmentima. U neposrednom je kontaktu sa sastojinama zajednice *Molinio-Lathyretum pannonicum subas. caricetosum paniceae*, sa kojom je faunistički veoma slična. Među konstantnim vrstama dominiraju populacije *Bourletiella novemlineata*,

Tabela 14. Gustina populacija Entomobryidae i Sminthuridae u zajednici *Cirsio-Salicetum petandrae*, u 1000 cm³ zemlje.

Table 14. Population density of Entomobryidae and Sminthuridae in community of *Cirsio-Salicetum petandrae*, in 1000 cm³ of soil.

LOKALITETI Vreme uzimanja proba VRSTE	dubina u cm	59					
		IX	X	1970	XI	V	1971
Heteromurus hexophthalmus	0-10	1,0	—	—	—	—	—
"	"	—	—	—	—	—	—
Lepidocyrtus curvicollis	0-10	1,0	—	—	1,0	—	—
"	"	4,0	—	—	—	—	—
Lepidocyrtus cyaneus	0-10	2,0	2,0	—	—	—	—
"	"	14,0	—	+	—	1	—
"	"	4,0	—	—	—	—	—
Sminthurides pumilis	0-10	—	—	—	—	62,0	66,0
"	"	1,0	—	—	—	—	4,0
"	"	—	—	—	—	3,0	1,0
Sminthurides aquaticus	0-10	—	—	—	1,0	1,0	—
"	"	—	—	—	—	1,0	—
"	"	—	—	—	—	—	—
Sminthrinus elegans	0-10	—	—	—	—	6,0	7,0
"	"	—	—	—	—	5,0	5,0
"	"	—	—	—	—	4,0	—
Bourletiella novemlineata	0-10	—	—	—	—	2,0	1,0
"	"	—	—	—	—	3,0	7,0
"	"	—	—	—	—	1,0	—
Dicyrtoma minula	0-10	—	—	—	—	—	—
"	"	—	—	—	—	1,0	—
"	"	—	—	—	—	—	—
Dicyrtoma ornata	0-10	—	—	—	—	—	—
"	"	—	—	—	—	—	15,0
"	"	—	—	—	—	—	—
Entomobrya lanuginosa	0-10	—	—	—	—	—	1,0
"	"	—	—	—	—	—	1,0
"	"	—	—	—	—	—	—

Sminthurides pumilis i *Sminthurinus elegans*, vrste koje su dominantne i u zajednicama *Molinio-Lathyretum pannonicum*. Ono što zajednicu *Cirsio-Salicetum petandrae* čini specifičnom su vrste *Heteromurus hexophthalmus*, *Dicyrtoma minuta* i *Dicyrtoma ornata* (tab. 14). To su retke vrste. Ne javljaju se u zajednicama koje su u kontaktu sa sastojinama *Salix petandrae*, već su zastupljene u šumskim zajednicama *Salix petandrae*, već su zastupljene u šumskim zajednicama iz reda *Populetalia albae* i *Quercetalia pubescantis*.

3) Naselje Entomobryidae i Sminthuridae u zajednicama suhih livada

Zajednice suhih livada u kraškim poljima su raširene na površinama koje su, uglavnom, van domaćaja poplavnih voda, isključivo na laporovitim naslagama — laporovitim krečnjacima i glinovitim laporcima, na zemljištima A—C tipa, koja po teksturnom sastavu spadaju u laka zemljišta (tab. 1). Tokom godine u zemljištima dominira vlažna i suha faza. Mokra faza se samo izuzetno javlja u vreme velikih padavina. Zbog javljanja suhe faze u zemljištu, u dugim sušnim periodima kada su padavine veoma kratke, ova staništa su veoma nepovoljna za preživljavanje velikog broja vrsta Entomobryidae i Sminthuridae, prilagođenih na umidnije uslove u zemljištima.

a) *Zajednica Linetum flavi angustifolii* Rt. St. Suhe livade u poljima najvećim delom pripadaju zajednici linuma. Istraživanjima su obuhvaćene sastojine u Livanjskom (lok. 27, 28, 31, 39) i Glamčkom polju (lok. 10). U njima se sastav vrsta Entomobryidae i Sminthuridae menja zavisno od geografskog položaja, edafskih, klimatskih i drugih faktora.

U sastojinama na plitkoj rendzini na laporovitom krečnjaku (lok. 27, 31), usled veoma izraženih erozionih uticaja, matični supstrat mestično izbija na površinu. Podloga je jako propustljiva, zbog čega obilne padavine u toku kišnih perioda intenzivno inspiraju zemljište, te i zemljište i vegetacija ostaju trajno u početnoj fazi razvoja. U manjim depresijama, gde se voda duže zadržava i gde suha faza traje kraće vreme, preovlađuju oblici karakteristični za umereno vlažne livade, za razliku od sastojina na izdignutijim površinama gde su dominantni kserofilni elementi. Zajedničko za oba tipa staništa je mala gustina i frekvencija konstatovanih vrsta. Nešto su češće i sa više individua zastupljene populacije *Sminthurides pumilis* i *Lepidocyrtus lanuginosus* (tab. 15).

Sastojine zajednice *Linetum flavi angustifolii* na dubokoj rendzini i smeđem zemljištu na laporovitim krečnjacima (lok. 39, 28) karakteriše veća zastupljenost oblika specifičnih za umereno vlažna staništa (*Sminthurides pumilis*, *Lepidocyrtus lanuginosus*, *Smint-*

hurinus elegans). Vodni režim, koji je u prethodnim sastojinama ograničavajući faktor za mezofilnije elemente, ovde je znatno povoljniji, jer dublji profil zemljišta i veća pokrovnost biljnog pokrivača obezbeđuju, u većem delu godine, umereno vlažnu sredinu. U sastojinama na smeđem zemljištu konstatovane su veoma retke vrste *Cyphoderus bidenticulatus* i *Pseudosinella octopunctata*, karakteristične za termofilna staništa (tab.15).

U glamočkom polju zajednica *Linetum flavi angustifolii* uzima male površine. Sastojine su raširene na izdignutijim delovima u zapadnom gelu Polja, na glinovitim laporcima, na pelosolu jako kisele reakcije. Sastav vrsta Entomobryidae i Sminthuridae u ovim sastojinama je netipičan. Preovlađuju oblici iz susednih zajednica (Molinio-Lathyretum pannonicum): *Bourletiella novemlineata*, *Orchesella albofasciata*, *Lepidocyrtus lanuginosus* i dr. (tab. 15).

U sastojinama *Linetum flavi angustifolii* utvrđen je nešto manji broj konstantnih vrsta nego u zajednicama poplavnih livada. To su, uglavnom, oblici vezani za umereno vlažna staništa (tab. 16).

b) Zajednica *Danthonio-Scorzoneretum villosae* Rt. St. Vegetaciji suhih livada u kraškim poljima pripadaju i zajednice iz sveze *Scorzonerion villosae*, raširene u submediteranskom području *Dauthonio-Seorzoneretum villosae* i *Peucedano-Lathyretum filiformis*. U poljima su razvijene u bregovitoj zoni, izvan domaćaja poplava. Danas se veoma retko sreću, jer su površine koje nasejavaju najčešće pod poljoprivrednim kulturama. Veće površine se nalaze još u Glamočkom i Kupreškom polju, koja su zbog velike nadmorske visine, odnosno izmjenjenih klimatskih uslova (izražena kontinentalnost) ujedno i gornja granica rasprostranjenja ovih zajednica. Promenom opštih klimatskih uslova u zajednicama sveze *Socorzonierion villosae*, promenio se i sastav vrsta Entomobryidae i Sminthuridae.

U Glamočkom polju, u zajednicama *Danthonio-Scorzoneretum villosae* sastav vrsta ovih životinja je nespecifičan za vegetaciju suhih livada (tab. 17). Zajednica je razvijena na laporcu, na rendzini umereno kisele reakcije, teškog mehaničkog sastava (tab. 1). Na ovim površinama, usled male propustljivosti površinskih slojeva zemljišta, u vreme velikih padavina, dolazi do povremenih poplava. Konstatovan je relativno mali broj vrsta, čije su populacije, sa izuzetkom vrste *Sminthurinus elegans*, veoma retke i sa malim brojem individua. Ovde je posebno interesantan nalaz vrlo retke vrste *Bourletiella radula*, koja je nađena i u zajednici *Plantaginetum altisimae* u Mostarskom blatu.

c) Zajednica *Peucedano-Lathyretum filiformis* Rt. St. Ova zajednica je raširena u Kupreškom polju. U njoj preovlađuju oblici karakteristični za mezofilne livade (*Lepidocyrtus syaneus*, *Sminthurinus elegans*, *Lepidocyrtus lanuginosus* i dr.) i zajednice subalpskog i alpskog pojasa (*Entomobrya lanuginosa*). Sastojine su raši-

la 15. Gustina populacije Entomobryidae i Sminthuridae u zajednici *Linetum flavi angustifolii*, u 1000 cm^3 zemlje.

e 15. Population density of Entomobryidae and Sminthuridae in community of *Linetum flavi angustifolii*, in 1000 cm³ of soil.

rene na kiselo smeđem zemljištu jako kisele reakcije (pH = 4,20 — 4,50). I pored toga što su sastojine van domaćaja poplavnih voda, u njima je, usled velike nadmorske visine (1200 m) i opštih klimatskih prilika, vlažnost veoma visoka. Pojedinačno se javljaju i higrofilni elementi (*Bourletiella novemlineata*). U sastojinama na dubljem zemljištu, gde dominira nardus (subas. *nardetosum strictae*,

Tabela 16. Frekvencija i konstantnost vrsta Entomobryidae i Sminthuridae u zajednicama suhih livada.

Table 16. Frequency and constancy of species Entomobryidae and Sminthuridae in communities of dry meadows.

VRSTE	LOKALITETI Broj proba	ZAJEDNICE							K %	PEUCEDANO- LATHYRETUM FILIFORMIS	DANTHONIO-SCCRZO- NERETUM VILLOSAE			
		LINETUM FLAVI ANGUSTIFOLII												
		27 17	28 23	31 16	39 16	10 7								
Sminthurides pumilis		2	2	2	2	2	100	1			+			
Lepidocyrtus lanuginosus		1	1	4	2	3	100	+	1	1				
Sminthurinus elegans		1	2	+	2	1	100	+	1	2				
Entomobrya lanuginosa		+	+			1	60	4	2	+				
Sminthurus sp.		+	1	+	1	1	100				+			
Lepidocyrtus cyaneus		+		1	1		60	2						
Bourletiella novemlineata		+				2	40	1	+	+				
Bourletiella circumfasciata		+			+		40				+			
Sminthurides malmgreni		+					20							
Bourletiella fenyesi		+	+				40							
Sminthurinus flameclus		+	+				40							
Lepidocyrtus curvicollis		+				+	40							
Sminthurus viridis		+	+				40							
Bourletiella bilineata		+	+				40							
Wilowsia nigromaculata		+					20							
Sminthurinus aureus				+	+	+	60	1	1	+				
Entomobrya nicoleti				+	+	+	40							
Orchesella albofasciata				+		2	40							
Arrhopalites acanthophthalmus				+			20							
Sminthurus nigromaculata				+			20							
Heteromurus nitidus					+	2	40							
Pseudosinella octopunctata					1		20							
Cyphoderus bidenticulatus					+		20							
Cyphoderus sp.								1	+					
Seira domestica									+					
Entomobrya schaeti									1					
Bourletiella radula										+				

Tabela 17. Gustina populacija Entomobryidae i Sminthuridae u zajednici
Danthonio-Scorsoneretum villosae, u 1000 cm³ zemlje.
 Table 17. Population density of Entomobryidae and Sminthuridae in co-
 mmunity of *Danthonio-Scorsoneretum villosae* in 1000 cm³ of soil.

LOKALITETI Vreme uzimanja proba VRSTE	Dubina u cm.	1 2						Dubina u cm.	1 9 7 0				
		VI	VII	1 9	6 9	X	XI		II	III	IV	VI	IX
<i>Bourletiella circumfasciata</i>	0-4	—	7,1	—	—	—	—	0-10	—	—	—	—	—
	4-8	—	—	—	—	—	—	“	—	—	—	—	—
<i>Sminthurinus elegans</i>	0-4	7,1	28,2	—	—	—	—	0-10	9,0	1,0	—	—	—
	4-8	—	—	—	—	—	—	“	47,0	2,0	—	—	—
<i>Bourletiella radula</i>	0-4	—	—	—	—	—	—	0-10	—	—	—	—	—
	4-8	—	2,3	—	—	—	—	“	—	—	—	—	—
<i>Sminthurinus aureus</i>	0-4	4,7	—	—	—	—	—	0-10	—	—	—	—	—
	4-8	—	—	—	—	—	—	“	—	—	—	—	—
<i>Entomobrya lanuginosa</i>	0-4	—	—	2,3	—	—	—	0-10	—	—	—	—	—
	4-8	—	—	—	—	—	—	“	—	—	—	—	1,0
<i>Lepidocyrtus lanuginosus</i>	0-4	—	—	—	—	—	2,3	0-10	—	—	—	—	—
	4-8	—	—	—	—	—	—	“	—	—	—	—	2,0
<i>Sminthurides pumilis</i>	0-4	—	—	—	—	—	—	0-10	1,0	—	—	—	—
	4-8	—	—	—	—	—	—	“	—	—	—	—	—
<i>Sminthurus</i> sp	0-4	—	—	—	—	—	—	0-10	1,0	—	—	—	—
	4-8	—	—	—	—	—	—	“	9,0	—	—	—	—
<i>Bourletiella novemlineata</i>	0-4	—	—	—	—	—	—	0-10	—	—	—	1,0	—
	4-8	—	—	—	—	—	—	“	—	—	—	—	—

lok. 55), konstatovan je veći broj vrsta Entomobryidae i Sminthuridae. U njima su dominantne *Entomobrya lanuginosa* i *Lepidocyrtus cyaneus* (tab. 18).

Tabela 18. Gustina populacije Entomobryidae i Sminthuridae u zajednici *Peucedano-Lathyretum filiformis*, u 1000 cm³ zemlje.

Table 18. Population density of Entomobryidae and Sminthuridae in community of *Peucedano-Lathyretum filiformis*, in 1000 cm³ of soil.

LOKALITETI VRSTE	Vreme uzimanja	Dubina u cm.	61						55						
			1970			1971			1970			1971			
			IX	X	XI	XII	V	VI	VIII	IX	X	XI	XII	V	VI
Entomobrya lanuginosa		0-10	1,0	8,0	1,0		1,0		7,0	2,0	19,0			2,0	1,0
	"	"	2,0	1,0					8,0	2,0	4,0			2,0	1,0
	"	"	2,0						15,0	3,0	2,0			4,0	
Seira domestica		0-10													2,0
	"	"													
	"	"	1,0												
Lepidocyrtus lanuginosus		0-10							1,0						3,0
	"	"							1,0						
	"	"													
Bourletiella novemlineata		0-10							1,0						1,0
	"	"													6,0
	"	"												1,0	6,0
Sminthurinus elegans		0-10							6,0	1,0					
	"	"													
	"	"													4,0
Entomobrya schaeiti		0-10							3,0						
	"	"							3,0						
	"	"													
Cyphoderus sp.		0-10							1,0						
	"	"													
	"	"													
Sminthurinus aureus		0-10							1,0						3,0
	"	"							1,0						1,0
	"	"													
Lepidocyrtus cyaneus		0-10										18,0		3,0	1,0
	"	"										2,0	31,0	3,0	3,0
	"	"										1,0	35,0		
Sminthurides pumilis		0-10										1,0		3,0	
	"	"												2,0	
	"	"												1,0	
Orchesella albofasciata		0-10												1,0	
	"	"												2,0	
	"	"													

Za zajednicu *Peucedano-Lathyretum filiformis* su specifične dve vrlo retke vrste, *Entomobrya schaeiti*, raširena u istočnoj Evropi (Mađarska, Poljska) i nova vrsta, nedeterminisana, *Cyphoderus sp.*

4) Naselje Entomobryidae, Sminthuridae i Acerentomoidae u šumskim zajednicama

Šumske zajednice u kraškim poljima zauzimaju male površine. To su, najčešće, degradirane sastojine, šumarnici okruženi livadskim zajednicama. Procesi degradacije su najdalje otišli u zeljastom sloju prodiranjem livadskih elemenata iz okolnih zajedница. Promene su utoliko veće ukoliko je sklop drveća redi. Paralelno sa promenama florističkog sastava, menja se i sastav vrsta Entomobryidae, Sminthuridae i Acerentomoidae i poprima sve više obeležje

faune livadskih zajednica, sa kojima su šume u neposrednom kontaktu.

Istraživanjima su obuhvaćene šume u ravnoj, bregovitoj i planinskoj zoni polja.

U razvnoj zoni Livanjskog polja raširene su sastojine hrasta, jasena i johe. U njima sastav vrsta Entomobryidae i Sminthuridae varira zavisno od tipa vegetacije, nivoa poplavnih voda, svojstva zemljišta i drugih faktora.

d) *Zajednica Genisto elatae-Quercetum* Horv. subas. *poetosum silvicola* Rt. St. Razvijena je na kiselo-smeđem i močvarno-glejnem zemljištu. Poplave su kratkotrajne nastaju isključivo u vreme visokog vodostaja poplavnih voda. U zemljištu, u toku godine, dominira vlažna faza, smenjujući se sa mokrom. Suha faza se ne javlja, čak ni u vreme dugotrajnih suša.

U manje proređenim sastojinama hrastove šume na kiselo smeđem zemljištu u pseudooglejavaju tako kisele reakcije (tab. 1, lok. 23, 24), zeljasti sloj je slabije razvijen. U njima je zastupljen veliki broj vrsta koje su karakteristične za šumske zajednice — *Sminthurus lubbocki*, *Arrhopalites teradicola*, *Dicyrtoma ornata*, *Sminthurus fuscus*, *Pseudosinella sexoculata* i dr. (tab. 19). Njihove populacije karakteriše mala gustina i frekvencija. Kvantitativna dominantnost je na strani oblika koji su vezani za umereno vlažna i vlažna staništa livadskih azjednica — *Lepidocyrtus cyaneus*, *Lepidocyrtus lanuginosus*, *Sminthurides pumilis*, dominantne vrste mezofilnih livada, koje okružuju sastojine hrasta. One imaju veoma široku ekološku valencu u odnosu na tip staništa i vrlo često se masovno javljaju u šumskim zajednicama, ali optimalni razvoj dostižu u mezofilnim livadama. Od retkih vrsta, specifičnih za sastojine na kiselo smeđem zemljištu, treba istaći *Arrhopalites ornatus*, konstatovan samo na ovim lokalitetima i *Arrhopalites principalis*, raširenu, pored ove, i u zajednici *Centauretum pannonicæ* u Imotskom polju. *A. ornatus* je veoma retka vrsta, poznata je iz šuma južne Francuske i pećina u Španiji, Stach (1945; prema Gisin-u, 1960).

Na močvarno-glejnem zemljištu vrlo jako kisele reakcije ($\text{pH} = 3,30$ do $3,50$, lok. 38) sastojine hrasta su retke, sa dobro razvijenim zeljastim slojem. U njima je konstatovan mnogo manji broj vrsta Entomobryidae i Sminthuridae (tab. 19), nego u prethodnim sastojinama. Od pravih šumskih vrsta zadržala se samo *Arrhopalites terricola*, koja, po svoj prilici, ima dosta široku ekološku valencu prema režimu vlažnosti i aciditetu zemljišta. Poplave u ovim sastojinama traju dugo, tako da se zemljište nešto više isušuje samo u vreme dugotrajnih suša. Konstatovano je više vrsta koje su vezane za vlažna staništa potopljenih i močvarnih livada (*Bourletiella novemlineata*, *Sminthurides schaeti*, *Lepidocyrtus paradoxus*, *L. violaceus*). Kvantitativno dominiraju vrste iz roda *Lepidocyrtus*. *Lepidocurtus lanuginosus* i *L. cyaneus* su veoma česte,

Tabela 19. Gustina populacija Entomobryidae i Sminthuridae u zajednicama *Genista elatae-Quercetum petosum silvicola*, u 1000 cm³ zemlje.

Table 19. Population density of Entomobryidae and Sminthuridae in community of *Genisto elatae-Quercetum poetosum silvicola*e, in 1000 cm³ of soil.

dok su *L. paradoxus*, *L. violaceus* i *L. curvicollis* mnogo ređe. Zajednicu *Genisto elatae-Quercetum*, u celini, karakteriše manje ili više nespecifičan sastav vrsta ispitivanih životinja. Potpuna nezastupljenost vrsta iz reda Protura, pravih stanovnika šuma i veoma brojnih u hrastovim šumama, prava je slika promena koje su nastale u ovim zajednicama.

b) *Sastojine jasena (Fraxinus angustifolia)*. Šuma jasena zauzima velike površine u centralnom delu Livanjskog polja. To su veoma proređene šume, prošarane livadama. Zeljasti sloj je dobro razvijen i u njemu dominiraju elementi iz zajednice *Deschampsietum mediae illyricum*, sa kojom je ova proređena šuma u neposrednom kontaktu. Voda plavi površine pod jasenom u vreme visokih poplavnih voda, ali se duže zadržava samo u manjim depresijama, koje se osušće već na kraju proleća. Sastav vrsta Entomobryidae i Sminthuridae varira zavisno od tipa zemljišta, podloge i florističkog sastava, odnosno sklopljenosti sloja grmlja i drveća.

Na laporovitom krečnjaku, na rendzini slabo kisele reakcije ($\text{pH} = 6,00$ do $6,15$ tab. 1), razvijene su sastojine jasena, tipa šikare (lok. 33). Prema Riter-Studnički, (1972), one predstavljaju ostatke sloja grmlja, nekadašnjih jasenovih šuma. U njima je zeljasti sloj neznatno ravjen. Sastav vrsta Entomobryidae i Sminthuridae karakteriše relativno mala zastupljenost šumskeg elemenata (tab. 20), vrsta karakterističnih za šumske zajednice (*Entomobrya marginata*, *Neelus minimus*, *Neelus murinus*, *Dicyrtoma minuta*), čije su populacije veoma retke i male gustine. Izražena kserofilnost staništa, pojavom suhe faze u zemljištu u vreme suša, isključuje prisustvo higrofilnih elemenata i vrsta karakterističnih za vlažna staništa. Ovde su dominantni oblici vezani za umereno vlažne livadske zajednice (*Sminthurinus elegans*, *Sminthurides pumilis*), kojima su okružene sastojine jasena.

Na kiselo-smeđem zemljištu umereno kisele reakcije ($\text{pH} = 5,95$) sastojine jasena su veoma proređene (lok. 32). Zeljasti sloj je dobro razvijen, sa mnogo livadskih elemenata. Sastav vrsta Entomobryidae i Sminthuridae je netipičan, preovlađuju elementi iz susednih zajednica *Deschampsietum mediae illyricum*. U proletnjim mesecima masovno se javlja *Sminthurinus elegans* (tab. 20). Prisustvo higrofilnih elemenata ukazuje na mezofilniji karakter ovih staništa.

Sastav vrsta Entomobryidae i Sminthuridae u sastojinama jasena, posmatran u celini, je prelaznog karaktera, sa mnoštvom livadskih elemenata iz okolnih zajednica. Ni u ovoj šumi nisu konstatovane vrste iz reda Protura.

e) *Sastojine johe*. Duž jugozapadnog ruba Livanjskog polja raširene su sastojine johe (*Alnus glutinosa*), koje pripadaju svezi *Alnion glutinosae* Malc. To su veoma vlažna staništa. Na nekim mestima ostaju nepristupačna u toku čitave godine (mrvice). Na suvlijim delovima voda se povlači u vreme dužih sušnih perioda.

Sastojine su razvijene na zamočvarenoj rendzini, umereno kisele reakcije, na karbonatnom pesku (tab. 1). I pored vrlo izraženih antropogenih uticaja (ispava, kresanje, gaženje), sastav vrsta Entomobryidae i Sminthuridae je sačuvao šumski karakter, sa mnoštvom šumskih elemenata (*Sminthurus lubbocki*, *Tomocerus flavescens*, *Tomocerus minor*, *Neelus murinus*, *Neelus minimus*, *Tomocerus mixtus* i dr.). Međutim, njihova kvantitativna zastupljenost, izuzev vrste *Sminthurus lubbocki*, relativno je mala (tab. 21). Gustinom i čestoćom dominiraju vrste karakteristične za umereno vlažne i vlažne livade (*Lepidocyrtus lanuginosus*, *Sminthurides pumilis*, *Lepidocyrtus cyanus* i dr.). Osim njih, zastupljeno je i nekoliko higrofilnih oblika, karakterističnih za potopljene livade i močvarnu vegetaciju (*Bourletiella novemlineata*, *Sminthurides aquaticus* i dr.). Visok nivo podzemnih i poplavnih voda u sastojinama johe, najverovatnije, je ograničavajući faktor za vrste iz reda Protura, koje spadaju u euedafske forme i žive u dubljim horizontima zemljišta, te ovde nisu konstatovane.

d) *Zajednica Quercetum confertae hercegovinicum* Fuk. subas. *oenathetosum pimpinelloidis* Rt. St. U bregovitoj zoni Imotskog polja, na pseudogleju jako kisele reakcije (tab. 1), raširene su sastojine hrasta kitnjaka. Pre melioracionih radova površine pod ovom zajednicom su delimično plavljene. Sada, posle izvršenih melioracija, nema poplava, ali su zajednice izrazito mezofilne, jer je nivo podzemnih voda u Polju veoma visok. Sastav vrsta Entomobryidae i Sminthuridae u njima (tab. 22) karakteriše veliki broj šumskih vrsta *Heteromurus major*, *Tomocerus vulgaris*, *Dicyrtoma minuta*, *Neellus minimus*, *Lepidocyrtus vexillosus* i dr.). Kao ni u ostalim šumama u poljima, ni u ovoj šumski elementi nisu zastupljeni među dominantnim vrstama, već oblici karakteristični za umereno vlažna i vlažna staništa livadskih zajednica. Veoma je česta *Lepidocyrtus lanuginosus*, vrsta sa širokom ekološkom valencijom prema vlažnosti i aciditetu zemljišta. I pored visoke vlažnosti zemljišta, nije konstatovan veći broj higrofilnih elemenata (*Sminthurides aquaticus*), jer u sušnim periodima, karakterističnim za submediteransko područje, dolazi do znatnijeg isušivanja površinskih horizonata zemljišta. U manje vlažnim sastojinama, konstatovana je vrsta *Acerentulus exiguus*, iz reda Protura, koje se u ravnoj zoni Polja nikada ne javljaju. Veoma je interesantan i nalaz vrste *Lepidocyrtus vexillosus*, jugoslovenski, odnosno dinarski enden, opisan sa područja Dubrovnika (Loksa et Bogojević, 1967), a kasnije je nađena u šumama montanog pojasa na Magliću, Zelengori i Tari i u području Makarskog primorja u sastojinama alepskog bora (*Pinus halepensis*).

e) *Zajednica Carpinetum orientalis croaticum* H-ić. U planinskoj zoni polja, na kamenjarima oko Livanjskog polja i Mostarskog blata, praćena je distribucija vrsta Acerentomoidea, Entomobryidae i Sminthuridae u sastojinama zajednice *Carpinetum orientalis*

Tabela 20. Gustina populacije Entomobryidae i Sminthuridae u sastojinama vrste *Fraxinus angustifolia*, u 1000 cm^3 zemlje.

Table 20. Population density of Entomobryidae and Sminthuridae in communities of *Fraxinus angustifolia*, in 1000 cm³ of soil.

Tabela 21. Gustina populacije Entomobryidae i Sminthuridae u zajednici *Alnion glutinosae*, u 1000 cm³ zemlje.

Table 21. Population density of Entomobryidae and Sminthuridae in community of *Alnion glutinosae*, in 1000 cm³ of soil.

LOKALITETI		20												22					
Vreme uzimanja	proba	1969												1970					
dubina u cm.	VRSTE	VI	VII	VIII	IX	X	XI	VI	VII	VIII	IX	X	XI	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Bourletiella novemlineata														0-10	0-10	0-10	0-10	0-10	0-10
Sminthurinus aureus														0-4	0-4	0-4	0-4	0-4	0-4
Sminthurinus flammulus														4-8	4-8	4-8	4-8	4-8	4-8
Bourletiella bilineata														0-4	0-4	0-4	0-4	0-4	0-4
Bourletiella bicincta														0-4	0-4	0-4	0-4	0-4	0-4
Sminthurinus marginatus														4-8	4-8	4-8	4-8	4-8	4-8
Lepidocyrtus lanuginosus														0-4	0-4	0-4	0-4	0-4	0-4
Sminthurus lubbocki														10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6
Lepidocyrtus cyaneus														0-4	0-4	0-4	0-4	0-4	0-4
Heteromurus nitidus														4-8	4-8	4-8	4-8	4-8	4-8
Sminthurides pumilis														0-4	0-4	0-4	0-4	0-4	0-4
Tomocerus flavescens														0-4	0-4	0-4	0-4	0-4	0-4
Tomocerus minor														4-8	4-8	4-8	4-8	4-8	4-8
Seira domestica														0-4	0-4	0-4	0-4	0-4	0-4
Sminthurinus elegans														4-8	4-8	4-8	4-8	4-8	4-8
Sminthurus sp.														0-4	0-4	0-4	0-4	0-4	0-4
Neelus murinus														4-8	4-8	4-8	4-8	4-8	4-8
Neelus minimus														0-4	0-4	0-4	0-4	0-4	0-4
Lepidocyrtus violaceus														4-8	4-8	4-8	4-8	4-8	4-8
Lepidocyrtus curvicollis														0-4	0-4	0-4	0-4	0-4	0-4
Sminthurus fuscus														4-8	4-8	4-8	4-8	4-8	4-8
Sminthurides aquaticus														0-4	0-4	0-4	0-4	0-4	0-4
Arrhopalites acanthophthalamus														4-8	4-8	4-8	4-8	4-8	4-8
Entomobrya lanuginosa														0-4	0-4	0-4	0-4	0-4	0-4
Entomobrya nicoleti														4-8	4-8	4-8	4-8	4-8	4-8
Tomocerus mixtus														0-4	0-4	0-4	0-4	0-4	0-4
Arrhopalites terricola														4-8	4-8	4-8	4-8	4-8	4-8
Orchelolla sepectabilis														0-4	0-4	0-4	0-4	0-4	0-4

Tabela 22. Gustina populacija Acerentomoidea, Entomobryidae i Sminthuriidae u zajednici *Quercetum conferte hercegovinicum oenathetosum pimpinelloidis*, u 1000 cm³ zemlje.

Table 22. Population density of Acerentomoidea, Entomobryidae and Sminturidae in community of *Quercetum conferte hecegovinicum oenathetosum pipmpinelloidis*, in 1000 cm³ of soil.

croticum H-ić. To su termofilna staništa za koja su karakteristične veoma velike oscilacije temperature i vlage u zemljištu. U sušnim periodima u zemljištu dominira suha faza. Sastav i distribucija ispitivanih životinja varira zavisno od florističkog sastava zajednica, edafskih, klimatskih i drugih faktora.

U sastojinama na plitkom smeđe krečnjačkom zemljištu (lok. 48, 49, 52) umereno do slabo kisele reakcije, lakšeg mehaničkog sastava (tab. 1), preovlađuju šumski oblici karakteristični za termofilna staništa (*Entomobrya bimaculata*, *Acerella muscorum*, *Acerentulus catalanus*, *Sminthurinus bimaculata* i druge). Populacije ovih vrsta su retke i sa malim brojem individua. Kvantitativno su najviše zastupljene populacije: *Sminthurides pumilis*, *Lepidocyrtus lanuginosus* i *Lepidocyrtus violaceus* (tab. 23).

Sastojine na pelosolu umereno kisele reakcije, lakog mehaničkog sastava (lok. 53), karakterišu izrazito termofilni elementi iz roda *Hesperentomon* i *Proturentomon* (Protura). Vrste *Hesperentomon carpaticum* i *Proturentomon minimum* preferiraju kserofilna staništa. Kod nas su konstatovane na južnim padinama Maglića u zajednici *Ostryo-Pinetum nigrae*, na dolomitnoj rendzini (Cvijović, 1970). Pored njih, nađena je i vrlo retka vrsta *Tomocerus lamelliger*, mediteranski elemenat, do sada poznat samo iz Španije (Kalabrije).

U degradiranim sastojinama *Carpinetum orientalis croaticum* (lok. 41), nastalim pod uticajem veoma intenzivne ispaše i seće, promene florističkog sastava prate i promene u sastavu vrsta Acerentomoidea, Entomobryidae i Sminthuridae. U njima nema šumskih vrsta. Umesto njih zastupljeni su, u malom broju, stanovnici otvorenih staništa (*Entomobrya nicoleti*, *Entomobrya lanuginosa*) i vrste koje su široko rasprostranjene u šumskim i nešumskim zajednicama. Po sastavu vrsta one su bliže zajednicama planinskih rudina i pašnjaka, nego šumskim zajednicama (tab. 23).

Najsvrlja staništa zajednice *Carpinetum orientalis croaticum* su u Mostarskom blatu (lok. 71), u submediteranskom području. Ovde su klimatski uslovi sasvim drugačiji nego u Livanjskom polju, sa mnogo manje padavina i veoma dugim i suhim letom. U njima je konstatovan mnogo manji broj vrsta (tab. 23), ali je sastav vrsta zadržao karakter termofilnih staništa u kraškim šumama, u kome preovlađuju oblici prilagođeni na nepovoljna dejstva velikih oscilacija temperature i vlage u zemljištu (*Hesperentomon haybachae*, *Cyphoderus albinus*, *Acerentomon meridionale*). Zbog nepovoljnih temperaturnih uslova i velikih oscilacija vlage, u sastojine krške šume oko Mostarskog blata retko prodiru mezofilni elementi iz zajednica u ravnoj zoni polja, što nije slučaj u Livanjskom polju, gde su mezofilni elementi u krškoj šumi kvantitativno najviše zastupljeni.

U šumskim zajednicama kraških polja konstatovan je znatno manji broj vrsta nego u livadama, kako konstantnih vrsta tako i vrsta koje se javljaju sa visokom frekvencijom. To su, najčešće, oblici karakteristični za mezofilna livadska staništa (tab. 24).

5) Poređenje sastava vrsta u zajednicama kraških polja

Analiza sastava i broja vrsta Acerentomoidea, Entomobryidae i Sminthuridae u zajednicama istraživanih kraških polja je pokazala da se sastav i broj vrsta ovih životinja u različitim vegetacijskim jedinicama menja, počev od najnižih vegetacijskih jedinica (subasocijacije) pa do najviših (sveze, redovi). Ustanovljene su razlike i između lokaliteta koji pripadaju istoj zajednici.

U poljima presudan uticaj, kako na razvoj vegetacije, tako i na sastav i distribuciju vrsta Acerentomoidea, Entomobryidae i Sminthuridae, imaju vodni režim i odlafski faktori. Uticaj vodnog režima je najizrazitiji. Zavisno od stepena vlažnosti, u poljima je razvijena vegetacija potopljenih, močvarnih i suhih livada i vegetacija šuma. Ove tipove vegetacije prati i karakterističan sastav vrsta istraživanih životinja.

U tabeli 25. izložena je distribucija vrsta u istraživanim zajednicama. U njoj se jasno izdvajaju vrste koje su zastupljene u svim ili u većini zajednica od vrsta koje su vezane za određeni tip vegetacije ili zajednice. U prvu grupu spadaju: *Sminthurides pumilis*, *Lepidocyrtus cyaneus*, *Bourletiella novemlineata*, *Sminthurinus elegans*, *Orchesella albofasciata*, *Lepidocyrtus lanuginosus* i *Sminthurinus aureus*. I pored toga što su ove vrste veoma raširene (euritopne forme), analiza je pokazala da svaka od njih, manje ili više, preferira određene zajednice i u njima je brojnije i češće zastupljena. Tako su *Bourletiella novemlineata*, *Orchesella albofasciata* i *Sminthurinus aureus* vezane za vegetaciju poplavnih livada, a vrste *Sminthurinus elegans*, *Lepidocyrtus cyaneus*, *Sminthurides pumilis* i *Lepidocyrtus lanuginosus* za zajednice na umereno vlažnim staništima.

Mnogo je veći broj vrsta koje su manje raširene, ili su vezane za samo određeni tip vegetacije ili zajednicu.

Vegetaciju poplavnih livada karakteriše veliki broj higrofilnih elemenata (*Bourletiella novemlineata*, *Sminthurides aquaticus*, *Sminthurides malmgreni*, *Sminthurides violaceus*, *Sminthurides assimilis*, *Sminthurides pseudocassimilis* i dr.) i oblici koji preferiraju mezofilna staništa (*Orchesella albofasciata*, *Sminthurinus aureus*, *Bourletiella bilineata* i dr.).

Poplavne livade najvećim delom čine zajednice iz sveze *Molinio-Hordeion secalini*. Za svezu su karakteristične vrste: *Bourletiella novemlineata*, *Sminthurides aquaticus* i *Orchesella albofasciata*. Sveza je u poljima zastupljena sa više asocijacija, među kojima je najraširenija zajednica *Molinio-Lathyretum pannonicum*. U njoj je konstatovan veliki broj vrsta Entomobryidae i Sminthuridae. Za ovu zajednicu su specifični mezofilni oblici: *Sminthurinus aureus*, *Bourletiella circumfasciata* i dr. Specifičan sastav vrsta Entomobryidae i Sminthuridae je konstatovan i u nižim vegetacijskim jedinicama, a neke vrste se mogu označiti kao *diferencijalne*. Tako,

Tabela 23. Gustina populacija Acerentomoidea, Entomobryidae i Sminthuridae u zajednici *Carpinetum orientalis croaticum*, u 1000 cm² zemlje.

Table 23. Population density of Acerentomoidea, Entomobryidae and Sminti-
huridae in community of *Carpinetum orientalis croaticum*, in
1000 cm³ of soil.

Tabela 24. Frekvencija i konstantnost vrsta Acerentomoidea, Entomobryidae i Sminthuridae u šumskim zajednicama.

Table 24. Frecvency and constancy of species Acerentomoidea, Entomobryidae and Sminthuridae in communities of foresests.

LOKALITETI VRSTE	Broj proba	ZAJEDNICE												CARPINETUM ORIENTALIS CROATICUM							
		GENISTO ELATAE QUERCETUM						SASTOJINE FRAXINUS ANGUSTIFOLIAE						SASTOJINE ALANUS GLUTINOSAE						QUERCETUM CONFERTAE HERCEGOVINCUM	
		23	24	38	33	32	20	22	62	63	64	66	K %	48	49	52	53	41	71	K %	
		32	15	30	24	18	19	6	18	18	21	18		16	16	14	19	15	15		
Sminthurides pumilis	3	2	+	2	1	5	1	+	1	1		75	3	3	2	2	+	+	100		
Lepidocyrtus lanuginosus	3	2	3	+	2	4	3	4	4	3	3	100	+	+	5	2	2	2	100		
Lepidocyrtus cyaneus	3	2	2	2	1	3	1	2	1	+	1	100	1	1	+	+	+	67			
Entomobrya lanuginosa	1	2	2	+		+	1					25	+	+	+	3			67		
Sminthurinus elegans	1	1	4	3	2				1	+		50	1	2	+	2			67		
Sminthurinus aureus	1		1	1	1					+		25			1	1			33		
Lepidocyrtus curvicollis	1		1	+		2	2	+				25	2		2		+		50		
Orchesella albofasciata	+			1	1								+	1				+	67		
Dicyrtoma ornata	+	1																			
Sminthurus lubbocki	1	2			2												1		17		
Bourletiella circumfasciata	+		+																		
Neelus minimus	1			+	2					+		25		1						17	
Bourletiella bicincta	+				+																
Arrhopalites terricola	1						1														
Arrhopalites ornatus	+		+																		
Sminthurus fuscus	1				2																
Pseudosinella sexoculata	+																				
Arrhopalites principalis	1																				
Arrhopalites acanthophthalmus	1					+															
Seira domestica	1			+	1					+	25					+			17		
Entomobrya bimaculata	1	+													+				17		
Heteromurus nitidus	2		1	2		2	+	2	+	100			+	1	2	1	2		83		
Bourletiella novemlineata	+		+	2																	
Lepidocyrtus violaceus	+	+		+		+		+				25	1	2					33		
Lepidocyrtus paradoxus	1												+	1					33		
Sminthurus schaeti	+																				
Sminthurus sp.	2	2	2		+	1						50							17		
Entomobrya marginata	+									+	25										
Bourletiella sulphurea	+																				
Sminthurinus flameolus	1		1										+	+	+				50		
Entomobrya superba	+																				
Dicyrtoma minuta	+					1					25										
Neelus murinus	+		2	1																	
Entomobrya nicoleti	+		+													3			17		
Sminthurus viridis	+												+						17		
Bourletiella bilineata	+	1											+	+					33		
Tomocerus flavescens	1	1																			
Tomocerus minor	+	1																			
Sminthurus marginatus			2																		
Sminthurides aquaticus	+								+	+		50									
Tomocerus mixtus	+																				
Orchesella spectabilis			1																		
Orchesella cincta						1			+	1		75									
Cyphoderus bidenticulatus						1				1		50									
Bourletiella flava							+	1				50									
Heteromurus major							+					25									
Tomocerus vulgaris							+					25									
Acerentulus exiguus								1				25									
Lepidocyrtus vexillosus									+			25									
Sminthurinus bimaculatus													1	1	+	2			67		
Acerella muscorum													1	+					33		
Arrhopalites sp.													+						17		
Acerentomon meridionale													+						33		
Acerentulus confinis													1	1					33		
Acerentulus catalanus													+						17		
Cyphoderus albinus													+			2			33		
Entomobrya quinquelineata													+						17		
Tomocerus lamelliger																	1		17		
Hesperentomon sp.																	1		17		
Hesperentomon carpaticum																	1		17		
Proturentomon minimum																	+		17		
Hesperentomon haybachae																	+		17		

Tabela 25. Distribucija vrsta Acerentomoidea, Entomobryidae i Sminthuridae u zajednicama u kraškim poljima.

Table 25. Distribution of species Acerentomoidea, Entomobryidae and Smint-huridae in communities of karst fields.

za subas. *typicum* su karakteristične *Sminthurides assimilis* i *Sminthurides violaceus*; za subas. *seratuletosum lycopifoliae*, *Cyphoderus bidenticulatus*; za subas. *caricetosum paniceae*, *Sminthurides pseudoioassimilis* i *Cyphoderus sp.* i za subas. *salicetosum razmarinifoliae*, *Dicyrtoma setosa*.

Zajednicu *Deschampsietum mediae illyricum* karakterišu *Entomobrya handschini* i *Heteromurus tetrophthalmus*, vrste koje su isključivo vezane za ovu zajednicu, zatim *Pseudosinella octopunctata* i *Arrhopalites acanthophthalmus*, koje dolaze i u drugim zajednicama.

Za sastojine *Plantaginetum altissimae* je vezano više higrofilnih elemenata (*Sminthurides aquaticus*, *Bourletiella novemlineata*) i vrlo retke vrste *Bourletiella radula* i *Bourletiella repanda*, dok su za zajednicu *Centauretum pannonicum* karakteristične *Lepidocyrtus paradoxus*, *Sminthurides assimilis*, *Arrhopalites principalis* i *Bourletiella flava*.

Zajednica *Cirsio-Salicetum petandrae* takođe pripada vegetaciji poplavnih livada. Nju, pored niza higrofilnih elemenata koji su zajednički za većinu poplavnih livada, karakterišu vrste *Heteroinurus hexophthalmus*, *Dicyrtoma ornata* i *Dicyrtoma minuta*, stanovnici šumskih zajedница.

U zajednicama močvarnih livada dominiraju higrofilni oblici, zastupljeni i u zajednicama poplavnih livada, *Sminthurides malmgreni*, *Bourletiella novemlineata*, *Sminthurides aquaticus*, *Sminthurides assimilis* i dr. Pored njih, u reliktnoj zajednici *Erioforio-Caricetum davallinae* konstatovane su veoma retke vrste *Bourletiella sulphurea*, *Seira domestica* i *Bourletiella bilineata*, a u sastojinama *Mariscetum*, retke vrste iz roda *Sminthurus*, *S. marginatus* i *S. nigromaculata*, stanovnici manje vlažnih staništa.

U zajednicama suhih livada preovlađuju vrste koje su vezane za umereno vlažna staništa (*Sminthurides pumilis*, *Lepidocyrtus lanuginosus*, *sminthuriinus elegans* i dr.). U termofilnim sastojinama *Linetum flavi angustifolii* živi nekoliko veoma retkih oblika: *Cyphoderus bidenticulatus*, *Pseudosinella octopunctata*, *Sminthurus nigromaculata*, *Bourletiella fenyesi*, *Willowsia nigromaculata*, čiji je areal u južnoj Evropi i Mediteranu, dok je u mezofilnim staništima u Glamočkom i Kupreškom polju konstatovano nekoliko vrlo retkih vrsta evropskog tipa rasprostranjenja (*Bourletiella radula*, *Entomobrya lanuginosa*, *Entomobrya superba* i dr.).

Vegetaciju šuma karakteriše veliki broj vrsta Acerentomoidea, *Entomobryidae* i *Sminthuridae* koje se ne javljaju u livadskim zajednicama. Zastupljenost pravih šumskih elemenata u zajednicama zavisi od stepena degradiranosti tih zajednica. Tamo gde su sastojine više devastirane, šumski elementi su vrlo retki ili ih uopšte nema. U njima preovlađuju livadski elementi iz zajednica koje ih okružuju.

Zajednica *Genisto-elatae-Quercetum* je veoma izmenjena. U njoj je konstatovan mali broj vrsta isključivo vezanih za šume.

Karakterišu je vrste: *Sminthurus lubbocki*, *Dicyrtoma ornata*, *Arrhopalites ornatus* i *Arrhopalites principalis*. Posebno je značajan način dve poslednje vrste koje do sada nisu konstatovane u Jugoslaviji.

Sastojine vrste *Faxinus angustifolia* su takođe veoma devastiране. U njima preovlađuju elementi koji su karakteristični za okoline livadske zajednice *Deschampsietum mediae illyricum*. U sastojinama jasena nađena je veoma retka vrsta *Entomobrya superba*.

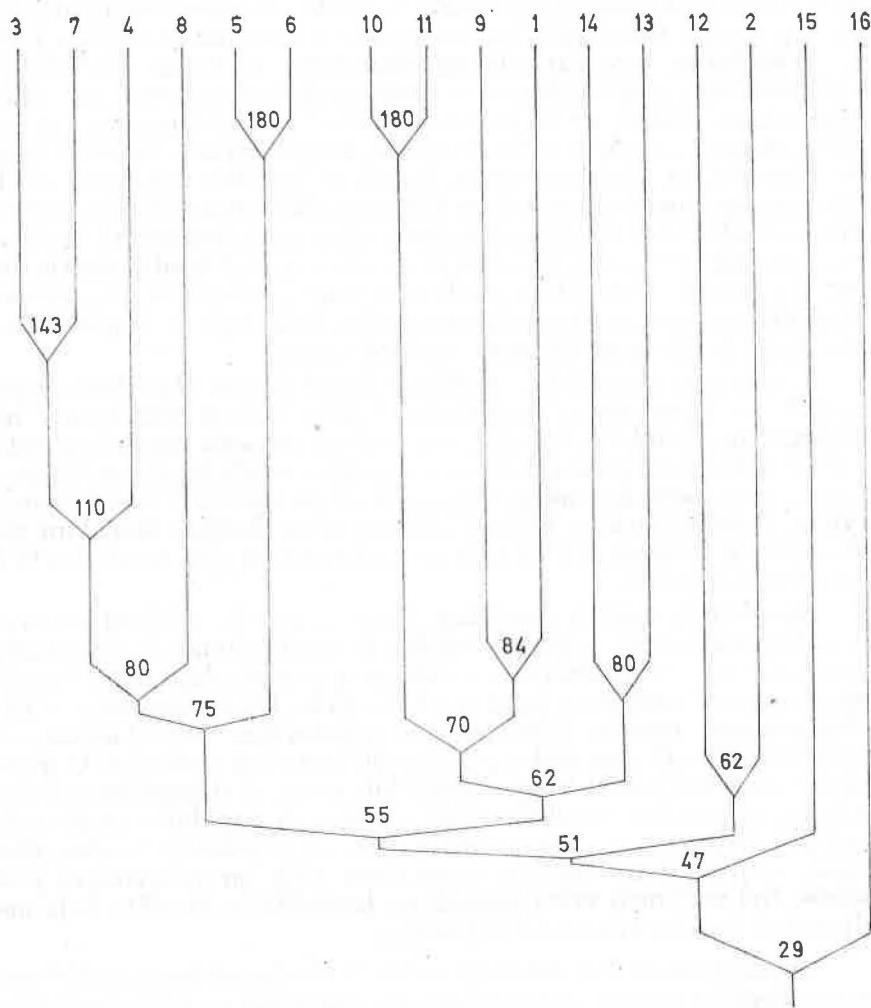
Šume *Quercetum confertae hercegovinicum* i *Carpinetum orientalis croaticum* su manje degradirane i u njima je konstantan veliki broj šumskih elemenata koji se ne javljaju u livadskim zajednicama u poljima. Međutim, pošto istraživanja u području kraških polja nisu obuhvatila šumsku vegetaciju na vertikalnom profilu, za sada je teško govoriti o specifičnosti faune Acerentomoidea, Entomobryidae i Sminthuridae u njima.

Upoređivanje sastava vrsta Acerentomoidea, Entomobryidae i Sminthuridae u zajednicama, izvršeno je na osnovu koeficijenta sličnosti vrsta, prema Mountfordu, (1962). Rezultati su izloženi u grafikonu 3. I ova analiza ukazuje na dominantan uticaj režima vlažnosti na sastav vrsta u zajednicama. Na grafikonu se razlikuju tri veće grupe zajednica koje karakteriše manja ili veća sličnost sastava vrsta.

Prvu grupu čine zajednice na veoma vlažnim staništima, močvarne i poplavne livade. Najviši koeficijent sličnosti je konstatovan između zajednica močvarnih livada iz sveze *Magnocaricion: Mariscetum* i *Caricetum elatae*, koje naseljava veliki broj higrofilnih elemenata. Obe zajednice su raširene na tresetnim zemljištima u kojima, u toku godine, preovlađuje mokra faza. Nešto manji koeficijent sličnosti je između zajednica *Plantaginetum altisimae* na posmeđenom aluvijumu neutralne reakcije i *Erioforio-Caricetum davallinae* na plitkom tresetnom zemljištu slabo kisele do neutralne reakcije. I pored toga što pripadaju različitim tipovima vegetacije, poplavnim, odnosno močvarnim livadama, ove zajednice karakteriše veoma sličan sastav vrsta, što je najverovatnije uslovljeno vodnim režimom, s obzirom da se u obema zajednicama, u toku godine, odražava veoma visok nivo podzemnih voda, a poplave traju do u kasno leto. S obzirom na sastav vrsta Entomobryidae i Sminthuridae, najbliža im je zajednica *Centauretum pannonicum* na močvarno glejnom i zamočvarenom karbonatnom zemljištu slabo alkalne reakcije. I u ovoj zajednici je nivo podzemnih voda veoma visok, a poplavne vode se povlače samo u dugim sušnim periodima.

U grupu močvarnih livada spada i zajednica *Cirsio-Salicetum petandrae* u kojoj je nivo podzemnih voda takođe veoma visok.

U drugu grupu se izdvajaju zajednice na manje vlažnim staništima koje voda samo povremeno plavi. Veoma sličan sastav vrsta imaju zajednice sveze *Scorzoneration villosae: Danthonio-Scorzonersetum villosae* na laporovitoj rendzini umereno kisele reakcije



Grafikon 3. Koeficijent sličnosti sastava vrsta u zajednicama u kraškim poljima. — Coefficient of similarity in species composition in communities of karst fields.

1 = *Molinio-Lathyretum pannonicum*; 2 = *Deschampsietum mediae-illyricum*; 3 = *Plantaginetum altissimae*; 4 = *Centauretum pannonicæ*; 5 = *Mariscetum*; 6 = *Caricetum elatae*; 7 = *Erioforio-Caricetum davalineae*; 8 = *Cirsio-Salicetum petandrae*; 9 = *Linetum flavi angustifolii*; 10 = *Danthonio-Scorsoneretum villosae*; 11 = *Peucedano-Lathyretum filiformis*; 12 = *Genisto-elatae-Quercetum*; 13 = *Sastojine Fraxinus angustifoliae*; 14 = *Sastojine Alnus glutinosae*; 15 = *Quercetum confertae hercegovinicum*; 16 = *Carpinetum orientalis croaticum*.

i *Peucedano-Lathyretum filiformis* na kiselo smeđem zemljištu jako kisele reakcije. Ove zajednice su vezane za submediteransko područje. Međutim, proučavanja su obuhvatila sastojine na granici kontinentalnog rasprostiranja u kojima je konstatovan, za njih, nespecifičan sastav vrsta Entomobryidae i Sminthuridae, te se osiromašavanjem faune ovih životinja najpre može objasniti tako visok koeficijent identiteta vrsta. Njima su najbliže zajednice suhih livada na laporovitom krečnjaku *Linetum flavi angustifolii* i poplavnih livada *Molinio-Lathyretum pannonicum* na zamočvarenim i zatresecenim zemljištima. Ove zajednice se, zavisno od konfiguracije terena i visine podzemnih i poplavnih voda, smanjuju u poljima. Pripadaju različitim tipovima vegetacije. Kod njih je konstatovan vrlo nizak koeficijent sličnosti sastava vrsta.

U ovu grupu spadaju i poplavne šume jasena (*Fraxinus angustifolia*) na laporovitom krečnjaku i johe (*Alnus glutinosae*) na zamočvarenoj rendzini. U njih, zavisno od stepena degradiranosti, prodire veliki broj elemenata iz poplavnih i suhih livada sa kojima su u neposrednom kontaktu, zbog čega su po sastavu vrsta Entomobryidae i Sminthuridae bliže livadama nego drugim šumskim zajednicama u poljima. I kod njih je konstatovan vrlo nizak koeficijent identiteta vrsta.

Što se tiče ostalih zajednica, interesantna je sličnost sastava vrsta Entomobryidae i Sminthuridae u zajednicama *Genisto-elatae quercetum* na kiselo smeđem zemljištu u pseudoglejavaju i močvarno-glejnog zemljištu jako do vrlo jako kisele reakcije, i *Deschampsietum mediae illyricum* na laporovitim krečnjacima, na zemljištima A—C tipa slabo alkalne do neutralne reakcije. U ovim zajednicama živi veliki broj zajedničkih vrsta. U degradiranu hrastovu šumu prodiru livadske vrste iz okolnih zajednica poplavnih livada. S druge strane, u sastojinama *Deschampsietum mediae illyricum*, raširenim na suvljim staništima koja su povremeno pod vodom, živi veći broj vrsta vezanih za kserofilnija staništa koje naseljavaju i šumske i livadske zajednice.

Ostale šumske zajednice, *Quercetum confertae hercegovinicum* na pseudogleju i *Carpinetum orientalis croaticum* na seriji zemljišta na krečnjaku, po sastavu vrsta Acerentomoidea, Entomobryidae i Sminthuridae sasvim su izdvojene od livada i poplavnih šuma u poljima. U njima dominiraju šumski elementi koji su daleko redi u prethodnim zajednicama. Između njih su konstatovane veoma niske vrednosti indeksa sličnosti vrsta.

REZIME

Od 1969. do 1972. godine u kraškim poljima Sinjskom, Imotskom, Livanjskom, Glamočkom, Kupreškom i Mostarskom blatu prikupljan je materijal za proučavanje distribucije populacija

Acerentomoidea (Protura), Entomobryidae i Sminthuridae (Collembola).

Rezultati istraživanja pokazuju da distribucija, broj i sastav vrsta istraživanih naselja stoje u određenom odnosu sa faktorima, odnosno kompleksom ekoloških faktora, karakterističnim za bionoze. Konstatovane su velike razlike u odnosu na vegetaciju, orografske, geografske, edafске, klimatske i druge faktore. Sastav i broj vrsta se menja počev od najnižih vegetacijskih jedinica — subasocijacija, pa do najviših — sveze, redovi. Ustanovljene su razlike i između lokaliteta koji pripadaju istoj zajednici.

U kraškim poljima vodni režim, koji je podložan najintenzivijim promenama, ima primaran uticaj na sastav i distribuciju biljaka i životinja. Zavisno od stepena vlažnosti u poljima su razvijene zajednice poplavnih, močvarnih i suhih livada i poplavnih šuma. Ove zajednice prati karakterističan sastav ispitivanih životinja.

U ravnoj zoni polja nisu zastupljene vrste iz fam. Acerentomoidea. One su javljaju samo u šumskim zajednicama u bregovitoj i planinskoj zoni polja.

Među konstatovanim vrstama iz fam. Entomobryidae i Sminthuridae, u zajednicama kraških polja, izdvaja se manja grupa rasprostranjena u većini istraživanih zajednica (*Sminthurides pumilis*, *Lepidocyrtus cyaneus*, *Bourletiella novemlineata*, *Sminthurinus elegans*, *Orchesella albofasciata*, *Lepidocyrtus lanuginosus* i dr.).

Mnogo je veći broj vrsta koje su manje raširene ili su vezane za samo određeni tip vegetacije ili zajednice. U zajednicama poplavnih livada konstatovan je veliki broj higrofilnih elemenata (*Bourletiella novemlineata*, *Sminthurides aquaticus*, *Sminthurides malmsgreni*, *Sminthurides violaceus*, *Sminthurides assimilis*, *Sminthurides pseudoassimilis* i dr.) i oblika koji preferiraju mezofilna staništa (*Orchesella albofasciata*, *Sminthurinus aureus*, *Bourletiella bilineata* i dr.). Specifičan sastav vrsta je konstatovan i u subasocijacijama, a neke od nađenih vrsta označene su kao diferencijalne.

U zajednicama močvarnih livada dominiraju higrofilni oblici, prilagođeni na dugotrajne poplave (*Sminthurides malmsgreni*, *Bourletiella novemlineata*, *Sminthurides aquaticus*, *Sminthurides assimilis* i dr.), koji žive i u drugim vlažnim staništima.

U zajednicama suhih livada preovlađuju vrste vezane za umjereno vlažna staništa (*Sminthurides pumilis*, *Lepidocyrtus lanuginosus*, *Sminthurinus elegans* i dr.) i oblici čiji je areal vezan za južnu Evropu i Mediteran (*Cyphoderus bidenticulatus*, *Pseudosinella octopunctata*, *Sminthurus nigromaculata*, *Bourletiella fenesi*, *Willowsia nigromaculata*).

Sastav vrsta Entomobryidae i Sminthuridae u poplavnim šumama je veoma izmenjen. U zajednicama gde se degradacioni procesi više izraženi, šumski elementi su vrlo retki ili ih uopšte nema. U njima preovlađuju livadske vrste koje u njih prodiru iz okolnih livada.

U šumama bregovite i planinske zone polja preovlađuju šumski elementi. U njima se javljaju i vrste iz fam. Acerentomoidea.

Aanala koeficijenta sličnosti vrsta u zajednicama, takođe je ukazala na dominantan uticaj režima vlažnosti na sastav vrsta u zajednicama kraških polja. Najveća sličnost je konstatovana između zajednica na vlažnim staništima močvarnih i poplavnih livada.

SUMMARY

In the period 1969 — 1972, materijal was gathered in the karst fields Sinjsko, Imotsko, Livanjsko, Glamočko, Kupreško and Mostarsko Blato, in order to investigate the population distribution of Acerentomoidea (Protura), Entomobryidae and Sminthuridae (Collembola).

The results of the investigations prove that the distribution, number and composition of species of the investigated animals are in a certain relation to the factors i. e. complex of ecological factors which are characteristic for communities. There are great differences in relation to vegetation, orographic, geographic, edaphic, climatic and other factors. Composition and number of species change starting from the lowest vegetation units — subassociations, up to the highest. Differences were found even among the localities belonging to the same community.

In the cras fields the water regime, which is subject to the most intensive changes, is of the prime influence upon the composition of species Acerenatomoidea, Entomobryidae and Sminthuridae. Depending on the degree of humidity, meadows contain developed communities of floody, marshy and dry meadows floody forests. These communities are accompanied by characteristic composition of the investigated animals.

The plain zone of the fields does not contain the species from the family Acerentomoidea. They appear only in forest communities in the hilly and mountain zone of the field.

Among the found species from the families Entomobryidae and Sminthuridae, in the communities of the carst fields, there is a special small group which is spread in the majority of the investigated communities (*Sminthurides pumilis*, *Lepidocyrtus cyanus* *Bourletiella novemlineata*, *Sminthurinus elegans*, *Orchesella albofasciata*, *Lepidocyrtus lanuginosus* etc.).

There is a great number of species which live in a limited area or they are bound only to a certain type of vegetation or a community. In the community of floody meadows we found a great number of hygrophyte elements (*Bourletiella novemlineata*, *Sminthurides aquaticus*, *Sminthurides malmgreni*, *Sminthurides violaceus*, *Sminthurides assimilis*, *Sminthurides pseudoassimilis* and others). and forms preferring mesophile habitats (*Orchesella albofasciata*,

Sminthurinus aureus, *Bourletiella bilineata* and other). A specific composition of species was also found in subassociations, and some of the found species was marked as differential.

Hygrophille forms dominate in the communities of marshy meadows and they are used to longlasting floods (*Sminthurides malmgreni*, *Bourletiella novemlineata*, *Sminthurides aquaticus*, *Sminthurides assimilis* and others), living in other humid habitats.

Communities of dry meadows are dominated by species bount to moderately humid habitats (*Sminthurides pumilis*, *Lepidocyrtus lanuginosus*, *Sminthurinus elegans* and other) and forms whose areal is limited to the Southern Europe and the Mediterranean (*Cyphoderus bidenticulatus*, *Pseudosinella octupunctata*, *Sminthurus nigromaculata*, *Bourletiella fenyesi*, *Willowsia nigromaculata*).

The composition of the species Entomobryidae and Sminthuridae in the floody forests is very much changed. In the communities with expressed degradation processes, the forest elements are very scarce or they do not exist at all. They are dominated by meadow species which originate from the neighbouring meadows.

The forest elements prevail in the hilly and mountain forests. Species from the family Acerentomoidea appear among them.

The analysis of the similarity coefficient in communities also showed the dominant influence of the regime of humidity upon the composition of species in the communities of the karst fields. The greatest smilarity was found among the communities in humid habitats of floody and marshy meadows.

LITERATURA

- Braun-Blanquet, J. 1932. — Plant sociology. New York.
- Cvijović, M. 1970. — Prilog poznavanja faune Acerentomoidea (Protura) na platiinama Maglić, Volujak i Zelengora. GZM Sarajevo, sv. IX. 31—36.
- Cvijović, M. 1971. — Fauna Entomobryidae i Sminthuridae (Collembola) na Sinjskom, Livanjskom, Glamočkom i Kupreškom polju. GZM Sarajevo, sv. X. 79—101.
- Davis, B. N. K. 1963. — A study of microarthropod communities in mineral soils near Corby, Northants. J. Anim. Ecol. 32 : 49—71.
- Gisin, H. 1960. — Collembolen Fauna Europas. Geneve.
- Hale, G. W. 1966. — A population study of moorland Colembola. Pedobiologia, 6 : 63—99.
- Loksa, I. et Bogojević, J. 1967. — Einige neue Collembolen-Arten aus Jugoslavien. Acta zool. Acad. scient. Hungaricae. XIII : 139—148.
- Mountford, M. D. 1962. — An index of similarity and its aid application to classificatory problem. Progrès in Soil Zoology, Butterworths, London, pp. 43—50.
- Nosek, J. 1967. — The new species of Protura from central Europa. Zeitschr der Arbeit. Öster. Entomologen, 19. 2/3.

- Riter-Studnička, H. 1972. — Neue Pflanzengeellschaften aus den Karstfeldern Bosniens und der Hercegovina. Bot. Jahrb. Syst. 92, 1, 108—154.
- Stach, J. 1956. — The Apterygotan fauna of Poland in relation to the world-fauna of this group of Insects: family Sminthuridae. Polska akademia nauka. Krakow.
- Stach, J. 1957. — The Apterygotan fauna of Poland in relation to the world-fauna of this group of Insects: family Neelidae and Dicyrtomidae. Polska akademia nauka. Krakow.
- Stach, J. 1960. — The Apterygotan fauna of Poland in relation to the world-fauna of this group of Insects: tribe Orchesellini. Polska akademia nauka. Krakow.
- Stach, J. 1963. — The Apterygotan fauna of Poland in relation to the world-fauna of this group of Insects: tribe Entomobryini. Polska akademia nauka. Krakow.
- Tischler, W. 1949. — Grundzüge der terrestrischen Tierökologie. Braunschweig.
- Živadinović, J. et Cvijović, M. 1969. — Afinitet Collembola i drugih organiza zama tla prema tipovima tla. Ekologija, Vol. 4. No. 1. 13—22.
- Živadinović, J. 1971. — Fauna Poduridae, Onychiuridae i Isotomiidae (Collembola) na Sinjskom, Livanjskom, Glamočkom i Kupreškom polju. GZM Sarajevo, sv. X. 198—212.
- Živadinović, J. 1973. — Distribucija Collembola u raznim tipovima zemljišta na kraškim poljima. Zemljije i biljka, Vol. 22. No. 391—399.

MILUTIN J. CVIJOVIC

Biološki institut Univerziteta Sarajevo

**DINAMIKA POPULACIJA ENTOMOBRYIDAE I
SMINTHURIDAE (COLLEMBOLA) U POPLAVNIM.
MOČVARNIM I SUHIM LIVADAMA I POPLAVNIM
ŠUMAMA U LIVANJSKOM POLJU**

**DYNAMICS OF POPULATIONS ENTOMOBRYIDAE AND SMINTHURIDAE
(COLLEMBOLA) IN FLOODY, MARSHY AND DRY MEADOWS AND FLOODY
FORESTS IN LIVANJSKO POLJE**

(Rad je finansirao Republički fond za naučni rad BiH)

UVOD

U okviru ekoloških istraživanja dinamika gustine populacija zauzima nzačajno mesto. U većini objavljenih radova, kod nas i u svetu, koji se bave problemom variranja gustine životinjskih naselja u zemljištu najčešće su proučavani odnosi između gustine populacija i promena temperature i vlažnosti zemljišta (Živadinović, 1963, Živadinović i Cvijović, 1967, Bogojević, 1971 i dr.).

U kraškim poljima vlažnost zemljišta je u odnosu na druge ekološke faktore podložna najvećim promenama, zbog čega ima dominantan uticaj kako na distribuciju, tako i na gустину populacija i животinja i biljaka. Zavisno od stepena vlažnosti, odnosno dužine trajanja poplava, u poljima su razvijene zajednice poplavnih, močvarnih i suhih livada i poplavnih šuma (Riter-Studnička, 1972).

Ovaj rad je deo kompleksnih biocenoloških istraživanja u kraškim poljima, izvršenih od 1969. do 1972. godine, i ima za cilj upoznavanje promena gustine populacija Entomobryidae i Sminthuridae u zajednicama ravne zone Livanjskog polja, a u vezi sa promenama vlažnosti zemljišta i drugih faktora.

METOD RADA

U ravnoj zoni Livanjskog polja, u toku 1969. i 1979. godine, praćeno je kretanje brojnosti populacija Entomobryidae i Sminthuridae u zajednicama poplavnih, močvarnih i suhih livada i poplavnih šuma.

Probe zemlje su prikupljane, počev od juna 1969. godine, jedanput mesečno, izuzev kada to vremenske priliike nisu dozvoljavale ili u vreme visokih voda. Sa površine 1 m², metalnim cilindrom promera 5 cm i visine 4 cm, prikupljano je po 5 proba zemlje na dubini od 0—4 i od 4—8 cm.

Ekstrahovanje životinja iz zemlje vršeno je u nešto izmenjenim Tullgren-Berlezeovim aparatima, a konzerviranje u »fiksiru« prema Gisin-u (1960).

Determinacija životinja je izvršena do vrsta prema sistematici i nomenklaturi koju su dali Gisin, (1960) i Stach, (1956, 1957, 1960, 1963). Gustina populacija je izračunata na 1000 cm³ zemlje, odvojeno za slojeve od 0—4 i od 4—8 cm dubine. Rezultati su izloženi u grafikonima.

Od maja 1970. do januara 1971. godine, u vreme uzimanja proba zemlje, merena je količina vode u zemljištu (izražena u volumnim %) i praćena njena dinamika. Zatim, određeni su poljski kapacitet (0,3 atm) i tačka venjenja (15 atm) i izračunata količina pristupačne vode u zemljištu na svim lokalitetima gde su praćene promene gustine populacija Entomobryidae i Sminthuridae (tab. 1).

REZULTATI I DISKUSIJA

1) Zajednice poplavnih livada

a) *Zajednica Molinio-Lathyretum pannonicum*. Ova zajednica je raširena na velikim površinama u kraškim poljima. Zavisno od režima vlažnosti u zemljištu menja se njen floristički sastav, na osnovu čega je izdvojeno nekoliko subasocijacija. Brojnost populacija Entomobryidae i Sminthuridae je praćena u umereno vlažnim i najsuvljim sastojinama.

Umereno vlažne sastojine pripadaju subasocijaciji *typicum*. One su kako floristički, tako i faunistički, najbogatije vrstama. Gustina populacija Entomobryidae i Sminthuridae je ispitivana u površinskim horizontima zemljišta od 0—4 cm i od 4—8 cm dubine. U gornjem, površinskom sloju konstatovan je mnogo veći broj organizama, što je i razumljivo, s obzirom na to da vrste i jedne i druge familije spadaju u hemiedafske, odnosno epedafske forme, koje žive u površinskim horizontima ili na samoj površini zemljišta.

Gustina populacija u toku godine veoma mnogo varira. Na grafikonu 1. razlikuju se dva izdvojena maksimuma — jesenji i

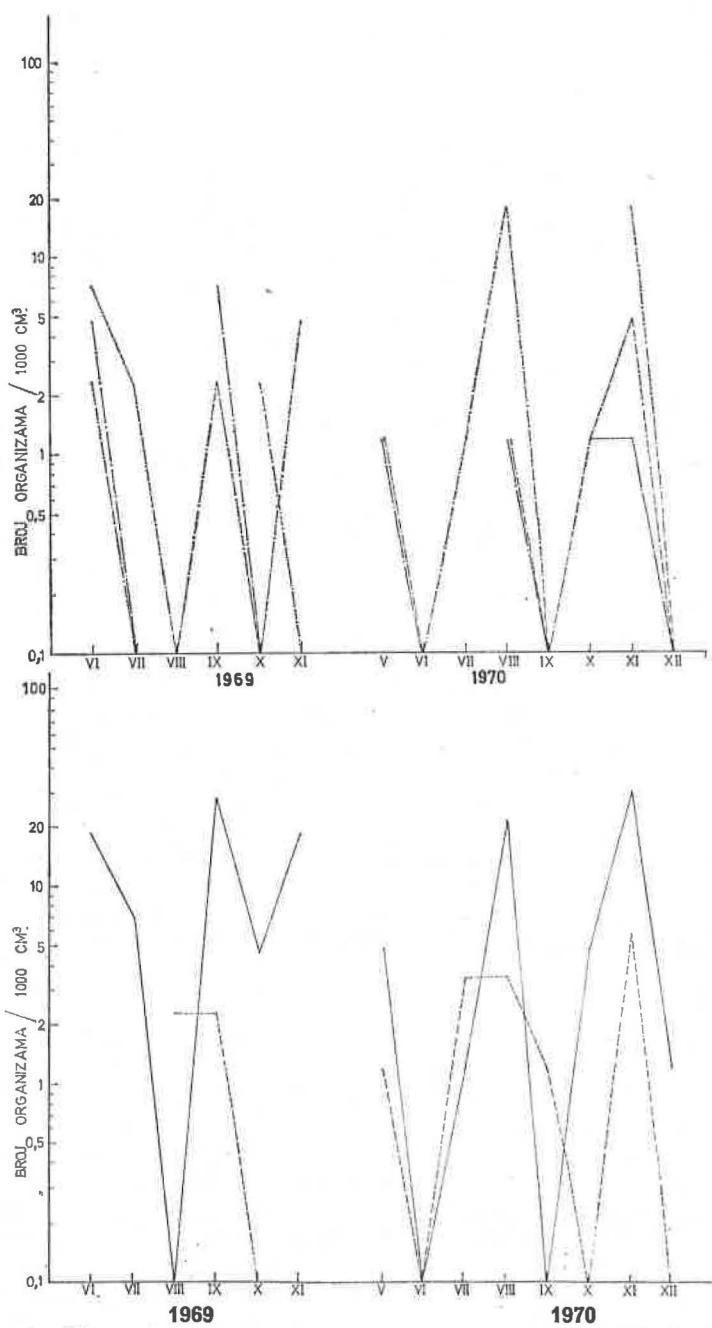
Tabela 1. Sadržaj vode u zemljištima, poljski kapacitet i tačka venjenja
(vol. %).
Table 1. Contens of water in soils, field capacity and point of wathering
(vol. %).

OZNAKA I LOKALITET	DUBINA U %.	DINAMIKA VLAGE U ZEMLJISTIMA (vol. %)													DUBINA U cm.	POLJSKI KAPACITET (0,3 atm.)	TAČKA VENJENJA (15 atm.)	PRISTUPAČNA VODA	
		26.5.70.	9.6.70.	1.7.70.	12.7.70.	31.7.70.	21.8.70.	7.9.70.	25.9.70.	6.10.70.	20.10.70.	4.11.70.	22.11.70.	10.12.70.	19.1.71.				
17	0-5	+51,26	37,88	42,21	29,51	17,25	18,90	35,50	17,94	28,38	17,60	33,88	+78,36	+54,29	mokra faza	5-10	47,57	15,24	32,33
	5-10	41,57	32,83	29,51	-	18,86	16,55	30,22	15,06	26,32	14,99	32,38	45,01	+49,88		30-35	23,67	11,25	12,42
	10-20	31,88	24,96	23,76	23,37	17,79	15,53	24,36	-13,97	20,02	12,85	23,32	36,50	38,59		60-65	39,60	30,09	9,51
	20-30	23,80	17,78	-12,45	19,13	17,69	-12,56	19,48	-14,73	-10,95	-9,26	15,29	31,32	29,98					
	30-40	+31,94	12,24	17,03	20,66	21,54	18,80	14,86	26,54	-10,61	12,49	20,82	+34,31	+33,63					
19	0-7	-	+85,20	43,56	+129,30	78,47	60,03	+101,94	+83,43	76,03	69,68	+94,38	+100,67	+134,79	mokra faza	2-5	79,55	21,95	57,60
	7-15	-	+101,56	+105,75	+112,25	47,57	43,74	62,46	50,67	52,96	65,63	70,48	+93,32	+79,77		10-15	77,10	14,83	62,27
	15-25	-	+128,39	+130,02	+94,67	+85,99	67,48	+89,46	69,05	+88,95	+95,67	+83,20	71,39	+107,95		25-30	60,68	8,60	52,08
	25-40	-	+100,62	+73,13	+86,72	59,87	54,28	+132,39	+61,48	52,03	52,45	+65,18	+78,82	+92,45					
20	0-5	+61,11	50,39	55,99	44,46	47,30	47,60	42,26	38,60	48,79	44,57	50,78	55,71	43,27	+58,30	1-5	56,30	11,31	44,99
	5-10	53,35	53,00	52,35	43,06	43,32	32,74	39,86	24,65	39,02	44,98	42,68	47,54	47,95	52,16	25-30	49,05	11,12	37,93
	10-20	40,43	43,19	33,96	34,19	37,22	26,62	37,12	20,88	18,64	33,32	37,68	42,14	37,92	44,92	35-40	43,95	12,25	31,70
	23-30	+55,18	+52,78	38,77	39,53	44,40	33,96	29,07	23,95	25,54	22,83	39,81	45,10	43,25	+58,07				
	30-40	+64,54	+51,41	34,85	34,19	40,43	33,57	26,12	18,30	26,69	29,59	42,50	28,04	39,04	+58,57				
23	0-5	+45,67	37,08	+46,78	23,55	21,99	32,28	29,44	21,36	39,81	22,22	35,13	+47,85	42,51	+57,79	4-9	45,37	12,07	33,30
	5-10	32,52	29,18	37,86	22,13	21,45	35,29	24,82	17,07	32,58	20,26	32,46	43,42	39,96	+42,61	30-35	33,53	14,61	18,92
	10-20	31,29	28,06	31,78	34,01	17,84	33,21	20,16	15,25	27,77	19,28	35,04	35,28	31,94	34,54	60-65	39,00	19,10	19,90
	20-30	+35,35	31,75	25,04	30,67	21,85	31,69	30,62	16,71	32,19	27,05	33,39	23,83	30,71	+30,71				
	30-40	+34,77	31,55	22,92	28,87	23,95	+38,47	32,09	21,26	+47,93	26,57	33,28	+41,12	+36,27	+44,77				
30	0-10	44,65	29,70	21,17	31,62	21,02	31,18	31,00	21,16	41,44	50,03	37,31	+65,79	+70,91	+52,29	5-10	50,93	25,09	25,84
	10-21	36,85	29,97	18,69	30,61	20,30	29,39	31,98	23,31	36,57	42,23	49,84	44,44	+57,25	47,33	25-30	46,60	28,58	18,02
	21-30	43,50	41,24	28,47	37,72	29,18	32,81	41,95	36,88	44,04	-49,79	43,34	42,16	+59,36	+54,58	52-57	44,58	29,97	14,61
	30-40	45,11	39,98	31,92	37,49	31,32	37,05	41,31	41,26	44,32	51,60	+48,32	44,76	+48,51	+53,91				
33	0-5	+78,59	43,17	37,96	35,27	-25,92	42,55	-26,07	-22,23	42,70	38,91	+52,76	+65,24	+54,79	+94,00	5-10	50,70	29,72	20,78
	5-15	+52,96	37,65	30,51	30,20	-28,19	26,03	-25,71	-23,78	36,09	30,63	42,50	45,53	45,27	+58,79				
	15-25	+52,71	40,19	32,17	30,52	-28,08	-28,85	-22,22	-22,98	35,97	30,97	37,35	43,58	43,48	+49,68				
39	0-10	45,58	-23,13	-20,43	-23,88	-19,17	-30,36	31,42	-20,05	42,12	44,31	34,58	45,03	47,10	+52,82	2-7	51,71	31,00	20,71
	10-21	38,03	-25,64	-15,13	-22,62	-18,01	-26,06	32,64	-20,06	35,03	38,03	31,33	35,37	32,83	39,97				
44	0-10	-	-	-	19,12	-13,22	36,01	25,87	-5,95	41,13	42,55	38,23	+49,61	+88,71	+66,53	2-7	43,60	17,11	26,49
	10-20	-	-	-	21,12	-11,13	30,79	26,03	-10,42	23,69	27,55	33,67	+41,21	27,12	+57,72	10-15	36,02	14,90	21,12

proletnji i letnji minimum. Variranja su skoro identična ako se uporedi krivulje variranja gustine vrsta (*Sminthurinus elegans*, *Orchesella albofasciata*) sa krivuljom variranja gustine svih vrsta, iz obe familije (graf. 1.). Krivulje variranja gustine populacija su, takođe, veoma slične sa variranjem sadržaja momentalne vlage u zemljištu, izražene u volumnim procentima (tab. 1. lok. 17). Vlaga, od maja do decembra, varira, ali se u površinskom horizontu, do 10 cm dubine, nikada ne javlja suha faza. Pristupačna voda u zemljištu se krajem jula i u avgustu smanjuje na samo 2, odnosno 3%, približujući se tački venjenja. Tako nizak procenat pristupačne vode se veoma nepovoljno odražava na sve organizme koji žive u vlažnoj sredini, a kojima pripada najveći broj vrsta *Collembola*. U jesenjim mesecima, takođe povremeno, dolazi do naglog smanjenja pristupačne vode, koje se, međutim, bitnije ne odražava na gustinu populacija. I iz ranijih istraživanja je poznato da kratkotrajne promene količine vode u zemljištu nisu od nekog većeg značaja za fluktuaciju gustine populacija *Collembola*, ali duži sušni ili vlažni periodi povlače za sobom smanjenje, odnosno porast broja organizama (Živadinović i Cvijović, 1967). U tim mesecima populacije postepeno rastu i krajem oktobra ili novembra dostižu tzv. jesenji maksimum. U decembru je zabeležen postepen pad gustine populacija. Tada se u zemljištu javlja mokra faza, koja ne traje dugo, jer uskoro preovlađuju snežne padavine. Pod snegom voda se ocedi i ponovo se uspostavlja vlažna faza, koja se samo povremeno smenuje sa mokrom. U zimskim mesecima populacije nastavljaju rast, da bi već u rano proleće dostigle tzv. proletnji maksimum, koji prevazilazi jesenji. Ove pojave su utvrđene kako kod vrsta, pojedinačno, tako i kod variranja ukupne gustine populacija *Collembola* zajedno (graf. 1.). Izuzetak je vrsta *Lepidocyrtus lanuginosus*, koja je konstatovana samo u vreme kada se u zemljištu pristupačna voda nalazi u minimumu.

Osim vlage, na variranje gustine populacija utiču i mnogi drugi faktori. Temperatura je, pored vlažnosti, u literaturi najčešće citirana kao jedan od faktora koji deluju na variranje broja organizama u površinskim horizontima ili na površini zemljišta. U poljima su leta veoma topla. Početkom leta, kada se livade pokose, temperatura postaje ograničavajući faktor za mnoge vrste, jer skidanjem zelenog pokrivača organizmi bivaju izloženi direktnoj insolaciji. Tada dolazi i do naglog gubljenja vode i porasta temperature u površinskim slojevima zemljišta, što se veoma nepovoljno odražava na gustinu populacija. Temperatura se može javiti kao ograničavajući faktor (mada vrlo retko) i u vreme zimskih meseci u vreme dužih hladnih i sušnih perioda.

U sastojinama subas. *typicum* posle košenja, u toku leta i jeseni, nastavlja se veoma intenzivna ispaša stoke, što se, takođe, veoma negativno odražava na gustinu populacija koje žive na površini ili u površinskim horizontima zemljišta.



Grafikon 1. Kretanje brojnosti populacija Entomobryidae i Sminthuridae u zajednici *Molinio-Lathyretum pannonicum typicum*.

Changes in the number of populations Entomobryidae and Sminthuridae in the community *Molinio-Lathyretum pannonicum typicum*.

Entomobryidae i Sminthuridae od 0-4 cm.

— Entomobryidae i Sminthuridae od 0-4 cm

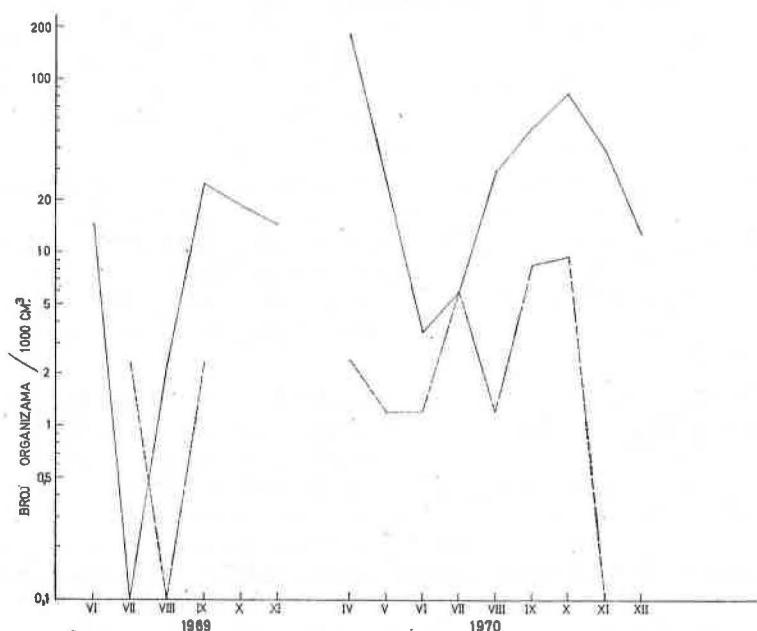
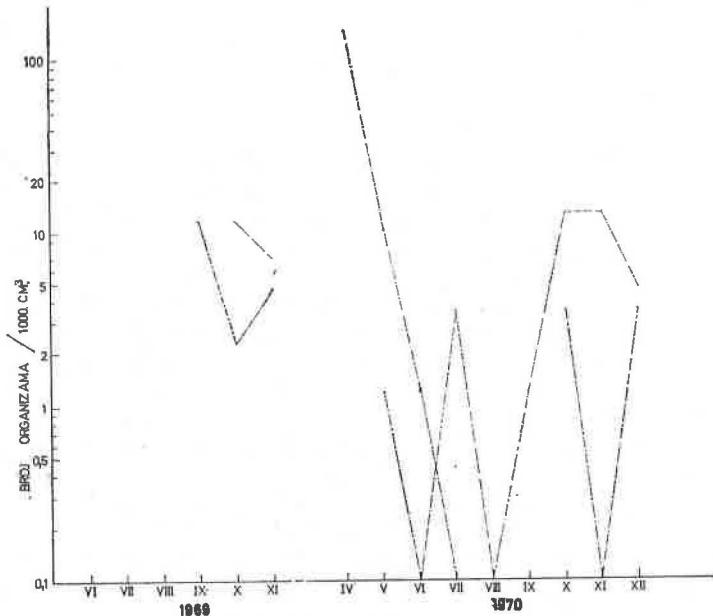
— Sminthurinus elegans " " " 0-4 " "

— Orchesella albofasciata " " " 0-4 " "

Sastojine subas. *seratuletosum licopifoliae* su raširene na suvljim i izdignutim staništima. U njima u toku godine vlažnost zemljišta mnogo više varira. I pored toga što je na ovom lokalitetu razvijeno zemljište tipa pseudoglej-stagnoglej, u površinskim horizontima zemljišta u sušnom periodu javlja se suha faza. Već krajem juna meseca pristupačna voda se približava tački venjenja (tab. 1. lok. 30). Takvo se stanje vlažnosti zadržava sve do oktobra meseca, kada počinje kišni period. U narednim mesecima (novembar, decembar, januar) javlja se mokra faza. Krivulja variranja gustine populacije je ovde nešto drugačija nego u sastojinama subas. *typicum*. Letnji minimum se javlja već u junu mesecu (graf. 2). U julu i avgustu populacije beleže izvestan porast, a u septembru se javlja drugi letnji minimum. Krivulja ima zupčast oblik, karakterističan za suvlja staništa. Jesenji maksimum je kasniji, u oktobru ili novembru mesecu. Blagi pad brojnosti populacije u ranim zimskim mesecima prekida se u kasnjem periodu, te u martu gustine dostižu proletnji maksimum. I krivulja variranja gustine populacije vrsta je zupčastog oblika. Vrsta *Lepidocyrtus cyaneus* svoj maksimum dostiže u proletnjim i letnjim mesecima. Zbog mozaičnog rasporeda ovih organizama u zemljištu, teško je sagledati variranje gustine njihovih populacija u toku godine. Dobijene krivulje su kod većine vrsta isprekidane. Ako se međusobno uporede krivulje variranja gustine populacije Collembola i variranje vlage, lako se uočava njihova podudarnost.

Pored vlage, koja je u ovim sastojinama jedan od dominantnih faktora koji deluju na variranje brojnosti populacije, temperatura je takođe veoma značajna za rastenje populacije. Košenje livada i kasnija ispaša stoke, na ovim površinama, doprinose daljem pogoršanju faktora vlažnosti i temperature, približavajući ih pesimumu, kada oni postaju ograničavajući za život većine vrsta Collembola.

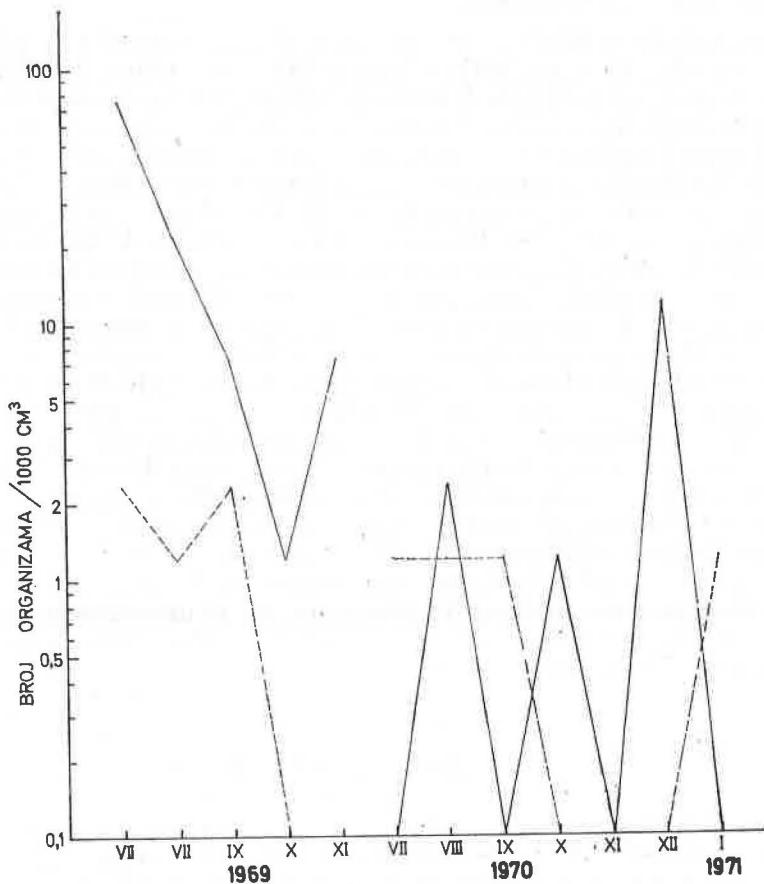
b) *Zajednica Deschampsietum mediae illyricum*. Raširena je na laporovitim krečnjacima na rendzini. Podloga i zemljište su po svojoj prirodi izrazito kserofilni. Posle dugotrajnih poplava, koje na ovim površinama traju nekada i do početka leta, zemljište se veoma brzo isuši, jer veoma porozna podloga i plitak profil zemljišta slabo zadržavaju vodu. Zbog toga su na ovim staništima fluktuacije vlage u toku godine veoma velike. U vreme trajanja poplava u zemljištu je zastupljena mokra faza. Vlažna faza se javlja posle povlačenja vode, a u dugotrajnim sušnim periodima pristupačna voda se nalazi u blizini tačke venjenja. Tada se povremeno javlja suha faza (tab. 1. lok. 44). Krivulja variranja brojnosti populacije je zupčastog tipa, slično kao kod prethodnog lokaliteta. U letnjim mesecima gustina populacije se neznatno menja i čitav period od jula do novembra može se označiti kao letnji minimum (graf. 3). Populacije beleže porast tek u decembru (kasno jesenji maksimum). U januaru gustina populacije naglo opada, jer tada



Grafikon 2. Kretanje brojnosti populacija Entomobryidae i Sminthuridae u zajednici *Molinio-Lathyretum pannonicum seratuletosum lycopifoliae*.
— Changes in the number of populations Entomobryidae and Sminthuridae in the community *Molinio-Lathyretum pannonicum seratuletosum lycopifoliae*.

Entomobryidae i Sminthuridae od 0—4 cm.	
—	Entomobryidae i Sminthuridae od 0—4 cm.
— — — — —	Lepidocyrtus cyaneus "
— · — · — · —	Sminthurides pumilis "
— - - - -	Sminthurinus elegans "

nastaju poplave. Njih uskoro zamenjuje snežni pokrivač pod kojim se populacije brojno uvećavaju i u ranim proletnjim mesecima dostižu najveću gustinu. Pored vlage, u sušnom periodu i temperatura postaje faktor koji ograničava preživljavanje većine vrsta *Collembola*. Na ovim površinama ispaša stoke i gaženje su veoma intenzivni u većem delu vegetacione periode, što se nesumljivo odražava na gustinu populacija na površini zemljišta i u njegovim površinskim horizontima.



Grafikon 3. Kretanje brojnosti populacija Entomobryidae i Sminthuridae u zajednici *Deschampsietum mediae illyricum*. — Changes in the number of populations Entomobryidae and Sminthuridae in the community *Deschampsietum mediae illyricum*.

Entomobryidae i Sminthuridae od 0—4 cm.

" " " 4-8 "

2) Zajednice močvarnih livada

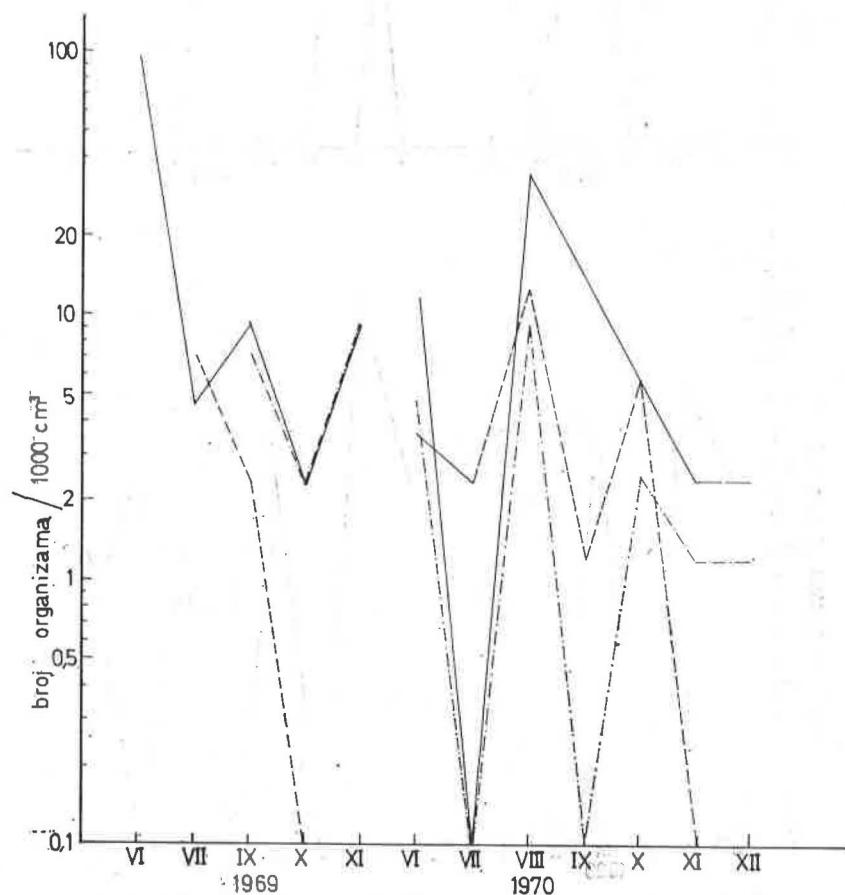
Za vegetaciju močvarnih livada su karakteristične dugotrajne poplave, koje inekada traju tokom cele godine. Samo u dužim sušnim periodima dolazi do znatnijeg isušenja zemljišta. Međutim, pošto zemljišta pod ovom vegetacijom (močvarno-glejna i tresetna) sadrže veoma visok % humusa (preko 40%), u njima se pristupačna voda nikada ne približava tački venjenja. U većem delu godine preovlađuje mokra faza, koja se u ovim zajednicama pojavljuje kao ograničavajući faktor za preživljavanje većine mezofilnih i kserofilnih vrsta *Collembola*.

a) *Zajednica Mariscetum*. U zemljištima pod zajednicom *Mariscetum* mokra faza se javlja skoro u svim mesecima. Izuzetak je mesec avgust, ali je i tada količina pristupačne vode veoma visoka. Krivulja variranja gustine populacija na ovim staništima ima sasvim drugačiji karakter nego u zajednicama poplavnih i suhih livada. Populacije dostižu najveću gustinu u letnjim mjesecima, počev od jula pa do septembra meseca (graf. 4). Na tabeli 1. prikazano je variranje vlage (lok. 19). Da mokra faza negativno deluje na brojnost populacija *Entomobryidae* i *Sminthuridae*, odnosno na njihovo variranje, potvrđuje međusobno upoređivanje ovih rezultata. U julu mesecu je konstatovana velika količina vode u zemljištu (mokra faza). Tada je zastupljenost vrsta najniža. U avgustu, u zemljištu preovlađuje vlažna faza, populacije beleže najveći porast, da bi njihova gustina već u septembru počela da opada, jer se ponovo u zemljištu javlja mokra faza. U kasnim jesenjim mjesecima, u toku zime i u rano proleće gustina populacija stagnira ili opada. Mokra faza u zemljištu tada eliminiše sve oblike koji ne podnose duže kvašenje. Zahvaljujući mikroreljefu, odnosno malim uzvišenjima koja su delimično izdignuta iznad nivoa poplavnih voda, u kojima je pretežno zastupljena vlažna faza, mnoge vrste uspevaju da prežive i duže periode poplava. Temperatura, pa ni antropogeni uticaji u sastojinama šaševa ne utiču u znatnijoj meri na fluktuacije gustine populacija *Collembola*.

3) Zajednice suhih livada

a) *Zajednica Linetum flavi augustifolii*. Za razliku od močvarnih i poplavnih livada, sastojine ove zajednice voda nikada ne plavi. U njima je konstatovan deficit pristupačne vode u većem delu vegetacione periode (tab. 1, lok. 39). Ove zajednice su raširene na laporovitoj podlozi — laporovitim krečnjacima, koji su veoma propustljivi. Kserofilnost staništa povećava i delimična izdignutost terena. Suha faza u zemljištu dominira od juna do kraja septembra meseca. Tako dug bezvodni period deluje veoma depresivno na brojnost populacija *Entomobryidae* i *Sminthuridae* u ovim zajednicama.

Krivulja variranja gustine populacija je izrazito zupčasta (graf 5.). Brojnost populacija varira, slično kao u zajednici *Deschampsietum mediae illyricum*, u kojoj je suha faza, takođe, dominantna u toku vegetacione periode. Proletnji maksimum je konstatovan u martu i junu, a letnji minimum u julu i avgustu mesecu. Karakteristično je za ovu zajednicu da je jesenji maksimum veoma malo izražen, što je najverovatnije posledica dugotrajne suše, visokih temperatura u toku leta i u ranu jesen i intenzivne ispaše stoke do u kasnu jesen.



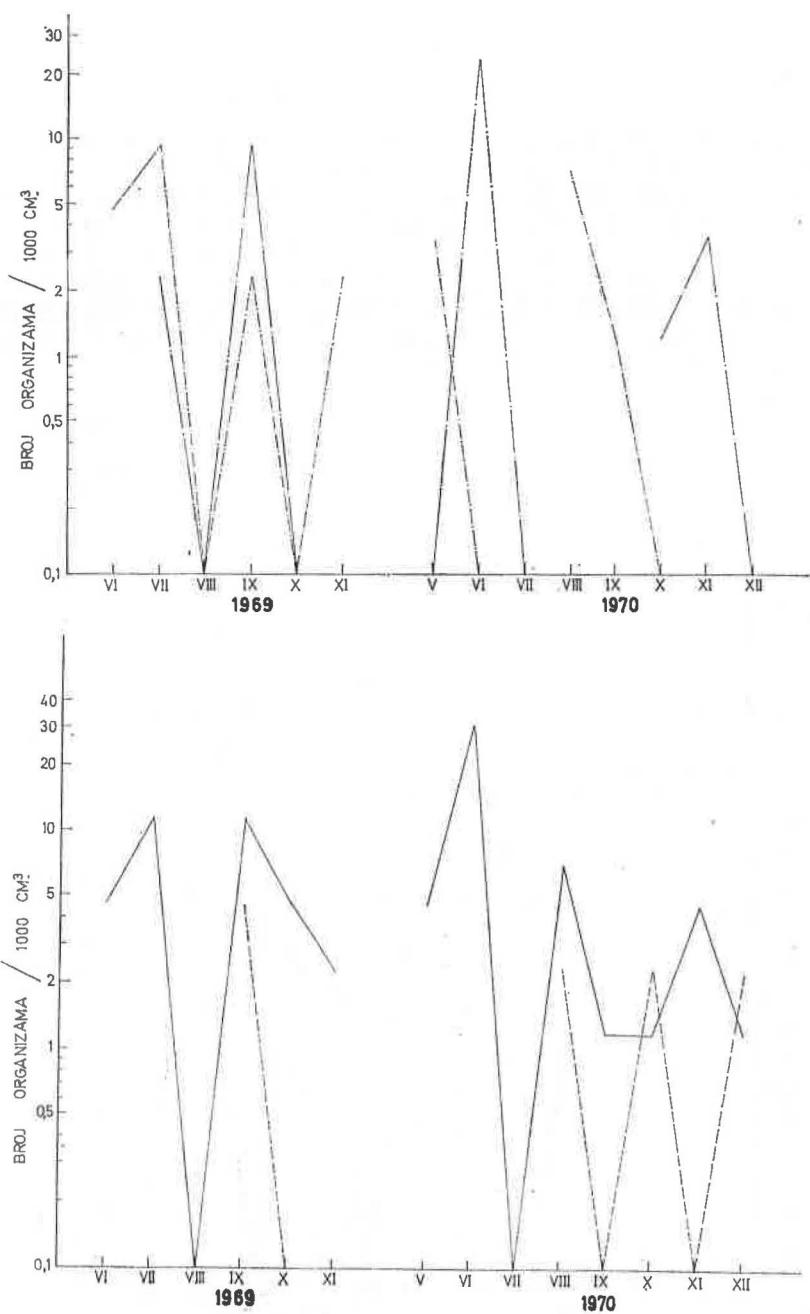
Grafikon 4. Kretanje brojnosti populacija Entomobryidae i Sminthuridae u zajednici *Mariscetum*. — Changes in the number of populations Entomobryidae and Sminthuridae in the community *Mariscetum*.

Entomobryidae i Sminthuridae od 0—4 cm.

” 4—8 ”

—·—·—·—·— Lepidocyrtus lanuginosus

” 0—4 ”



Grafikon 5. Kretanje brojnosti populacija Entomobryidae i Sminthuridae u zajednici *Linetum flavi angustifolii*. — Changes in the numbers of populations Entomobryidae and Sminthuridae in the community *Linetum flavi angustifolii*.

—	Entomobryidae i Sminthuridae od 0—4 cm.
- - -	<i>Lepidocyrtus lanuginosus</i> " 4—8 "
....	<i>Sminthurides pumilis</i> " 0—4 "

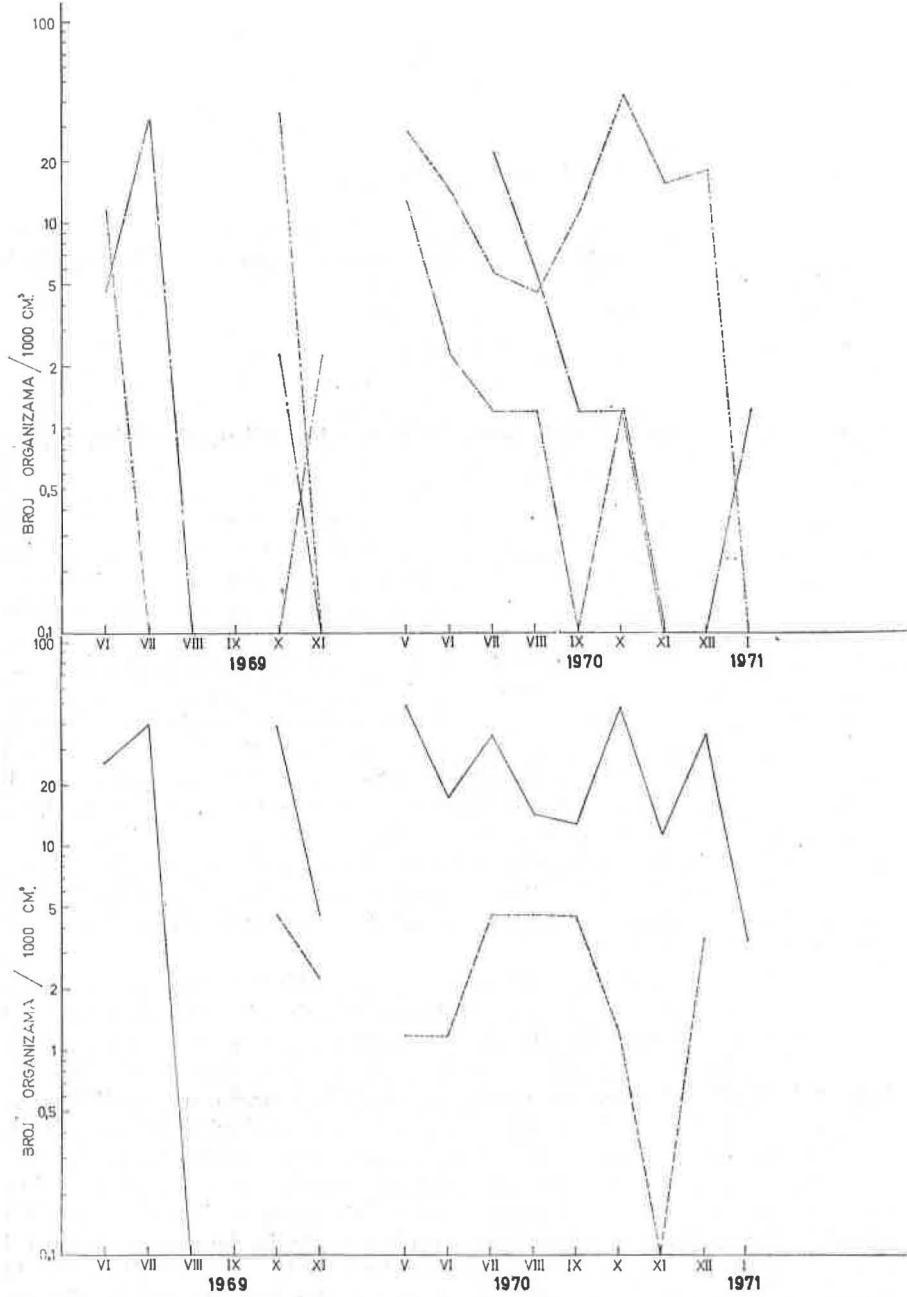
4) Zajednica poplavnih šuma

U šumskim zajednicama variranja brojnosti populacija Entomobryidae i Sminthuridae je znatno manje nego u livadama. Variranja su veća u kserofilnim sastojinama *Fraxinus angustifolia*, za razliku od mezofilnih, odnosno vlažnih šuma hrasta i johe.

a) *Zajednice Gensto elatae-Quercetum poetosum silvicola*e. Hrastove šume su raširene na veoma kiselim zemljištima, u kojima su konstatovani procesi zamočvarivanja. Poplave su retke, traju kratko vreme posle velikih kiša. U kasno-jesenjim, zimskim i proletnjim mesecima u zemljištu se povremeno javlja mokra faza (tab. 1. lok. 23). Sadržaj pristupačne vode u zemljištu se retko kada približava tački venjenja, suha faza se nikada ne javlja. U ovoj zajednici voda se javlja kao ograničavajući faktor samo u mesecima kada se u zemljištu javlja mokra faza. Tada dolazi do naglog opadanja gustine populacije. U sušnom periodu populacije dostižu maksimum koji se uz manje oscilacije zadržava do u kasnu jesen. Tako se ovde može govoriti o letnjem maksimumu, koji traje od kraja proleća do u kasnu jesen (graf. 6), i zimskom minimumu, koji zahvata i rane proletnje mesece. Ovakav tip variranja ima i vrsta *Lepidocyrtus cyaneus*, dok je za vrste *Sminthurides pumilis* i *Lepidocyrtus lanuginosus* karakterističan proletnji, odnosno letnji maksimum. Nasuprot ovim rezultatima, u hrastovim šumama brdskog pojasa (izvan kraških polja), gde je režim vlažnosti zemljišta drugačiji, krivulja variranja gustine populacija *Collembola* ima sasvim drugi karakter. U njima postaje zimski i rani proletnji maksimum i letnji minimum koji se produžava do u ranu jesen (Žividinović i Civijović, 1967).

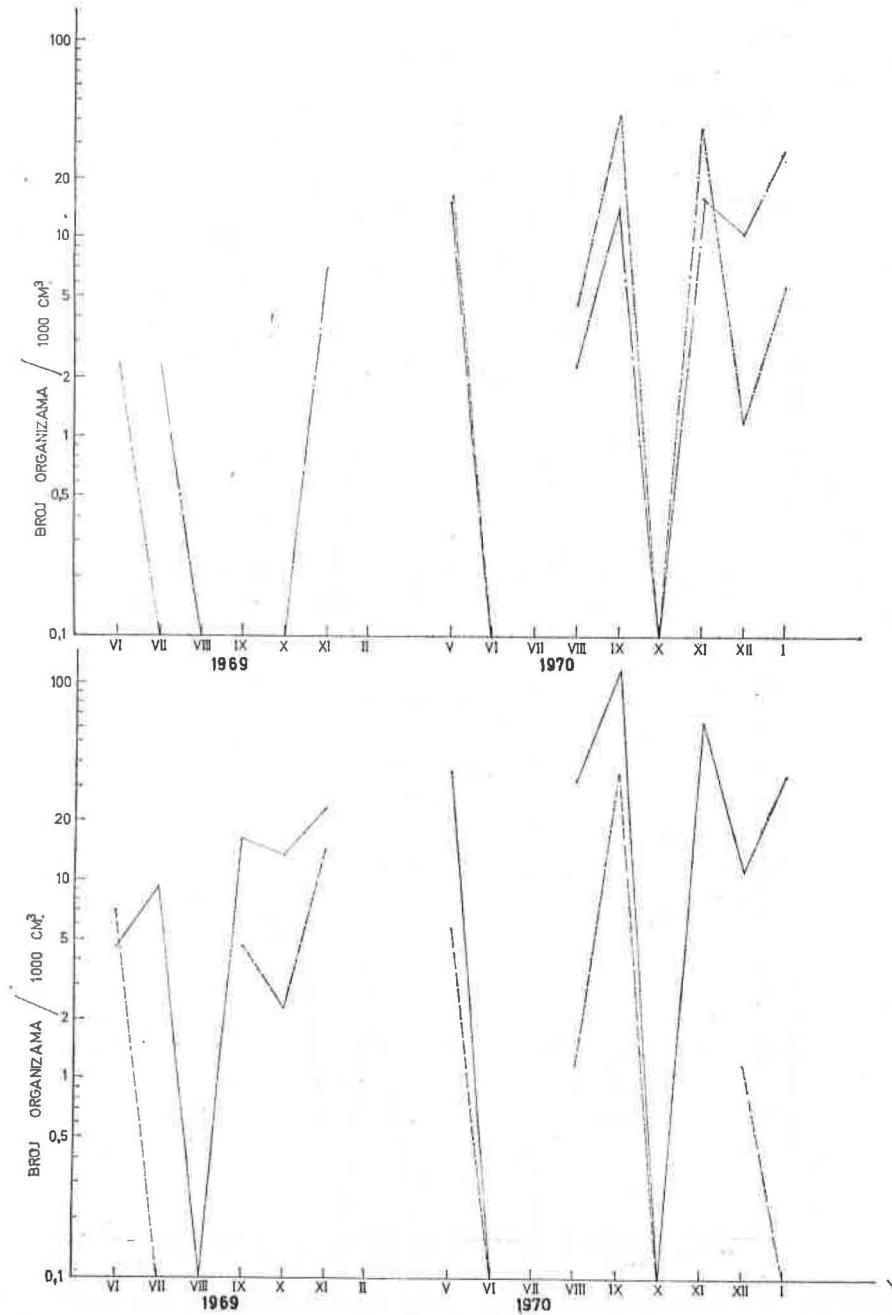
b) *Sastojine jasena (Fraxinus angustifolia)*. Jasenove šume su raširene na laporovitom krečnjaku. U vrlo plitkoj rendzini pod ovom šumom od jula do oktobra meseca (sušni period) povremeno se javlja suha faza, a od novembra do maja mokra faza (tab. 1. lok. 33). Tako ekstremna variranja količine vode u zemljištu se veoma nepovoljno odražavaju na gustinu populacije Entomobryidae i Sminthuridae. Krivulja variranja gustine populacije je zupčastog tipa (slično kao u suhim livadama). Razlikuju se proletnji, letnji i kasni jesenji maksimum i tri minimuma — letnji, jesenji i zimski. Tako česta variranja su najverovatnije izazvana čestim i naglim promenama količine pristupačne vode u zemljištu, što je inače karakteristika kserofilnih staništa. Ovakav tip variranja zabeležen je i kod vrsta *Sminthurides pumilis* i *Sminthurinus elegans* (graf. 7).

c) *Zajednice Alnion glutinosae*. Sastojine johe su raširene u veoma vlažnim staništima, na zamočvarenoj rendzini. Vodni režim ovih zemljišta karakteriše visok sadržaj pristupačne vode u toku cele godine. U kišnim periodima u zemljištu dominira mokra faza (tab. 1. lok. 20). Tada je višak vode ograničavajući faktor za preživ-



Grafikon 6. Kretanje brojnosti populacija Entomobryidae i Sminthuridae u zajednici *Genisto elatae-Quercetum poetosum silvicola*e. — Changes in the number of populations Entomobryidae and Sminthuridae in the community *Genisto elatae-Quercetum poetosum silvicola*e.

Entomobryidae i Sminthuridae od 0—4 cm.	
—	4—8 "
—·—·—·—·—·—	Sminthurides pumilis " 0—4 "
—·—·—·—·—·—	Lepidocyrtus tanuginosus " 0—4 "
—·—·—·—·—·—	Lepidocyrtus cyaneus " 0—4 "



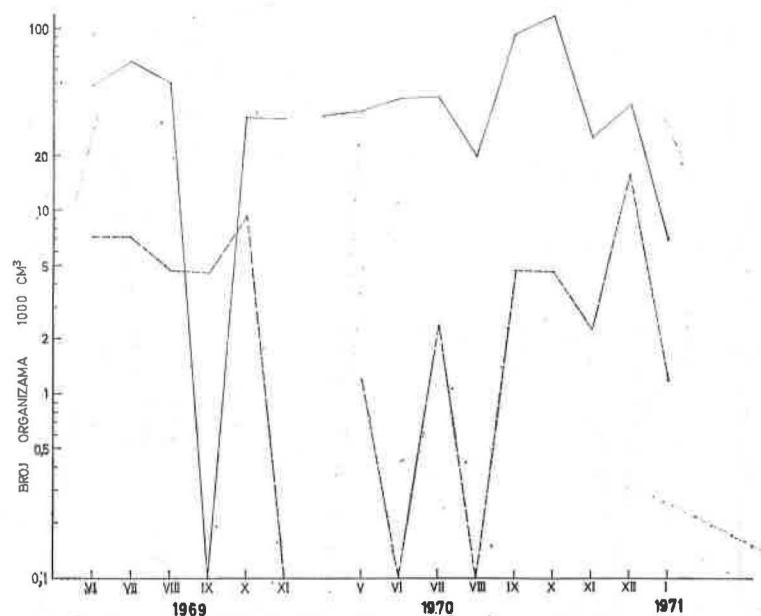
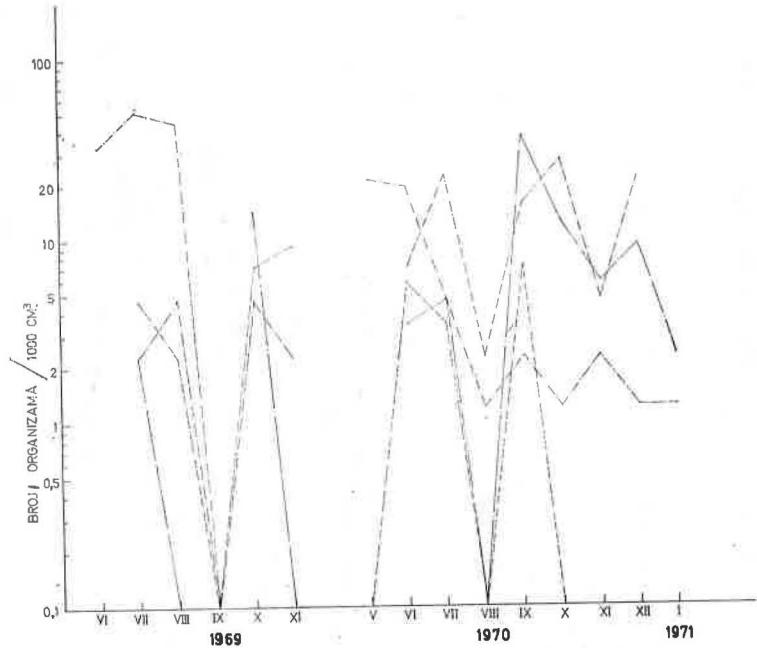
Grafikon 7. Kretanje brojnosti populacija Entomobryidae i Sminthuridae u sastojinama vrste *Fraxinus angustifolia*. — Changes in the number of populations Entomobryidae and Sminthuridae in the community *Fraxinus angustifolia*.

Entomobryidae i Sminthuridae od 0—4 cm.

— Entomobryidae „ 4—8 „ „ 0—4 „ „ 0—4 „

— Sminthurides pumilis „ „ 0—4 „ „ 0—4 „

— Sminthurinus elegans „ „ 0—4 „ „ 0—4 „



Grafikon 8. Kretanje brojnosti populacija Entomobryidae i Sminthuridae u zajednici *Alnion glutinosae*. — Changes in the number of populations Entomobryidae and Sminthuridae in the community *Alnion glutinosae*.

Entomobryidae i Sminthuridae od 0—4 cm.			
—	—	—	4—8 "
—	—	—	" 0—4 "
—	—	—	" 0—4 "
—	—	—	" 0—4 "
—	—	—	" 0—4 "

ljavanje većine vrsta koje nisu prilagođene na duža kvašenja. Krivulja variranja gustine populacija (graf. 8) je veoma slična krivulji u hrastovoј šumi. Dugi letnji maksimum, sa neznatnim oscilacijama, se nastavlja od proleća do u kasnu jesen. Populacije beleže osetniji pad tek u zimskim mesecima. Sličan tip variranja imaju i pojedine vrste, samo su kod njih konstatovane veće oscilacije u letnjim mešecima.

ZAKLJUČCI

Analiza dinamike gustine populacija Entomobryidae i Sminthuridae, u istraživanim zajednicama u ravnoj zoni Livanjskog polja, pokazala je da se variranja brojnosti populacija menjaju zavisno od tipa vegetacije, količine pristupačne vode u zemljištu, variranja temperature, antropogenih faktora — košenje, ispaša stoke, gaženje i dr.

Najveća variranja su konstatovana u suhim — kserofilnim staništima zajednica *Linetum flavi angustifolii* i sastojinama jasena (*Fraxinus angustifolia*), gde su variranja količine pristupačne vode u zemljištu najveća. Za njih je karakteristična krivulja variranja gustine populacija zupčastog tipa.

U poplavnim livadama variranja gustine populacija su umerenija. Na krivulji se razlikuju, po pravilu, proljetnji i jesenji maksimum i letnji minimum.

U močvarnim livadama (Mariscetum) i vlažnim i mezofilnim šumama (šume johe i hrasta) variranja gustine populacija su najmanja. Za njih je karakterističan letnji maksimum, a minimum se javlja u kišnim periodima, kao posledica suficita slobodne vode u zemljištu (mokra faza).

Utvrđena je nesumnjiva veza između količine pristupačne vode u zemljištu i brojnosti populacija Entomobryidae i Sminthuridae u njemu. Populacije ovih životinja uvek rastu i dostižu maksimalne gustine kada je u zemljištu zastupljena vlažna faza. Mokra i suha faza deluju negativno, i, kada su one zastupljene u zemljištu, gustina populacija opada. Tada su utvrđene minimalne gustine populacija (minimum).

Temperaturna kolebanja su velika i deluju negativno na rast populacija na površinama koje se kose i na kojima je intenzivna ispaša stoke (sastojine poplavnih i suhih livada).

S U M A R Y

In the course of 1969. and 1972. in the zone of Livanjsko polje, changes in the population number of species Entomobryidae and Sminthuridae (Collembola) in the communities of flooded, marshy and dry meadows and flooded forests were investigated.

The analysis of the dynamics of the population density of Entomobryidae and Sminthuridae, in the investigated communities in the plain zone of Livanjsko polje, proved that the variations in the population number change depending on the vegetation type, quantity of available water in soil, temperature changes, anthropogenic factors — mowing, pasture, treading etc.

The greatest variations were found in xerophilous habitats of the communities *Linetum flavi angustifolii* and *Fraxinus angustifolia* where the variations of the available water in soil greatest. Their characteristics curve of the population density is of a tooth type.

The population density variations in floody meadows are more moderate. The curve show, by rule, differences between the spring and autumn maximum and the summer minimum.

The variation of the population density is the lowest in marshy meadows (*Marisctum*) and humid and medium humid forests (alder and oak forests). The summer maximum is characteristic for them, while the minimum appears in the rainy periods as the consequence of surplus of unbound water in soil (wet phase).

It has been proved beyond doubt that there is a dependance between the quantity of water in soil and the number of populations of Entomobryidae and Sminthuridae in it. The population of these animals always increase when the soil the humid phase and then they reach their maximum densities, while the wet and dry phases have negative effects, and at such times, the population density decreases. Then the minimum population densities were found (minimum).

The temperature variations are great and they have a negative effect upon the growth of populations upon surfaces which are sometimes mown with intensive pasture (communities of floody and dry meadows).

LITERATURA

- Bogojević, J. 1971. — Dinamika i sukcesija naselja Collembola na raznim staništima Deliblatske peščare. Zbornik radova Polj. fak. Beograd, god. XIX. sv. 523: 1—71.
- Gisin, H. 1960. — Collembolen Fauna Europas. Geneve.
- Riter-Studnička, H. 1972. — Neue Pflanzengesellschaften aus den Karstfeldern Bosniens und der Hercegovina. Bot. Jahrb. Syst. 92, 1, 108—154.
- Stach, J. 1956. — The Apterygotan fauna of Poland in relation to the world-fauna of this group of Insects: family Sminthuridae. Polska akademia nauka, Krakov.
- Stach, J. 1957. — The apterygotan fauna of Poland in relation to the world-fauna of this group of Insects: Neelidae and Dicyrtomidae. Polska akademia nauka, Krakov.

- Stach, J. 1960. — The Apterygotan fauna of Poland in relation to the world-fauna of this group of Insects: tribe Orchesellini. Polska akademia nauka, Krakov.
- Stach, J. 1963. — The Apterygotan fauna of Poland in relation to the world-fauna of this group of Insects: tribe Entomobryini. Polska akademia nauka, Krakov.
- Živadinović, J. et Cvijović, M. 1967. — Dinamika populacija Apterygota u šumskoj zajednici *Querco-Carpinetum croaticum* Horvat. God. Biol. inst. Sarajevo, Vol. XX. 85—110.
- Živadinović, J. 1963. — Dinamika populacija Collembola u šumskom i ljudskom tlu Igmana. God. Biol. inst. Sarajevo, Vol. XVI. str. 209—264.

KRIVOKAPIĆ KRSTO

Prirodno-matematički fakultet, Sarajevo

EFEKAT CRVENE I PLAVE SVJETLOSTI NA SADRŽAJ MATERIJA TIPA GIBERELINA KOD AVENA SATIVA L.

THE EFFECT OF RED AND BLUE LIGHT ON THE CONTENT OF
GIBBERELLIN — LIKE SUBASTANCES IN AVENA STATIVA L.

Svetlost ima inverzan efekat na rastenje koleoptila i internodije kod ovsa tj. favorizuje rastenje koleoptila, a inhibira rastenje internodije. Podaci o interakciji svjetlosti i geberelina su dosta kontradiktorni, mada posljednjih godina ima sve više autora koji su konstatovali da svjetlost favorizuje produkciju giberelina.

Interakciju svjetlosti i giberelina prvi je počeo proučavati Lockhart (1956). On je zapazio da egzogena giberelna kiselina (GA_3) smanjuje inhibitorni efekat crvenog svjetla. Lockhart je pretpostavio da svjetlost smanjuje sadržaj giberelina kod biljaka. Sale i Vince (1960) proučavali su interakciju svjetlosti giberelina u sistemu *in vitro* i iznijeli hipotezu da crvena svjetlost i GA_3 djeluju nezavisno. Međutim, u posljednje vrijeme sve više autora je konstatovalo da svjetlost ima stimulativan efekat na produkciju giberelina (Čajlahjan i Ložinkova, 1964; Köhler, 1965; Crozier i Audus, 1968; Reid i dr. 1968; Beevers i dr. 1970; Loveys i Wareing, 1971; Nešković i Konjević, 1974; Nešković i Sjauš, 1973).

Pošto je svjetlost jedan od najvažnijih egzogenih faktora rastenja, a fitohormoni od endogenih, pošli smo od prepostavke da se kao rezultat njihove interakcije može očekivati jedan nov kvalitet koji leži u osnovi morfogenetskih promjena.

SKRAĆENICE (ABBREVIATION):

CC = koleoptili osvjetljavani crvenim svijetлом (coleoptiles irradiated with red light).

CE = etiolirani koleoptili (etiolated coleoptiles).

CP = koleoptili osvjetljavani plavim svijetalom (coleoptiles irradiated with blue light).

MATERIJAL I METODE

Etiolirane mlade biljke ovsa var. »Condor« gajene su u kvarnom pijesku pri 25°C i od momenta isklijavanja osvjetljavane crvenom (660 nm) i plavom (440 nm), svjetlošću do starosti od 18, 36 i 72 sata. Izvore svjetlosti opisali smo u našem predhodnom radu (Krivokapić, 1971).

Biljke su presjecane tačno preko prvog nodusa, pa je posebno ekstrahovano 500 koleoptila sa primarnim listom i isto toliko internodija. Ekstrakciju biljaka vršili smo u ohladenom (-20°C) metanolu. Poslije stajanja u frižideru (na -20°C) ekstrakt je filtriran, a zatim upravan u vakuum evaporatoru »Rotavapor Büchi« pri temperaturi najviše do 38°C . Suhom ostatku smo zatim dodavali po 10 ml bdestilovane vode i ekstrakt smo zakiseljavali do pH 3 sa n/10 HCl. Tako tretiran ekstrakt smo radi purifikacije, mučkali četiri puta sa po 50 ml etil acetata. Poslije mučkanja (20 minuta) odvajali smo etilacetatnu frakciju od vodene. Etilacetatna frakcija stavljena je u frižider na -23°C do sljedećeg dana, radi uklanjanja tragova vodene frakcije. Ovako tretirana frakcija je zatim upravna u vakuum evaporatoru do suha i zatim upotrebljavana za tankoslojnu hromatografiju i biološke testove.

Separaciju materija tipa giberelina vršili smo tankoslojnom hromatografijom. Hromatografija je radena na silikagelu-H, a hromatograme smo razvijali u rastvaraču po Paleg-u (1965) benzol: n-butanol: sirćetne kiselina (70 : 25 : 5). Ovaj se rastvarač od više isprobanih rastvarača pokazao kao najbolji, pa smo ga zato stalno upotrebljavali. Poslije razvijanja i sušenja, hromatograme smo dijelili na zone od po 10 jednakih dijelova koji su korišteni za razne biološke testove.

Za ispitivanje materija tipa giberelina upotrebljavali smo više bioloških testova: endosperm test, hipokotil salate i krastavca i test sa patuljastim graškom. Endosperm test raden je po Coombe-u i dr. (1967) sa sjemenom ječma. Inkubacija endosperma je trajala 36 sati poslije čega je određivana koncentracija redukujućih šećera po metodi Somogy-a (1952) pomoću Beckmanovog DU-2 spektrofotometra. Test sa hipokotilom salate rađen je po Frankland-u i Wareing-u (1960), a upotrebljavali smo sjeme salate var. »Unicum«. Test sa hipokotilom krastavca raden je po Brian-u i Hemming-u (1961) sa sjemenom krastavca var. »srednje dugo«. Test sa patuljastim graškom rađen je po Brian-u i Heming-u (1955) i Köhler-u i Lang-u (1963) sa sjemenom patuljastog graška var. »Meteor«.

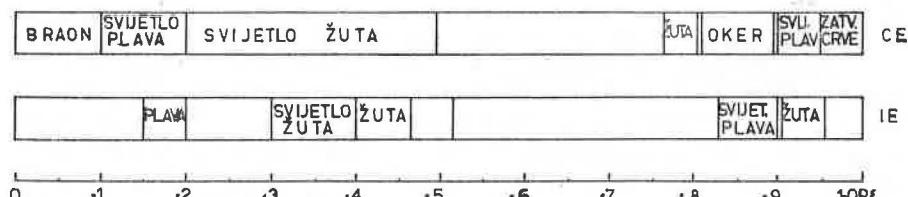
IC = internodije osvjetljavane crvenim svjetlom (internodes irradiated with red light).

IE = internodije etiolirane (etiolated internodes).

IP = internodije osvjetljavane plavim svjetlom (internodes irradiated with red light).

REZULTATI RADA

Prije nego što smo počeli proučavati efekat svjetlosti na materije tipa giberelina, bilo je neophodno izvesti čitav niz preliminarnih ogleda radi njihove detekcije u ekstraktu ovsu. U svim preliminarnim ogledima na hromatogramu su uvijek bile prisutne najma-



Sl. 1. Rezultati hromogenih reakcija dobivenih tretiranjem 5% H_2SO_4 u etanolu i zagrijavanjem pri 120°C.

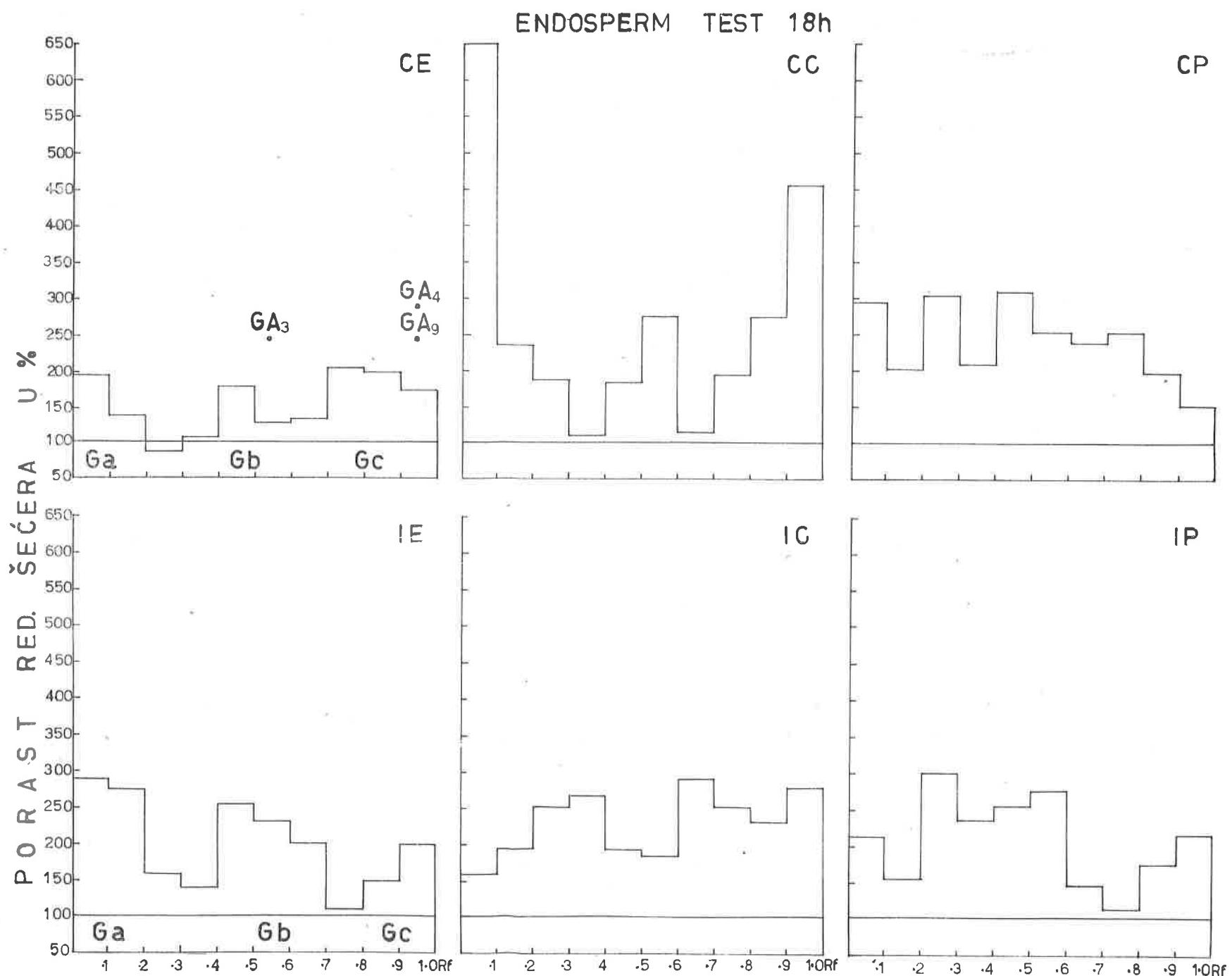
Fig. 1. Results of the chromogenic reactions obtained by treatment of 5% H_2SO_4 in ethanol and heating at 120°C.

nje tri aktivne zone (označene kao Ga, Gb i Gc (Sl. 2). Najaktivnija od svih zona na hromatogramu bila je na Rf 0,80—0,90 (Gc) koja je po Rf i R_{GA} slična GA₉ i GA₄. Aktivna zona Gb (Rf 0,40—0,60) po Rf i R_{GA} odgovara giberelinskoj kiselini (GA₃), dok zona Ga (Rf 0,0—0,20) ne odgovara nijednom od prvih devet giberelina.

Tretiranje hromatograma sa 5% H_2SO_4 u etanolu i zagrijavanjem na 120°C, dobiveno je više zona fluorescencije kod ekstrakta koleoptila i internodija (Sl. 1).

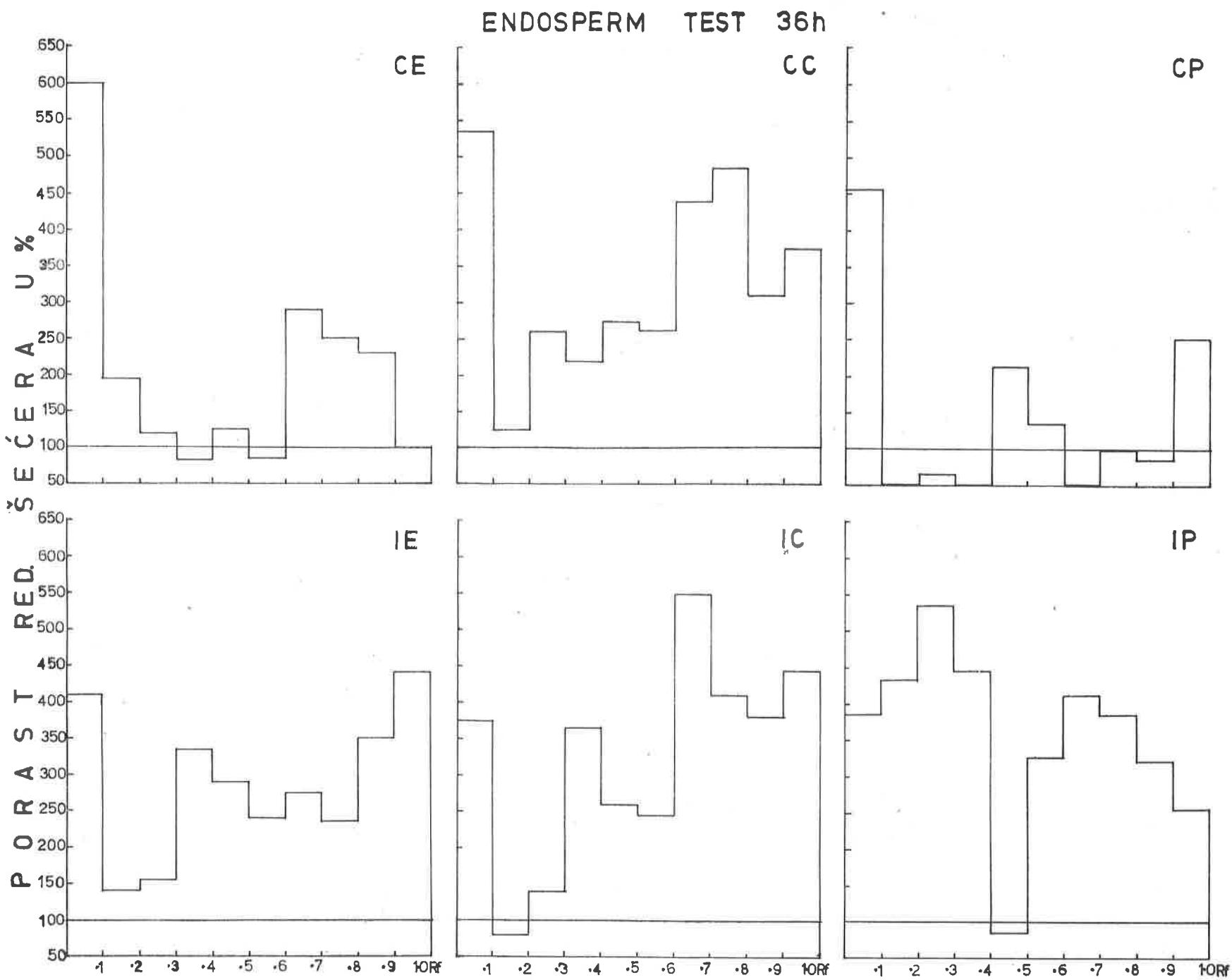
Rezultati endosperm testa

Ako uporedimo rezultate endosperm testa za koleoptile sa crvenog svjetla i etiolirane stare 18 h, jasno se vidi mnogo veća aktavnost prisutnih giberelina iz ekstrakta koleoptila sa crvenog svjetla, u čiju korist ide ova razlika i do 100%, a kod nekih zona čak do 200%. (Sl. 2). Ekstrakt internodije sa crvenog svjetla ima veću aktivnost od etiolirane, na svim zonama hromatograma osim na Rf, 0,0—0,20 gdje je prisutan Ga. Ova razlika u prilog aktivnosti giberelina iz ekstrakta internodije sa crvenog svjetla ide i do 50%. Giberelini iz ekstrakta koleoptila sa plavog svjetla imaju veći efekat u ovom testu čak i do 200%, osim Ga, Rf 0,00—0,10. Isto tako je i aktivnost giberelina iz ekstrakta internodije sa plavog svjetla nešto veća na svim zonama, osim (na Rf 0,00—0,20) giberelina Ga₁. Iz rezulata dobivenih za biljke stare 18 h može se izvesti zaključak da svjetlost djeluje stimulativno na biosintezu giberelina, osim na Ga čija je aktivnost u ovome testu, bila veća kod biljaka iz mraka nego sa svjetla (Sl. 2).



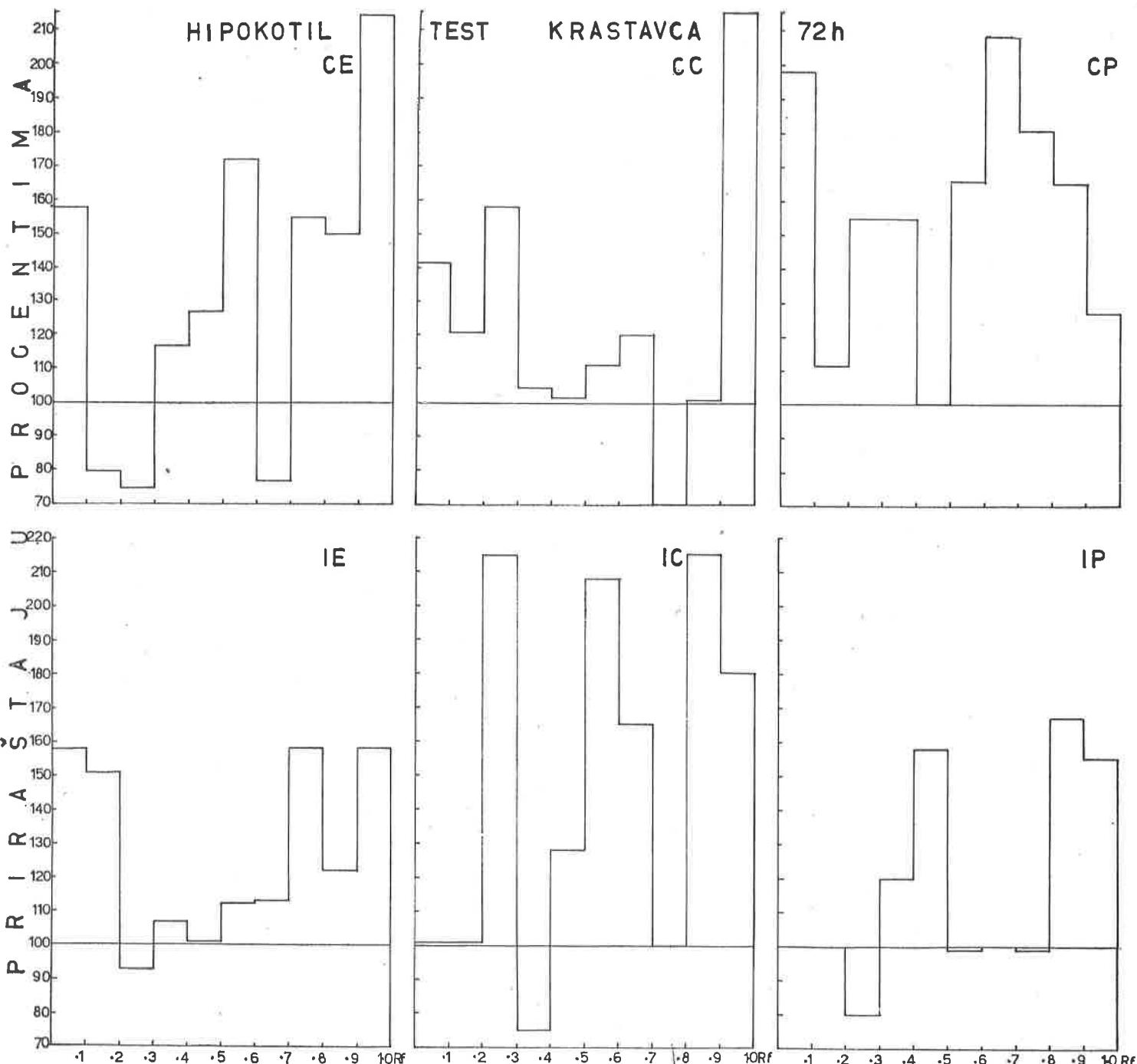
Sl. 2. Histogrami aktivnosti giberelina u ondosperm testu iz ekstrakta različito tretiranih koleoptila i internodija poslije 18 h. Ga, Gb, Gc = materijal tipa giberelina iz ekstrakta.

Fig. 2. Histograms showing the gibberellin-like activity in barley endosperm assay from extracts of differently treated coleoptiles and internodes after 18 hours. Ga, Gb, Gc = gibberellin-like substances from extracts.



Sl. 3. Aktivnost gibberejina u endosperm testu iz ekstrakta različito tretiranih koleoptila i internodija poslije 36 h.

Fig. 3. Gibberellin-like activity in barley endosperm assay from extracts of differently tereated coleoptiles and internodes after 36 h.



Sl. 14. Aktivnost giberelina u testu sa hipokotilom krastavca iz ekstrakta različito tretiranih koleoptila i internodija poslije 72 h.

Fig. 14. Gibberellin-like activity in cucumber hypocotyl test from extracts of differently treated coleoptiles and internodes after 72 h.

Uticaj crvene svjetlosti kod biljaka starih 36 h imao je za posljedicu uglavnom, povećanje količine svih prisutnih giberelina, osim Ga čija je aktivnost bila veća kod etioliranog koleoptila. Aktivnost giberelina iz ekstrakta koleoptila sa crvenog svjetla, bila je veća čak i do 200% u odnosu na aktavnost giberelina iz ekstrakta etioliranog koleoptila. Aktivnost giberelina iz ekstrakta internodije sa crvenog svjetla je približno ista kod Ga i Gb, dok je Gc aktivniji kod ekstrakta internodije sa crvenog svjetla. Rezultati endosperm testa za etiolirane i koleoptile sa plavog svjetla stare 36 h su uglavnom slični, osim što je Ga imao veću aktivnost kod etioliranog koleoptila (Sl. 3). Upoređivanjem aktivnosti giberelina iz ekstrakta internodija etioliranih i sa plavog svjetla starih 36 h, ne uočivaju se velike razlike. (Sl. 3).

Rezultati dobiveni za biljke stare 72 h, pokazuju da je aktivnost giberelina iz ekstrakta koleoptila etioliranog i sa crvenog svjetla bila približno ista osim na Rf 0,10 gdje imamo veću aktivnost kod etioliranog kolooptila. (Sl. 4). Giberelini iz ekstrakta internodije sa crvenog svjetla su aktivniji čak i do 300% od giberelina prisutnih u ekstraktu etiolirane internodije. Ako uporedimo aktivnost giberelina iz ekstrakta etioliranih koleoptila i internodija sa plavog svjetla, uočavamo veći efekat sa plavog svjetla (sl. 4).

Preračunavanjem aktivnosti giberelina iz različito tretiranih koleoptila i internodija na 100 mg suhe težine, vidi se da je kod 18 h ona veća kod ekstrakta osvjetljavanih koleoptila, dok je kod 36 h bila veća samo kod koleoptila sa crvenog svjetla. Kod 72 h aktivnost giberelina iz ekstrakta koleoptila sa crvenog svjetla opada i mnogo je manja nego kod ekstrakta koleoptila sa plavog svjetla i iz mraka. Kvantitativna zastupljenost giberelina u ekstraktima različito tretiranih internodija, pokazuje da je ukupna aktivnost svih zona sa hromatograma mnogo veća kod osvjetljavanih internodija, nego kod internodija iz mraka (sl. 5).

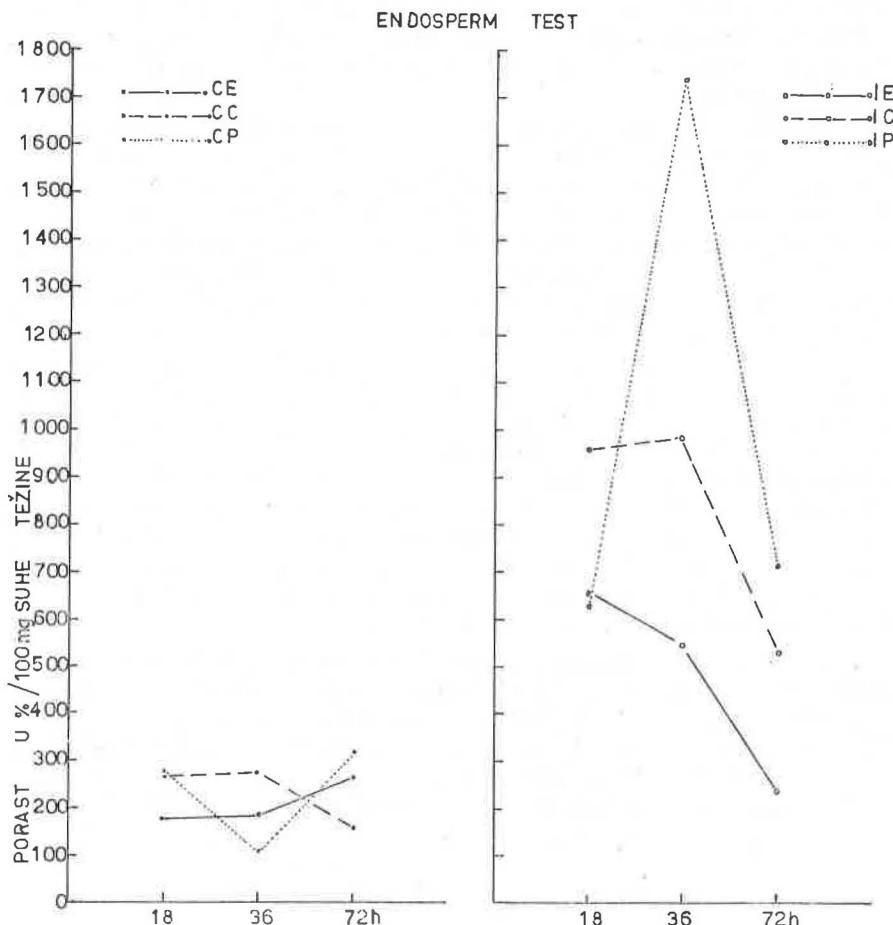
Ako aktivnost giberelina različito tretiranih koleoptila i internodija preračunamo na 1 cm dužine, onda se primjećuje još izrazitiji stimulativan efekat plave, a naročito crvene svjetlosti na produkciju ovih supstanci. Iz ovih rezultata uočava se pad u produkciji giberelina poslije 36 h kod različito tretiranih koleoptila i internodija, sa izuzetkom kod koleoptila sa plavog svjetla (sl. 6).

Rezultata testa sa hipokotilom salate

Kod koleoptila i internodija osvjetljavanih crvenim svjetлом (18 h) prisutno je više giberelina i njihova je aktivnost u hipokotil testu salate veća od aktavnosti giberelina etioliranih internodija i koleoptila. Veća stimulacija kod koleoptila sa crvenog svjetla primjećuje se na svim zonama hromatograma, a kod internodije sa crvenog svjetla naročito kod giberelina Gc (na Rf 0,70—0,90) (sl. 7).

I kod koleoptila i internodija sa plavog svjetla starih 18 h, veća je aktavnost giberelina u ovome testu na svim zonama hematograma. (Sl. 7).

Koleoptili stari 36 h, koji su gajeni na crvenom svjetlu, imali su više giberelina i veću aktivnost nego etiolirani, dok je ekstrakt internodije etiolirane imao veću aktivnost, nego internodija sa crvenog svjetla (Sl. 8).

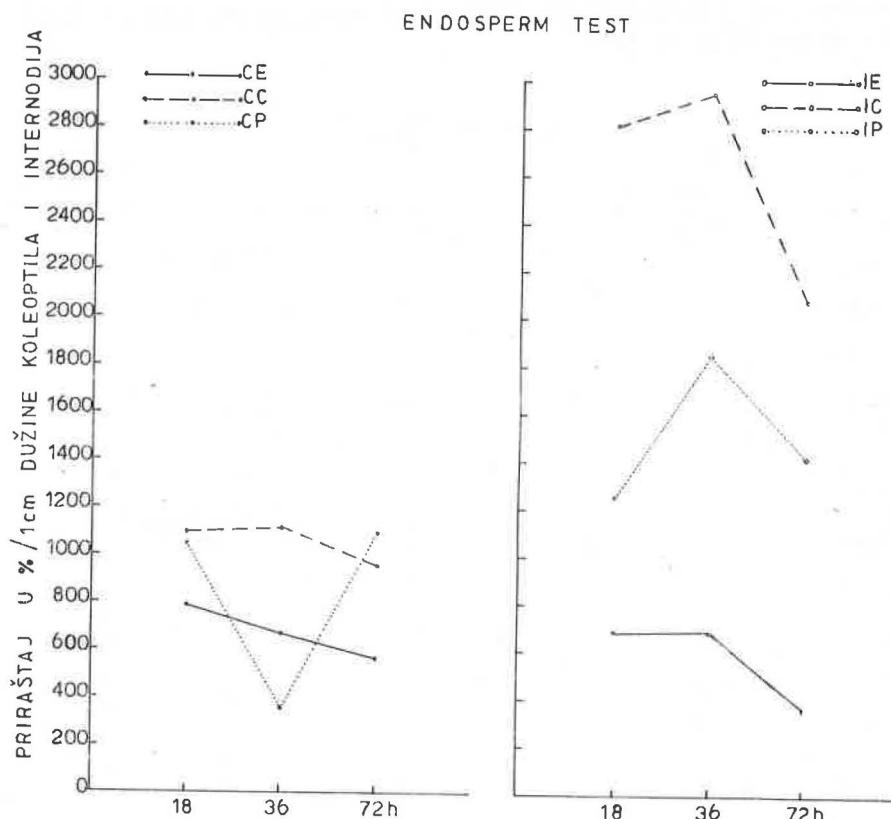


Sl. 5. Ukupna aktivnost giberelina u endosperm testu iz ekstrakta različito tretiranih koleoptila i internodija. Rezultati su preračunati u % na 100 mg suhe težine.

Fig. 5. Total gibberellin -like activity in barley endosperm assay from extracts of differently treated coleoptiles and internodes Results calculated in % per 100 mg of dry weight.

Koleoptili sa plavog svjetla imali su više giberelina nego etiolirani. Internodija sa plavog svjetla imala je približno istu aktivnost u ovome testu kao i internodija iz mraka, ili čak na nekim zonama i manju, kao npr. na Rf 0,0—0,20 (sl. 8).

Po rezultatima dobivenim u hipokotil testu salate, za biljke stare 72 h, može se zaključiti da je ekstrakt koleoptila i internodije sa crvenog svjetla imao na svim zonama više giberelina i veću aktivnost u ovome testu, nego koleoptil i internodija iz mraka, dok je prisustvo ovih aktivnih materija u ekstraktima koleoptila i internodija sa plavog svjetla bilo približno isto kao kod etioliranih biljaka, a na nekim zonama čak i manje (sl. 9).

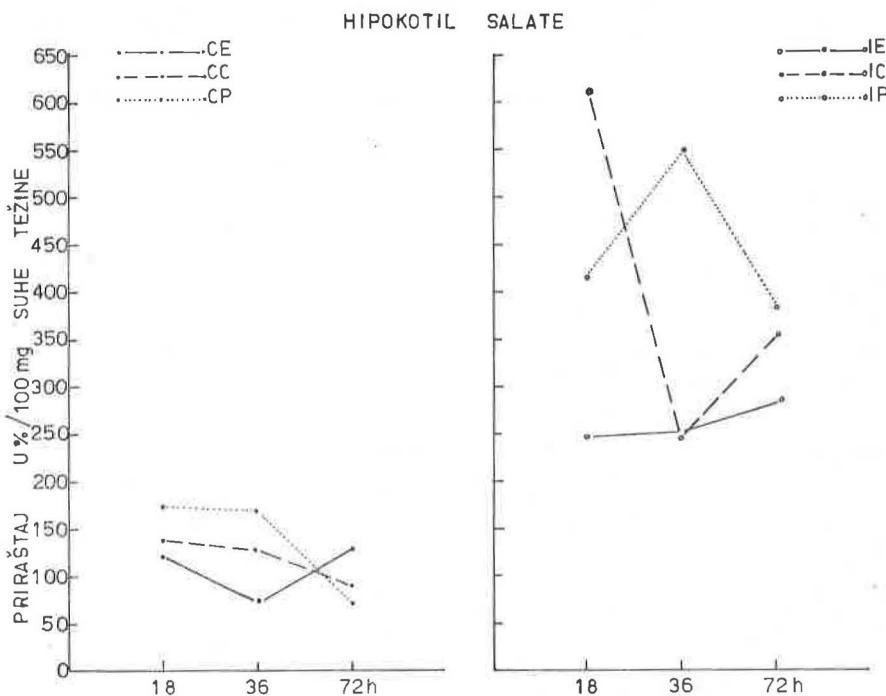


Sl. 6. Ukupna aktivnost giberelina u endosperm testu iz ekstrakta različito tretiranih koleoptila i internodija. Rezultati su preračunati u % na 1 cm dužine.

Fig. 6. Total gibberellin -like activity in barley endosperm assay from extracts of differently treated coleoptiles and internodes. Results calculated in % per 1 cm of length.

Kada se preračuna aktivna geberelina, iz ekstrakta različito tretiranih koleoptila i internodija, na 100 mg suhe težine ekstrakta, vidi se da je ekstrakt osvjetljivanih koleoptila za sve vremenske intervale imao više giberelina, osim kod biljaka starih 72 h, gdje je prisustvo ovih aktivnih materija bilo veće kod etioliranih koleoptila (sl. 10). Preračunavanjem aktivnosti giberelina različito tretiranih internodija, na 100 mg suhe težine ekstrakta, može se zaključiti da su internodije sa crvenog i plavog svjetla imale mnogo veću aktivnost za sve vremenske intervale, osim što je internodija sa crvenog svjetla stara 36 h imala skoro isti sadržaj giberelina kao i internodija iz mraka (sl. 10).

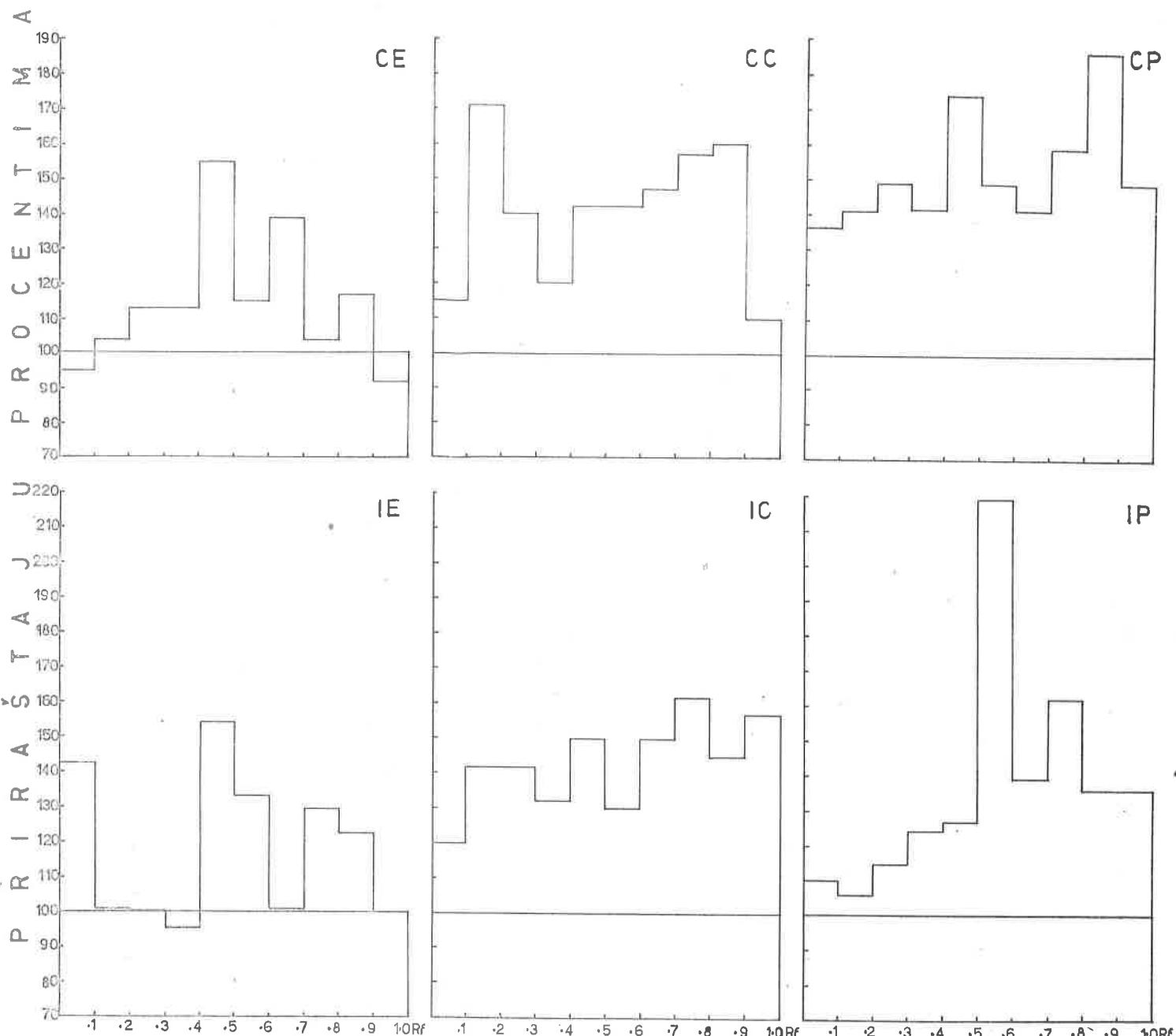
Iz rezultata dobivenih preračunavanjem ukupne aktivnosti na 1 cm dužine uočava se još jači stimulativni efekat crvene i plave svjetlosti na produkciju giberelina kod različito tretiranih koleoptila i internodija (sl. 11).



Sl. 10. Ukupna aktivnost giberelina u testu sa hipokotilom salate iz ekstrakta različito tretiranih koleoptila i internodija. Rerezultati su preračunati na 100 mg suhe težine.

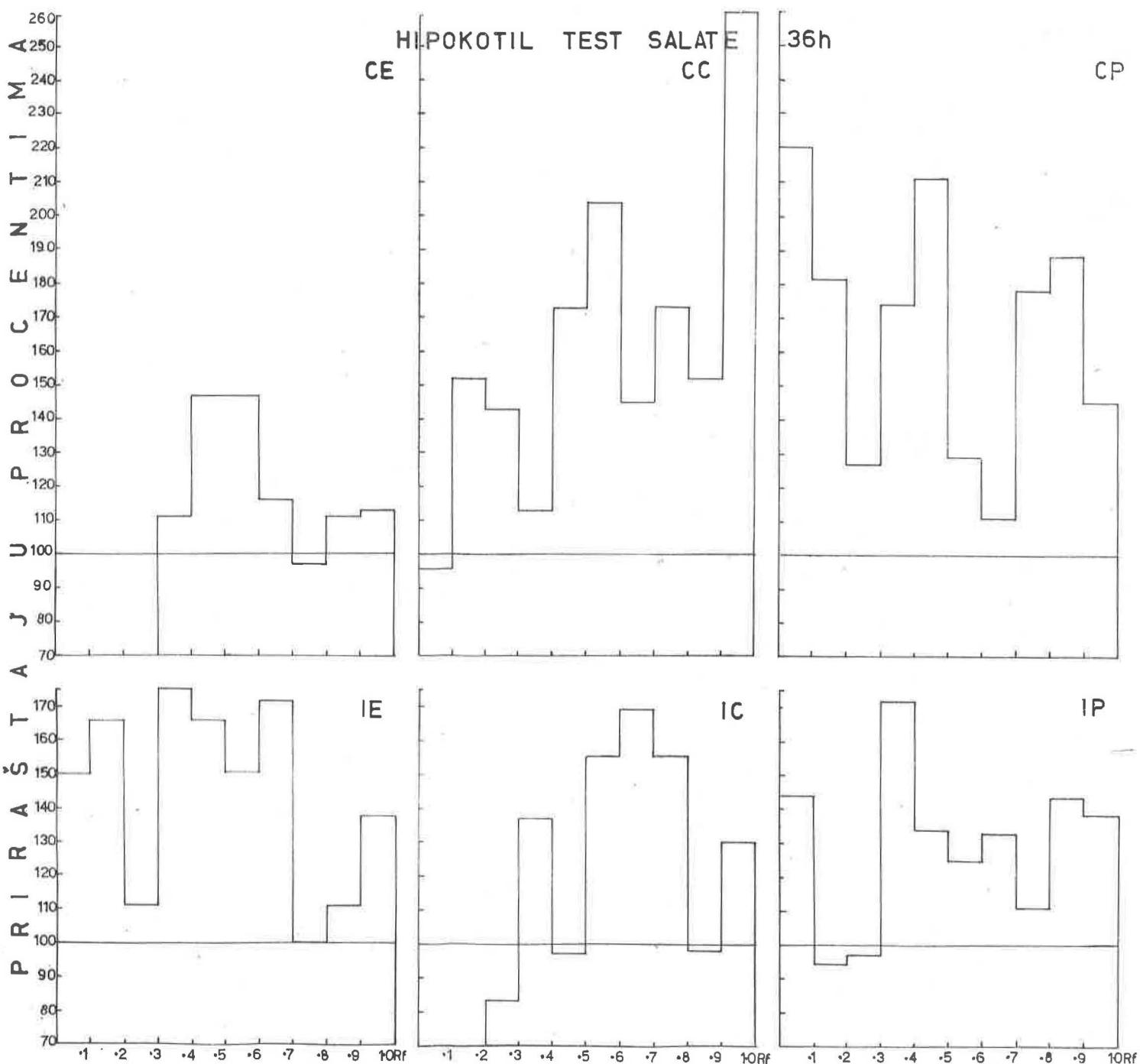
Fig. 10. Total gibberellin -like activity in lettuce hypocotyl test from extracts of differently treated coleoptiles and internodes. Results calculated per 100 mg of dry weight.

HIPOKOTIL TEST SALATE 18 h



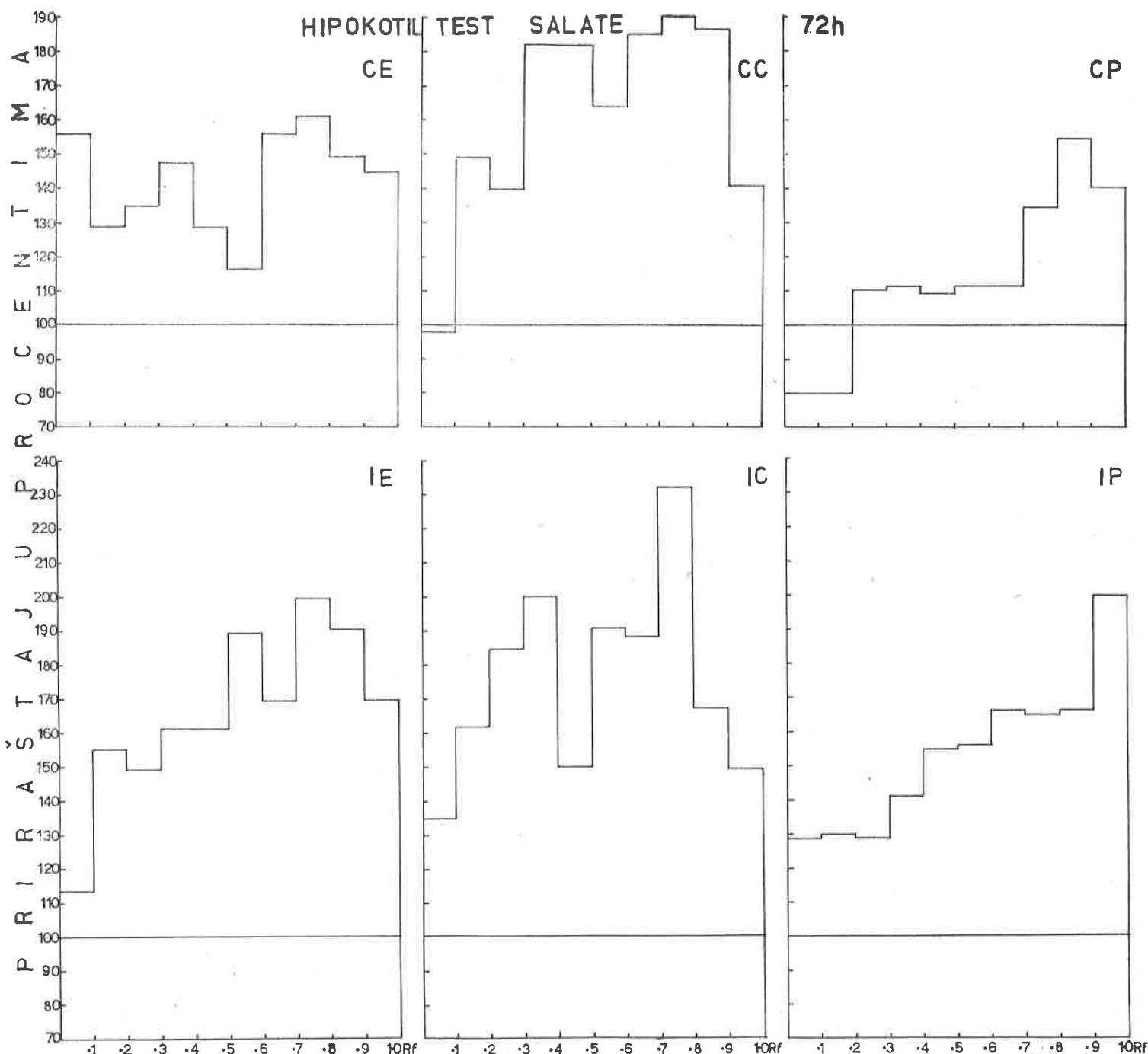
Sl. 7. Aktivnost giberelina u testu sa hipokotilom salate iz ekstrakta različito tretiranih coleoptila i internodija poslije 18 h.

Fig. 7. Gibberellin-like activity in lettuce hypocotyl test from extracts of differently treated coleoptiles and internodes after 18 h.



Sl. 8. Aktivnost giberelina u testu sa hipokotilom salate iz ekstrakta različito tretiranih koleoptila i internodija poslije 36 h.

Fig. 8. Gibberellin-like activity in lettuce hypocotyl test from extracts of differently treated coleoptiles and internodes after 36 h.



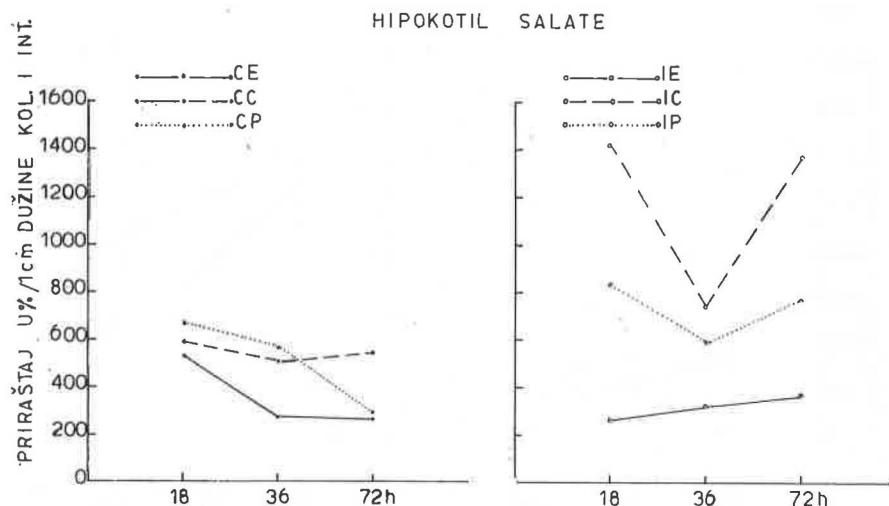
Sl. 9. Aktivnost giberelina u testu sa hipokotilom salate iz ekstrakta različito tretiranih koleoptila i internodija poslije 72 h.

Fig. 9. Gibberellin-like activity in lettuce hypocotyl test from extracts of differently treated coleoptiles and internods after 72 h.

Rezultati testa sa hipokotilom krastavca

Kada uporedimo prisustvo aktivnih materija tipa giberelina u ekstraktima koleoptila i internodija osvjetljivanih 18 h, sa etioliranim možemo zaključiti da je veći sadržaj giberelina na svim zonama hromatograma kod koleoptila i internodija iz mraka. Ekstrakt koleoptila sa plavog svjetla i iz mraka ima približno isti sadržaj giberelina, dok ekstrakt internodije sa plavog svjetla ima više giberelina samo na Rf 0,00—0,40 (Ga) (sl. 12).

Analizom giberelina iz ekstrakta biljaka starih 36 h, uočava se da ekstrakt koleoptila sa crvenog svjetla ima veći sadržaj Ga (0,00—0,10) i Gb (Rf 0,30—0,40), nego kod koleoptila iz mraka, a da giberelina Gc pri vrhu hromatograma ima približno isto kod oba koleoptila. Ako uporedimo aktivnost u ovome testu, a preko nje i sadržaj giberelina u ekstraktu internodije sa crvenog svjetla i etiolirane, vidimo da je kod internodije etiolirane bilo više giberelina Ga (na Rf 0,00—0,20) i Gb, dok Gc pri vrhu hromatograma ima više kod internodije iz mraka. Sadržaj giberelina iz ekstrakta koleoptila sa plavog svjetla je veći na Rf 0,00—0,20 (Ga) i (Gb) Rf 0,40—0,50, dok je pri vrhu hromatograma na Rf 0,80—0,90 (Gc) više kod koleoptila iz mraka. Kod ekstrakta internodija sa plavog svjetla starih

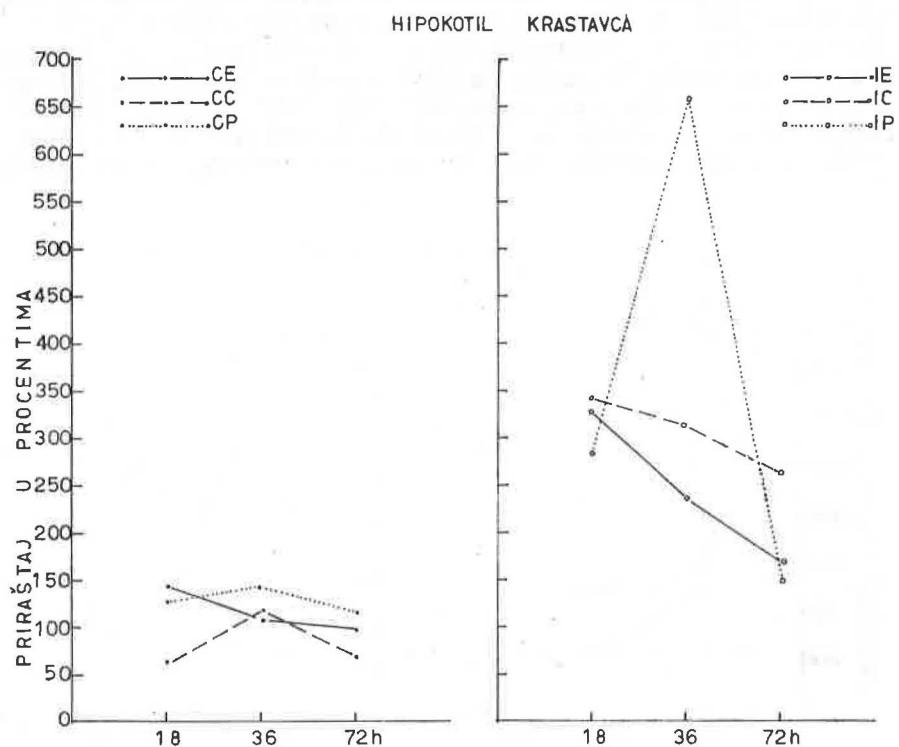


Sl. 11. Ukupna aktivnost giberelina u testu sa hipokotilom salate iz ekstrakta različito tretiranih koleoptila i internodija. Rezultati su preračunati na 1 cm dužine.

Fig. 11. Total gibberellin-like activity in lettuce hypocotyl test from extracts of differently treated coeloptiles and internodes. Results calculated per 1 cm of length.

36 h, veća je aktivnost i sadržaj Ga (Rf 0,0—0,20) dok je aktivnost Gb (Rf 0,20—0,40) i Gc (Rf 0,80—0,90) veća kod etiolirane internodije (sl. 13).

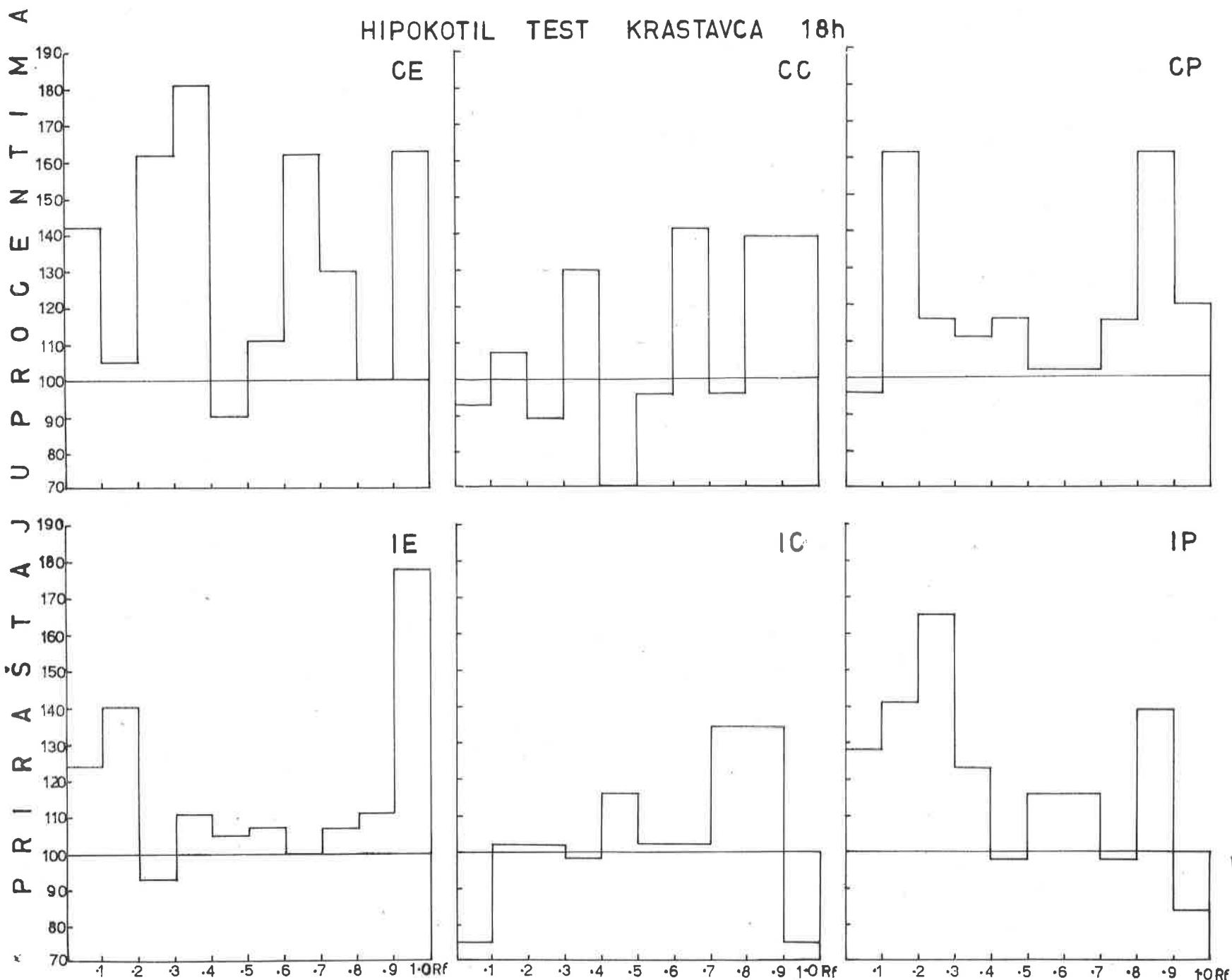
Ako uporedimo aktivnost giberelina iz ekstrakta koleoptila sa crvenog svjetla i iz mraka starih 72 h, vidimo da je ona približno ista, osim kod Gc (Rf 0,30—0,60) koji ima mnogo veći efekat na hipokotil krastavca nego iz ekstrakta koleoptila sa crvenog svjetla. Sadržaj giberelina u ekstraktu internodije sa crvenog svjetla je veći na svim zonama nego u ekstraktu internodije iz mraka. U ekstraktu koleoptila sa plavog svjetla bio je veći sadržaj giberelina Ga (Rf 0,00—1,00), dok je sadržaj giberelina Gb (Rf 0,30—0,60) i Gc (Rf 0,80—1,00) bio nešto veći u ekstraktu koleoptila iz mraka.



Sl. 15. Ukupna aktivnost giberelina u testu sa hipokotiolom krastavca iz ekstrakta različito tretiranih koleoptila i internodija. Rezultati su preračunati na 100 mg suhe težine.

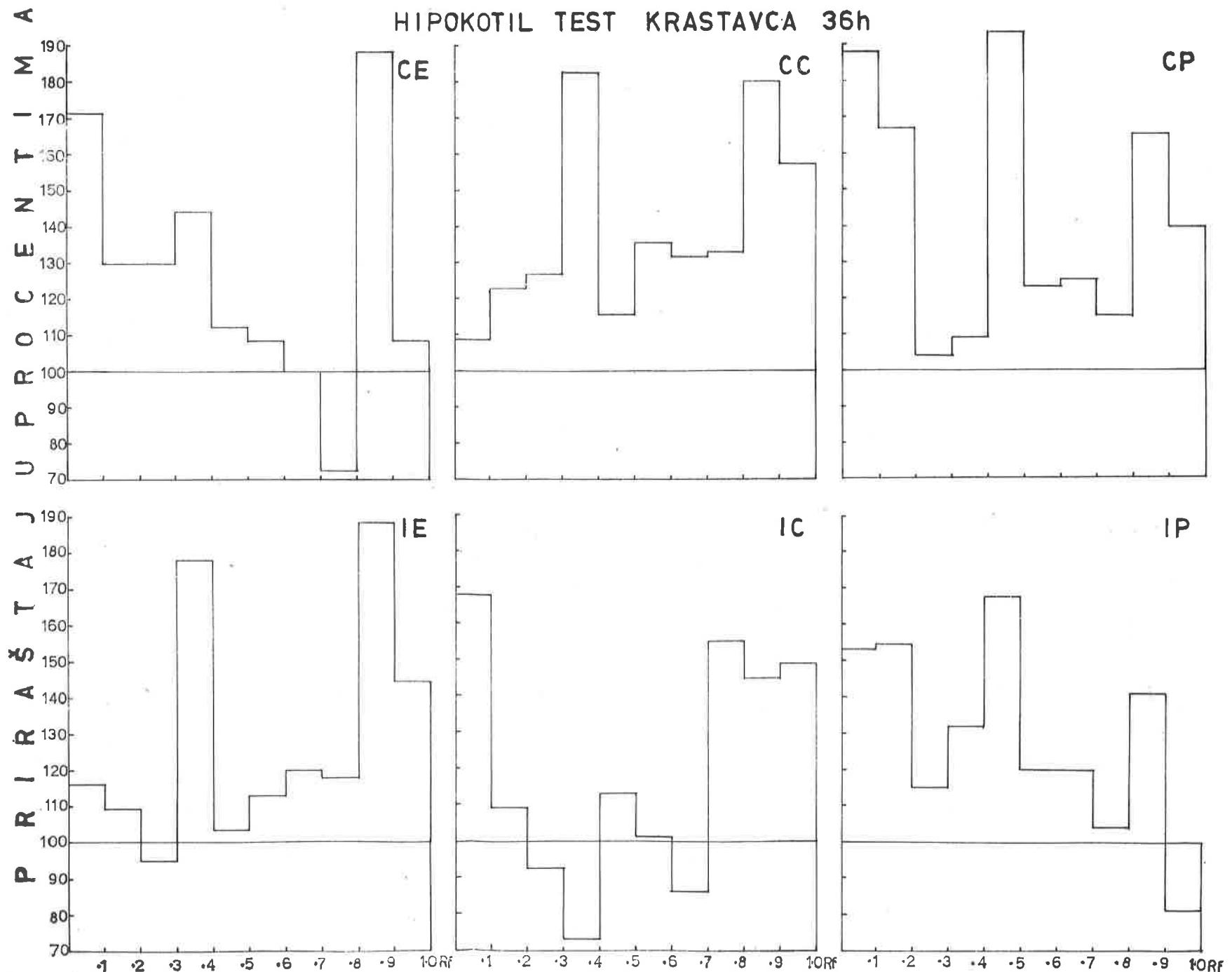
Fig. 15. Total gibberellin -like activity in cucumber hypocotyl test from extracts of differently treated coleoptiles and internodes. Results calculated in % per 1 cm of length.

HIPOKOTIL TEST KRASTAVCA 18h



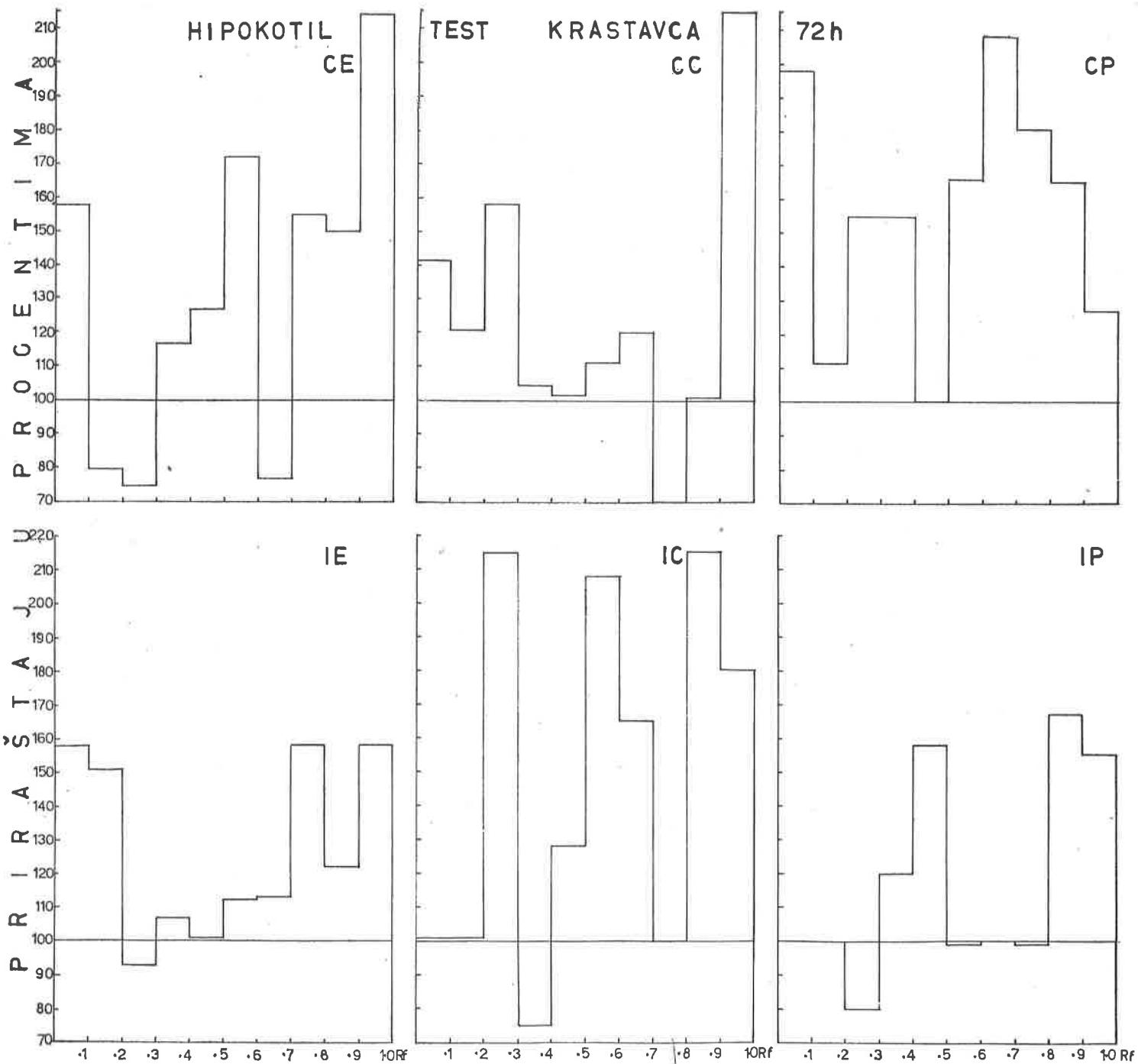
Sl. 12. Aktivnost giberelina u testu sa hipokotilom krastavca iz ekstrakta različito tretiranih koleoptila i internodija poslije 18 h.

Fig. 12. Gibberellin -like activity in cucumber hypocotyl test from extracts of differently treated coeleptiles and internodes after 18 h.



Sl. 13. Aktivnost giberelina u testu sa hipokotilom krastavca iz ekstrakta različito tretiranih coleoptila i internodija poslije 36 h.

Fig. 13. Gibberellin-like activity in cucumber hypocotyl test from extracts differently treated coeloptiles and internodes after 36 h.



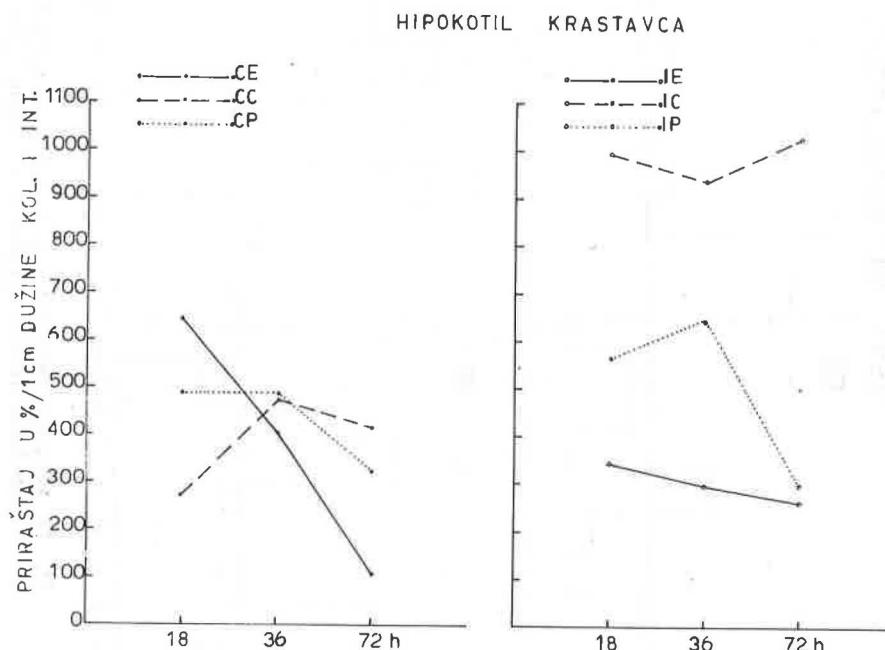
Sl. 14. Aktivnost giberelina u testu sa hipokotilom krastavca iz ekstrakta različito tretiranih coleoptila i internodija poslije 72 h.

Fig. 14. Gibberellin-like activity in cucumber hypocotyl test from extracts of differently treated coleoptiles and internodes after 72 h.

U ekstraktu etiolirane internodije bilo je više giberelina Ga nego kod internodije sa plavog svjetla, dok je giberelina Gc bilo približno isto kod obe internodije (sl. 14).

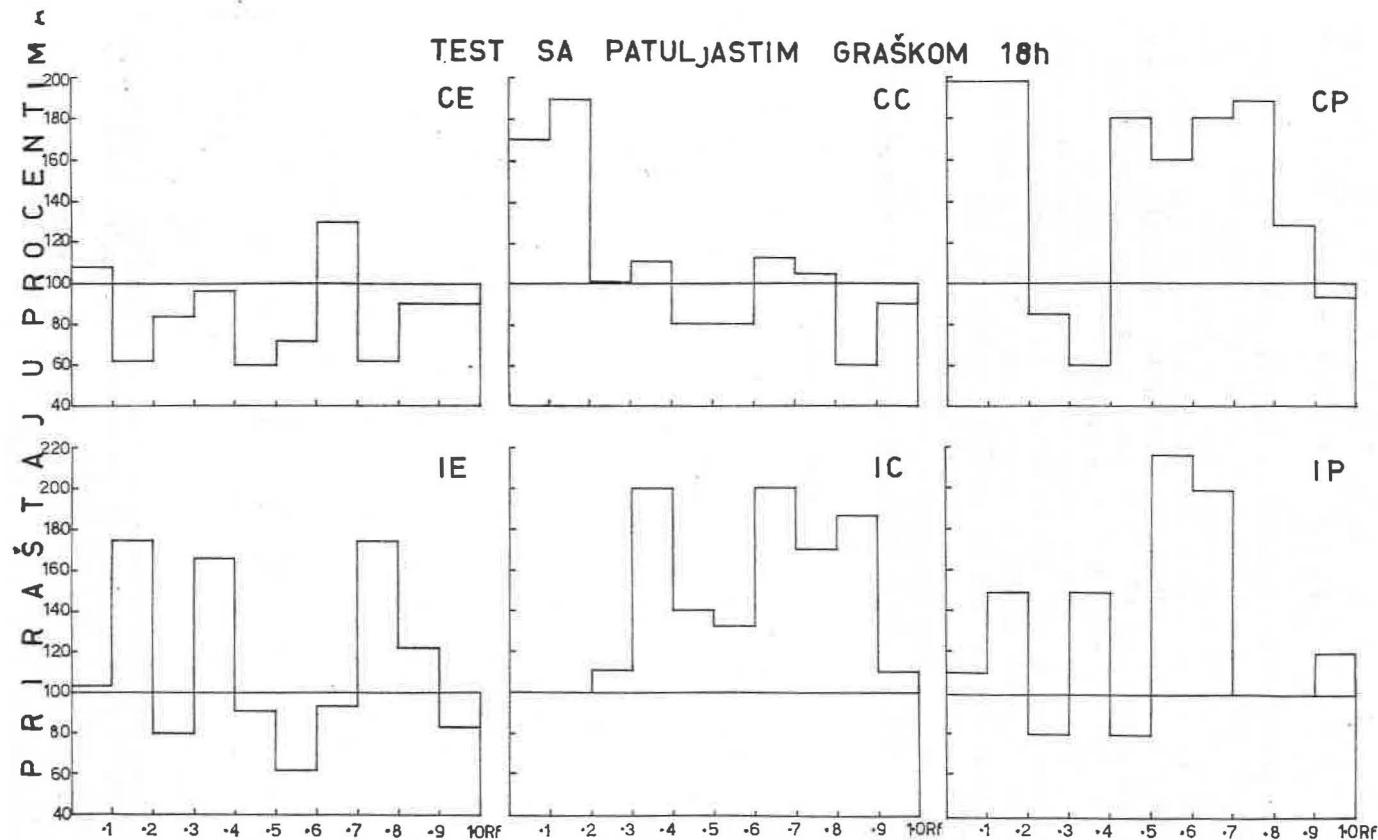
Ako preračunamo aktivnost prisutnih giberelina na 100 mg suhe težine, vidi se da između sadržaja giberelina kod različito tretiranih koleoptila nema neke bitne razlike, osim što je nešto malo veća aktivnost iz ekstrakta koleoptila sa plavog svjetla pri 36 h, dok je aktivnost giberelina iz ekstrakta koleoptila sa crvenog svjetla bila manja kod 18 i 72 h. Kada se aktivnost giberelina preračuna na 100 mg suhe težine ekstrakta internodija sa crvenog svjetla, vidi se da je njihov sadržaj veći pri svim vremenskim intervalima nego kod internodije iz mraka. Aktivnost giberelina kod internonije sa plavog svjetla je mnogo veća pri 36 h, a kod 18 i 72 h je približno ista kao kod internodije iz mraka (sl. 15).

Kada se aktivnost giberelina u hipokotil testu krastavca preračuna na 1 cm dužine koleoptila i internodija, još više dolazi do izražaj stimulativnog efekta svjetlosti na produkciju giberelina kod



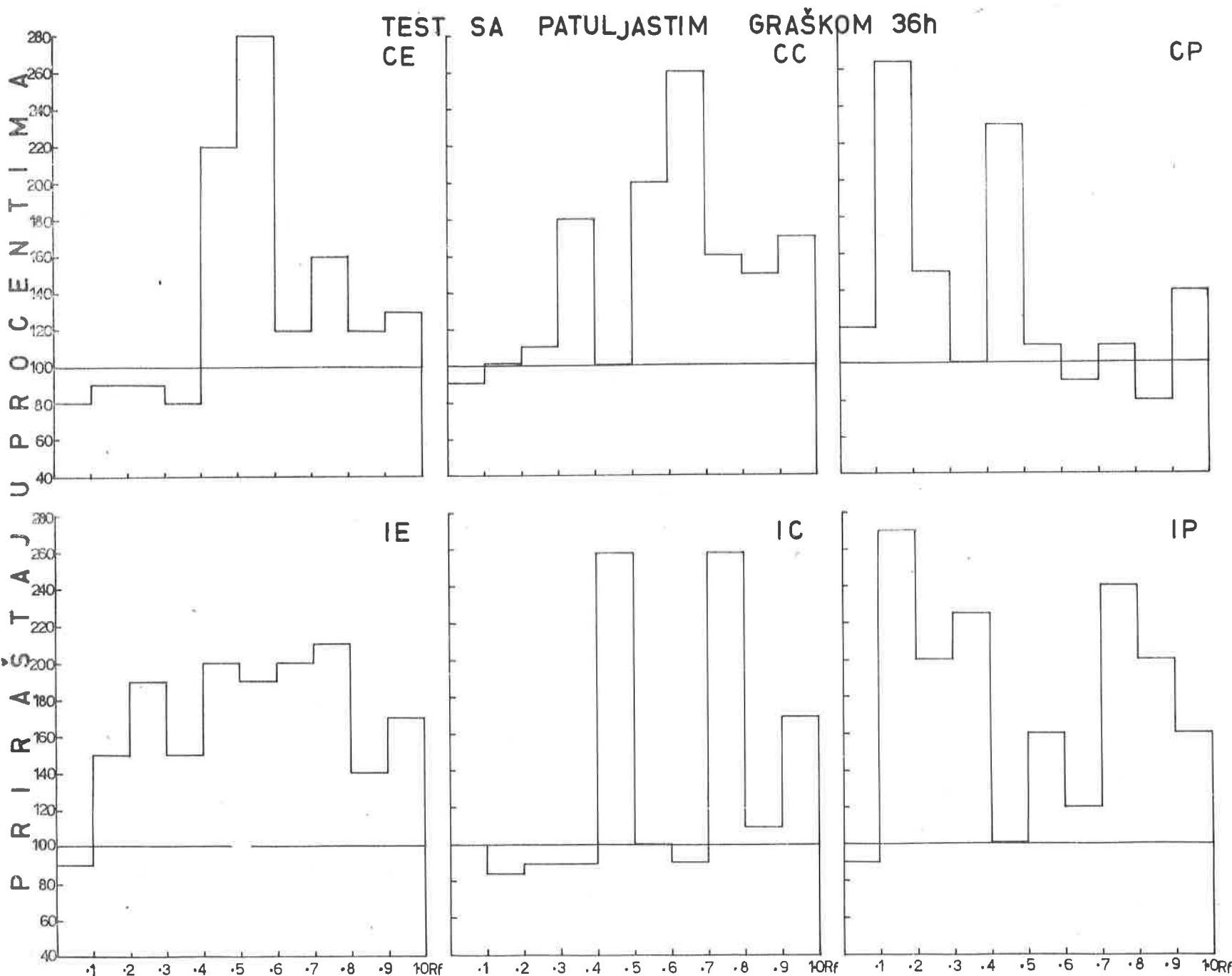
Sl. 16. Ukupna aktivnost giberelina u testu sa hipokotilom krastavca iz ekstrakta različito tretiranih koleoptila i internodija. Rezultati su preračunati u % na 1 cm dužine.

Fig. 16. Total gibberellin-like activity in cucumber hypocotyl test from extracts of differently treated coleoptiles and internodes. Results calculated in % per 1 cm of length.



Sl. 17. Aktivnost giberelina u testu sa patuljastim graškom iz ekstrakta različito tretiranih koleoptila i internodija poslije 18 h.

Fig. 17. Gibberellin -like activity in dwarf pea test from extracts of differently treated coleoptiles and internodes after 18 h.



Sl. 18. Aktivnost giberelina u testu sa patuljastim graškom iz ekstrakta različito tretiranih koleoptila i internodija poslije 36 h.

Fig. 18. Gibberellin-like activity in dwarf pea test from extracts of differently coleoptiles and internodes after 36 h.

koleoptila starih 18 h, gdje je manje prisustvo ovih materija kod osvjetljavanih biljaka. (sl. 16). Iz ovih rezultata uočava se pad u produkciji giberelina poslije 36 h različito tretiranih koleoptila i internodija, sa izuzetkom kod koleoptila sa plavog svjetla.

Rezultati testa sa patuljastim graškom

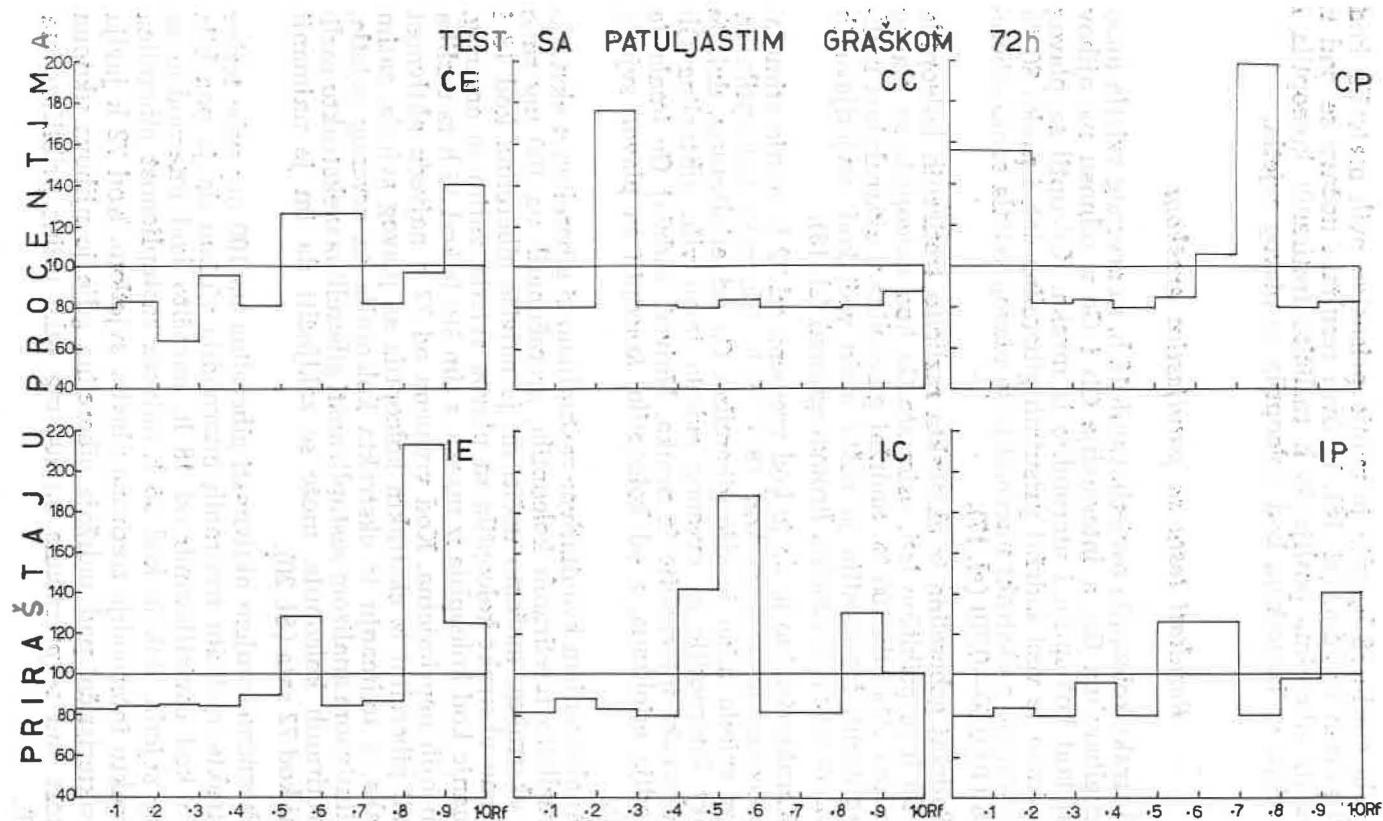
Ekstrakt koleoptila osvjetljavanih 18 h, sa crvenog svjetla imao je više giberelina Ga, a internodije Gb i Gc u odnosu na njihov sadržaj kod koleoptila i internodije iz mraka. Koleoptil sa plavog svjetla imao je veći sadržaj prisutnih giberelina čak i preko 80 % od etioliranog, a ekstrakt internodije sa plavog svjetla samo giberaelina Gb (Rf 0,50—0,70) (sl. 17).

Sadržaj geberelina iz ekstrakta različito tretiranih koleoptila starih 36 h je približno isti, osim što Ga kod koleoptila sa plavog svjetla ima više i do 100 %. Sadržaj giberelina u ekstraktima različito tretiranih internodija je nešto malo veći kod osvjetljavanih (uglavnom na svim zonama hromatograma) (sl. 18).

Karakteristično je da je kod vremena od 72 h manja stimulacija u ovome testu nego kod 18 i 36 h. Ekstrakt koleoptila sa crvenog svjetla miao je više giberelina Ga od etioliranog, dok je ekstrakt internodije sa crvenog svjetla imao više giberelina Gb nego ekstrakt internodije iz mraka. Najveći sadržaj Gc imala je internodija etiolirana, a od koleoptila, koleoptil sa plavog svjetla (sl. 19).

Analiziranjem kvanitativne zastupljenosti giberelina u ekstraktima različito teretiranih koleoptila, preračunatih na 100 mg suhe težine ekstrakta, možemo uočiti da je najviše giberelina kod 18 i 36 h imao ekstrakt koleoptila sa plavog svjetla, zatim sa crvenog, a najmanje kod koleoptila iz mraka, s tim što je kod 36 h ta razlika između njih neprimjetna. Kod vremena od 72 h najveću aktivnost su imali giberelini iz ekstrakta koleoptila sa plavog svjetla, zatim iz mraka, a najmanju iz ekstrakta koleoptila sa crvenog svjetla. Kvantitativnom analizom zastupljenosti giberellina u ekstraktu različito tretiranih koleoptila, može se zaključiti da im je najmanji sadržaj kod 72 sata (Sl. 20).

Preračunavanjem aktivnosti giberelina na 100 mg suhe težine iz ekstrakta različito tretiranih internodija vidimo da je ona bila najveća kod osvjetljavanih od 18 h, naročito kod internodije sa crvenog svjetla, dok je kod 36 h najveća zastupljenost giberelina u ekstraktu internodije tretirane plavim svjetлом. Kod 72 h javlja se karakteristični pad sadržaja giberelina gdje je njihova ukupna aktivnost kad se preračuna na 100 mg suhe težine približno ista (Sl. 20).



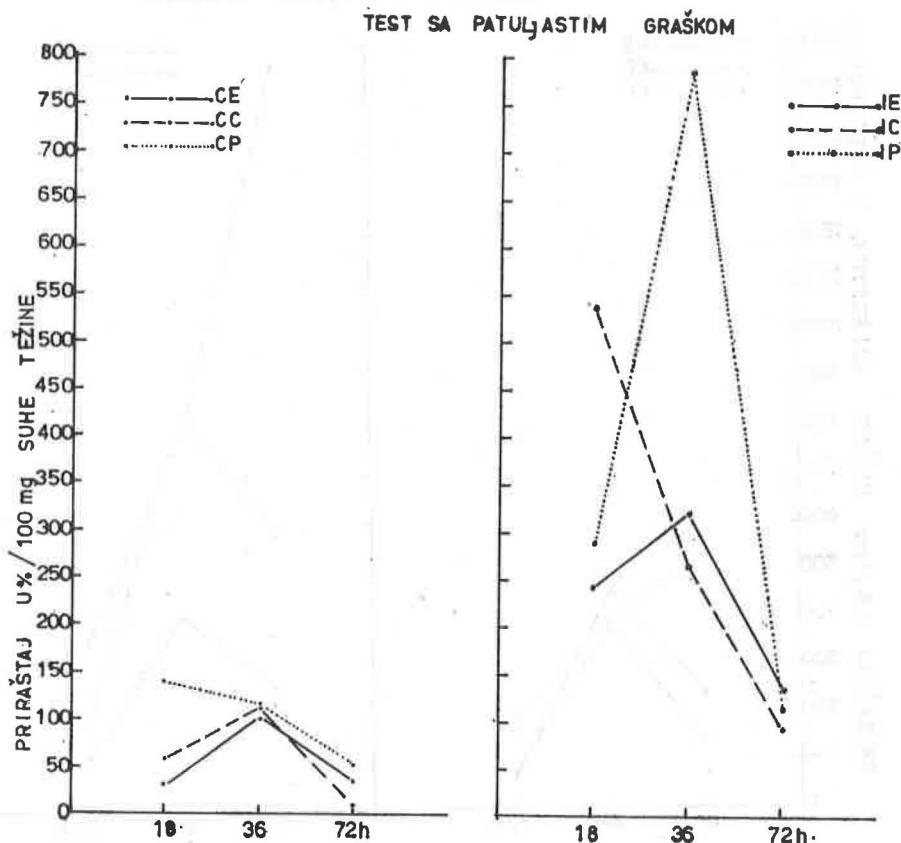
Sl. 19. Aktivnost giberelina u testu sa patuljastim graškom iz ekstrakta različito tretiranih coleoptila i internodija poslije 72 h.

Fig. 19. Gibberellin-like activity in dwarf pea test from extracts of differently treated coleoptiles and internodes after 72 h.

Iz rezultata gdje je aktivnost giberelina preračunata na 1 cm dužine, vidi se kao i kod ostalih testova, da svjetlost pospješuje njihovu biosintezu. Ovi rezultati pokazuju da poslije 36 h dolazi do rapidnog opadanja giberelina kod etiolliranih i osvjetljavanih biljaka (Sl. 21).

DISKUSIJA

Iz većine naših rezultata može se zaključiti da plavi a naročito crveni dio spektra djeluje stimulativno na sadržaj endogenih giberelina. Ovi podaci potkrepljuju nalaze drugih autora, citiranim

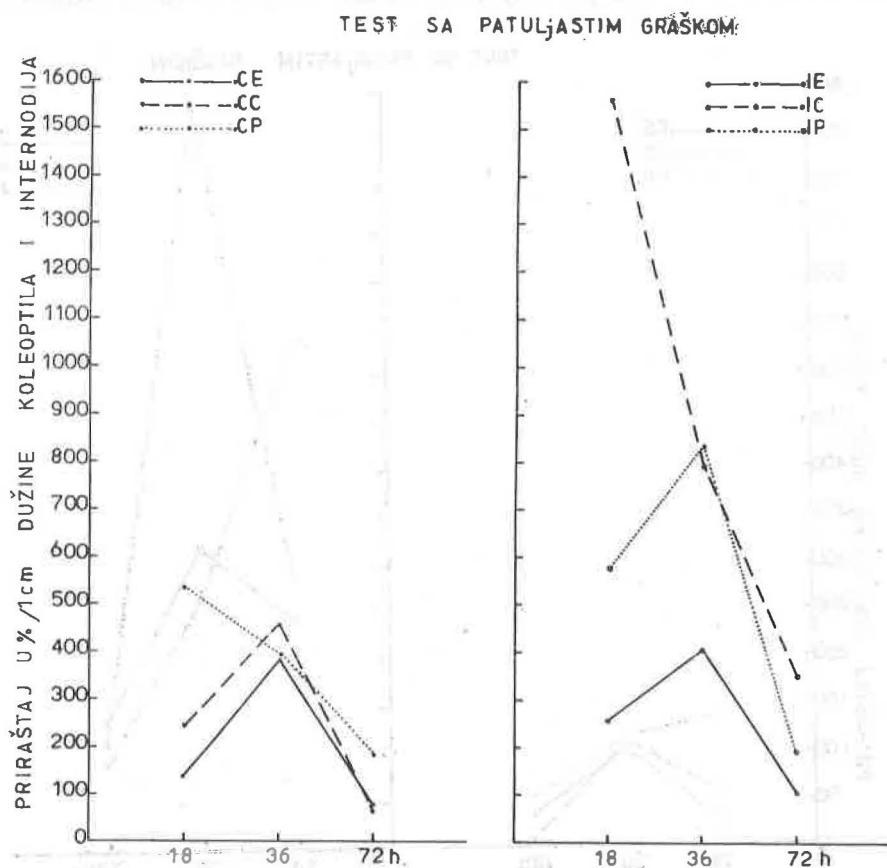


Sl. 20. Ukupna aktivnost giberelina u testu sa patuljastim graškom iz ekstrakta različito tretiranih koleoptila i internodija. Rezultati su preračunati na 100 mg suhe težine.

Fig. 20. Total gibberellin-like activity in dwarf test from extracts of differently treated coleoptiles and internodes. Results calculated per 100 mg of dry weight.

u uvodu, koji su našli da svjetlost favorizuje pojavu giberelina. Više autora je konstatovalo rapidan porast giberelina poslije kratkotrajnog osvjetljavanja crvenim svjetlom (Reid idr, 1968; Loveys i Wareing, 1971; Nešković i Konjević, 1974; Nešković i Sjauš, 1973). Loveys i Wareing (1971) pretpostavljaju da je povećanje produkcije giberelina pod uticajem crvene svjetlosti, posljedica pretvaranja vezanih (inaktivnih) formi giberelina u aktivne.

Ako analiziramo sadržaj giberelina u funkciji vremena kod različito tretiranih koleoptila i internodija, vidimo da produžavanje osvjetljavanja, kako pokazuje većina rezultata dobivenih pre-



Sl. 21. Ukupna aktivnost giberelina u testu sa patuljastim graškom iz ekstrakta različito tretiranih koleoptila i internodija. Rezultati su preračunati na 1 cm dužine.

Fig. 21. Total gibberellin-like activity in dwarf pea test from extracts of differently treated coleoptiles and internodes. Results calculated per 1 cm length.

računavanjem aktivnosti na suhu težinu i 1 cm dužine, nema za posljedicu direktno povećavanje giberelina, nego čak poslije 36 h dolazi do rapidnog opadanja njihove količine. Ovi rezultati idu u prilog hipoteze Beevers i dr. (1970) koji prepostavljaju da poslije osvjetljavanja prvo nastaje rapidna produkcija giberelina iz vezanih formi u aktivne, a da kasnije, poslije produžavanja osvjetljavanja, ne samo što sadržaj aktivnih formi giberelina ne raste, nego dolazi i do njihovog naglog opadanja, zbog dužeg osvjetljavanja koje izaziva povratnu rekonverziju aktivnih formi u inaktivne.

Ako biljku posmatramo kao otvoreni živi sistem adaptiran na odgovarajuće ekološke uslove, koji djeluju kao ulazni parametri, onda je najvjerojatnije da kontinuirana svjetlost ima za posljedicu uključivanje mehanizma povratne sprege preko kojeg obezbjeđuje homoestatičko stanje sistema i vrši ekonomisanje trošenja aktivnih supstanci. Opadanje sadržaja giberelina u vremenu kod osvjetljivanih biljaka prije su posljedica, možda, njihove rekonverzije aktivnih formi u inaktivne, nego pak njihovog stvarnog deficitia zbog osvjetljavanja. Biljka je kao živi sistem pod strgom genetičkom kontrolom koja obezbjeđuje najviše vjerovatno stanje koje joj u datim uslovima odgovara. Reid i Clement (1968) prepostavljaju da se stimulacija i inhibicija giberelina na svjetlosti vrši preko RNA i sinteze proteina. U prilog ove hipoteze mogu se navesti eksperimentalni podaci Loveys-a i Wareing-a (1971) koji su konstatovali da aktinomicin-D i drugi inhibitori imaju inhibitoran efekat na produkciju giberelina pri osvetljavanju. Oni smatraju da je sinteza proteina i I RNA neophodni preduslov za stimulaciju produkcije giberelina na crvenom svjetlu.

Karakteristična je jedna pravilnost koja je prisutna kod većine bioloških testova, a manifestuje se povećanjem sadržaja giberelina u vrijeme pojave primarnog lista. Ova pravilnost je naročito izražena kod internodija sa crvenog svjetla starih 18 h, a sa plavog kod 36 h. Prisustvo većeg sadržaja giberelina u vremenu pojave primarnog lista uzrokovano je intenzivnim rastenjem mlađih listova kojima je neophodno prisustvo giberelina mnogo više nego starijim listovima. Ovi se rezultati slažu sa rezultatima Weelera (1960) koji je konstatovao najveći sadržaj giberelina kod *Phaseolus vulgaris* pri pojavi primarnog lista. Van Overbeek (1961) i Ng i Adus (1964) su našli da giberelini imaju stimulativan efekat na rastenje primarnog lista.

Naši rezultata ne pokazuju korelaciju između sadržaja giberelina i izduživanja internodija i koleoptila, nego čak, nasuprost inhibirane internodije imaju više hormona. Iz naših podataka može se doći do zaključka da inhibicija prve internodije nije posljedica deficitia fitohormona, nego je prije uzrokovana njezinom neosjetljivošću na hormone ili nedostatkom nekog medijatora koji je možda neophodni preduslov za aktivnost giberelina.

REZIME

Ispitivali smo prisustvo materija tipa giberelina u ekstraktima različito tretiranih koleoptila i internodija kao i uticaj crvenog i plavog dijela spektra na njihov sadržaj. Etiolirane mlade biljke ovsa osvjetljavane su 18, 36 i 72 časa crvenom (660 nm) i plavom (440 nm) svjetlošću. Poslije osvjetljavanja biljaka određivali smo sadržaj materija tipa giberelina kod različito tretiranih koleoptila i internodija.

Detektovali smo (pomoću raznih bioloških testova) prisustvo najmanje tri materije tipa giberelina u ekstraktima različito tretiranih biljaka. Možemo zaključiti da plava, a naročito crvena svjetlost imaju stimulativan efekat na produkciju giberelina. Sadržaj materija tipa giberelina bio je veći kod internodija, a posebno osvjetljivanih, nego kod odgovarajućih koleoptila. Rezultati pokazuju da svjetlost nema isti efekat u funkciji vremena. Direktne korelacije između izduživanja i sadržaja giberelina nismo našli.

SUMMARY

We investigated the presence of gibberellin -like substances in the extracts of oat coleoptiles and internodes and the effect of red and blue light on their contents. Oat seeds were germinated in darkness and under red (660 nm) or blue (440 nm) light for 18, 36 and 72 h and extracted immediately after those periods of time.

We detected (using different bioassays) the presence of at least three gibberellin -like substances in the extracts of differently treated plants. We can conclude that the blue and especially red light have a stimulative effect on the contents of gibberellin-like substances. The contents of gibberellin -like substances were higher in internodes than in the corresponding coleoptiles. The results show that light has different effects in the function of time. The direct correlation between elongation and the gibberellin-like activity has not been found.

LITERATURA

- Beevers, L., B. Loveys, J. A. Pearson, P. F. Wareing (1970): Phytochrome and hormonal control of expansion and greening of etiolated wheat leaves. *Planta (Berl.)* 90, 286—294.
Brian, P. W., H. S. Hemming (1955): The effect of gibberellic acid on shoot growth of pea seedlings. *Physiol. Plant.* 8, 669—681.
Brian, P. ±., H. G. Hemming (1961): Promotion of cucumber hypocotyl growth by two new gibberellins. *Nature*, 189, 74.

Puno se zahvaljujem Doc. Dr M. Nešković za savjete pri izradi ovog rada.

- Coombe, B. G., D. Cohen, L. G. Paleg (1967): Barley endosperm bioassay for gibberellins. Parameters of their response system. *Plant Physiol.* 42, 105—113.
- Grozier, A., L. J. Audus (1968): Distribution of gibberellin-like substances in light and dark grown seedlings of *Phaseolus multiflorus*. *Planta (Berl.)* 83, 207—217.
- Čajlahjan, M., B. H. Ložnikova (1964): Fotoperiodizam i dinamika gibberellinov v rastenijah. *Fiziol. rastenij.* 12, 222.
- Frankland, B., P. F. Wareing (19160): Effect of gibberellic acid on hypocotyl growth of lettuce seedlings. *Nature*, 185, 255—256.
- Köhler, D. A. Lang (1963): Evidence for substances in higher plants interfering with the response of dwarf peas to gibberellin. *Plant Physiol.* 38, 555—560.
- Köhler, D. (1965): Über den Gibberellingehalt von Zwerg an und Normalerbsen in Rotlicht und die Wirkung Chlorcholinchlorid auf das Wachstum der Erbsen. *Planta (Berl.)* 65, 218—224.
- Krivotapljić, K. (1971): Uticaj svjetlosti različitih talasnih dužina na sadržaj auksina kod *Avena sativa* L. *Godišnj. Biol. inst. Univ. Sarajevo XXIV*, 117—179.
- Lockhart, J. A. (1956): Reversal of the light inhibition of pea stem growth by the gibberellins. *Proc. natn. Acad. Sci. (Wash.)* 42, 841—848.
- Loveys, B. R., P. F. Wareing (1971): The red light controlled production of gibberellin in etiolated wheat leaves. *Planta*, 98, 109—116.
- Ng, E. K., J. L. Audus (1964): Growth-regulator interaction in the growth of the shoot system of *Avena sativa* seedlings. I. *J. exper. Bot* 15, 67—96.
- Nešković, M. R., Konjević (1974): The non-reversible effects of red and far red light on the content of gibberellin-like substances in pea internodes. *J. exper. Bot.* 25, 733—739.
- Nešković, M., T. Sjauš (1974): The role of endogenous gibberellin-like substances and inhibitors in the growth of pea internodes. *Biol. Plant. (Praha)*, 16, 57—66.
- Overbeek van J., L. Dowding (1961): Inhibition of gibberellin action by auxin. In »Plant growth regulation. IV. Internat. Conference.« Iowa. USA. 657—662.
- Paleg L. G. (1965): Physiological effects of gibberellins. *Ann. Rev. Plant. Phösiol.* 16, 291—322.
- Reid, D. M., J. B. C. Clements (1968): RNA and protein synthesis, prerequisites of red light induces gibberellin synthesis. *Nature*, 2, 607—609.
- Sale, P. J., D. Vince (1960): Effects of light and gibberellic acid on internodes growth in *Pisum sativum*. *Physiol. Plant.* 13, 664—673.
- Somogyi, H. A. (1952): Notes on sugar determination. *J. Biol. Chem.* 195, 19—23.
- Wheeler, A. W. (1960): Changes in the leaf-growth substance in cotyledons and primary leaves during the growth of dwarf bean seedlings. *J. exp. Bot.* 11, 222—229.

KRSTO KRIVOKAPIĆ

Prirodnomatematički fakultet, Sarajevo

**UTICAJ SVJETLOSTI CRVENOG I PLAVOG DIJELA
SPEKTRA NA SADRŽAJ MATERIJA TIPA CITOKININA
KOD AVENA SATIVA L.**

**THE EFFECT OF RED AND BLUE LIGHT ON THE CONTENT OF
CYTOKININ — LIKE SUBSTANCES IN IVENA SATIVA L.**

Naša saznanja o interakciji svjetlosti i fitohormona nalaze se još uviјek na nivou hipoteza, a i literaturni podaci o ovom problemu su dosta kontradiktorni.

Poznato je da svjetlost, a naročito crvena, inhibira izduživanje internodije, a stimuliše rastenje koleoptila ovsu. Međutim, treba naglasiti da se većina ovih ispitivanja odnosi samo na praćenje morfogenetskih promjena dok paralelna analiza citokinina nije vršena. Mi smo pošli od pretpostavke da morfogenetske promjene pod uticajem svjetlosti imaju odraze i u promjeni sadržaja fitohormona. Neka od tih ispitivanja smo objavili u prethodnom radu (Krivokapić, 1971).

Prije proučavanja interakcije svjetlosti i citokinina izvršili smo veći broj preliminarnih ogleda radi detekcije prisustva ovih aktivnih materija kod ovsu. Ovaj rad predstavlja nastavak naših prethodnih ispitivanja (Krivokapić, 1967).

SKRAĆENICE (ABBREVIATION):

CB_1 , CB_2 = citokinini iz baznog eluata (cytokinins from the alkaline eluate).

CC = koleoptili osvjetljavani crvenim svijetлом (coleoptiles irradiated with red light).

CE = etiolirani koleoptil (etiolated coleoptiles).

CK_1 , CK_2 = citokinini iz kiselog eluata (cytokinins from the acid eluate).

CP = koleoptili osvjetljavani plavim svijetлом (coleoptiles irradiated with blue light).

MATERIJAL I METODE

Etiolirane mlade biljke ovsa var. »Condor« gajene su na kvarcnom pijesku pri 25°C i od momenta isklijavanja osvjetljavanje crvenom (660 nm) i plavom (440 nm) svjetlošću do starosti od 18, 36 i 72 h. Izvore svjetlosti opisali smo u našem prethodnom radu (Krivokapić, 1971).

Biljke su presjecane tačno preko prvog nodusa i posebno je ekstrahovano po 700 fragmenata koleoptila sa začetkom primarnog lista i isto toliko internodija. Ekstrakciju biljaka vršili smo u ohlađenom (—20°C) metanolu. Ekstrakt je stajao u frižideru (—23°C), a potom je filtriran i upravan u vakuum evaporatoru »Büchi« pri temperaturi ne višoj od 38°C.

Purifikaciju ekstrakta vršili smo, za skoro sve oglede po metodi Heide i Skoog-a (1967), vrlo mali broj po metodi Nitsch-a i Nitschove (1965). Hromatografiju ekstrakta vršili smo na tankom sloju (silikagel H) i koloni »Zeokarb 225-H). Za tankslojnu hromatografiju upotrebljavali smo rastvarač (n-butanol: NH₄OH (28%) (4 : 1) (Heide i Skoog (1967). Eluiranje aktivnih materija sa kolone vršili smo sa 4N HCl (kiseli eluat) i 5N NH₄OH (bazni eluat).

Detekciju aktivnosti materija tipa citokinina vršili smo pomoću dva biološka testa: testa sa gajenjem kultura tkiva kalusa duvana »Wisconsin 38« (Miller 1963) i testa sa destrukcijom klorofila kod listova *Xanthium pensylvanicum* (Osborne i McCalla, 1961). Kulture tkiva kalusa duvana gajene su na mediumu po Murashige-u i Skoog-u (1962). Poslije mjesec dana mjerili smo priraštaj svježe i suhe težine tkiva gajenih u prisustvu materija tipa citokinina, iz ekstrakta različito tretiranih koleoptila i internodija. U svakoj seriji eksperimenta bilo je prisutno najmanje 10 kultura tkiva kalusa duvana. Koncentracija hlorofila određivana je pomoću Beckman-ova DU-2 spektrofotometra, a totalna količina izračunavana pomoću koeficijenata ekstinkcije po Godnev-u (1963).

REZULTATI RADA

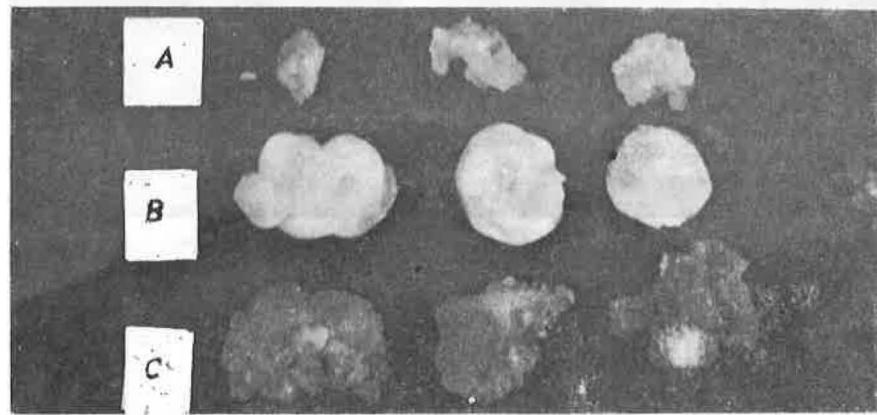
U preliminarnim ogledima detektovali smo prisustvo nekoliko aktivnih materija tipa citokinina. Rezultati koje smo dobijali gajenjem kultura tkiva kalusa duvana u prisustvu neprečišćenog ekstrakta upućivali su nas na to da je ovaj ekstrakt neophodno purificirati. Neprečišćeni (bazalni) ekstrakt imao je u sebi inhibitor-

IC = internodije osvjetljavana crvenim svijetлом (internodes irradiated with red light).

IE = internodije etiolirane (etiolated internodes).

IP = internodije osvjetljavane plavim svijetлом (internodes irradiated with blue light).

nih materija čije se djelstvo negativno održavalo na porast svježe i suhe težine kod kultura tkiva, što se moglo vidjeti po izgledu kalusa i njegovo smedojoj boji (Sl. 1). Naročito lijepe rezultate dala



Sl. 1. Uticaj neprečišćenog ekstrata etioliranog stabla ovsu na rastenje kultura tkiva kalusa duvana (»Wisconsin 38«).

A = kontrola (osnovni medium), B = 0,3 mg/l kinetina, C = neprečišćeni akstrakt ovsu. Ekstrahovano 700 mg suhe težine.

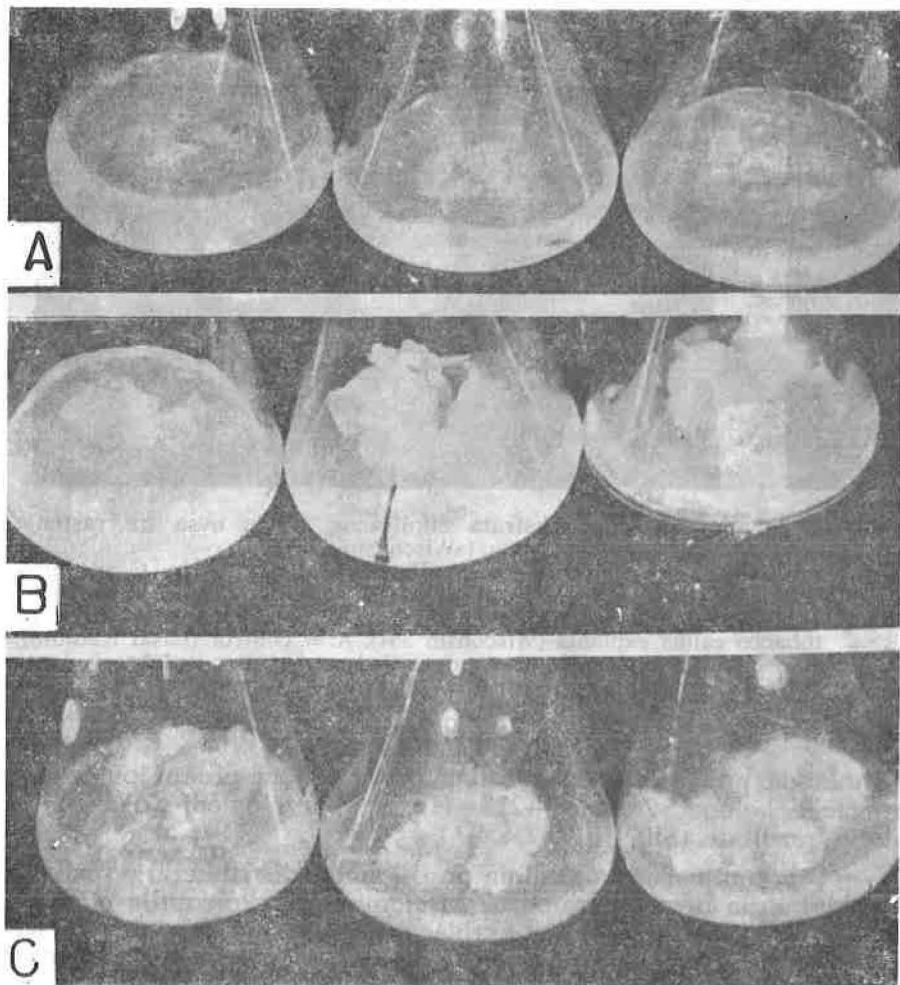
Fig. 1. Effect of unpurified extract of etiolated oat stem on growth of tobacco callus explants (Wisconsin 38). A = control (basal medium), B = 0,3 mg/l of kinetin, C = unpurified extract. Dry weight of plants extracted = 700 mg.

je metoda prečišćavanja ekstrakta prevođenjem preko jonoizmjennjivačke kolone »Zeokarb—225—H«. Već prvi ogledi pokazali su dobre rezultate. (Sl. 2).

U preliminarnim ogledima pratili smo i distribuciju pojedinih citokinina na hromatogramu. U kiselom eluatu koleoptila etioliranog bile su prisutne dvije aktivne materije ovoga tipa: na Rf 0,10—0,50 bila je prisutna aktivna materija označena kao CK₁ (citokinin iz kiselog eluata) i na Rf 0,70—1,0 (CK₂). (Sl. 3).

U baznom eluatu koleoptila bila je prisutna jaka stimulacija na Rf 0,40—0,60 (CB₁) i na Rf 0,90—1,0 (CB₂). (Sl. 4).

I kod odgovarajućih internodija pojavile su se aktivne materije tipa citokinina. U kiselom eluatu bile su prisutne na Rf 0,20—0,40 (CK₁) i na Rf 0,70—1,0 (CK₂) i, vjerovatno, da se radi o odgovarajućim citokininima kod koleoptila. (Sl. 3, 4). U baznom eluatu internodije otkrivena je samo jedna aktivna materija tipa citokinina (Rf 0,30—0,50) koja je imala jak efekat na neoformaciju i proliferaciju kultura tkiva kalusa duvana.



Sl. 2. Uticaj materija tipa citokinina iz prečišćenog ekstrata koleoptitila i internodija na rastenje kultura tkiva kalusa duvana (»Wisconsin 38«). Ekstrakt je prečišćen pomoću kolone »Zeo-karb—225-H«. Ekstrahovano je 700 fragmenata. A = kontrola, B = materije tipa citokinina iz koleoptila, C = materije tipa citokinina iz internodija.

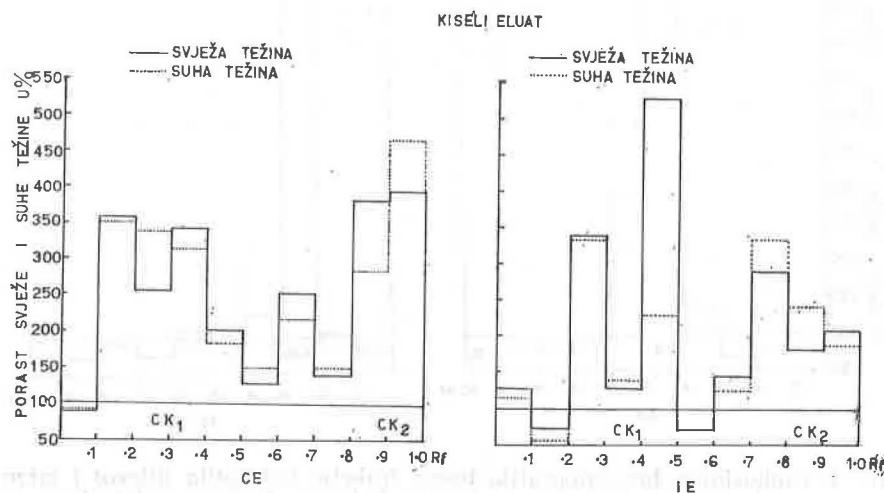
Fig. 2. Effect of cytokinins-like substances from purified extracts of coleoptiles and internodes on growth of tobacco callus explants (»Wisconsin 38«). Extracts were purified by use of column. »Zeo-Karb-225-H«. 700 fragments were extracted. A = control, B = cytokinin-like substances in coleoptiles, C = cytokinin-like substances in internodes.

Detekciju i distribuciju aktivnih materija tipa citokinina u kiselom i baznom eluatu sa kolone vršili smo i pomoću testa sa destrukcijom hlorofila. Ovaj test se pokazao kao manje osjetljiv od prethodnog. U ekstraktu kiselog eluata bile su prisutne na hromatogramu dvije aktivne materije; na Rf 0,00—0,50 (CK₁) i na Rf (0,80—1,00 (CK₂) Sl. 5).

Aktivne zone detektovane pomoću testa sa destrukcijom hlorofila kod baznog eluata koleoptila etioliranog bile su na Rf 0,20—0,70 (CB₁) i manje aktivne na Rf 0,80—0,90 (CB₂), a kod eluata odgovarajuće internodije na Rf 0,00—0,40 (CB₁), zatim slaba aktivnost na Rf 0,70—0,80 i jedna aktivnija na Rf 0,90—1,0 (CB₂) (Sl. 6).

Eksperimentalni podaci o interakciji svjetlosti i citokinina pokazuju da svjetlost djeluje, uglavnom, stimulativno na njihovu produciju. Karakteristično je da je ovaj stimulativni efekat jače izražen kod internodija nego kod odgovarajućih koleoptila.

Da bismo stekli jasniju predstavu o efektu svjetlosti na sadržaj citokinina kod različito tretiranih koleoptila i internodija, vršili smo preračunavanje prirasta svježe i suhe težine kultura tkiva

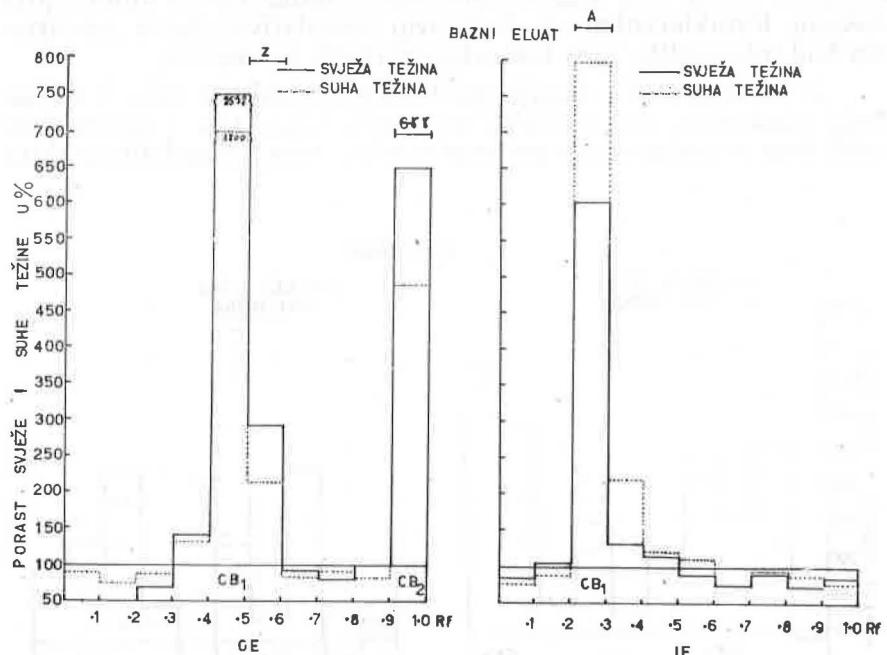


Sl. 3. Tankoslojna hromatografija kisele frakcije koleoptila (lijevo) i internodije (desno). Aktivnost u testu sa kalusom duvana predstavljena je kao porast svježe (puna linija) i suhe (isprikidana linija) težine u % u odnosu na kontrolu. Rastvarač: n-butanol: NH₄ OH (4 : 1). CK₁ i CK₂ = materije tipa citokinina i ekstrakta.

Fig. 3. Thin layer chromatography of acid soluble fraction of coleoptiles (left) and internodes (right). Activity in tobacco callus test presented as % increase of fresh (solid line) and dry (broken line) weight over the control. Solvent: n-butanol: NH₄ ON (4 : 1). CK₁ and CK₂ = cytokinin-like substances from extract.

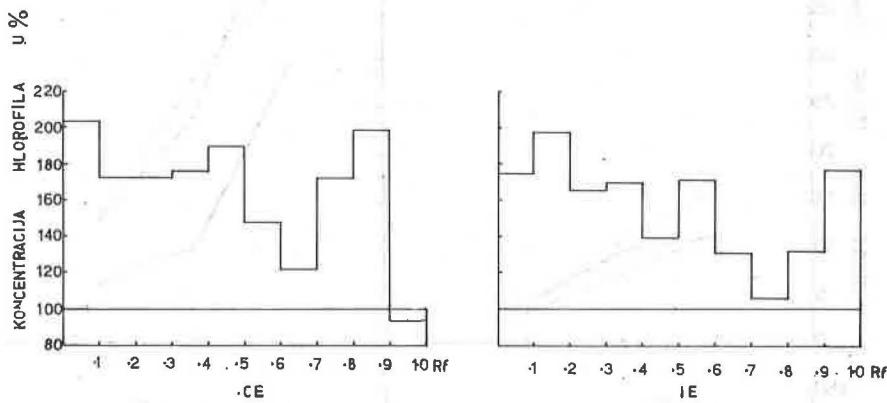
na 100 mg suhe težine ekstrahovanog materijala. Ova preračunvanja su bila neophodna zbog vrlo neujednačene težine različito tretiranih koleptila i internodija.

Najveći efekat na porast svježe težine kultura tkiva kalusa duvana, gajenih u prisustvu endogenih citokinina iz kiselog eluata od 18 h, imale su aktivne materije koleptila sa plavog svjetla, zatim sa crvenog, a najmanji etiolirani. Sličan redoslijed odnosa imali smo kod 36 h, s tim što su razlike manje, naročito kod koleptila sa crvenog svjetla i iz mraka. Rezultati od 72 h pokazuju da je



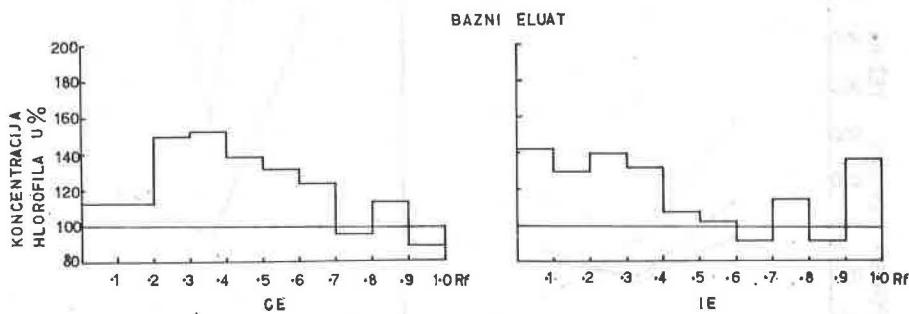
Sl. 4. Tankoslojna hromatografija bazne frakcije koleoptila (lijevo) i internodija (desno). Aktivnost u testu sa kalusom duvana predstavljena je u % kao porast svježe (puna linija) i suhe (isprekidana linija), težine u odnosu na kontrolu. CB_1 i CB_2 = materije tipa citokinina iz bazne frakcije. A = adenin, Z = zeatin, 6-Y, Y = 6-Y, Y-dimetilamino purin (prema Heide i Skoog-u, 1967). Rastvarač: n-butanol: $NH_4 OH$ (4 : 1).

Fig. 4. Thin layer chromatography of basic fraction of coleoptiles (left) and internodes (right). Activity in tobacco callus test represented as % increase in fresh (solid line) and dry (broken line) weight over the control. CB_1 and CB_2 = cytokinin-like substances from basic fraction. A = adenin, Z = zeatin, 6-Y, Y = 6-Y, Y-dimethylamino purin (after Heide i Skoog, 1967). Solvent: n-butanol: $NH_4 OH$ (4 : 1).



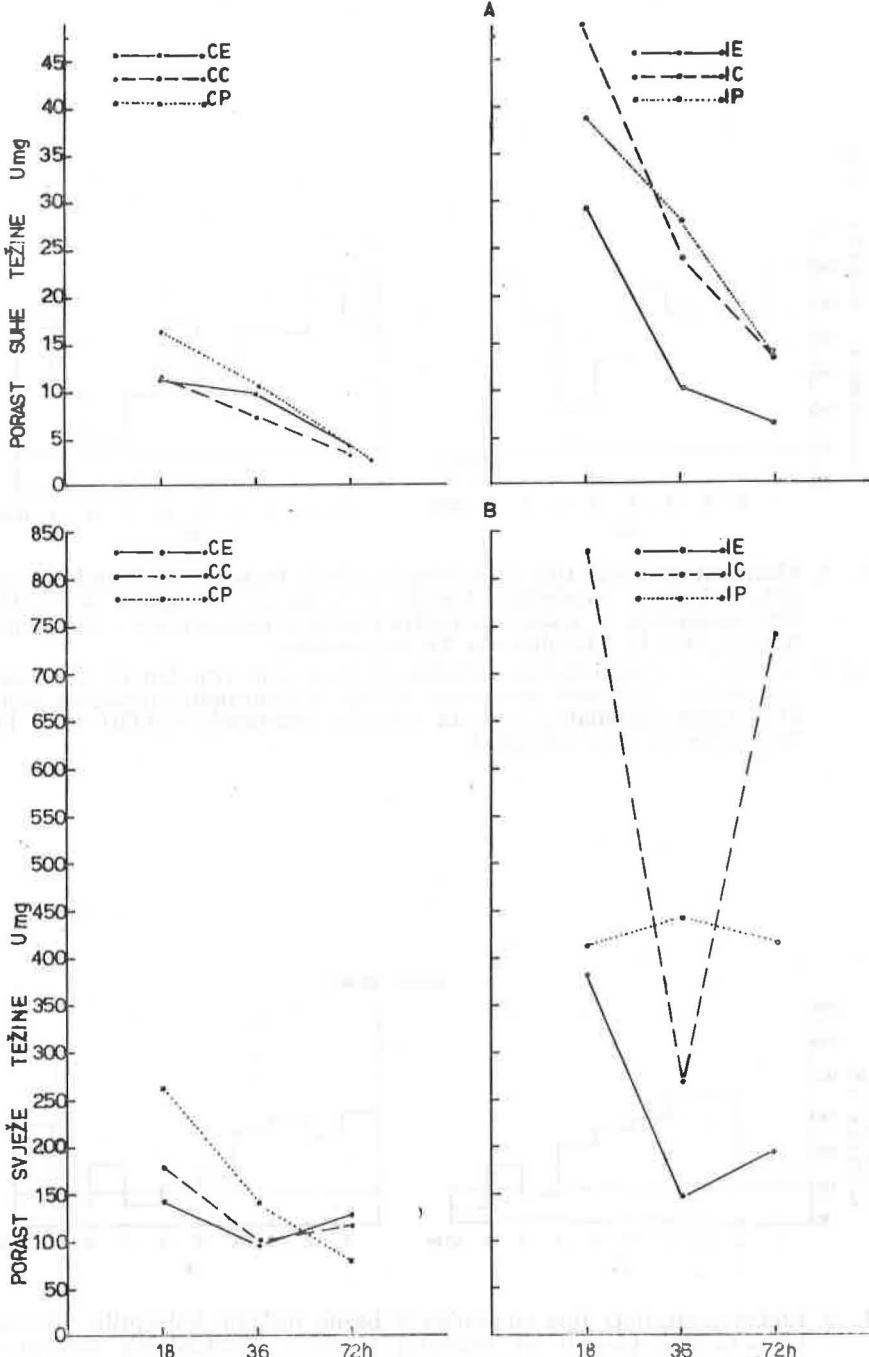
Sl. 5. Aktivnost materija tipa citokinina iz kisele frakcije etioliranih koleoptila (lijevo) i internodija (desno) u testu sa retencijom hlorofila. Hromatografija je vršena na tankom sloju u rastvarivaču : n-butanol NH_4OH (4 : 1). Ekstrahovano 700 fragmenata.

Fig. 5. Activity of cytokinin-like substances from acid fraction of etiolated coleoptiles (left) and internodes (right) in chlorophyll-retention test. Thin layer chromatography in solvent: n-butanol: NH_4OH (4 : 1). 700 fragments were extracted.



Sl. 6. Efekat materijala tipa citokinina iz bazne frakcije koleoptila (lijevo) i internodije (desno) na retenciju hlorofila. Tankoslojna hromatografija u rastvaraču: n-butanol: NH_4OH (4 : 1). Ekstrahovano 700 fragmenata.

Fig. 6. Effect of cytokinin-like substances from alkaline fraction coleoptiles (left) and internodes (right) on chlorophyll-retention. Thin layer chromatography in solvent: n-butanol: NH_4OH (4 : 1). 700 fragments were extracted.



Sl. 7. Efekat materija tipa citokinina iz kisele frakcije različito tretiranih koleoptila lijevo i internodija (desno) na porast suhe (gore) i svježe (dolje) težine kultura tkiva kalusa duvana: Rezultati su peračunati na 100 mg suhe težine.

Fig. 7. Effects of cytokinin-like substances from acid fraction of differently treated coleoptiles (left) and internodes (right) on increase of dry above) and fresh (below) weight of tobacco callus explants. Results calculated per 100 mg of dry weight.

porast svježe težine kod kultura tkiva gajenih u prisustvu aktivnih materija iz kiselog eluata koleoptila sa crvenog svjetla i etioliranog bio pribilžno isti, dok je kod koleoptila sa plavog svjetla nešto manji. (Sl. 7).

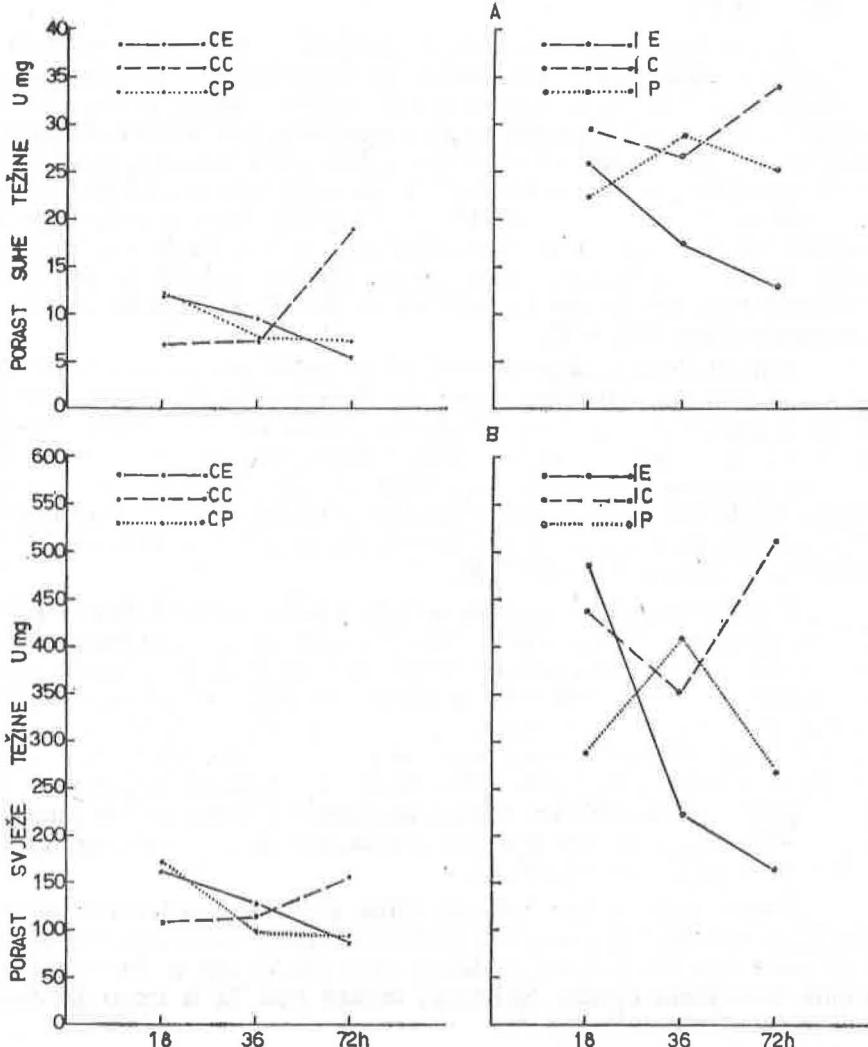
Iz rezultata za porast suhe težine kod kultura tkiva gajenih u prisustvu materija tipa citokinina iz ekstrakta različito tretiranih koleoptila starih 18 h, vidi se da su najveći efekat imale aktivne materije iz eluata koleoptila sa plavog svjetla, dok je on kod koleoptila sa crvenog svjetla i etioliranog bio približno isti. Kod 36 h najveću aktivnost imale su aktivne materije tipa citokinina iz eluata koleoptila sa plavog svjetla, zatim etioliranog, a najmanje sa crvenog svjetla, mada su te razlike minimalne. Razlike u porastu suhe težine kod kultura tkiva kalusa duvana gajenih u prisustvu aktivnih materija iz eluata različito tretiranih koleoptila kod 72 h su neprimjetne. (Sl. 8, 7).

Stimulativan efekat crvene i plave svjetlosti na sadržaj aktivnih materija tipa citokinina kod različito tretiranih internodija je mnogo uočljiviji nego kod koleoptila, što se manifestuje porastom svježe i suhe težine kultura tkiva kalusa duvana. Najveći efekat za sve vrmeneske intervale na porast svježe i suhe težine kultura tkiva imale su aktivne materije tipa citokinina iz kiselog eluata internodija sa crvenog i plavog svjetla, a uočljivo najmanji kod etioliranih internodija. (Sl. 7, 8).

Preračunavanjem porasta svježe i suhe težine kultura tkiva kalusa duvana gajenih u prisustvu aktivnih materija iz baznog eluata različito tretiranih koleoptila primjećeno je da je najveći uticaj na priraštaj svježe težine imao eluat koleoptila sa plavog svjetla, zatim etioliranog, a najmanji sa crvenog svjetla. Kod 36 časova su približno iste vrijednosti porasta svježe težine, mada se uočava nešto veći porast kod poleoptila iz mraka. Najveći efekat kod 72 h na proliferaciju kultura tkiva i na porast njihove težine imao je bazni eluat koleoptila sa crvenog svjetla, dok je on sa plavog svjetla i iz mraka približno isti. (Sl. 8).

Porast suhe težine kultura tkiva gajenih u prisustvu eluata različito teretiranih koleoptila pokazuje slične rezultate. Ovi rezultati pokazuju da sadržaj materija tipa citokinina u funkciji vremena postepeno opada. Najmanji efekat kod 72 h imao je eluat etioliranog koleoptila (Sl. 8).

Ako analiziramo porast svježe težine kod kultura tkiva kalusa duvana gajenih u prisustvu baznog eluata internodija, primjećuje se da je on kod 18 h bio najveći u prisustvu eluata internodije iz mraka, zatim sa crvenog svjetla, a najmanji u prisustvu eluata internodije sa plavog svjetla. Kod 36 h najveći porast svježe težine imale su kulture gajene u prisustvu eluata internodije sa plavog svjetla, zatim sa crvenog, a najmanji u prisustvu eluata internodije iz mraka. (Sl. 8).

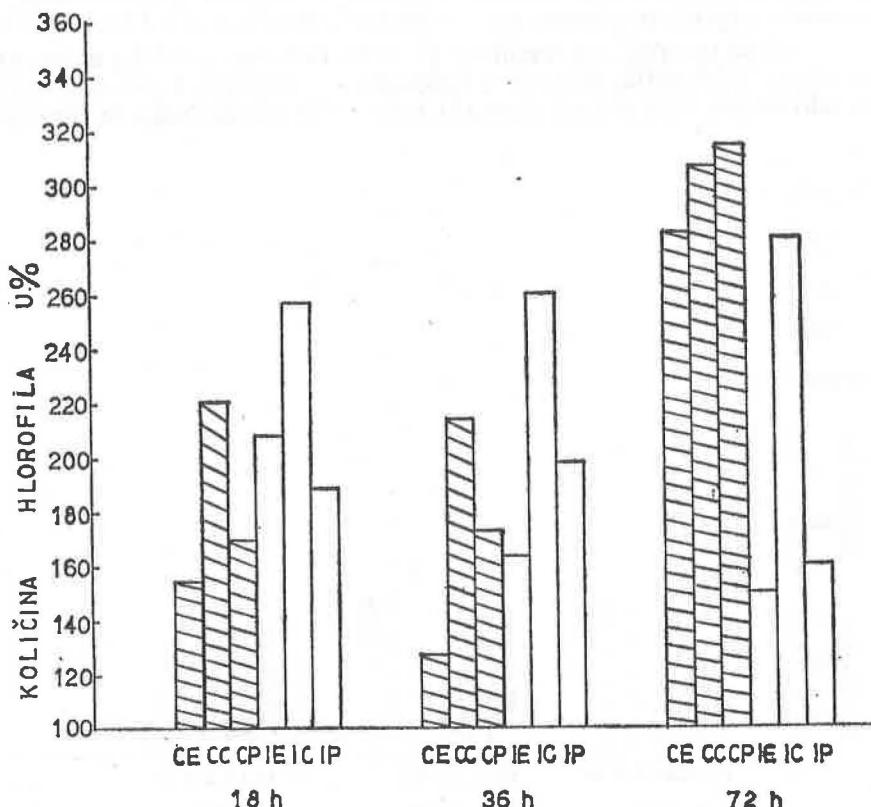


S1. 8. Uticaj materija tipa citokinina iz bazne frakcije različito tretiranih koleoptila (lijevo) i internodija (desno) na porast suhe (gore, A) i svježe (dolje, B) težine kultura tkiva kalusa duvana. Rezultati su preračunati na 100 mg suhe težine.

Fig. 8. Effects of cytokinin-like substances from alkaline fraction of differently treated coleoptiles (left) and internodes (right) on increase of dry (above, A) and fresh (below, B) weight of tobacco callus explants. Results calculated per 100 mg dry weight.

Porast suhe težine kultura tkiva gajenih u prisustvu baznog eluata različito tretiranih internodija starih 18 h bio je najveći pod uticajem eluata internodije sa crvenog svjetla, dok je u prisustvu eluata internodije etiolirane i plave bio približno isti. Kod bijlaka starih 36 h, najveći porast se javlja kod eluata internodija osvjetljavanih plavim i crvenim svjetлом, a znatno manji u prisustvu eluata internodije iz mraka, dok je kod 72 časa razlika između uticaja eluata osvjetljenih i internodija iz mraka još više uočljiva, a naročito kod internodija sa crvenog svjetla. (Sl. 8).

I rezultati testa sa destrikcijom holorofila pokazali su stimulativan efekat svjetlosti na sadržaj citokinina. Pomoću ovoga



Sl. 9. Uticaj materija tipa citokinina iz ekstrakta različito tretiranih koleoptila i internodija, prečišćenih po metodi Nitsch-a i Nitsch-ove (1965), na retenciju hlorofila. Ekstrahovano 700 fragmenata.

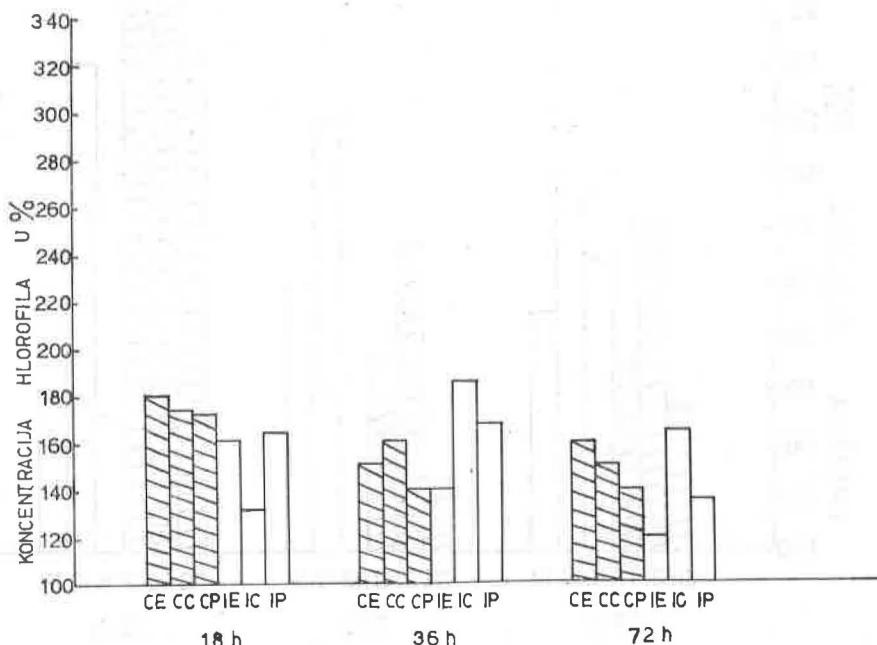
Fig. 9. Effects of cytokinin-like substances from extracts of differently treated coleoptiles and internodes, purified after methods by Nitsch and Nitsch (1965), on the chlorophyl-retention. 700 fragments were extracted.

testa analizirali smo variranje materija tipa citokinina, kod ekstrakta prečišćenog po metodama Nitsch-a i Heide-a i Skoog-a.

Aanaliziranjem uticaja materija tipa citokinina iz ekstrakta koleoptila i internodija starih 18 h, prečišćenih po metodi Nitsch-a (1965); gajenih pri različitom svjetlosnom tretmanu, možemo zaključiti da je najveći efekat na retenciju hlorofila imao ekstrakt sa crvenog svjetla, zatim internodije etiolirane, a najmanji ekstrakt koleoptila i internodija sa plavog svjetla. (Sl. 9).

Najveći efekat na zadržavanje destrukcije hlorofila kod 36 časova, imale su materije tipa citokinina iz ekstrakta koleoptila i internodija sa crvenog svjetla, iza njih sa plavog svjetla, dok se najmanji efekat na retenciju hlorofila javlja kod koleoptila i internodija iz mračka. Ova razlika u korist koleoptila i internodija sa crvenog svjetla u odnosu na etiolirane kreće se i do 100%. (Sl. 9).

Kada uporedimo rezultate za 72 h, uočava se velika aktavnost u retenciji hlorofila ekstrakta koleoptila sa crvenog i plavog svjetla, a odmah iza njih dolazi ekstrakt koleoptila etioliranog. Iz rezultata



Sl. 10. Uticaj materija tipa citokinina iz kislice frakcije različito tretiranih koleoptila i internodija na retenciju hlorofila. Ekstrakt je prečišćen pomoću koleone »Zeo-Karb-225-H«.

Fig. 10. Effects of cytokinin-like substances from acid fraction of differently treated coleoptiles and internodes on chlorophyll-retention. Extracts purified by use of »Zeo-Karb — 225-H« column.

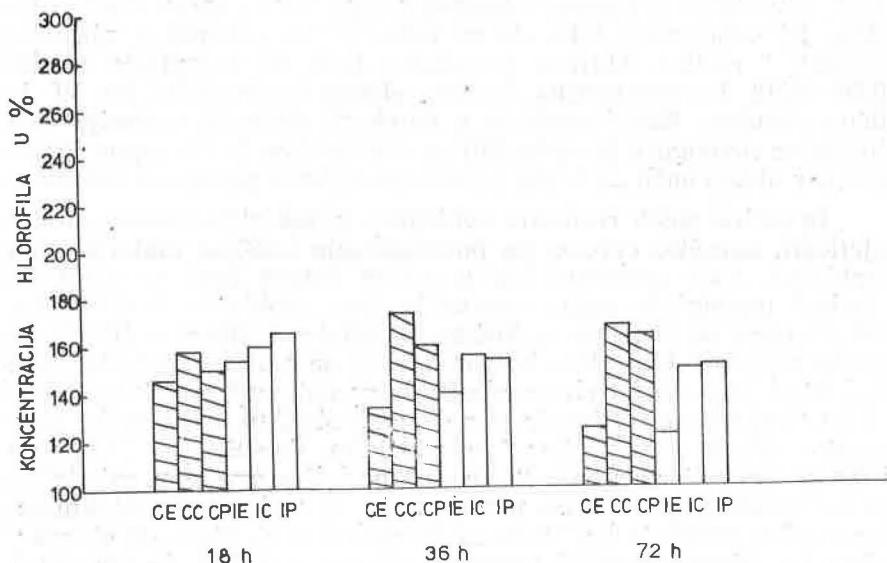
o efektu ekstrakta različito tretiranih internodija od 72 h na zadržavanje destrukcije hlorofila, zapaža se jak stimulativni uticaj materija tipa citokinina iz ekstrakta internodije sa crvenog svjetla, zatim plavog, a najmanje kod internodija iz mraka. (Sl. 9).

Kada se pogledaju rezultati testa od 18 h, o uticaju materija tipa citokinina iz kiselog eluata na retenciju hlorofila, ne primjećuje se neka bitna razlika između etioliranih i osvjetljavanih biljaka, osim što se uočava vrlo slaba aktivnost eluata internodije sa crvenog svjetla u odnosu na internodiju sa plavog svjetla i iz mraka. (Sl. 10).

Kod 36 h najveću aktivnost u testu sa retencijom hlorofila imale su materije tipa citokinina iz kiselog eluata koleoptila i internodije sa crvenog svjetla, a naročito se primjećuje velika aktivnost ovih materija iz eluata osvjetljavanih internodija. (Sl. 10).

Efekat materija tipa citokinina iz kiselog eluata osvjetljavanih koleoptila kod biljak starih 72 h, na zadržavanje destrukcije hlorofila je manji nego kod etioliranih, dok je aktivnost ovih materija bila najveća kod osvjetljavanih internodija, a naročito sa crvenog svjetla (Sl. 10).

Na osnovu rezultata o uticaju materija tipa citokinina iz baznog eluata od 18 h na retenciju hlorofila, ne uočava se bitna



Sl. 11. Uticaj materija tipa citokinina iz bazne frakcije različito tretiranih koleoptila i internodija na retenciju hlorofila. Ekstrakt je prečišćen pomoću kolone »Zeo-Karb — 225-H«.

Fig. 11. Effects of cytokinin-like substances from alkaline fraction of differently treated coleoptiles and internodes on chlorophyll-retention. Extracts were purified by use »Zeo-Karb — 225-H« colum.

razlika između različito tretiranih koleoptila i internodija. Postoji samo mala razlika u korist koleoptila i internodija gajenih na crvenom i plavom svjetlu. (Sl. 11).

Kod 36 h razlika između različito tretiranih koleoptila i internodija se povećava i do 50% u korist osvjetljavanih biljaka, kao npr. kod koleoptila tretiranog sa crvenim svjetлом.

Rezultati o efektu materija tipa citokinina iz baznog eluata kod biljača starih 72 h, pokazuju da je on najveći kod koleoptila i internodija sa crvenog i plavog svjetla, u odnosu na biljke gajene u mraku, i iznosi čak preko 100%. Karakteristično je da se aktivnost materija tipa citokinina iz baznog eluata osvjetljavanih koleoptila i internodija sa starošću povećava, tako da se kod 18 časova ta razlika jedva primjećivala, da bi kod 72 h iznosila 100%.

DISKUSIJA

U ekstraktima različito tretiranih koleoptila i internodija detektovane su četiri aktivne materije tipa citokinina (u baznom eluatu CB_1 i CB_2 , i u kiselom CK_1 i CK_2). Aktivna materija CB_1 slična je po Rf zearinu, a CB_2 — 6, Y, Y (dimetil-amino purin). Ove sličnosti se zasnivaju na literaturnim podacima (Heide i Skoog, 1967). Citokinini iz kiselog i baznog eluata imaju samo djelimično slične Rf vrijednosti tako da se teško može govoriti o njihovoj sličnosti i razlici. Aktivna supstanca koja se pojavljuje na Rf (0,20—0,30) hromatograma baznog eluata internodije, po Rf je slična adeninu. Naše rezultate o detekciji aktivnih materija tipa citokinina nemoguće je uporediti sa rezultatima iz dostupne literature, jer nismo našli da je iko analizirao njihovo prisustvo kod ovsa.

Iz većine naših rezultata evidentan je jak stimulativan efekat svjetlosti, naročito crvene, na povećavanje količine materija tipa citokinina. Naši rezultata idu u prilog autora koji su našli da svjetlost pospješuje pojavu materija tipa citokinina kod biljaka. Ovi rezultati se slažu sa nalazima Barzilai-a i Mayer-a (1964) da crvena svjetlost ima stimulativan efekat na pojavu materija tipa citokinina. Međutim, treba naglasiti da su oni svoje rezultate dobili pri kratkotrajnom tretiranju i na drugom objektu, pa je teško naše rezultate direktno upoređivati sa njihovim. Van Staden i Wareing (1972 a) tretirali su sjeme *Rumex obtusifolius* crvenom svjetlošću što je uzrokovalo rapidno povećavanje ekstrahovanih citokinina. Van Staden (1973) je konstatovao da poslije osvjetljavanja sjemena salate (v. »Grand Rapid«) crvenom svjetlošću dolazi do povećavanja sadržaja ovih materija u butanolskoj frakciji, a do smanjenja u vodenoj. Van Staden i Wareing (1972 b), i Henson i Wareing (1974) su našli da je gajenje biljke *Xanthium strumarium* u uslovima kratkog dana imalo za posljedicu redukciju sadržaja citokinina u odnosu na biljke koje su gajene u uslovima dugog dana.

Karakteristično je da je aktivnost materija tipa citokinina bila veća kod različito tretiranih internodija, naročito sa crvenim svjetлом, nego kod odgovarajućih koleoptila. Prisustvo veće količine aktivnih materija kod različito tretiranih internodija nego kod odgovarajućih koleoptila, može se objasniti intezivnijim morfogenetskim promjenama, naročito kod primarnog lista pod uticajem svjetlosti, pri čemu vjerovatno dolazi do veće potrošnje ovih aktivnih materija. Iz naših ogleda može se vidjeti pad u sadržaju citokinina u funkciji vremena, naročito kod etioliranih biljaka, dok se kod osvjetljavanih biljaka, naročito crvenim svjetlom, javlja karakterističan porast pri 72 h u baznom eluatu. Najvjerovaljnija je pretpostavka da je brži pad u količini citokinina kod etioliranih biljaka uslovljen nedostatkom svjetlosti koja je neophodna za njihovu proizvodnju.

REZIME

Ispitivali smo prisustvo materija tipa citokinina u ekstrakcima različito tretiranih koleoptila i internodija i uticaj crvenog i plavog dijela spektra na njihov sadržaj. Etiolirane mlade biljke ovsu osvjetljavane su 18, 36 i 72 časa crvenom (660 nm) i plavom (440 nm) svjetlošću. Poslije osvjetljavanja biljaka određivali smo sadržaj materija tipa citokinina kod različito tretiranih koleoptila i internodija. Biološku aktivnost ekstrakta testirali smo u dva biološka testa koji su specifični za citokinine: test sa gajenjem kultura tkiva kalusa duvana »Wisconsin 38« in vitro i test sa praćenjem retencije hlorofila kod listova *Xanthium pensylvanicum*.

Rezultati pokazuju da su u ekstraktu različito tretiranih koleoptila i internodija prisutne najmanje dvije materije tipa citokinina i da plava, a naročito crvena svjetlost djeluju stimulativno na njihovu količinu.

SUMMARY

We investigated the presence of cytokinin-like substances in the extracts of differently irradiated coleoptiles and internodes, and the influence of red and blue spectral regions on their contents. The oat seeds were germinated for 18, 36 and 72 hours in darkness and in red (660) and blue (440) nm light. After irradiation the contents of cytokinin-like substances were determined in differently treated coleoptiles and internodes. The biological activity of the extracts was tested in two bioassays which are specific for cytokinin-like substances: tobacco callus »Wisconsin 38« and chlorophyll-retention test in the leaves of *Xanthium pensylvanicum*.

Puno se zahvaljujem Doc. Dr M. Nešković za savjete pri izradi ovog rada.

The results show that in the extracts of coleoptiles and internodes at least two cytokinin-like substances are present. Blue and especially red light caused an increase in the contents of those substances.

LITERATURA:

- Barzilai, E., A. M. Mayer (1964): Kinins in germinating lettuce seed. *Austral. J. Biol. Scia.* 173, 798-800.
- Godnev, T. N. (1963): Hlorofil, ego stroenie i obrazovanie v rasteni. AN BSSR. Minsk.
- Heide, O. M., F. Skoog (1967): Cytokinin activity in Begonia and Bryophyllum. *Physiol. Plantarum*, 20, 771—781.
- Henson, I. E., P. F. Wareing (1974): Cytokinins in Xanthium strumarium: A rapid response to short day treatment. *Physiol. Plant.* 32 : 185—187.
- Krivokapić, K. (1967): Materije tipa citokinina u ekstraktu Avena sativa L. *Godišnj. Biol. inst. Univ. Sarajevo*, 20, 35—40.
- Krivokapić, K. (1971): Uticaj svjetlosti različitih talasnih dužina na sadržaj auksina kod Avena sativa L. *Godišnj. Biol. inst. Univ. Sarajevo*, XXIV, 117—179.
- Miller, C. O. (1963): Kinetin and kinetin-like compounds, *Moderne Methoden der Pflanzen analyse*, 194, Springer-Verlag. Berlin.
- Murashige, T., F. Skoog (1962): A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.* 15 : 473—497.
- Nitsch, J. P., C. Nitsch (1965): Présence d'une phytokinine dans le cambium. *Bull. Soc. Bot. France*. 112, 10—18.
- Osborne, D., D. Mc Calla (1961): Rapid bioassay for kinetin and kinins using senescent leaf tissue. *Plant. Physiol.* 36, 219—221.
- Staden, J. van and P. f Wareing (1972 a): The effect of light on endogenous cytokinin levels in seeds of Rumex obtusifolius. *Planta (Berl.)* 104, 126—133.
- Staden, J. van, P. F. Wareing (1972 b): The effect of photoperiod on levels of endogenous cytokinins in Xanthium strumarium. *Physiol. Plant.* 27, 331—337.
- Staden, J. van (1973): Changes in endogenous cytokinins of lettuce seed during germination. *Physiol Plant.* 28, 222—227.

ŠILJAK SONJA i MEĐEDOVIC S.

Biološki institut Univerziteta u Sarajevu

**NEKE CITOGENETIČKE, EKOLOŠKE I MORFOLOŠKE
ODLIKE VRSTE ERIGERON ACER L. NA HALDAMA
IZ OKOLINE KAKNJA I BREZE**

**CERTAINES CARACTÉRISTIQUES, CYTOGÉNÉTIQUES, ÉCOLOGIQUES
ET MORPHOLOGIQUES DE L'ESPÈCE ERIGERON ACER L. SUR LES
SOLS STÉRILES DES ENVIRONS KAKANJ ET BREZA**

U V O D

Otpadni materijal iz rudnika uglja u okolini Kaknja i Breze izgrađuje takozvane »halde« (od njemačke riječi die Halde što u prevodu znači gomila jalovine). Sa ekološkog stanovišta halde, svakako, predstavljaju jedno od ekstremno teških staništa za razvoj i opstanak živog svijeta. U unutrašnjosti halda odigravaju se stalni procesi sagorijevanja uglja i drugih otpadnih materija iz rudnika, pri čemu se razvijaju visoke temperature čiji je uticaj veoma izražen i na samoj površini.

Mikroklimatskim mjeranjima je ustanovljeno da vrhovi halda predstavljaju najekstremnija staništa u pogledu visokih temperatura. Na takvim mjestima vegetacijski pokrov skoro ne postoji.

Ne tako rijetka vrsta koja ulazi u sastav vegetacijskog pokrova halda je *Erigeron acer* L. Ova vrsta naseljava južne, jugoistočne i jugozapadne padine halda. Istraživanja su bila usmjerena u pravcu iznalaženja relacije između specifičnih ekoloških uslova staništa, te morfologije i citologije pomenute vrste sa jalovine iz okoline Kaknja i Breze.

* Istraživanja su vršena u okviru teme »Proučavanje ekosistema i iznalaženje mjera njihovog racionalnog korišćenja i zaštite«.
ili je predstavljen samo nekim rijetkim vrstama iz rodova *Sedum*, *Prunella*, *Thymus* i dr.

MATERIJAL I METODIKA RADA

Za citogenetička istraživanja korišćen je sjemenski materijal vrste *Erigeron acer* L. koji je sakupljen na haldama iz okoline Kaknja i Breze. Klijanci su dobiveni iskljavanjem sjemena u laboratorijskim uslovima. Procenat klijavosti na sobnoj temperaturi u Petrijevim posudama bio je visok, oko 90%. Korišćeni su takođe i korjeničići odraslih biljaka koje su donesene sa terena.

Posmatranje metafaznih hromosomskih pozicija bilo je omogućeno primjenom standardne tehnike u radu sa biljnim materijalom. U prethodnom postupku je na korjenove vrške djelovano različitim citostaticima od kojih se kao najpodesniji pokazao α -monobromnaftalin pri djelovanju od 2,5 časa na sobnoj temperaturi (Sharma, Mookerjea 1955). Fiksiranje materijala je vršeno u acetik alkoholu (1 : 3) 24 — 48 časova, a hidroliza u N HCl 10 — 12 minuta na temperaturi od 60°C. Materijal je bojen u 2% laktopropionskom orseinu, a izrada preparata je tekla po standardnoj »squash« tehnići. (Heitz 1936, Hillary 1939). Najbolji preparati su pretvarani u trajne uklapanjem u euparal. Oko sto metafaznih hromosomskih pozicija, koje su bile ocijenjene kao pogodne za analizu, fotografisano je pomoću Zeiss fotomikroskopa na filmu KB — 14.

Trajni preparati i filmovi čuvaju se u Laboratoriji za genetiku i citotaksonomiju biljaka Biološkog instituta Univerziteta u Sarajevu.

Mikroklimatska mjerena su vršena na haldama iz okoline Kaknja. Temperatura tla je mjerena na dubini od 5, 10 i 15 cm, a temperatura vazduha na 0, 50 i 100 cm iznad površine tla. Takođe su, na istim lokalitetima, provedena i mjerena relativne vlažnosti vazduha.

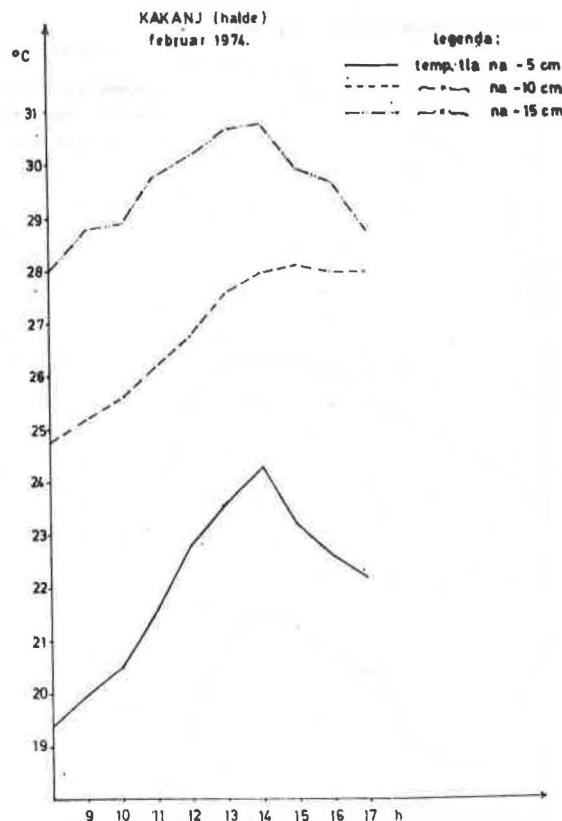
REZULTATI RADA I DISKUSIJA

U zoni korjenovog sistema temperature su izrazito visoke tokom cijele godine. Tako su temperature tla na dubini od 15 cm u toku zime (februar) dostizale maksimalnu vrijednost od 31°C. (Sl. 1.). Za vrijeme vegetacionog perioda (mjerena vršena u junu mjesecu) temperature tla na istoj dubini dostizale su dnevni maksimum od 46°C (Sl. 2.). Dijapazon variranja temperature tla, na različitim dubinama, je relativno uzak i ne iznosi više od 4 — 5°C. Za razliku od temperature tla, temperatura vazduha pokazuje izravnija dnevna kolebanja koja mogu iznositi i do 14°C u toku ljetnih, ili pak do 10°C u toku zimskih mjeseci. Maksimalna dnevna temperatura vazduha u februaru je inzisila 17°C na 0 cm i 13°C na 10 cm (Sl. 3.). Ovako visoke temperature vazduha u zimskim mjeseci

ma su posljedica oslobađanja toploće iz tla. Maksimalna dnevna temperatura na 0 cm, izmjerena početkom juna mjeseca, iznosila je 29°C , a na 20 cm iznad zemlje 25°C (Sl. 4.).

Mikroklimatskim mjerjenjima je takođe konstatovano da su granice variranja relativne vlažnosti vazduha nešto šire za vrijeme zimskih mjeseci (Sl. 3. i 4.).

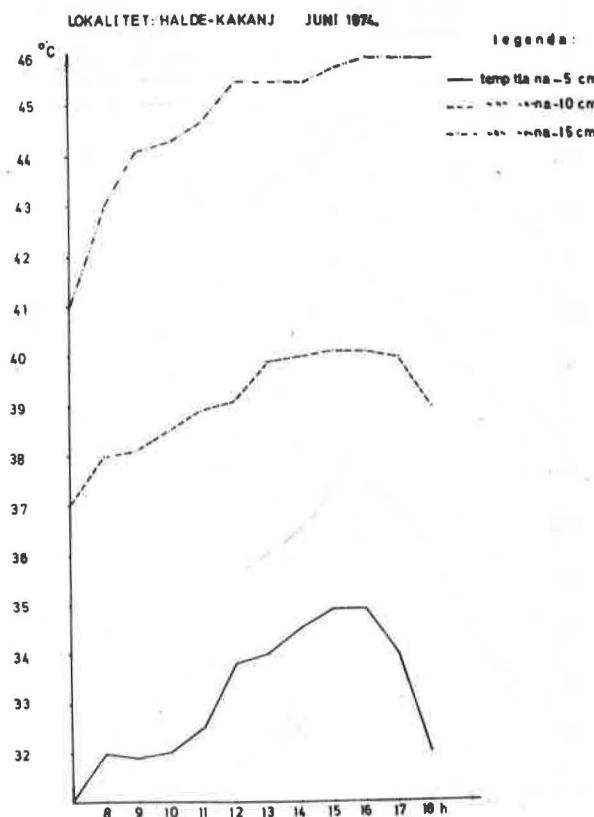
Tokom naših citogenetičkih ispitivanja ustanovljeno je da karakteristični diploidni hromosomski broj vrste *Erigeron acer* L. iznosi $2n = 18$ (Sl. 5.). Takođe je konstatovano da se u istoj



Sl. 1: Dnevno variranje temperatura tla na haldama iz okoline Kaknja (februar 1974.).

La variation journalière des températures du sol sur les haldes des environs de Kakanj (février 1974.).

populaciji javljaju jedinke sa tetraploidnim hromosomskim brojem $2n$ ($4x$) = 36 (Sl. 6.). Različiti nivo ploidije povlači za sobom izvjesne promjene u morfologiji individua. Tako su tetraploidne jedinke robusnije, razgranatije i znatno brojnije od izrazito sitnijih diploida (Sl. 7.). Moguće je da uzrok pojavi poliploidije u ovom slučaju leži u tijesnoj vezi sa visokim temperaturama tla na opisanim staništima. Međutim, ne treba zanemariti ni djelovanje različitih hemijskih supstanci koje se nalaze u šljakici, ili koje se oslobođaju njenim agorijevanjem (SiO_2 , Al_2O_3 , SO_3 , dr.).

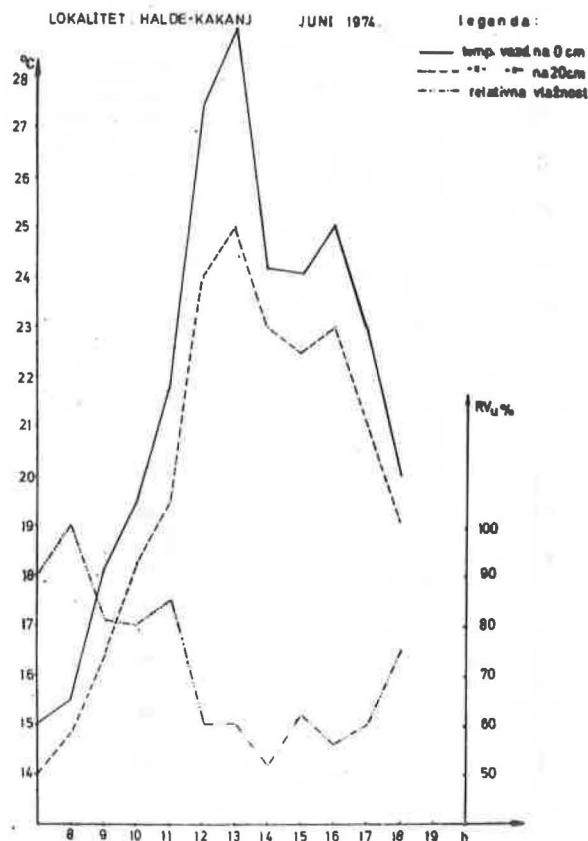


Sl. 2: Dnevno variranje temperatura tla na haldama iz okoline Kakanja (juni 1974.)

La variation journalière des températures du sol sur les haldes des environs de Kakanj (juin 1974.)

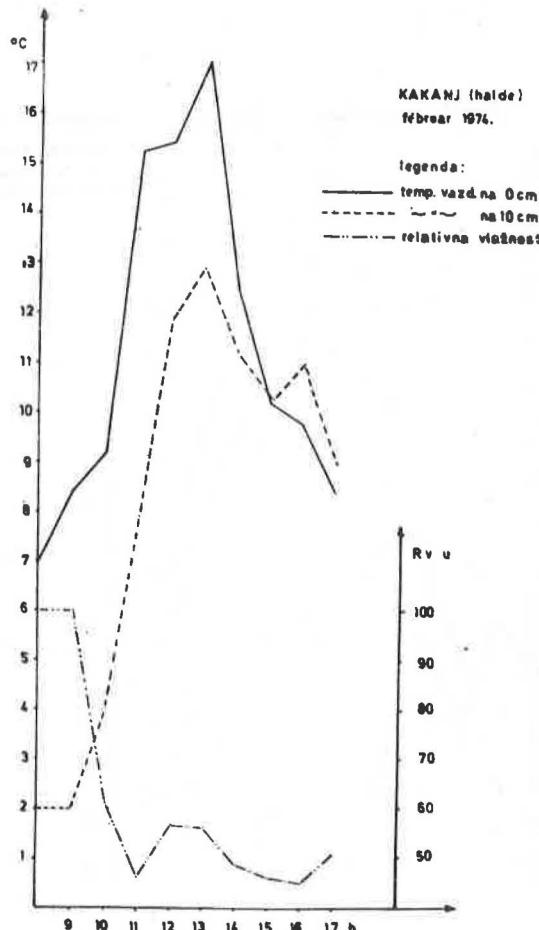
Bez obzira na pravi uzrok i centar postanka poliploidije kod ove vrste, evidentno je da ona ima značajnu ulogu i predstavlja jedan korak dalje u osvajanju ovako nepovoljnih staništa kao što su halde.

U dosadašnjoj literaturi, prema jednom od standardnih hromosomskih atlasa (Bolkhovskih et al. 1969), za vrstu *Erigeron acer* bio je poznat diploidni (Rutland, Löve, Huziwara, Sorsa, Zacker, Gadella, Kliphuis) i triploidni (Tischler 1934, Rohwedwr 1937) hromosomski broj. Tetraploidni oblici nisu do sada u literaturi konstatovani. Ustanovljeni triploidi mogu biti posljedica ukrštanja između



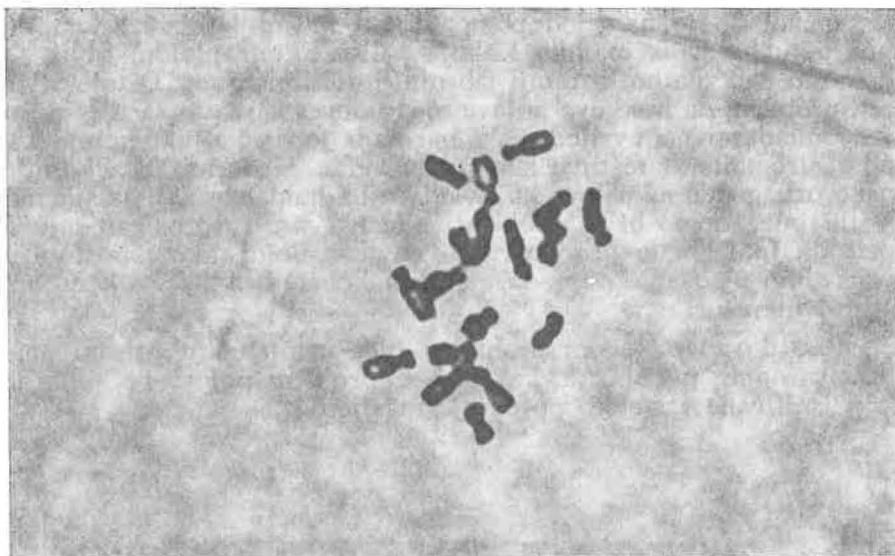
Sl. 3: Dnevno variranje temperatura vazduha i relativne vlažnosti na haldama iz okoline Kaknja (februar 1974.)
La variation journalière des températures de l'air et l'humidité relative sur les haldes des environs de Kakanj (février 1974.)

diploida i tetraploida, ili pak posljedica izvjesnih nepravilnosti u procesu mejoze, prilikom kojih u jednoj od gameta (bilo muškoj ili ženskoj) ne dolazi do redukcije broja hromosoma. U populacijama sa halda nisu konstatovani triploidi, iako bi se njihovo prisustvo moglo očekivati obzirom da se diploidne i tetraploidne indidue nalaze u neposrednom kontaktu. Možda postoje izvjesne unutrašnje barijere koje onemogućavaju njihovo ukrštanje. Ukoliko pak dolazi do ukrštanja i stvaranja hibrida, moguće je da se isti pokazuju nesposobnim za dalji život i opstanak.

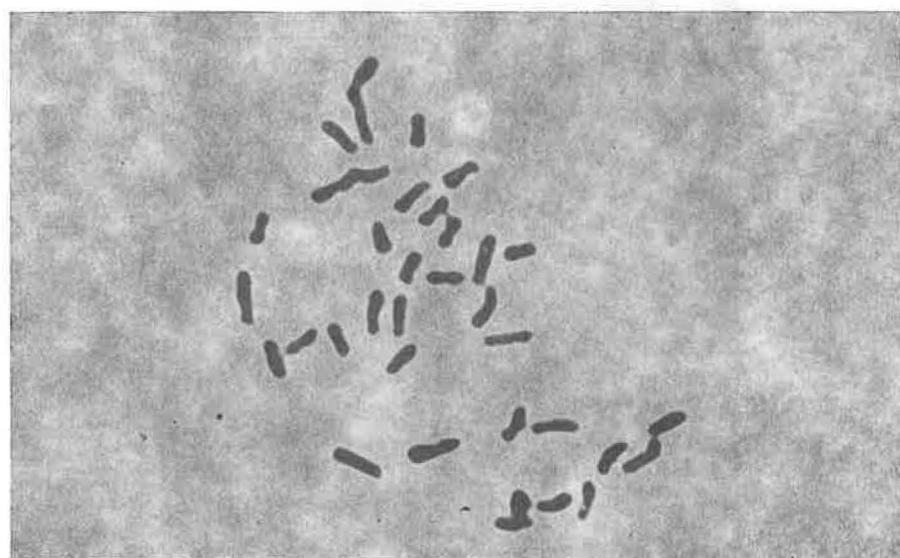


Sl. 4: Dnevno variranje temperatura vazduha i relativne vlažnosti na hal-dama iz okoline Kakanja (juni 1974.)

La variation journalière des températures de l'air et l'humidité relative sur les haldes des environs de Kakanj (juin 1974.)



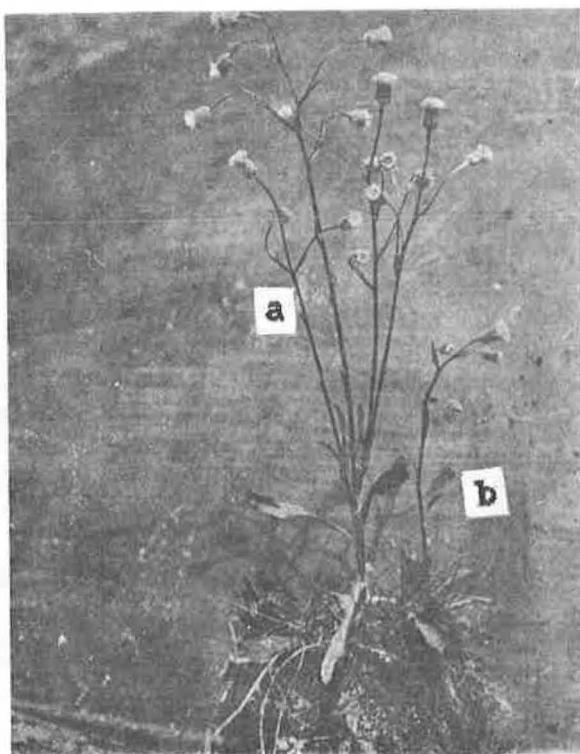
Sl. 5: Diploidna hromosomska garnitura vrste *Erigeron acer* sa halda.
La garniture chromosomique diploïde de l'espèce *Erigeron acer* sur les haldes.



Sl. 6: Tetraploidna hormosomska garnitura vrste *Erigeron acer* sa halda.
La garniture chromosomique tétraploïde de l'espèce *Erigeron acer* sur les haldes.

Kao što je naprijed pomenuto, u našim istraživanjima na području halda iz okoline Kaknja i Breze, tetraploidni oblik se pokazao kao znatno krupniji i brojniji od diploidnog. Ostaje otvoren problem, da li se ove pojave mogu dovesti u vezu sa njegovom većeom adaptivnom vrijednošću, bar kada je riječ o tako kompleksno ekstremnim staništima kao što su halde. Međutim, ukoliko nije usko prilagođen na uslove koji vladaju na haldama i njima sličnim staništima, moglo bi se očekivati njegovo šire rasprostranjenje u prirodi. Ipak, malo je vjerovatno da tetraploidi, ako i postoje u prirodnim uslovima, do sada nisu bili konstatovani u prilično opširnoj literaturi.

Dalji rad na ovom problemu biće usmjeren u pravcu analize prirodnih populacija, kako bi se problem pojave poliploidije kod ispitivane vrste što potpunije rasvijetlio.



Sl. 7: Tetraploidni (a) i diploidni (b) oblik vrste *Erigeron acer* sa halda.
L'individu tétraploïde (a) et diploïde (b) de l'espèce *Erigeron acer*
sur les haldes.

Résumé

Les auteurs ont étudié la cytologie d'*Erigeron acer* L., plus exactement la composition cytogénétique des populations de cette plante vivant sur les sols stériles (matériel de dépôt des mines de charbon) de Kakanj et Breza en Bosnie Centrale.

Dans l'introduction ils décrivent sommairement les conditions extérieures (température, la nature chimique des émanations, SiO_2 , Al_2O_3 , SO_3 et ctr.) qui règnent sur ces stations.

Dans le matériel pris sur les »haldes« on a pu distinguer deux catégories d'individus, les uns de taille normale, et les autres visiblement plus robustes.

L'analyse cytogénétique a montré que les individus à taille normale avaient $2n = 18$ et étaient par conséquent diploïdes. D'autres, par contre étaient tétraploïdes, $2n (4x) = 36$.

Il est hors toute doute que la polyplioïdie observée dans les populations sur les »haldes« est en rapport intime avec conditions de vie extrêmement défavorables de ces stations artificielles créées par l'action de l'homme.

LITERATURA

- Bolkhovskikh Z., Grif V., Matvejeva T., Zakharjeva O (1969): Chromosome number of flowering plants, Leningrad.
- Heitz E. (1936): Die Nuclear-Quetschmethode. Ber. Deutsch. Bot. Ges., 53 : 870—978.
- Hillary B. B. (1939): Improvements to the permanent root tip squash technic. Stain. Techn., 14 : 97—99.
- Rohweder H. (1937): Versuch zur Erfassung der mengenmässigen Bedeckung des Darss und Zingst mit polyploiden Pflanzen. Ein Beitrag zur Bedeutung der Polyploidie bei der Eroberung neuer Lebensräume. Planta, 27, 4 : 501—549.
- Sharma A. K., Mookerjea A. (1955): Paradichlorbenzene and other chemicals in chromosome work. Stein. Techn. 30 : 1—7.
- Tischler G. (1934): Die Bedeutungen der Polyploidie für die Verbreitung der Angiospermen, erläutert an den Arten Schleswig-Holsteins, mit Ausblicken auf andere Florengebiete. Bot. Jahrb., 67 : 1—36.

JELENA ŽIVADINOVIC

Biološki institut Univerziteta Sarajevo

DISTRIBUCIJA VRSTA RODA TETRACANTHELLA U JUGOSLAVIJI

(DISTRIBUTION OF THE SPECIES OF THE GENUS *TETRACANTHELLA*
IN YUGOSLAVIA)

U V O D

U Jugoslaviji je dosada nađeno ukupno 11 vrsta roda *Tetra-*
canthella: *T. intermedia* Palissa, 1967, *T. brevempodialis* Gi-
sin, 1961, *T. specifica* Palissa, 1967, *T. pyrenaica* Cassagnau,
1953, *T. hygropetrica* Cassagnau, 1954, *T. tuberculata*
Cassagnau, 1954, *T. transsylvaniaica* Cassagnau, 1959, *T. pilo-*
sa Schött, 1891, *T. montana* Stach, 1947, *T. stachi* Cassa-
gnau, 1959, *T. bosnia* Palissa et Živadinović, 1974.
Njihova distribucija je proučavana u odnosu na biljnju zajednicu,
nadmorsku visinu, fizičko-hemijске osobine zemljišta i neke druge
ekološke faktore. Ovde se mora naglasiti da je još uvek malo poda-
taka o nalazu vrsta u Jugoslaviji i o karakteristikama lokaliteta
na kojima su vrste nađene.

Lokaliteti:

Maglić, padine Snježnice, 800 m n. v. NO, *Querceto-Carpinetum*
Horv, smeđe krečnjačko zemljište na dolomitnom krečnjaku;

Maglić, Dragoš Sedlo, 1270 m n. v. NW, *Fagetum illyricum monta-*
num Fuk, kiselo smeđe ilimerizovano zemljište na verfenskim
liskunovitim peščarima;

Maglić, Dragoš Sedlo, 1260 m n. v. S, *Abieti-Fagetum* Fuk, ilimerizo-
vano zemljište na verfenskim liskunovitim kvarcnim pešča-
rima;

Maglić, Dragoš Sedlo, 1240 m n. v. S, *Abieti-Fagetum* Fuk, organo-
gena rendzina na krečnjaku;

- Maglić, Dragoš Sedlo, 1070 m n. v. N, *Abieti-Fagetum* Fuk, kiselo smeđe zemljište na verfenu;
- Maglić, Mrkalj Klade, 1600 m n. v. NW, *Piceetum subalpinum* Horv, krečnjačka rendzina;
- Magić, put za Prijedor, 1500 m n. v. W, *Abieti-Fagetum* Fuk, smeđe krečnjačko zemljište;
- Maglić, Prijedor, 1610 m n. v. N, *Fagetum subalpinum* Horv, kiselo smeđe zemljište na verfenu;
- Maglić, Prijedor, 1730 m n. v. W, *Fagetum subalpinum* Horv, kiselo smeđe zemljište na porfiritu;
- Maglić, Mrkalj Klade, 1650 m n. v. NW, *Piceetum subalpinum* Horv, smeđe zemljište na bazičnim eruptivnim stenama i
- Maglić, Dragoš Sedlo, 1220 m n. v. N-NW, *Abieti-Fagetum* Fuk, ilimerizovano zemljište.

REZULTATI I DISKUSIJA

Vrste roda *Tetracanthella*, koje žive na području Jugoslavije, ekološki se u mnogome razlikuju:

Tetracanthella intermedia Palissa, 1967.

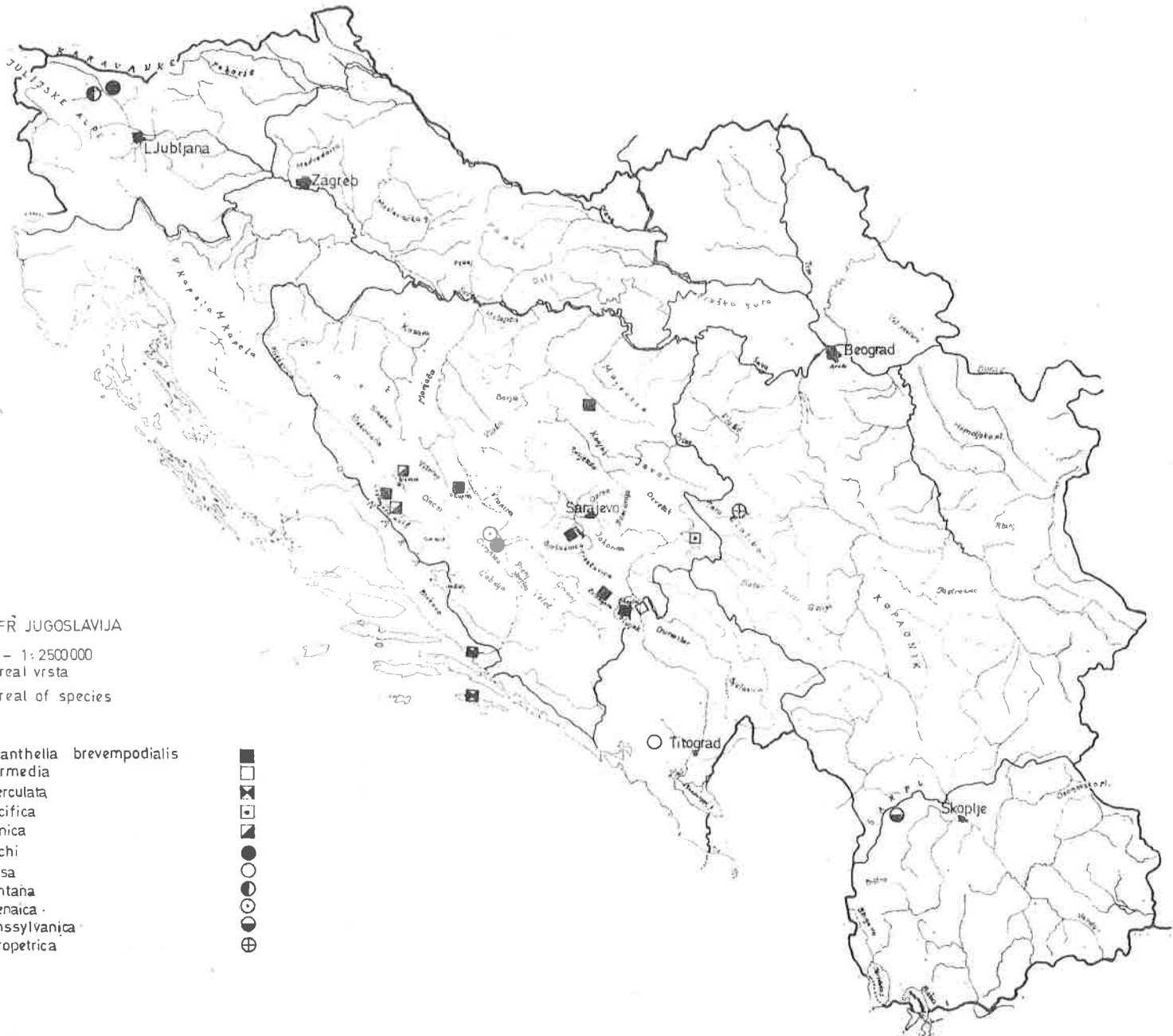
Rasprostranjenje: Jugoslavija (Bosna, Maglić)

Prilikom detaljnih istraživanja faune i ekologije Collembola na planinama Maglić, Volujak i Zelengora (Živadić-Cijović, 1970) nađena je prvi put vrsta *T. intermedia* na Magliću. Sa iste planine je vrsta opisana (Palissa, 1967).

T. intermedia do sada nije konstatovana ni na jednom drugom mestu, tako da za sada predstavlja endem Maglića, gde je široko rasprostranjena. Na ovoj planini ona vikarira sa vrstom istog roda. *T. brevempodialis* (Živadić, 1967).

Na Magliću *T. intermedia* naseljava tla isključivo šumskih zajednica od 800 m do 1750 m n. v. Ona živi pretežno u dubljim, izrazito kiselim tlima, sa najmanjim procentom higroskopske vlage (kiselo smeđe zemljište i ilimerizovano zemljište). Samo na nekoliko lokaliteta nađena je u organogenoj rendzini na krečnjaku i u smeđe krečnjačkom zemljištu.

Ova vrsta je vrlo česta na Magliću ali njene populacije nisu brojne. Nalažena je tokom cele godine sa maksimumom brojnosti u IX, X i XI mesecu.



Tetraclantha brevempodialis Gisin, 1961.

Rasprostranjenje: Jugoslavija (Bosna)

Lokaliteti:

- Igman, Javornik, 1350 m n. v. *Acereto-Ulmetum* Fuk, deluvijalno zemljiste;
- Igman, Javornik, 1400 m n. v. *Fagetum subalpinum* Horv, ilimerizovano zemljiste na krečnjaku;
- Igman, Babin dol, 1400 m n. v. *Abieti-Fagetum* Fuk, smeđe krečnjačko zemljiste;
- Igman, ispod vrha Bjelašnice, 1700 m n. v. *Fagetum subalpinum*, Horv. organogena crnica;
- Ozren, 800 m n. v. *Quercetum petrae*, serpentin;
- Maglić, Mrkalj Klade, 1600 m n. v. NW, *Piceetum subalpinum* Horv, organogena rendzina na krečnjaku;
- Maglić, Dragoš Sedlo, 1075 m n. v. W, *Fagetum illyricum montanum* (Horv.), organogena rendzina na dolomitnom krečnjaku;
- Maglić, Crvene Prljage, 1610 m n. v. N, *Fagetum subalpinum* Horv, organomineralna rendzina na krečnjaku;
- Maglić, 1790 m n. v. W, *Pinetum mughi croaticum* Horv, organomineralna rendzina na krečnjaku;
- Maglić, Mrkalj Klade, 1650 m n. v. SO, *Fagetum subalpinum* Horv, smeđe krečnjačko zemljiste;
- Maglić, 1970 m n. v. W, *Pinetum mughi croaticum* Horv, smeđe krečnjačko zemljiste;
- Maglić, iza Prijevora, 1730 m n. v. SW, *Pinetum mughi croaticum* Horv, humusno slikatno-ranker zemljiste;
- Maglić, Crvene Prljage, 1515 m n. v. N, *Abieti-Fagetum* Fuk, organogena rendzina na krečnjaku;
- Zelengora, Donje Bare, 1450 m n. v. W, *Fagetum subalpinum* Horv, organomineralna rendzina na krečnjaku;
- Zelengora, Orlovačko jezero, 1740 m n. v. NW, *Pinetum mughi croaticum* Horv;
- Zelengora, Uglješin vrh, 1800 m n. v. NO, *Pinetum mughi croaticum* Horv, organomineralna rendzina na krečnjaku;
- Livanjsko polje, 700 m n. v. ravno, *Genisto elatae-Quercetum roboris* Horv;
- Kupreško polje, 1110 m n. v. ravno, *Molinio-Lathyretum pannonicum* H-ić, plitko tresetno tlo;
- Kupreško polje, 1110 m n. v. *Molinio Lathyretum pannonicum* H-ić, plitko tresetno tlo;
- Kupreško polje, 1110 m n. v. sastojina sa *Salix petandra*, plitko tresetno tlo; i
- Kupreško polje, 1110 m n. v. *Caricetum elatae caricosum gracilis*, močvarno glejno zemljiste.

T. brevempodialis je prvi put nađena na planini Igman (Živadić, 1963) i planini Ozren u severnom delu Bosne (Živadić-Ritter, 1970). Sa ovih lokaliteta je i opisana (Gisin, 1961). Kasnije je ova vrsta konstatovana na planinama Maglić i Zelengora (Živadić-Cvijović, 1970) i na kraškim poljima (Živadić, 1971).

Ovo je planinska vrsta koja je do sada nađena na većem broju bosanskih planina iznad 1000 m n. v. sve do 1800 m n. v. Samo na Ozrenu (800 m) i Livanjskom polju (700 m) živi na nešto manjoj nadmorskoj visini. Na planinama je ona konstatovana samo u šumskim sastojinama (*Fagetum montanum*, *Abieti-Fagetum*, *Fagetum subalpinum* itd) montanog i subalpskog pojasa. Na kraškim poljima živi i u tlu vanšumskih zajednica, gde su zemljišta umereno vlažna i vlažna.

T. brevempodialis naseljava pretežno plića tla. Tako je na Magliću i Zelengori nađena u organogenoj i organomineralnoj rendzini, u smeđekrečnjačkom zemljištu itd, na Igmanu u organogenoj crnici, smeđekrečnjačkom zemljištu, a na kraškim poljima u plitkim treštenim tlima i močvarno-glejnom zemljištu.

Kvantitativna analiza pokazala je da populacije *T. brevempodialis* nisu brojne na svim lokalitetima na kojima je vrsta nađena. Ona se javlja u svim mesecima tokom godine, ali sa relativno malim brojem individua (na Magliću i Zelengori prosečna gustina populacije na 1000 cm³ zemlje kreće se od 0,85 — 10,00 jedinki, na Igmanu od 0,4 — 1,0 jedinki, a na kraškim poljima od 0,2 — 0,8 jedinki).

Tetracanthella specifca Palissa, 1967

Rasprostranjenje: Jugoslavija (Bosna, Varda)

Lokalitet:

Vrh Varde, 1200 m n. v. N, tip borove šume praćen crnušom.

T. specifca je bosanski endem, koji je dosada nađen samo u istočnoj Bosni na serpentinskem kompleksu Varde kod mesta Rudo (Živadić, 1970). Sa istog mesta je i opisana (Palissa, 1967), te bi se mogla označiti kao endem Varde.

Na Vardi *T. specifca* nije široko rasprostranjena. Ona je ograničena na hladnu, severnu padinu ove planine i to na visinu od 1200 m n. v. To stanište je obrasio crnim borom a u prizemnom spratu se nalaze gusti sagovi *Erica carnea*.

T. specifca je konstatovana u proletnjim mesecima i to u vrlo malom broju.

Tatracanthella pyrenaica Cassagnau, 1953

Rasprostranjenje: Pirineji, Španija i Jugoslavija (Hercegovina).

Lokaliteti:

Hercegovina, Čvrsnica, Veliki Vilinac, 2016 m n. v. S, *Pinetum mughi croaticum* Horv.

Hercegovina, Čvrsnica, Plasa, 2000 m n. v. NO, sastojine *Drias octopetala*;

Hercegovina, Čvrsnica, Plasa, 2010 m n. v. N, sastojine *Drias octopetala*, i

Hercegovina, Čvrsnica, 2015 m n. v. N, *Pinetum mughi*.

T. pyrenaica je do sada nađena samo u jugozapadnim delovima Evrope (Cassagnau, 1959 i Selga, 1971). Ona ovde naseljava visine od 1500 m do 2500 m n. v. U Jugoslaviji *T. pyrenaica* je nađena u Hercegovini, na planini Čvrsnici, gde naseljava zemljišta iznad 2000 m n. v. Ti lokaliteti se nalaze u šumskoj asocijaciji *Pinetum mughi croaticum* i na rudinama gde rastu gusti sagovi *Drias octopetala*-hercegovački biljni endem. Nađena je u julu, i to s relativno malim brojem individua (na 1000 cm³ zemlje od 0,1—4,0 jedinke).

Tetracanthella tuberculata Cassagnau, 1954

Rasprostranjenje: Portugalija, Francuska, Španija, Italija, Jugoslavija (Hrvatska, Dalmacija i Hercegovina, Neum-Klek).

Lokaliteti:

Hrvatska, Mali Ston, cc 10 m n. v. *Pinus halepensis* sa *Erica verticillata*, crvenica;

Hercegovina, Dolina Ljute, cc 10 m n. v. *Orneto-Quercetum ilicis*, gde dominira *Pistacea lentiscus*.

T. tuberculata je mediteranski elemenat (D. Gamma, 1964). U svim pomenutim zemljama ona živi u mediteranskoj zoni. R. Dallai (1968) ju je našao na otocima Aschia, a Poinson ističe njenu široku ekološku valencu prema temperaturi, jer stene na kojima živi u toku leta zagreju se do 40°C, a zimi se ohlađe do —25°C.

U Jugoslaviji *T. tuberculata* nastanjuje samo priobalnu zonu Jadrana, i to južni deo obale, a u srednjem i severnom delu je nema (Pagliarić, 1971, i Živadić, 1974).

T. tuberculata živi u dubljim šumskim zemljištima tipa crvenice. Ta zemljišta imaju na lokalitetima neutralnu reakciju (pH u H₂O je 7,43 i 7,21 a u n KCl je 6,65 i 6,33) i relativno visok % humusa (15,91 i 15,81).

T. tuberculata je nađena u VI i X mesecu u malom broju.

Tetracanthella transsylvanica Cassagnau, 1959

Rasprostranjenje: Transilvanske Alpe i Jugoslavija (Metohija)

Lokalitet:

Metohija, Ošljak, 2050 m n. v. sastojina *Pinus mugo*, posmeđena rendzina na krečnjaku.

Na transilvanskim Alpima, ova vrsta živi na velikim visinama od 2000 m. I u našoj zemlji je ona konstatovana na Ošljaku, na 2050 m n. v. (Bogović, 1972/73). Ovo je prvi nalaz ove vrste u Jugoslaviji. Na Ošljaku je konstatovana u smedoj rendzini u sastojini planinskog bora.

Tetracanthella pilosa Schött, 1891

Rasprostranjenje: Skandinavija, Engleska, Irska, Nemačka, Poljska,

Čehoslovačka, Austrija, Ukrajina (Karpati), Mađarska, Italija (Italijanski Alpi i ostrvo Capria), Jugoslavija, Španija, Liban, i Sirija.

Lokalitet:

Hercegovina, Bileća, Plužina, hrastovi gajevi.

Iako je ova vrsta vrlo rasprostranjena u Evropi i Maloj Aziji, na Balkanskom poluostrvu do sada nije bila zabeležena. U Bosni i Hercegovini su vršena intenzivna faunistička istraživanja poslednjih godina a *T. pilosa* je nađena tek 1970. godine u Hercegovini, na samo jednom lokalitetu, u julu. Iz toga se da zaključiti da je ona u našoj zemlji vrlo retka životinja.

Prema Stach-u (1947) i Nosek-u (1967) ova vrsta živi u Evropi u mahovini četinarskih šuma a konstatovana je i u listopadnoj stelji. I u Siriji je ova vrsta nađena u igličastoj stelji borove šume a u Libanu je konstatovana na velikim visinama (1850—1900 m n. v.) u kedrovim šumama i u pečinama (Cassagnau, 1959).

Kod nas je *T. pilosa* konstatovana u degradiranoj hrastovoј šumi na maloj nadmorskoj visini, dok je u četinarskim šumama, gde je ona u Evropi česta, nismo nalazili.

Tetracanthella montana Stach, 1947

Rasprostranjenje: Alpi i Karpati, i Jugoslavija (Slovenija)

Lokalitet:

Slovenija, Smrekova draga, vrtača, mrazište, *Piceetum subalpinum*, rendzina, 1100 m n. v;

Slovenija, Smrekova draga, vrtača, mrazište, *Pinetum mughi*, rendzina, 1100 m n. v.

Ova vrsta živi u Evropi samo u Alpima i Karpatima iznad 1000 m n. v. (S t a c h, 1947 i N o s e k, 1967 i R u s e k, 1957 itd.).

T. montana je konstatovana i u našoj zemlji i zauzima areal u alpskom delu Slovenije (Č e r v e k, 1968) a ne spušta se južnije u Dinaride. Na lokalitetima Smrekove drage, na mrazištu vrtače, ona nastanjuje visokoplaninske zajednice *Pinetum subalpinum* i *Pinetum mughi* na rendzini. Populacije su joj na tim staništima brojne.

Tetraganthella stachi C a s s a g n a u, 1959

Rasprostranjuje: Alpi i Italijanski Dolomiti, i Jugoslavija (Slovenija i Hercegovina).

Lokaliteti:

Slovenija, Smrekova draga, 1150 m n. v. *Piceetum subalpinum*, rendzina;

Slovenija, Smrekova draga, 1150 m n. v. *Pinetum mughi*, rendzina; Hercegovina, Čvrsnica, Veliki Vilinac, 1900 m n. v. *Pinetum mughi croaticum*;

Hercegovina, Čvrsnica, Risovac, 1350 m n. v. N, *Juniperus nana*, i Hercegovina, Čvrsnica, Muharnica, 1450 m n. v. NO, *Pinetum mughi croaticum*.

U austrijskim Alpima H a y b a c h (1959) je našla ovu vrstu kod Rosenhofa (Sandl) na semipodzolu, na granitnoj podlozi u smrčevoj šumi i na podzolu isto u smrčevoj šumi na granitnoj podlozi. Oba lokaliteta leže ispod 1000 m n. v. (950 m i 750 m).

Č e r v e k (1968) je u slovenačkim Alpima našao *T. stachi* isto u četinarskim šumama Smrekove drage u vrtači na mrazištu i to na nešto pličem zemljишtu od lokaliteta u Austriji (Rendzina). Nadmorske visine lokaliteta u vrtači su oko 1100 m.

T. stachi, prema najnovijim istraživanjima, nađena je i južnije u Jugoslaviji, u Hercegovini, na planini Čvrsnici. Ovde ona zauzima veće visine nego na severu (od 1400 m do 1900 m), a konstatovana je isključivo u četinarskim šumama, kao na lokalitetima na severu. Ovde živi u plitkim zemljишima.

Na Čvrsnici je ova vrsta konstatovana u novembru, a njene populacije u to doba su bile brojne (naročito na visini od 1900 m n. v. gde je prosečna gustina 20 jedinki na 1000 cm³ zemlje).

Tetraganthella bosnia Palissa et Ž i v a d i n o v ić, 1974.

Rasprostranjenje Jugoslavije: (Bosna, Livanjsko i Glamočko polje)

Lokaliteti:

Livanjsko polje, Šormazi, cc 720 m n. v. ravno, *Molinio-Lathyretum caricetosum paniceae* Rt-St, močvarno glejno zemljишte sa procesima zatresećivanja, polutresetno tlo;

Livanjsko polje, Kazanci, cc 720 m n. v. ravno, *Molinio-Lathyretum panicea-salicetosum rosmarinifoliae* Rt-St, močvarno glejno zemljište;

Livanjsko polje, Sajkovići, cc 720 m n. v. ravno, *Genisto elatae-Quercetum roboris* Horv;

Livanjsko polje, Buško blato, cc 720 m n. v. ravno, *Molinio-Lathyretum caricetosum paniceae* Rt.—St, jako plitko tršetno tlo;

Livanjsko polje, Buško blato, cc 700 m n. v. ravno, *Molinio-Lathyretum pannonicum seratuletosum lycopifoliae* Rt—St.

T. bosnia je nađena samo u tlu kraških polja dinarskog masiva (Živadić, 1971). Sa lokaliteta u Livanjskom polju je i opisana (Palissa et Živadić, 1974).

U oba polja nastanjuje higrofilne livadske asocijacije *Molinio-Lathyretum pannonicae* i *Caricetum elatae* sveze *Magnocaricion*. Tlo je na svim lokalitetima, gde je ova vrsta nađena, tresetno i močvarno glejno.

T. bosnia nije česta u asocijacijama Livanjskog i Glamočkog polja, ali na staništima gde je nađena dostiže visoku frekventnost od + do 4 (Živadić, 1972). Nađena je preko cele godine a maksimum brojnosti je zabeležen u *Caricetum elatae* u oktobru i novembru a u *Molinio-Lathyretum*, u zavisnosti od subasocijacija, na pojedinim lokalitetima dostiže dva maksimuma brojnosti, jedan u julu i avgustu, a drugi u oktobru i novembru.

Tetracanthella hygropetrica Cassagne, 1954

Rasprostranjenje: Pirineji, Španija, Portugalija, Italijanski Alpi i Jugoslavije (Srbija)

Lokalitet:

Srbija, Tara, Crveni potok mešovita sastojina *Alnus glutinosa*, *Picea excelsa*, *Abies alba* i *Picea omorica*.

T. hygropetrica je konstatovana samo u južnim delovima Evrope (R. Dallai, 1969 i Selga, 1966 itd). Kod nas je vrstu prva konstatovala Kolestin (Neobjavljeni podaci) na planini Tari. To je ujedno prvi nalaz na Balkanskom poluostrvu.

Ispitujući uzastopne faze degradacije drveta, Kolestin je ustanovila da ova vrsta ne živi na drvetu u inicijalnim stadijima raspadanja drveta i završnim stadijima već u srednjim. Kako je ona označila, od ukupno deset faza *T. hygropetrica* se javlja od V—VIII stadija.

Iz ove analize vrsta roda *Teracanthella*, koje žive u Jugoslaviji, vidi se da su od ukupno 11 vrsta četiri vrste endemne sa širim ili užim arealom: *T. intermedia* endem Maglića, *T. specifica* endem Varde, *T. bosnia* endem Livanjskog i Glamočkog polja i *T. brevem-podialis* rasprostranjen u tlu više bosanskih planina — Igman, Ozren, Zelengora, Maglić kraška polja. *T. intermedia*, *T. specifica*

i *T. brevempodialis* su planinske vrste koje žive uglavnom iznad 1000 m n. v. *T. bosnica* je vrsta kraških polja koja dostiže visinu do 900 m n. v. odnosno od 700—900 m.

Pored tri endemične vrste koje smo označili kao čisto planinske vrste, u našoj zemlji žive i sledeće planinske vrste roda *Tetra- canthella* koje imaju šire rasprostranjenje u Evropi: *T. pyrenaica*, *T. stachi*, *T. montana*, *T. hygropetrica* i *T. transsylvaniaica*. One su nađene van naše zemlje na Alpima, Karpatima, Pirinejima, na Italijanskim dolomitima itd. Kod nas one žive na području Alpa ili srednjih Dinarida.

U našoj zemlji je konstatovana još jedna vrsta roda *Tetra- canthella* poznata van naše zemlje kao mediteranski elemenat. To je *T. tuberculata*, do sada nađena na italijanskim ostrvima i u južnoj Francuskoj a kod nas je ograničena na južni deo jadranske obale.

Iz detaljne analize vidi se da većina vrsta roda *Tetra- canthella* koje su nađene u Jugoslaviji živi u šumskim zemljištima. Jedino *T. brevempodialis* i *T. pyrenaica* su nađene i na planinskim rudinama ali i one su češće u šumskim zajednicama. *T. bosnia* je isključivo stanovnik higrofilnih livada.

Analizirajući zemljišta u kojima su vrste konstatovane moglo se zaključiti da one žive uglavnom u rendzinama i crnicama ili plitkim smedjim zemljištima i plitkim tresetnim zemljištima. Podloga je obično krečnjak. Izuzetak čini *T. intermedia*, koja živi uglavnom u dubljim zemljištima, izrazito kiselim i *T. bosnia* u tresetnim i močvarno glejnim tlima.

Vrste roda *Tetra- canthella* se javljaju obično pojedinačno, međutim, neke vrste na određenim lokalitetima dostižu veliku brojnost, kao na primer *T. montana*, koju je Červek (1968) našao na mrazištu u vrtači Smrekove drage i *T. bosnica* koja je na nekim lokalitetima na Livanjskom polju dostizala veliku brojnost.

ZAKLJUČCI

U Jugoslaviji živi 11 vrsta roda *Tetra- canthella*. Četiri vrste su endemične a sedam vrsta ima šire rasprostranjenje i van Jugoslavije. Ukupno je konstatovano devet planinskih vrsta. Jedna vrsta je mediteranska.

Vrste roda *Tetra- canthella* koje žive u Jugoslaviji su šumski stanovnici (sa izuzetkom *T. bosnica* koja živi isključivo u tlu higrofilnih livada). One su pretežno stanovnici plitkih zemljišta (sa izuzetkom *T. intermedia* i *T. bosnica*). Po pravilu javljaju se pojedinačno, izuzev vrsta. *T. bosnia* i *T. montana*.

SUMMARY

Elven species of the genus *Tetraclantha* (*T. brevempodialis*, Gisin, 1961, *T. intermedia* Palissa, 1967, *T. specifica* Palissa, 1967, *T. pyrenaica* Cassagnau, 1953, *T. hygropetrica* Cassagnau, 1954, *T. tuberculata* Cassagnau, 1954, *T. transylvanica* Cassagnau, 1959, *T. pilosa* Schött, 1891, *T. montana* Stach, 1947, *T. stachi* Cassalnau, 1959, *T. bosnia* Palissa et Živadinović, 1974.) have been bound in Yugoslavia so far. Their distribution has been studied in relation to the plant community, altitude, physical-chemical properties of soil and some other ecological factors. It is stressed in the paper that there are still too few data on the species found in all the parts of Yugoslavia and on the characteristic of the localities where the species were found. Therefore this parper should be considered as a preliminary one in this field of investigation.

The species of the genus *Tetraclantha* which live in Yugoslavia have a lot of commen features, but they differ mutually in many aspects, and therefore the parper contains the analysis of all the 11 species of the genus *Tetraclantha*. This analysis show that of the 11 species, four are endemics with a wider or a narrower areal: *T. intermedia*, endemic of Maglić, *T. specifica* endemic of Varda, *T. bosnia*, endemic of Livanjsko and Glamočko polje and *T. brevempodialis*, inhabiting soil of several Bosnian neuntains — Igman, Bjelašnica, Ozren, Zelengora, Maglić, karst fields. *T. intermedia*, *T. specifica* and *T. brevempodialis* are mountain specie living mostly above 1000 m. above the sea level. *T. bosnia* is a species of karst fields living at alpitutes up to 900 m. i. e. 700—900 m.

Together with the three endemic species which we marked as the purely mountain species, the following mountain species of the genus *Tetraclantha* live in Jugoslavia, which are also spread in Europe: *T. pyrenaica*, *T. stachi*, *T. montana*, *T. hygropetrica* and *T. transylvanica*. They were found out of Jugoslavia, in the Alps, Carpathian Mountains, the Pyrenees, the Italian Dolomites etc. In Jugoslavia they live in the region of the Alps or Middle Dinarids. In Ygoslavia was found another species of the genus *Tetraclantha*, wich is known in Europe as a Mediterranean element. That is *T. tuberculata*, found only on some Italian islands and in the southern France, and in Ygoslavia it is limited to the southern part of the Adriatic Coast.

The detailed analysis of the species shows that the majority of the species of the genus *Tetraclantha* which were found in Jugoslavia, live in forest soils. Only *T. brevempodialis* and *T. pyrenaica* were also found in mountain meadows, but they are more frequent in forest communities. *T. bosnica* is solely an inhabitant of hygrofile medows.

Analaysing the soils in which the species were found, it was possible to conclude that they live mostly in rendzine and kalkmen-
alosol or shallow kalkokambisol and shallow peat soils. Substratum
is usually of limestone. The exceptaons are *T. intermedia*, which
lives mostly in deeper soils, highly acidic, and *T. bosnia*, living in
peat and marshy gley soils.

LITERATURA

- Bogojević, J. (1972/73): Prilog poznavanju faune *Collembola* na planini Šari i Ošljaku — GZM. XI — XII, Sarajevo.
- Cassagnau, P. (1959): Contribution a la connaissance du genre *Tetracanthella* Schötz, 1891. — Nem Mus. Nat. Hist. nat, XVI fasc. 7 Paris.
- Dallai, R. (1968): Ricerche sui *Collemboli* III. Nuovi reperti sull' Isola d' Ischia. Atti dell' Accademia dei Fisioc. XIII/XVII. Redia, vol. LI.
- Dallai, R. (1969): Ricerche sui *Collemboli* VI. Le isole di Capraia e di Pianosa. — Redia, vol. LI.
- Gama, M. M. Da (1964): *Colembolos* de Portugal Continental. — Mem. Est. Mus. zool. Univ. Coimbra, 92.
- Gisin, H. (1961): Sieben neue Arten von *Collembola* aus Bosnien und Wiederbeschreibung von *Onychiurus serratotuberculatus* Stach. — Godišnjak Biol. inst. Univ. XIV. Sarajevo.
- Červek, S. (1968): Mrazišče Unska Koliševka in njeni *Collembola*. — Biol. Vesnik, XVI, Ljubljana.
- Haybach, G. (1959): Über die Collembolenfauna verschiedener Waldböden. — Verh. d. Zool. — Botan. Gesells. in Wien, 98, Wien.
- Nosek, (1967): The investigation on the Apterygotan fauna of the Low Tatras. — Acta Univ. Carol. Biol. 5/6. Praha.
- Pagliarini, N. (1971): Prilog poznavanju faune *Collembola* u tlu kultivirane zajednice u Kostreni (Kvarner). — GZM, X, Sarajevo.
- Palissa, A. (1967): Über einige neue Collembolenarten aus Jugoslavien. — Dtch. Ent. Z. N. F. XV (4/5).
- Palissa et Živadinović (1974): Beiträge zur Collembolenfauna Jugoslawiens (I). — Dtsch. Ent. 2. N. F. 21, IV—V.
- Poinson, N. (1972): Étude systématique et écologique des *Collemboles*, *Isotomidae* de Provence. — Ann. Soc. ent. Fr. (N. S.) 8 (3).
- Rusek, J. (1957): Beitrag zur Kenntnis der Apterygotenfauna Süd-Böhmmes. Čas. Narod. musea, Brno.
- Selga, D. (1966): Anuroforinos de la Peninsula Ibérica (*Collembola*). — Biol. R. Soc. Espanola, Hist. Nat. (Biol.) 64.
- Selga, D. (1971): Catalogo de los *Colembolos* de la peninsula Iberica. — Rev. d. Entom. Ibericos, Madris, XXVI.
- Stach, J. (1947): The Apterygotan Fauna of Poland in Relation to the Worldfauna of this group of Insects. *Isotomidae*. — Acta monogr. Mus. Hist. natur. Krakow.
- Živadinović, J. (1963): Dinamika populacija Collembola u šumskom i livadskom tlu Igmana. — Godišnjak Biol. inst. Univ. XVI Sarajevo.
- Živadinović, J. (1967): Distribucija vrsta *Tetracanthella brevempodialis* Gisin i *Tetracanthella intermedia* Palissa (*Collembola*) na području Maglića i Zelengore. — Godišnjak Biol. inst. Univ. XX, Sarajevo.

- Živadinović, J. (1971): Fauna *Poduridae*, *Onychiuridae* i *Isotomidae* (*Colembola*) na Sinjskom, Livanjskom, Glamočkom i Kupreškom polju. — GZM, 10, Sarajevo.
- Živadinović, J. (1972): Vrste kolembola iz familija *Poduridae*, *Onychiuridae* i *Isotomidae* kao članovi biocenoza kraških polja Dinarskog masiva i dinamika njihovih populacija. — Godišnjak Biol. inst. Univ. XXV, Sarajevo.
- Živadinović, J. et al. (1970): Fauna *Collembola* na planinama Maglić, Volujak i Zelengora. — GZM, IX, Sarajevo.
- Živadinović, J. et al. (1970): Karakteristike kolembolske faune na dolomitnim i serpentinskim kompleksima u BiH. — Radovi XXXIX, Akad. nauka i umet. BiH, 11, Sarajevo.

ANĐELIJA ŽIVKOVIC

ZOOPLANKTON AKUMULACIJONIH JEZERA NA
TREBIŠNJICI
— BILEČKO I TREBINJSKO JEZERO —

ZOOPLANCTON OF THE ACCUMULATION ON THE RIVER TREBIŠNJICA
— THE LAKES OF BILEČA AND OF TREBINJE —

U V O D

Akumulaciona jezera predstavljaju posebno interesantne ekosisteme u kojima proces formiranja životnih zajednica zavisi, kako od geomorfoloških, hidrografskih i klimatskih uslova, tako i od fizičko-hemijskih i bioloških odlika vode koje snabdevaju novozgrađeni bazen.

Ako se akumulacija gradi na velikim, nizinskim, tekućim vodama u kojima su životne zajednice dobro razvijene, pa i zooplankton, onda promene koje nastaju nisu tako izrazito velike. Obično u takvim akumulacijama sastav i produkcija zooplanktona pretrpljuju manje ili veće promene zavisno od fizičko-hemijskih odlika vode. Iščezavaju najčešće vrste koje ne mogu da se prilagode jezerskim uslovima, dok se razvijaju dobro one vrste kojima takvi uslovi više odgovaraju. Na primer, Đerdapsko jezero pripada ovoj grupi akumulacija.

Međutim, ako se akumulacija snabdeva pretežno izvorskim i planinskim vodama u kojima su zooplanktonske vrste retke, ili ih nema, tada se proces formiranja zooplanktona odvija drugačije i traje duže nego u akumulacionim jezerima prvoga tipa. Putevi naseljavanja vrsta su vrlo različiti pa je zbog toga potreban duži vremenski period da bi se obrazovala potpunija zooplanktonска zajedinica, odnosno zajednica u kojoj bi sve grupe — *Protozoa*, *Rotatoria*, *Cladocera* i *Copepoda* — bile zastupljene sa više vrsta. Ovoj grupi pripale bi akumulacije na Trebišnjici — Bilečko i Trebinjsko jezero — čija istraživanja imala su za cilj da u sezonskim intervalima u dve uzastopne godine (1969 i 1970) prate promene u sastavu i produkciji zooplanktona, kao i u horizontalnoj i vertikalnoj distribuciji vrsta u zavisnosti od ekoloških faktora (temperaturu, gasove i dr.).

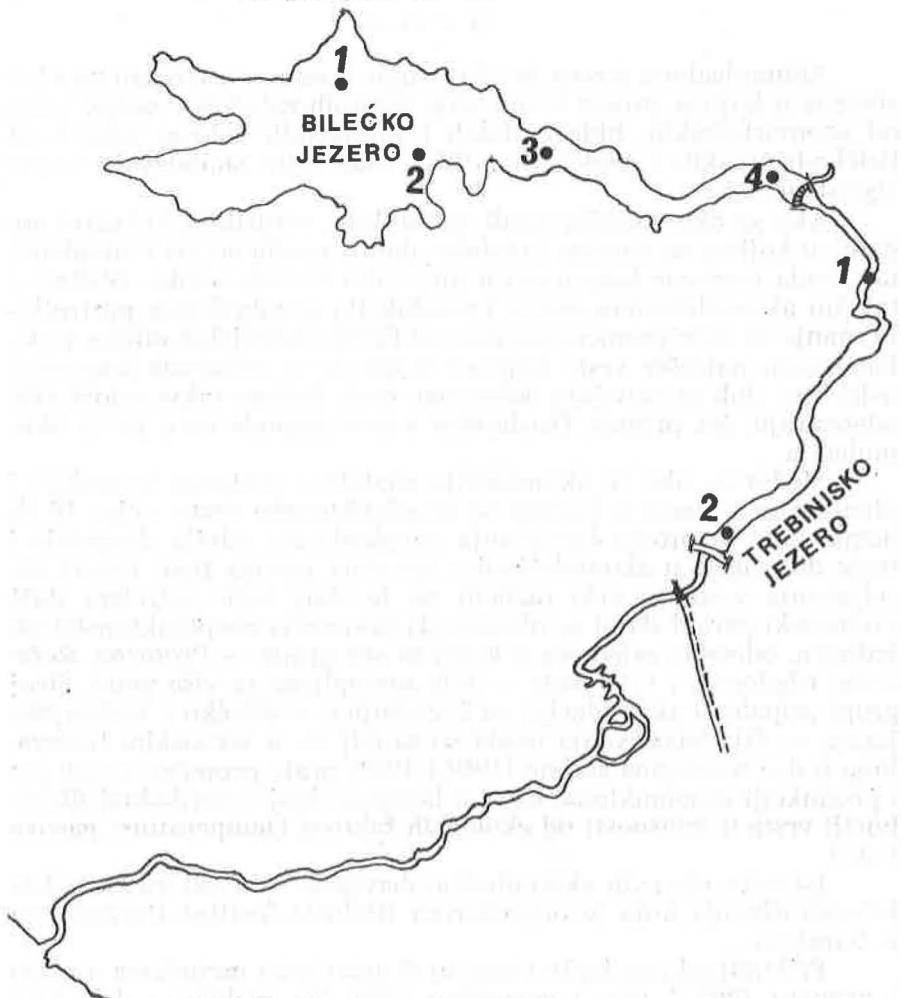
Istraživanja ovih akumulacija obavljena su u okviru limnoloških istraživanja koja je organizovao Biološki institut Univerziteta u Sarajevu.

Prikupljanja proba izvršena su standardnim metodama u maju i avgustu 1969, i julu i novembru 1970. Na različitim delovima prostranog Bilečkog jezera fiksirane su 4 tačke, čiji su lokalni nazivi: Miruše — tačka 1, Orah — tačka 2, Crvena stena — tačka 3, Seluše ispred brane Grančarevo — tačka 4 (Sl. 1). Kvantitativne

probe uzete su Fridingerovom — bocom od 1 lit. vode u vertikalnoj seriji na svakih 5 m ili 10 m dubine od površine do dna. Sadržaj ovih proba brojan je u celini.

U drugoj, Trebinjskoj akumulaciji proba su prikupljane na isti način ali samo sa 2 tačke pod nazivom: Lastva — tačka 1 i Arslanagića most — tačka 2.

Uporedo sa prikupljanjem proba planktona vršena su merenja temperature vode i analizirani su gasovi O_2 i CO_2 na svakih 5—10 m dubine od površine do dna.



Sl. 1. Situacioni plan akumulacionih jezera na Trebišnjici Bilećko (tač. 1—4) i Trebinjsko jezero (tač. 1—2).

The topographic chart of the accumulation lakes on Trebišnjica — bilećko (points 1—4) and Trebinjsko (points 1—2).

Geomorfološke, hidrografske, klimatske i fizičko-hemijske odlike

Na reci Trebišnjici, najvećoj jugoslavenskoj ponornici, izgrađene su dve akumulacije: Bileća i Trebinje sa branama Grančarevo i Gorica, čije su hidroelektrane puštene u rad 1967. i 1965. Akumulacije su udaljene oko 50 km odnosno 20 km od Jadranskog mora.

Gornje, Bilećko jezero leži na oko 330 m n. m, drugo je 17 km, a proteže se od izvorišnog dela reke Trebišnjice pa do lučne brane Grančarevo. Po prostranstvu zahvata celo Bilećko polje 640 ha kao i jedan suženi, kanjonasti deo rečnog toka u kome je izgrađena brana (Sl. 1.). Na gornjem proširenom delu jezera (tač. 1—2) dubina pri višem vodostaju dostiže i do 20 m dok je kod brane 2—3 puta veća. Jezero se za sada snabdeva vodom preko više karsnih vrela i može da akumulira 1280 h m³ vode.

Donje, Trebinjsko ili kompezaciono jezero, sa branom »Gorica« nalazi se na oko 270 m n. m, dugo je 15 km i znatno pliće (6—20 m), a pošto ispunjava kanjonasti deo toka Trebišnjice ima izgled reke. (Sl. 1.). Ovo jezero snabdeva se dubinskom vodom iz Bilećkog jezera i pritokom Lastva, tako da akumulira svega 15,2 h m³ vode.

Područje akumulacionih jezera pripada mediteranskom karstu čije podneblje ima odlike subtropske klime. U jednogodišnjem ciklusu izdvajaju se dva perioda: kišni, koji traje od kasne jeseni do sredine proljeća i u kome srednja količina padavina iznosi oko 1750 mm, i drugi sušni ili aridni, koji se odlukuje minimumom padavina i visokim temperaturama vazduha, naročito u letnjem periodu.

Srednja godišnja temperatura vazduha za period 1931—1960. iznosi 12°C, a srednja godišnja amplituda temperature vazduha 20°C, dok je broj lednih dana jednak 0.

Zbog ovakvih klimatskih uslova akumulaciona jezera podležu velikim kolebanjima vodostaja tokom godišnjeg ciklusa i to naročito gornje Bilećko jezero, koje u kišnom periodu akumulira velike količine vode.

Padavine, koje uslovjavaju nivo vode u akumulaciji, a istovremeno spiranjem terena unose hranljive soli pa i organske materije u jezero, su značajan faktor.

Visoke temperature vazduha, naročito u letnjem periodu, utiču na povećanje isparenja jezerske vode što se odražava na vodostaj a ima uticaja i na okolinu ovih jezera.

U ispitivanim momentima 1969. i 1970. godine u Bilećkom jezeru temperature površinske vode varirale su od 10,4—24°C a pri dnu od 9,5—20°C. Tokom leta dolazi do termičke stratifikacije samo na najdubljim delovima jezera (tač. 4), gde su jasno izdvojene termičke zone: epi-, meta- i hipolimnion. Termički gradijent iznosi oko 10°C (Tab. 2). Istovremeno, na plićim delovima jezera (oko

20 m), voda je slabo stratifikovana jer termički gradijent iznosi svega oko 4°C . Tab. 1). Pojava potpune cirkulacije konstatovana je u novemburu samo na najdubljoj tački 4. (Tab. 1).

U Trebinjskom jezeru, koje se snabdeva hladnom, dubinskom vodom iz Bilećkog jezera ne postoji termička stratifikacija. Temperatura vode je manje više uniformna od površine do dna i srazmerno niska, $10\text{--}14,1^{\circ}\text{C}$ tokom cele godine. (Tab. 3).

U ovim jezerima konstatovane su dovoljne količine rastvorenog kiseonika u svim slojevima vode. U Bilećkom jezeru indeks zasićenosti varira na površini od $84,60\text{--}126,79\%$ O_2 a pri dnu od $61,93\text{--}108,49\%$ O_2 .

Od posebnog je značaja istaći da se u avgustu (1969) na tački 1 i 2 maksimum zasićenosti javlja na 5 i 10 m dubine ($105,11\%$ —

Tab. 1. Sezonski raspored temperature vode i sadržaja kiseonika u Bilećkom jezeru.

Seasonal distribution of the water temperature and the oxygen content in the Lake Bileća.

Tačka 1. Point 1.		Dubina Deep/m	$^{\circ}\text{C}$ vode water $^{\circ}\text{C}$	O_2 %
Datum 10. 5. 1969 Date	1	14,6	133,25	
	5	14,2	126,84	
	10	14,1	84,18	
	15	13,5	90,0	
	20	9,5	108,49	
,, 23. 8. 1969.	0	24,0	80,54	
	5	24,0	105,11	
	10	23,5	72,82	
	17	19,0	74,41	
Tačka 2. Point 2.		Dubina/m Deep/m	$^{\circ}\text{C}$ vode water $^{\circ}\text{C}$	O_2 %
Datum 10. 5. 1969 Date	1	14,4	136,79	
	5	14,4	104,25	
	10	14,0	118,74	
	15	13,6	117,43	
	20	13,4	133,62	
,, 23. 8. 1969	0	24,0	88,92	
	5	23,1	96,69	
	10	23,1	155,43	
	17	20,0	89,71	
,, 4. 11. 70	0	15,1	84,60	
	15	15,1	83,06	
	10	15,2	89,71	
	18	14,8	87,26	

155,43% O₂). Tab. 1. Ova pojava uslovljena je svakako položajem jezera i klimatskim prilikama. Na najdubljoj tački 4. termičku stratifikaciju prati kiseonička izražena u opadanju kiseonika od površine prema dnu. (Tab. 2).

U Trebinjskom jezeru indeks zasićenosti O₂ u većini momenata nalazi se ispod tačke zasićenosti ali se nikad ne spušta ispod 50% O₂ zasićenosti. (Tab. 3).

Kiseonički režim u ovim jezerima potvrđuje da je proces mineralizacije organskih materija veoma usporen a produkcija fitoplanktona vrlo siromašna.

Prisustvo slobodne ugljene kiseline konstatovano je u Bilećkom jezeru na tački 4. za vreme letnje stagnacije (3,2198—13,3188 mg/l). Međutim, u Trebinjskom jezeru slobodna ugljena kiselina je prisutna u čitavoj vodenoj masi od površine do dna u prilično niskim vrednostima, 1,1099—5,3477 mg/l (Tab. 3) skoro u svim momentima ispitivanja.

Tab. 2. Sezonski raspored temperature vode i sadržaja kiseonika u Bilećkom jezeru (tač. 4.).

Seasonal distribution of the water temperature and the oxygen content in the lake Bileća (Point 4.).

Tačka 4.	Dubina/m Deep/m	t°C vode water t°C	O ₂ %
Point 4.			
Datum 10. 5. 1969	1	10,4°	107,41
Date	5	10,4	117,22
	15	10,3	115,88
	25	10,0	99,27
	35	9,8	—
" 23. 8. 1969	0	23,2	92,46
	5	23,2	92,81
	10	23,0	84,61
	15	19,0	73,28
	25	19,0	59,15
	35	15,5	86,49
" 17. 7. 70	0	21,6	112,57
	5	20,9	92,99
	10	20,3	106,48
	15	19,7	—
	20	16,0	98,85
	30	12,8	91,89
	40	12,9	75,93
	45	11,65	—
" 4. 11. 70	0	15,2	88,37
	10	15,2	87,86
	20	15,2	78,40
	43	15,2	61,93

Istovetne vrednosti slobodne ugljene kiseline kao i više manje iste vrednosti kseonika u čitavoj vodenoj masi Trebinjskog jezera ne samo da su dokaz niskog intenziteta produkcije i mineralizacije, već pokazuju da trofogeni i trofolitski region nisu jasno izdvojeni.

U hemijskom pogledu prema podacima G. Petrović (1971) oba akumulaciona jezera predstavljaju gotovo čist kalcijum bikarbonatni rastvor i pripadaju kalcijum-bikarbonatnom tipu voda.

Tab. 3. Sezonski raspored temperature vode i gasova (O_2 i CO_2) u Trebinjskom jezeru.

Seasonal distribution of the water temperature and the gas content (O_2 i CO_2) in the lake Trebinjsko.

Tačka 1.		Dubina Deep (m)	$t^{\circ}C$ vode water $t^{\circ}C$	$O_2\%$	CO_2 mg/l
Point 1.					
Datum	10. 5. 69	1	10,0°	105,48	—
Date	"	2	10,0°	105,94	—
		3	10,0°	123,32	—
		4	10,0°	119,12	—
		6	10,0°	113,88	—
" 23. 8. 1969		0	11,0°	78,98	4,0360
		3	11,0°	66,16	4,0360
		7	10,05°	60,87	4,0360
" 4. 9. 1970		0	9,04°	89,59	1,1099
		3	8,14°	81,56	2,1189
		6	8,28°	82,63	2,1189

Tačka 2.		Dubina (m) Deep (m)	$t^{\circ}C$ vode water $t^{\circ}C$	O_2 %	CO_2 mg/l
Point 2.					
Datum	10. 5. 69	0	10,8°	107,05	—
Date	"	5	10,0°	109,15	—
		10	10,0°	108,79	—
		20	10,0°	127,33	—
" 23. 8. 69		0	12,2°	75,16	4,8432
		5	12,2°	71,55	4,8432
		10	12,2°	64,01	4,8432
		15,73	12,0°	63,72	4,8432
" 17. 7. 70		1	12,5°	91,95	5,0450
		5	11,0°	86,97	5,1459
		10	11,0°	82,01	5,2468
		16	11,0°	90,44	5,3477
" 4. 11. 70		0	14,1°	87,14	2,0180
		3	14,1°	85,89	2,1189
		5	14,1°	80,90	2,1189
		10	14,0°	74,85	2,1189
		20	13,5°	79,78	3,0270

Voda ovih jezera odlikuje se visokim celokupnim alkalinitetom i odgovarajućom karbonatnom tvrdoćom, kao i u izrazitom siromaštvu hranljivim solima: fosfatima, nitratima i amonijakom, čije je nedostatak uslovio primarnu oligotrofiju odnosno veoma nizak produktivitet.

Stoga je fitoplanktonska komponenta izrazito siromašnog, nedređenog cenotičkog sastava i vrlo niske produkcije (*D. Milovanović* 1971).

Bilećko jezero

Sastav i sezonski ritam zooplanktona. Bilećko jezero, koje predstavlja gornju, vrlo prostranu i duboku akumulaciju, ima, sudeći prema termičkoj i hemijskoj stratifikaciji, kao i po sastavu zooplanktona odlike jezerskih zajednica.

U prilično raznovrsnom sastavu zooplanktona učestvuje 27 vrsta *Rotatoria*, 12 vrsta *Cladocera* i 4 vrste *Copepoda* što ukupno čini 43 vrste. Međutim, u sezonskom rasporedu broj vrsta je znatno manji i varira od 18—27. (Tab. 4).

Rotatoria su zastupljene sa 15 planktonskih vrsta koje su većinom sa širokim arealom rasprostranjenja. U maju 1969 pored dominantne vrste *Polyarthra vulgaris* (prosečno 865 ind/1) česte su: *Conochilus unicornis* (154 ind/1), *Keratella quadrata* (20 ind/1), zatim *Synchaeta longipes* i *Collotheca mutabilis*.

U letnjem i jesenjem aspektu (avgust 1969 i jul i novembar 1970) preovlađuju *Synchaeta* vrste (27 ind/1), dok je gustina populacije vrsta *Polyarthra* znatno manja u odnosu na proletnji aspekt. Ostale vrste *Rotatoria* sreću se samo pojedinačno ili u malom broju primeraka (1—2 ind/1) izuzev *Asplanchna priodonata* koja postiže 1969 gustinu populacije 1—12 ind/1.

Od ukupno 12 navedenih vrsta *Cladocera* samo su 4 tipično planktonske: *Daphnia longispina*, *Bosmina longirostris*, *Diaphanosoma brachyurum* i *Chydorus sphaericus*.

Gustina populacije vrste *Daphnia longispina* je u većini momenta mala izuzev u avgustu kad se javlja maksimum u razviću ove vrste (prosečno 5 ind/1) — U istom aspektu prisustvo *Diaphanosoma brachyurum* i *Bosmina longirostris* je samo pojedinačno.

Međutim, u julu i novembru 1970, *Bosmina longirostris* je najčešća vrsta među kladocerama, dok se *Daphnia longispina* sreće samo pojedinačno, a *Diaphanosoma* nije zabeležena. Nije isključeno da između vrsta *Daphnia* i *Bosmina* postoji kompeticija, jer je slična pojava konstatovana i u Skadarskom jezeru (*Nedeljković*, 1959 i *Živković*, 1965).

Od interesa je istaći da se pored dve vrste *Cyclopida*: *Thermocyclops dybowskyi* i *Cyclops vicinus*, *vicinus*, nalazi i 1 vrsta *Diaptomida*, *Arctodiaptomus laticeps*, što predstavlja jednu od rednih pojava, jer u drugim akumulacijama na teritoriji Jugoslavije nedopjava.

Tab. 4. Sezonski raspored vrsta zooplanktona Bilećkog jezera u 1969 i 1970.
 Seasonal distribution of zooplankton species in the lake of Bileća
 in 1969 and 1970.

Species	1969		1970	
	V	VIII	VII	XI
R o t a t o r i a				
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse	X	X	X	X
<i>Ascomorpha agilis</i> Zacharias	X	X		
<i>Colurella adriatica</i> Ehrb		X		
<i>Concochilus unicornis</i> Rousselt	X		X	
<i>Collotheca mutabilis</i> Hudson	X	X	X	X
<i>Keratella quadrata</i> (O. F. Müller) " <i>cochlearis</i> (Gosse)	X		X	
<i>Lecane closterocerca</i> (Schmarda)		X	X	
" <i>subtilis</i> Harring u. Myers		X		
<i>Lepadella ovalis</i> (O. F. Müller)	X			
<i>Lophocharis oxysternon</i> (Gosse)				X
<i>Filinia longiseta</i> Ehrb.	X			
<i>Platyias quadricornis</i> (Ehrb)			X	
<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin	X	X	X	X
" <i>pseudoproloba</i>	X			
" <i>minor</i> (Voigt)	X		X	
" <i>remata</i> (Skorikov)	X		X	
<i>Ploesoma truncatum</i> (Levander)		X		X
<i>Pedalia mira</i> Hudson	X			
Rotifer sp.				X
<i>Synchaeta pectinata</i> Ehrb.		X	X	X
" <i>longipes</i> Gosse	X	X	X	X
<i>Trichocerca roussetti</i> (Voigt)		X	X	
" <i>birostris</i> (Minkwiez)				X
" <i>bidens</i> (Lucks)	X			
<i>Testudinella patina</i> (Hermann)		X	X	
" <i>mucronata</i> (Gosse)	X			
C l a d o c e r a				
<i>Alona affinis</i> Leydig			X	
" <i>intermedia</i> G. O. Sars		X	X	X
" <i>guttata</i> G. O. Sars		X	X	X
" <i>quadrangularis</i> O. F. Müller		X	X	
" <i>rectangula</i> G. O. Müller		X		
<i>Bosmina longirostris</i> O. F. Müller	X	X	X	X
<i>Ceriodaphnia pulchella</i> G. O. Sars				X
<i>Chydorus sphaericus</i> (O. F. Müller)	X	X	X	X
<i>Diaphanosoma brachyrum</i> Lièvin		X		X
<i>Daphnia longispina</i> O. F. Müller	X	X	X	X
<i>Simocephalus vetulus</i> Müller			X	X
<i>Rynchotalona rostrata</i> (Koch)				X
C o p e p o d a				
<i>Arctodiaptomus laticeps</i> (Sars)	X	X	X	
<i>Thermocyclops dybowskyi</i> (Lande)		X	X	
<i>Cyclops vicinus</i> vicinus Ulianine	X	X	X	X
<i>Macrocylops albidus</i> Jurine			X	
<i>Copepodit Cyclops</i>	X	X	X	X
<i>Nauplius</i>	X	X	X	X

staju vrste iz familije *Diaptomida* (Milovanović i Živković 1956, 1968 i Janković 1968).

Vrsta *Arctodiaptomus laticeps* konstatovana je tokom ovih istraživanja u prolećnjem i letnjem aspektu i to samo u kvalitativnim probama što dokazuje da je gustina populacije mala. Isto tako je mala gustina populacije i druge letnje vrste *Thermocyclops dybowskyi* čiji su adultni oblici zabeleženi samo u kvalitativnim probama, dok su njihovi larveni stupnjevi -*Copepodit Cyclops* i *Nauplius* brojniji pa se nalaze i u kvantitativnim probama.

Treća vrsta *Cyclops vicinus vicinus* je stalni član planktona čiji maksimum razvića pada u maju, dok se u ostalim momentima sreće pojedinačno.

Iako nema submerzne vegetacije, jer ne postoji ni litoralna zona, koja svakako nije obrazovana zbog većih oscilacija nivoa vode tokom godine, ipak u slobodnoj vodi sreću se fitofilne i benthoske vrste *Rotatoria*, *Cladocera* i *Copepoda*. (Tab. 4.).

Kvantitativni odnosi. Rezultati kvantitativnih analiza ukazuju na sezonske razlike u horizontalnoj i vertikalnoj distribuciji kao i abundanciji vrsta zooplanktona tokom ovih istraživanja.

U maju na tač. 1 i pri temperaturi vode 14°C gustina zooplanktona iznosi prosečno 1148,4 ind/l (Tab.5.). Dominiraju *Rotatoria* (1115,5 ind/l), dok je gustina populacije *Copepoda* znatno manja (32,2 ind/l), a *Cladocera* se nalaze pojedinačno (0,7 ind/l).

U istom aspektu na tač. 2, koja se takođe nalazi na proširenom delu jezera, dominiraju *Rotatoria* ali za razliku od prethodne tačke ovde je njihova brojnost manja, prosečno 608,5 ind/l, dok je brojnost *Copepoda* veća 57,3 ind/l kao i *Cladocera* 2,6 ind/l (Tab. 5.).

Copepoda su na ovoj tački zastupljene adultnim oblicima *Cyclops vicinus vicinus* 7—13 ind/l kao i larvenim stupnjevima: *Copepodit Cyclops* 9—22 ind/l i *Nauplius* 31—38 ind/l.

Ukupna srednja vrednost zooplanktona za tačke 1 i 2 iznosi u maju 908,4 ind/l što istovremeno predstavlja maksimalnu vrednost zooplanktona zabeleženu tokom ovih istraživanja (Tab. 6.). Dominiraju *Rotatoria* 862,1 ind/l, dok *Copepoda* (44,7 ind/l) i *Cladocera* (1,2 ind/l) i pored znatno manje brojnosti čine osnovu biomase zooplanktona.

U avgustu iste godine pri temperaturi vode od 24°C došlo je na svim tačkama do pada u gustini zooplanktona u odnosu na prolećni aspekt. *Rotatoria* predstavljaju dominantnu grupu zastupljenu prosečno sa 49,2 ind/l, dok je gustina populacije *Cladocera* i *Copepoda* znatno manja i iznosi 3,5 ind/l odnosno 3,0 ind/l (Tab. 6). Ali, zahvaljujući prisustvu vrste *Daphnia longispina* i larvenog stupnja *Copepodit Cyclops* biomasa u ovom momentu nije neznatna iako je ukupna brojnost zooplanktona srazmerno mala (55,7 ind/l).

U julu 1970, pri temperaturi vode od $21,6^{\circ}\text{C}$ gustina zooplanktona je na dubokom i suženom delu jezera, odnosno na tačkama 3. i

Tab. 5. Prosečne numeričke vrednosti zooplanktona u akumulaciji »Bilećko jezero« 1969 i 1970.
 Mean numerical values of zooplankton in the accumulation lake »Bileća« 1969 and 1970.

Zooplanktonske grupe	Datum Date	V	1969				1970				XI				
			1	2	1	2	3	4	3	4					
Zooplankton groups	Tačke Points														
Rotatorica			1115,5	608,5	89,9	42	5,8	59,1	16,1	4	229,3	35	21,2	3,4	Ind/1
Cladocera			0,7	2,6	2,7	3,2	0,5	7,6	7	0,3	6	11	6,2	2,8	"
Copepoda			32,2	57,3	2,2	5,5	2,1	3,5	0,8	0	0	0,5	0	0,6	"
Ukupno ind/1 lit. Total Ind/1 "			1148,4	668,4	94,8	49,7	8,4	70,2	23,9	10,3	235,3	46,5	27,4	6,8	"

4. vrlo mala, iznosi prosečno 23,9 ind/l odnosno 10,4 ind/l (Tab. 5.). Najčešće *Rotatoria* u ovom aspektu su *Synchaeta*-vrste (*S. longipes* i *S. pectinata*) a od *Cladocera* *Bosmina longirostris* dok su *Copepoda* retke. Prema tome, ukupna srednja vrednost *Rotatoria* iznosi za obe tačke 10 ind/l, *Cladocera* 6,6 ind/l, *Copepoda* 0,4 ind/l a ukupna srednja vrednost zooplanktona 17,0 ind/l, što istovremeno predstavlja najnižu vrednost zabeleženu tokom ovih istraživanja (Tab. 6.).

Treba istaći da je u novembru iste godine pri temperaturi vode od 15,2°C sastav zooplanktona ostao manje više isti. Pored *Synchaeta* vrsta česte su i vrste *Polyarthra pseudoproloba* i *Trichocerca bicornis* a od *Cladocera* ostaje i dalje kao najčešći oblik *Bosmina longirostris*, dok su *Copepoda* retke isto kao i u prethodnom momentu istraživanja.

I u ovom aspektu konstatovane su vidne horizontalne razlike u količini zooplanktona između tačaka. Najviše prosečne numeričke vrednosti zooplanktona zabeležene su na tački 1. (235,5 ind/l) a najniže na tački 4. (6,8 ind/l), dok ukupna srednja vrednost iznosi 79,0 ind/l. I u ovom momentu *Rotatoria* čine vodeću grupu čija gustina varira od 3,4 ind/l do 229,3 ind/l, *Cladocera* od 2,0 ind/l do 11 ind/l, dok su *Copepoda* retke (Tab. 5.).

Iz izloženih podataka se vidi da maksimum produkcije zooplanktona pada u maju 1969., a minimum u julu 1970 (Tab. 6.). Sudeći prema sastavu i produkciji zooplanktona Bilećko jezero može da se okarakteriše u trofičkom pogledu kao izrazito oligotrofno, jer zooplankton predstavlja jedinu i osnovnu komponentu planktona.

Tab. 6. Prosečne numeričke vrednosti zooplanktona u akumulaciji »Bilećko jezero« 1969 i 1970.

Mean numerical values of zooplankton in the accumulation lake »Bileća« 1969 and 1970.

Zooplankton	Datum Date	V	1969		1970		Ind/l
			VIII	VII	XI		
Rotatoria		862,1	49,2	10	72,3	"	
Cladocera		1,6	3,5	6,6	6,5	"	
Copepoda		44,7	3,0	0,4	0,2	"	
Ukupno ind/l. lit.		908,4	55,7	17	79,0	"	
Total Ind/l.	"						

Horizontalna i vertikalna distribucija. Kako je već u prethodnom izlaganju istaknuto, u prostranom Bilećkom jezeru postoji prilične razlike u horizontalnoj distribuciji zooplanktona. Konstatovano je da gustina zooplanktona opada od centralnog, proširenog dela jezera prema brani odnosno prema suženom, dubljem delu jezera. Tako su ukupne prosečne numeričke vrednosti zooplank-

tona na tačkama 1 i 2 varirale u različitim momentima ispitivanja od 46,5 ind/1 do 1148,4 ind/1, a na tačkama 3. i 4. koje su fiksirane na dubljem delu jezera, kretale su se od 6,8 ind/1 do 72,2 ind/1 (Tab. 5.).

Postavlja se pitanje, koji su to faktori koji uslovjavaju takve razlike u horizontalnoj distribuciji zooplanktona. Nije isključeno da u proširenom delu jezera, koje zahvata nekadašnje, prostrano Bilećko polje, postoji na dnu više organskog detritusa kao i bakterija, pa prema tome i više uslova za ishranu zooplanktona.

Prisustvo dovoljnih količina O_2 u svim slojevima vode od površine do dna doprinose manje-više ravnomernoj vertikalnoj distribuciji zooplanktona u svim sezonomama. Jedino u letnjem aspektu na tač. 1. i 2. konstatovano je izvesno povećanje brojnosti *Rotatoria* u svim slojevima vode 0—5 m kao i postepeno opadanje njihove brojnosti prema dnu.

Trebinjsko jezero

Sastav i sezonski ritam zooplanktona. Druga akumulacija na Trebišnjici »Trebinjsko jezero« razlikuje se od gornje akumulacije »Bileško jezero« ne samo po fizičko-hemijskom svojstvu vode nego i po sastavu i produkcij zooplanktona.

Tokom ovih istraživanja zabeleženo je 18 vrsta *Rotatoria*, 7 vrsta *Cladocera* i 4 vrste *Copepoda*, ukupno 29 vrsta. (Tab. 7.). Većina zabeleženih vrsta su fitofilni i bentoski predstavnici čije je prisustvo u planktonu slučajno, dok je broj tipično planktonskih vrsta srazmerno mali (11 vrsta).

Posebno treba istaći da su *Rotatoria* retke ili samo pojedinačne. Jedina planktonska vrsta *Polyarthra vulgaris*, čija je gustina populacije vrlo mala 1—2 ind/1, sreće se u svim momentima istraživanja.

Svakako da je i odsutnost krupnih vrsta *Cladocera* i *Copepoda*-*Diaphanosoma brachyurum*, *Thermocyclops dybowskyi*, *Arctodiatus laticeps*, -- uslovljeno niskim temperaturama vode, i to u letnjem periodu. Nije isključeno da i prisustvo ugljene kiseline CO_2 u svim slojevima vode isto tako jedan od ograničavajućih faktora koji utiče na opstanak i razviće vrsta. Pri tome treba imati u vidu da su i izvori ishrane zooplanktonskih vrsta vrlo oskudni jer je produkcija fitoplanktona vrlo niska, a količina organskog detritusa srazmerno mala, pošto u ovom jezeru nema submerzne vegetacije koja bi doprinela povećanju organskog detritusa.

Kvantitativni odnosi. Iz apsolutnih i prosečnih numeričkih vrednosti se vidi da je u svim momentima ispitivanja i na svim tačkama gustina zooplanktona vrlo mala.

U maju 1969. gustina populacija *Rotatoria* i *Copepoda* na tač. 1. iznosila je 3—4 ind/1, a *Cladocera* 1 ind/1, dok su na tački 2. *Rotatoria* i *Cladocera* nalazile u minimalnom broju 1 ind/1 a *Copepoda* 3—7 ind/1.

U avgustu 1969. gustina populacija svih grupa je približno ista. *Rotatoria* su zastupljene sa 1—3 ind/1, *Cladocera* 1—5 ind/1 kao i *Copepoda* (3 — 10 ind/l) čiji je jedini predstavnik larveni stupanj *Nauplius*.

U julu 1970, kao i u avgustu 1969, gustina zooplanktona je vrlo mala. Brojnost *Rotatoria* se kreće između 1—3 ind/l, *Cladocera* 1—2 ind/l a *Copepoda* 2 ind/l.

Iste godine u novemburu dominiraju *Cladocera* odnosno vrsta *Bosmina longirostris* koja u tom momentu predstavlja vodeći oblik.

Od planktonskih vrsta *Cladocera* *Daphnia longispina* i *Chydorus sphaericus*, i pored male gustine svojih populacija, su stalni

Tab. 7. Sezonski raspored vrsta zooplanktona Trebinjskog jezera u 1969 i 1970 godini.

Seasonal distribution of zooplankton species in the lake of Trebinjsko in 1969 and 1970.

	V	VIII	VII	XI
	1969			
	1970			
R o t a t o r i c a				
Ascomorpha agilis Zacharias				X
Conochilus unicornis Rousselet	X	X		
Collotheca spp.				X
Euchlanis dilatata Ehrb.		X	X	
" deflexa Gosse		X	X	
" calpidia (Myers)	X	X		
Keratella quadrata (O. F. Müller)	X		X	
" cochlearis (Gosse)	X			
Lecane luna (O. F. Müller)	X		X	X
" lunaris (Ehrb.)	X		X	
" flexilis (Gosse)		X		
Pompholyx sulcata Hudson	X			X
Polyarthra vulgaris Carlin	X	X	X	X
Trichotria tetractis (Ehrb.)	X		X	
Trichocerca longiseta (Schrank)		X		X
Synchaeta pectinata Ehrb.				X
Rotifer sp.	X	X		X
C l a d o c e r a				
Alona guttata G. O. Sars			X	X
" quadrangularis O. F. Müller	X	X		
Bosmina longirostris O. F. Müller			X	X
Daphnia longispina O. F. Müller	X	X	X	X
Legydia leydigii (Schoedler)			X	
Rynchotalona rostrata (Koch)				X
C o p e p o d a				
Cyclops vicinus vicinus Ulianin	X	X	X	X
Diacylops bicuspidatus (Claus)				X
Macrocylops albidus Jurine				X
Megacyclops viridis Jurine			X	
Copepodit Cylops	X	X	X	X
Nauplius	X	X	X	X

članovi zooplanktona, dok se *Bosmina longirostris* javlja povremeno. Tako u ispitivanim momentima 1969, nije zabeležena, međutim, u julu, a naročito u novembru 1970., gustina populacije *Bosmina longirostris* je znatna u odnosu na druge vrste. U tom momentu ova vrsta predstavlja vodeći oblik sa prosečno 7 ind/1.

Copepoda su zastupljene isključivo larvenim stupnjevima: *Copepodit Cyclops* i *Naplius*. Jedina planktonska vrsta *Cyclops vicinus vicinus*, zbog male gustine, konstatovana je samo u kvalitativnim probama.

Od interesa je istaći da u zooplanktonu Trebinjskog jezera nije zabeleženo prisustvo planktonskih vrsta, *Arctodiaptomus laticeps*, *Thermocyclops dybowskyi*, zatim *Diaphanosoma brachyrum*, kao i nekoliko vrsta *Rotatoria*; *Asplanchna priodonta*, *Filinia longiseta*, *Ploesoma truncatum*, *Pedalia mira*, *Trichocerca birostris* i dr. (Tab. 4.) koje se inače nalaze u planktonu Bilećkog jezera. Ove izrazite razlike u sastavu zooplanktona između Bilećkog i Trebinjskog jezera uslovljene su razlikama u fizičko-hemijskom svojstvu vode.

Trebinjsko jezero, koje se snabdeva vodom iz donjih slojeva Bilećkog jezera, ima tokom cele godine nisku temperaturu vode koja u letnjim mesecima ne prelazi 15°C. To je svakako jedan od ograničavajućih faktora koji utiče kako na sastav tako i na dinamiku razvića zooplanktona, a posebno na razviće *Rotatoria*. Većina vrsta *Rotatoria* zahteva topliju vodu, a samo mali broj vrsta prilagođen je na niže temperature vode. Zbog nepovoljnih termičkih uslova *Rotatoria* su u Trebinjskom jezeru zastupljene malim brojem vrsta čije su gustine populacija nalaze uvek u minimumu. Ostale grupe, *Rotatoria* (1—3 ind/1) i *Copepoda* (1—10 ind/1), nalaze se u približno istim kvantitativnim odnosima, kao i u prethodnim aspektima.

Prema tome, prosečne numeričke vrednosti *Rotatoria* variraju u ispitivanim momentima od 1,1—1,4 ind/1, *Cladocera* od 0,3 do 7,2 ind/1 a *Copepoda* od 0,5 do 4,7 ind/1 (Tab. 8).

Kako se iz ovih uporednih podataka vidi *Cladocera* postižu u novembru 1970. prosečno najveću gustinu populacije 7,2 ind/1 a *Copepoda* od 0,5 do 4,7 ind/1 u avgustu 1969. Treba istaći da su *Rotatoria* po gustini svojih populacija najsirošašnija grupa sa 1,2—1,4 ind/1 što istovremeno može da ukaže i na određen stupanj trofije ovog jezera.

Rezimirajući rezultate ovih istraživanja dolazimo do zaključka da je sastav zooplanktona vrlo siromašan a ukupna produkcija vrlo mala — 2,4—10,8 ind/1. Ako pritom uzmemu u obzir da je i proizvod fitoplanktona vrlo niska, onda se ovo jezero može u trofičnom pogledu da okarakteriše kao izrazito oligotrofno.

Svakako da je ovako izrazitu oligotrofiju uslovio čitav niz fizičko-hemijskih pa i biotičkih faktora od kojih smatramo primarnim nisku temperaturu vode tokom cele godine, čiji se uticaj

morao negativno da odrazi ne samo na sastav planktona i produkciju nego i na celokupni metamobilizam u jezeru. Zbog nedostatka hranljivih soli (fosfata i nitrata) nije došlo do razvića fitoplanktona, kao ni do većeg razvoja bakterija čija bi aktivnost doprinela degradaciji organskih materija. Ali treba istaći da je zbog niske producije planktona i odsutnosti litoralne submerzne vegetacije količina organiskih materija mala, a ukoliko i postoji, njen proces mineralizacije je usporen zbog niskih temperatura vode.

Nije isključeno da i stalno prisustvo ugljene kiseline u vodi ima izvesnog uticaja na sastav zooplanktona - naročito na sastav *Rotatoria*. Jer mali broj vrsta u jednoj zajednici ukazuje na nepovoljne ekološke uslove na koje ne mogu da se prilagode mnoge vrste, već samo jedan ograničeni broj.

Posmatrano u celini, Trebinjsko jezero se bitno razlikuje od drugih akumulacija kako po termičkom i hemijskom rezimu tako i po produciji planktona koji je vrlo siromašan.

Horizontalna i vertikalna distribucija. U Trebinjskom jezeru nisu konstatovane neke bitne razlike u horizontalnoj distribuciji zooplanktona kako je to slučaj u Bilećkom jezeru. Jedino je u novembru 1970, gustina populacije *Bosmina longirostris* bila nešto veća na tački 2.

Ni u pogledu vertikalne distribucije zooplanktona nisu zapazene vidnije razlike između površinskih i dubljih slojeva vode. Svakako da su uniformna temperatura vode i gasova doprineli manje više ravnomernoj raspodeli zooplanktona. Tokom ovih istraživanja zabeleženo je samo u novembru 1970. neznatno povećanje gustine populacije *Bosmina longirostris* i larvenih stupnjeva *Copepoda* pri dnu (20 m) na tački 2.

Zaključci

Rezultati sezonskih istraživanja zooplanktona u akumulacijama -Bilećko i Trebinjsko jezero- izgrađenim na reci Trebišnjici nameću nekoliko opštih zaključaka:

Tab. 8. Prosečne numeričke vrednosti zooplanktona u akumulaciji »Trebinjsko jezero« u 1969 i 1970.

Mean numerical values of zooplankton in the accumulation lake Trebinjsko 1969 and 1970.

Zooplankton	Datum Date	1969		1970		
		V	VIII	VII	XI	
Rotarica		1,2	1,1	1,2	1,4	Ind/1 lit.
Cladocera		0,3	1,2	0,7	7,2	"
Copepoda		4	4,7	0,5	2,2	"
Ukupno ind/l. Total "		5,5	7,0	2,4	10,8	Ind/1.

Područje ispitivanih jezera nalazi se u tipično mediteranskom karstu čije podneblje ima odlike suptropske klime.

Gornje, Bilećko jezero, koje akumulira 1280 miliona m³ ima prema termičkoj i hemijskoj stratifikaciji, kao i po sastavu i pro-dukciji zooplanktona odlike jezerskih zajednica.

U letnjim mesecima samo najdublji delovi jezera su termički stratifikovani sa termičkim gradijentom od preko 10°C, dok su plići delovi jezera (20 m) slabo stratifikovani (4°C). U novembru se javlja potpuna cirkulacija.

Termičku stratifikaciju prati kiseonička izražena opadanjem rastvorenog O₂ sa dubinom, čije se vrednosti ne spuštaju ispod 50% O₂ zasićenosti.

U raznovrsnom sastavu zooplanktona učestvuju 43 vrste. Po-ređ karakteristične vrste *Arctodiaptomus laticeps* nalaze se i vrste koje su od značaja za produkciju: *Daphnia longispina*, *Bosmina longirostris*, *Cyclops vicinus vicinus*, *Thermocyclops dybowskyi* i druge.

Gustina zooplanktona izražena u prosečnim numeričkim vrednostima varira u ispitivanim momentima od 17 ind/1 do 908 ind/1. Maksimum razvića zooplanktona zabeležen je u maju (1969) a minimum u letnjim mesecima. Brojno dominiraju *Rotatoria*, dok učešće *Cladocera* i *Copepoda*, iako malobrojno, doprinosi znatno povećanju biomase.

Konstatovane razlike u horizontalnoj i vertikalnoj distribuciji zooplanktona uslovljene su položajem tačaka i dubinom.

Drugo, kompezaciono Trebinjsko jezero razlikuje se od Bileć-kog jezera ne samo po termičkom i hemijskom režimu nego i po sastavu i produkciji zooplanktona.

Hladne, dubinske vode iz Bilećkog jezera pune Trebinjsku akumulaciju tako da je tokom cele godine temperatura vode niska i ne prelazi 15°C. Vertikalna termička stratifikacija ne postoji. Pored toga nalaze se u svim slojevima vode niske vrednosti ugljene kiseline (CO₂), dok je indeks zasićenosti u letnjim mesecima znatno ispod tačke zasićenja (60,87—78,98% O₂).

U sastavu zooplanktona koji je siromašan učestvuje svega 11 planktonskih vrsta od ukupno 29. Posebno treba istaći da je broj vrsta *Rotatoria* vrlo mali, dok se od *Cladocera* nalazi *Bosmina longirostris* i *Daphnia longispina*, a od *Copepoda* *Cyclops vicinus vicinus* i *Acanthocyclops bicuspidatus*.

Vrlo niske prosečne numeričke vrednosti zooplanktona karakterišu Trebinjsko jezero (2,4—10,8 ind/1), jer su sve tri grupe zastupljene i malim brojem vrsta i minimalnom gustinom popula-cija.

Razlike u horizontalnoj i vertikalnoj distribuciji zooplanktona nisu konstatovane.

Oba jezera pripadaju kalcijum-bikarbonatnom tipu voda koja se odlikuje odsustvom hranljivih soli, fosfata i nitrata, neophodnim za razvoj biljne komponente.

Stoga je fitoplankton u ovim jezerima izrazito siromašnog cenotičkog sastava i vrlo niske produkције.

Posmatrane u celini, vode ovih akumulacija su u hemijskom pogledu vrlo čiste a u biološkom za sada vrlo siromašne i u primarnoj i u sekundarnoj produkciji odnosno u produkciji zooplanktona, tako da u trofičnom pogledu pripadaju oligotrofnom tipu voda.

Conclusions

The results of the seasonal studies of zooplankton in the accumulation lakes of Bileća and of Trebinje, formed on the river Trebišnjica, lead to the following general conclusions:

The lakes are situated in a typical karstic mediterranean region characterized by the subtropical climate.

The superior lake of Bileća, accumulating 1280 milion m^3 of water, exhibits the characteristic of lacustrine communities, as to both the thermic and chemical stratification on the one hand and the composition and production of zooplankton on the other hand.

During the summer months only the deepest parts of the lake are thermically stratified with the gradient over $10^\circ C$, the more shallow parts being poorly stratified ($4^\circ C$). The total circulation takes place in November.

The thermic stratification is followed by the correspondig oxygen stratification, characterized by decreasing O_2 quantities towards deeper layers, though the values do not drop below 50% of the O_2 saturation.

The variable zooplankton composition consists of 43 species. Beside the characteristic species *Arctodiaptomus laticeps*, there are also the species important for the production: *Daphnia longispina*, *Bosmina longirostris*, *Cyclops vicinus vicinus*, *Thermocyclops dybowskyi* etc.

The quantity of the zooplankton expressed in numerical means varies under given conditions from 17—908,4 ind./l. The maximum development of the zooplankton was recorded in May (1969), and the minimum during the summer months. Numerically predominant were *Rotatoria*, whereas *Cladocera* and *Copepoda*, although in small number, contributed very much to the total biomass.

The established differences in the horizontal and vertical distribution of the zooplankton depended on both the points and the depth.

The lower, compensation lake of Trebinje, differs from the preceding one not only as to the thermic and chemical regimes, but also as regards the composition and production of the zooplankton.

The accumulation lake Trebinje is fed by cold deep waters from the lake Bileća, causing throughout the year low water temperature that does not exceed 15°C. There is no vertical thermic stratification. Besides, all the water layers have low values of the carbon dioxide (CO_2) and their saturation index lies well below the saturation point (60,87—78,98%).

Poor zooplankton composition is made up of 11 species, out of 29 species in total. It should be particularly stressed the number of *Rotatoria* species, whereas from *Cladocera* occur *Bosmina longirostris* and *Daphnia longispina*, and from *Copepoda*, *Cyclops vicinus vicinus* and *Acanthocyclops bicuspidatus*.

Very low numerical means of the zooplankton are characteristic of the lake of Trebinje (2,5—10,8 ind./l.) since all the three groups are represented by small number of species and occur at minimum population density.

The differences concerning the horizontal and vertical distribution of the zooplankton have not been established.

Both lakes belong to the same calcium-bicarbonate type of water characterized by the absence of nutrient salts (phosphates and nitrates) essential for the plant component.

The phytoplankton in the lakes show therefore, poor coenotical composition and a very low production.

Considered as a whole, the studied waters are very pure from the chemical aspect and from the biological one, they show for the moment very poor primary and secondary zooplankton production; consequently they can be classified as the oligotrophic types of water.

LITERATURA:

- Janković, M. 1966. Dinamika brojnosti i biomase zooplanktona baražnog jezera kod Grošnice. *Ekologija*, Vol. 1, No 1—2 : 77—107.
- Milovanović, D. Živković, A. 1956. Limnološka ispitivanja baražnog jezera na Vlasini. *Zbor. radova inst. za ekol. i biogeogr.* 7, 5; 3—47.
- 1958: Novi prilog proučavanju planktonske produkcije u baračnom jezeru na Vlasini. *Zbor. radova Biološkog inst.* 2, 7: 1—12.
- 1965: Plankton Skadarskog jezera (1957—1958). *Zbor. rad. Biol. inst. NRS*, 8, 4 : 1—36.
- Nedeljković, R. 1959: Skadarsko jezero. Studija organske produkcije u jednom karstnom jezeru. *Biol. inst. NRS. Posebno izdanje*, 4 : 1—156.