

# GODIŠNJAK

BIOLOŠKOG INSTITUTA UNIVERZITETA U SARAJEVU

ANNUAL  
OF THE  
INSTITUTE OF BIOLOGY  
— UNIVERSITY OF SARAJEVO

Е Ж Е Г О Д Н И К  
БИОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА  
УНИВЕРСИТЕТА В САРАЕВЕ

ANNUAIRE  
DE  
L'INSTITUT BIOLOGIQUE  
DEL'UNIVERSITÉ A SARAJEVO

JAHRBUCH  
DES  
BIOLOGISCHE  
DER UNIVERSITÄT  
ANNALIS  
DI  
INSTITUTO BI  
UNIVERSITA  
ANNU  
DEL INSTITUTO  
LA UNIVERSIDA

Odgovorni urednik:  
Prof. dr S m i l j a Mučibabić

Članovi redakcionog odbora:

Prof. dr Tonko Šoljan, Prof. dr Vojislav Pavlović, Prof. dr Živko Slavnić,  
Prof. dr Tihomir Vuković, Doc. dr Radomir Lakušić,  
Milutin Cvijović (tehnički urednik)

Tiraž: 500 primjeraka

## SADRŽAJ — CONTENU:

<b>Berberović Lj. i Hadžiselimović R.</b> — Populaciono-genetička analiza frekvencije oblika ušne resice u četiri uzorka stanovništva SR BiH.	5
Population genetics of the ear lobe attachment forms in the four samples of inhabitant of Bosnia and Hercegovina (Yugoslavia).	
<b>Blagojević S.</b> — Sprječavanje rasta perifitona u otvorenim uređajima vodovodnog objekta Mošćanica.	
Vernichtung des periphytonwachstums in offenen anlagen des wasserwerkes Mošćanica	19
<b>Dizdarević M.</b> — Distribucija, stratifikacija i sezonska dinamika populacije vrsta <i>Symphylla</i> i <i>Pauropoda</i> .	
Distribution, stratification and seasonal population dynamics of the species <i>Symphylla</i> and <i>Pauropoda</i>	29
<b>Marinković-Gospodnetić M.</b> — The species of the Genus <i>Drusus</i> in Yugoslavia	105
<b>Kosorić D. i Vuković T.</b> — O mriješćenju glavatice <i>Salmo marmoratus</i> Cuvier (Pisces, Salmonidae) u slivu Neretve.	
About <i>Salmo marmoratus</i> Cuvier (Pisces, Salmonidae) spawning in the Neretva river confluence	111
<b>Krivokapić K.</b> — Uticaj svjetlosti različitih talasnih dužina na sadržaj auksina kod <i>Avena sativa</i> L.	
The effect of the light of different wavelengths on the auxin content in <i>Avena sativa</i> L.	117
<b>Radulović V. i Stefanović V.</b> — Ekološke i azotofiksacione osobine joha.	
Ecological and nitrogen-fixing characteristics of <i>Alnus</i>	161
<b>Sijadić R.</b> — Značaj ekoloških proučavanja za sistematiku Lepidoptera.	
The significance of ecological studies for the systematics of Lepidoptera	179



*LJUBOMIR BERBEROVIC i  
RIFAT HADŽISELIMOVIC*

*Laboratorija za genetiku i citotaksonomiju  
Biološkog instituta Univerziteta u Sarajevu*

**POPULACIONO - GENETIČKA ANALIZA FREKVENCIJE  
OBЛИKA UŠNE RESICE U ČETIRI UZORKA  
STANOVNIŠTVA SR BiH**

**POPULATION GENETICS OF THE EAR LOBE ATTACHMENT FORMS IN  
THE FOUR SAMPLES OF INHABITANTS OF BOSNIA AND HERZEGOVINA  
(YUGOSLAVIA)**

(Rad je finansirao Republički fond za naučni rad SRBiH)

*Uvod*

Populacione analize osnovnih genetički kontroliranih varijacija biohemijskih i fizičkih osobina individualnog fenotipa sasvim su malobrojne kada je riječ o stanovništvu SFR Jugoslavije. Posebno su znanja o genetičkim odlikama bosanskohercegovačke populacije vrlo fragmentarna i posve nepotpuna. Takvo stanje nije bitno poboljšano ni pojavom nekoliko (uglavnom u posljednjoj deceniji) publikovanih priloga poznavanju genetičkog ssatava naših populačija (Bošković 1965, Bućić 1966, Berberović 1967, 1969a, 1969b).

Način prirastanja ušne jagodice (ušna resica, lobulus auriculae) za lice, nesumnjivo je genetički determinirana osobina. Iako postoje evidentne poteškoće pri klasificiranju prelaznih formi ušnog lobusa, većina autora se slaže u principima razdvajanja dva osnovna fenotipska izraza ove odlike (slobodna i prirasla ušna resica). Analizirajući veći broj rođoslova na švedskom otoku Rünu, Hilden (1922) je zaključio da fenotip ušne jagodice određuju dva alela istog (autosomalnog) lokusa; alel za slobodni ušni lobus je kompletно dominantan nad alelom koji se u homozigotnom stanju fenotipski izražava kao prirasla ušna resica. Svi kasniji nalazi (Powell

and Whitney 1937, Quelprud 1941, Gates 1954, Saldanha 1962) potvrđuju Hildenovo mišljenje, pa ono danas predstavlja gotovo opšteprihvaćen stav u pogledu mehanizma nasljeđivanja fenotipa ušne jagodice. Međutim, mjestimično su iskazane i sumnje u monogensku kontrolu nasljeđivanja ušnog lobusa (Lai and Walsh 1966, Basu 1968). Standardna udžbenička literatura (Gates 1948, Shull 1948, Gilin 1959, Gardner 1964, Whittinghill 1965), ipak, još uvijek stoji na stanovištu da se forma ušne jagodice nasljeđuje, kao i mnoge osobine za koje se vjeruje da su monogenski determinirane.

U ovom radu je izvršena uporedna populaciono-genetička analiza frekvencije formi ušne resice u uzorcima sačinjenim od stanovnika četiri bosanskohercegovačka grada (Banja Luka, Vlasenica, Mostar i Stolac). Utvrđena je relativna frekvencija alelogena koji kontrolisu fenotip ušne resice i testirana je genetička ravnoteža posmatranjem frekvencija (fenotipskih) tipova braka i distribucije fenotipova u njihovom potomstvu.

#### MATERIJAL I METODIKA

Populaciono-genetička analiza učestalosti prirasle, odnosno slobodne ušne jagodine u stanovništvu Bosne i Hercegovine sprovedena je na osnovu posmatranja ukupno 2546 lica oba pola (581 roditeljski par i 1384 njihova potomka; tabela I).

TABELA I: OSNOVNI SASTAV ISPITIVANIH UZORAKA  
TABLE I: THE BASIC COMPOSITION OF THE SAMPLES

Uzorak (Lokalitet) Sample (Locality)	Genera- cija Genera- tion	Broj obuhvaćenih individua Number of individuals			Broj obuhvaće- nih porodica Number of families
		muških Male	ženskih Female	Ukupno Total	
Banja Luka	I	167	167	334	685
	II	188	163	351	
Vlasenica	I	213	213	426	887
	II	235	226	461	
Mostar	I	97	97	194	454
	II	137	123	260	
Stolac	I	104	104	208	520
	II	161	151	312	
Ukupno	I	581	581	1162	2546
	II	721	721	1384	
Total					581

TABELA II: SKUPNI PREGLED PRIMIJENJENIH POSTUPAKA ZA IZRAČUNAVANJE POKAZATELJA GENETIČKE STRUKTURE UZORAKA (POPULACIJE)

TABLE II: A REVIEW OF METHODS APPLIED IN THE CALCULATION OF GENETICAL PARAMETERS OF THE SAMPLES (POPULATION)

Tip braka Type of mating	Teorijska proporcija tipa braka Theoretical proportion	Teorijske proporcije fenotipova u ukupnom potomstvu Theoretical proportion of phenotypes in the whole progeny		Teorijske proporcije recessivnog fenotipa u potomstvu iz pojedinih tipova braka (»Snajderove relacije«) Theoretical proportion of the recessive phenotype in the progenies of different types of mating
		A	a	
1	2	3		4
A x A	$p^2 (1+q)^2$	$p^2 (1+2q)$	$p^2 q^2$	$S_2 = \frac{q^2}{(1+q)^2}$
A x a	$pq^2 (1+q)$	$pq^2$	$pq^3$	$S_1 = \frac{q}{1+q}$
a x A	$pq^2 (1+q)$	$pq^2$	$pq^3$	
a x a	$q^4$	0	$q^4$	1,00
Zbir Total	1,00	$p^2 + 2pq$	$q^2$	

Svrstavanje individualnih varijanti forme ušne jagodice u dva osnovna tipa (slobodna i prirasla) izvršeno je prema ustaljenim kriterijumima (Hadžiselimović 1971). Procentualna učestalost recessivne fenotipske označke ( $a\%$ ) i relativna frekvencija recessivnog alela  $a$  ( $q$ ) izračunavani su na opštepoznati način ( $a\% = 100 a/n$ ,  $q = \sqrt{a/n}$ ;  $a$  = frekvencija recessivnog fenotipa,  $n$  = veličina uzorka). Statistički značaj konstatovanih razlika među nađenom i teorijski očekivanom distribucijom frekvencija pojedinih tipova braka i fenotipova u njihovom potomstvu utvrđivan je  $\chi^2$ -testom. Teorijske proporcije recessivnog fenotipa u potomstvu iz brakova u kojima učestvuje dominantni fenotip (»Snajderove relacije«) nađene su odgovarajućim matematičkim postupkom (Snyder 1934). Teorijske proporcije, odnosno frekvencije pojedinih tipova braka i fenotipova u njihovom potomstvu dobijene su putem standardnih procedura (Li 1955). Iz analiziranja druge generacije su izostavljeni svi slučajevi u kojima se dominantni fenotip javlja kao potomak parenja tipa  $a$  x  $a$ . Skupni pregled obrazaca za izračunavanje teorijskih pokazatelja genetičke strukture uzorka prikazan je tabelom II.

### Rezultati rada

Analiza osnovnih pokazatelja genetičkog sastava populacije sprovedena je posmatranjem odgovarajućih podataka o učestalosti slobodne i prirasle ušne resice u dvije sukcesivne generacije osoba obuhvaćenih uzorcima. Tabela III prikazuje učestalost recessivnog fenotipa u podgrupama (polno i generacijski definisanim) svakog uzorka, kao i odgovarajuće proporcije recessivnog alelogena.

I pored manjih razlika (statistički neznačajnih) među polovicima unutar pojedinih uzoraka, u tabeli III se već na prvi pogled uočava dosta izrazita ujednačenost frekvencija recessivnog alela, kako iz generacijskog, tako i iz prostornog (geografskog) aspekta. Ukupna proporcija recessivnog alela u uzorcima kreće se od 0,54 (Stolac) do 0,64 (Banja Luka). Najveća razlika koja u tom pogledu postoji između roditelja i potomaka unutar iste geografske lokacije može se posve zanemariti (Stolac: I generacija —  $q = 0,55$ , II generacija —  $q = 0,52$ ).

Upoređujući podatke o objema generacijama u uzorcima stanovništva Mostara i Vlasenice sa odgovarajućim podacima iz ranije objavljene analize jednog uzorka sarajevske populacije (Berberović, Hadžiselimović 1971), dolazi se do zaključka o izuzetno visokom stepenu ujednačenosti proporcije recessivnog alelogena (tabela IV). Nešto višom (statistički neznačajno) frekvencijom alela koji je »odgovoran« za priraslu ušnu jagodicu, poređeno sa ostalim uzorcima, odlikuje se jedino banjalučki uzorak.

Navedene činjenice svakako se mogu uzeti kao indikacija genetičke ravnoteže u uzorcima koji potiču iz pomenutih gradova, a time i u analiziranom dijelu bosanskohercegovačke populacije.

TABELA III: FREKVENCIJA RECESIVNOG FENOTIPA I PROPORCIJA RECESIVNOG ALELOGENA

TABLE III: FREQUENCIES OF THE RECESSIVE PHENOTYPE AND THE PROPORTION OF RECESSIVE ALLELE

		Recesivni fenotip Recessive phenotype						Proporcija recessivnog alelogena (q) Recessive allele gene proportion									
		Frekvencija		Frequency		Proporcija		Proportion		Banja Luka		Vlase-nica		Mos-tar		Sto-lac	
I Generacija I Generation	Očevi Fathers	57	69	23	27	0,34	0,32	0,24	0,26	0,56	0,59	0,49	0,51				
	Majke Mothers	80	71	40	37	0,48	0,33	0,41	0,36	0,57	0,69	0,64	0,60				
	Ukupno Total	137	140	63	64	0,41	0,33	0,32	0,31	0,57	0,64	0,57	0,55				
II Generacija II Generation	Sinovi Sons	72	80	44	45	0,38	0,34	0,32	0,28	0,58	0,62	0,56	0,53				
	Kćeri Daughters	78	77	39	41	0,48	0,34	0,32	0,27	0,58	0,69	0,56	0,52				
	Ukupno Total	150	157	83	86	0,43	0,34	0,32	0,28	0,58	0,65	0,57	0,52				

TABELA IV: UPOREDNI PREGLED UČESTALOSTI RECESIVNOG ALELA  
U UZORCIMA STANOVNIŠTVA VLASENICE, MOSTARA I  
SARAJEVA

TABLE IV: COMPARATIVE REVIEW OF THE RECESSIVE ALLELE  
FREQUENCY IN THE SAMPLES OF VLASENICA, MOSTAR  
AND SARAJEVO

Uzorak Sample	Generacija Generation	Proporcija recessivnog alela (q) Proportion of the recessive allele	Izvor Source
Vlasenica	I	0,57	Ovaj rad
	II	0,58	This paper
Mostar	I	0,57	Ovaj rad
	II	0,57	This paper
Sarajevo	I	0,57	Berberović,
	II	0,57	Hadžiselimović, 1971.

TABELA V: FREKVENCija TIPOVA BRAKA U POSMATRANOM UZORKU  
STANOVNIŠTVA BANJE LUKA

TABLE V: FREQUENCY OF MATING TYPES IN THE SAMPLE OF THE  
POPULATION OF BANJA LUKA

Tip braka Type of mating	Frekvencija Frequency	Teorijska proporcija (formule u tabeli II, kolona 2) Theoretical proportion	Teorijska frekvencija Theoretical frequency	$\chi^2$
A x A	66	0,3486	58,2162	
A x a	65	0,4836	80,7612	$\chi^2 = 4,0343$
a x a	36	0,1678	28,0226	
Svega Total	167	1,0000	167,0000	$0,20 > p > 0,10$

TABELA VI: FREKVENCIJA TIPOVA BRAKA U POSMATRANOM UZORKU STANOVNIŠTVA VLASENICE

TABLE VI: FREQUENCY OF MATING TYPES IN THE SAMPLE OF THE POPULATION OF VLASENICA

Tip braka Type of mating	Frekvencija Frequency	Teorijska proporcija (formule u tabeli II, kolona 2) Theoretical proportion	Teorijska frekvencija Theoretical frequency	$\chi^2$
A x A	99	0,4558	97,0854	
A x a	88	0,4386	93,4218	$\chi^2 = 0,4241$
a x a	26	0,1056	22,4928	
Svega Total	213	1,0000	213,0000	$0,95 > p > 0,90$

TABELA VII: FREKVENCIJA TIPOVA BRAKA U POSMATRANOM UZORKU STANOVNIŠTVA MOSTARA

TABLE VII: FREQUENCY OF MATING TYPES IN THE SAMPLE OF THE POPULATION OF MOSTAR

Tip braka Type of mating	Frekvencija Frequency	Teorijska proporcija (formule u tabeli II, kolona 2) Theoretical proportion	Teorijska frekvencija Theoretical frequency	$\chi^2$
A x A	46	0,4558	44,2126	
A x a	39	0,4386	42,5442	$\chi^2 = 0,6907$
a x a	12	0,1056	10,2432	
Svega Total	97	1,0000	97,0000	$0,80 > p > 0,70$

TABELA VIII: FREKVENCIJA TIPOVA BRAKA U POSMATRANOM UZORKU STANOVNIŠTVA STOCA

TABLE VIII: FREQUENCY OF MATING TYPES IN THE SAMPLE OF THE POPULATION OF STOLAC

Tip braka Type of mating	Frekvencija Frequency	Teorijska proporcija (formule u tabeli II, kolona 2) Theoretical proportion	Teorijska frekvencija Theoretical frequency	$\chi^2$
A x A	50	0,4865	50,9600	
A x a	44	0,4220	43,6800	$\chi^2 = 0,0928$
a x a	10	0,0915	9,3600	
Svega Total	104	1,0000	104,0000	$0,98 > p > 0,95$

TABELA IX: DISTRIBUCIJA FENOTIPOVA U UKUPNOM POTOMSTVU  
PREMA TIPOVIMA BRAKA (UZORAK: BANJA LUKA)

TABLE IX: DISTRIBUTION OF PHENOTYPES IN THE PROGENY  
ACCORDING TO MATING TYPES (SAMPLE: BANJA LUKA)

Tip braka Type of mating	Fenotipovi u potomstvu Phenotypes in the progeny		Teorijske proporcije i frekvencije fenotipova u ukupnom potomstvu Theoretical proportions and frequencies of the phenotypes in the whole progeny			
			Proporcije Proportions		Frekvencije Frequencies	
	A	a	A	a	A	a
A x A	124	21	0,2818	0,0518	98,9118	18,1818
A x a	70	69	0,2957	0,1922	103,7907	67,4622
a x a	7	60	0,0000	0,1785	0,0000	62,6535
Zbir	201	150	0,5775	0,4225	202,7025	148,2975
Total	361		1,0000		351,0000	

$$\chi^2 = 6,8575; \quad 0,20 > p > 0,10$$

TABELA X: DISTRIBUCIJA FENOTIPOVA U UKUPNOM POTOMSTVU  
PREMA TIPOVIMA BRAKA (UZORAK: VLASENICA)

TABLE X: DISTRIBUTION OF PHENOTYPES IN THE PROGENY  
ACCORDING TO MATING TYPES (SAMPLE: VLASENICA)

Tip braka Type of mating	Fenotipovi u potomstvu Phenotypes in the progeny		Teorijske proporcije i frekvencije fenotipova u ukupnom potomstvu Theoretical proportions and frequencies of the phenotypes in the whole progeny			
			Proporcije Proportions		Frekvencije Frequencies	
	A	a	A	a	A	a
A x A	186	23	0,3810	0,0593	175,6410	27,3373
A x a	116	77	0,2826	0,1639	130,2786	75,5579
a x a	2	57	0,0000	0,1132	0,0000	52,1852
Zbir	304	157	0,6636	0,3364	305,9196	155,0804
Total	461		1,0000		461,0000	

$$\chi^2 = 0,7354; \quad 0,95 > p > 0,90$$

TABELA XI: DISTRIBUCIJA FENOTIPOVA U UKUPNOM POTOMSTVU  
PREMA TIPOVIMA BRAKA (UZORAK: MOSTAR)

TABLE XI: DISTRIBUTION OF PHENOTYPES IN THE PROGENY  
ACCORDING TO MATING TYPES (SAMPLE: MOSTAR)

Tip braka Type of mating	Fenotipovi u potomstvu Phenotypes in the progeny		Teorijske proporcije i frekvencije fenotipova u ukupnom potomstvu Theoretical proportions and frequencies of the phenotypes in the whole progeny			
	A	a	Proporcije Proportions		Frekvencije Frequencies	
	A	a	A	a	A	a
A x A	113	11	0,3957	0,0601	102,8820	15,6260
A x a	60	43	0,2794	0,1592	72,6440	41,3920
a x a	4	29	0,0000	0,1056	0,0000	27,4560
Zbir	177	83	0,6751	0,3249	175,5260	84,4740
Total	260		1,0000		260,0000	
$\chi^2 = 1,8723; \quad 0,80 > p > 0,70$						

TABELA XII: DISTRIBUCIJA FENOTIPOVA U UKUPNOM POTOMSTVU  
PREMA TIPOVIMA BRAKA (UZORAK: STOLAC)

TABLE XII: DISTRIBUTION OF PHENOTYPES IN THE PROGENY  
ACCORDING TO MATING TYPES (SAMPLE: STOLAC)

Tip braka Type of mating	Fenotipovi u potomstvu Phenotypes in the progeny		Teorijske proporcije i frekvencije fenotipova u ukupnom potomstvu Theoretical proportions and frequencies of the phenotypes in the whole progeny			
	A	a	Proporcije Proportions		Frekvencije Frequencies	
	A	a	A	a	A	a
A x A	133	13	0,4700	0,0623	146,6400	18,7200
A x a	93	52	0,2596	0,1350	81,1200	43,6800
a x a	—	21	0,0000	0,0731	0,0000	21,8400
Zbir	226	86	0,7296	0,2704	227,7600	84,2400
Total	312		1,0000		312,0000	
$\chi^2 = 9,2689; \quad 0,10 > p > 0,05$						

TABELA XIII: POREĐENJE NAĐENIH I TEORIJSKIH PROPORCIJA RECESIVNOG FENOTIPA U POTOMSTVU IZ BRAKOVA U KOJIMA UČESTVUJE DOMINANTNI FENOTIP (UZORAK: BANJA LUKA)

TABLE XIII: COMPARISON OF EMPIRICAL AND THEORETICAL FREQUENCIES OF THE RECESSIVE PHENOTYPE IN THE PROGENY OF MATINGS INVOLVING DOMINANT PHENOTYPE (SAMPLE: BANJA LUKA)

Tip braka Type of mating	Teorijska proporcija recesivnog fenotipa Theoretical proportion of the recessive phenotype	Nađena proporcija recesivnog fenotipa Observed proportion of the recessive phenotype	$\chi^2$	p
A x A	$S_2 = 0,1552$	0,1448	0,0825	$p > 0,99$
A x a	$S_1 = 0,3939$	0,4964	3,4007	$0,10 > p > 0,05$

TABELA XIV: POREĐENJE NAĐENIH I TEORIJSKIH PROPORCIJA RECESIVNOG FENOTIPA U POTOMSTVU IZ BRAKOVA U KOJIMA UČESTVUJE DOMINANTNI FENOTIP (UZORAK: VLASENICA)

TABLE XIV: COMPARISON OF EMPIRICAL AND THEORETICAL FREQUENCIES OF THE RECESSIVE PHENOTYPE IN THE PROGENY OF MATINGS INVOLVING DOMINANT PHENOTYPE (SAMPLE: VLASENICA)

Tip braka Type of mating	Teorijska proporcija recesivnog fenotipa Theoretical proportion of the recessive phenotype	Nađena proporcija recesivnog fenotipa Observed proportion of the recessive phenotype	$\chi^2$	p
A x A	$S_2 = 0,1348$	0,1101	0,5306	$0,50 > p > 0,30$
A x a	$S_1 = 0,3671$	0,3990	0,4380	$0,70 > p > 0,50$

TABELA XV: POREĐENJE NAĐENIH I TEORIJSKIH PROPORCIJA RECESIVNOG FENOTIPA U POTOMSTVU IZ BRAKOVA U KOJIMA UCESTVUJE DOMINANTNI FENOTIP (UZORAK: MOSTAR)

TABLE XV: COMPARISON OF EMPIRICAL AND THEORETICAL FREQUENCIES OF THE RECESSIVE PHENOTYPE IN THE PROGENY OF MATINGS INVOLVING DOMINANT PHENOTYPE (SAMPLE: MOSTAR)

Tip braka Type of mating	Teorijska proporcija recesivnog fenotipa Theoretical proportion of the recessive phenotype	Nađena proporcija recesivnog fenotipa Observed proportion of the recessive phenotype	$\chi^2$	p
A x A	$S_2 = 0,1318$	0,0887	1,6233	$0,30 > p > 0,20$
A x a	$S_1 = 0,3631$	0,4175	1,2823	$0,30 > p > 0,20$

TABELA XVI: POREĐENJE NAĐENIH I TEORIJSKIH PROPORCIJA RECESIVNOG FENOTIPA U POTOMSTVU IZ BRAKOVA U KOJIMA UCESTVUJE DOMINANTNI FENOTIP (UZORAK: STOLAC)

TABLE XVI: COMPARISON OF EMPIRICAL AND THEORETICAL FREQUENCIES OF THE RECESSIVE PHENOTYPE IN THE PROGENY OF MATINGS INVOLVING DOMINANT PHENOTYPE (SAMPLE: STOLAC)

Tip braka Type of mating	Teorijska proporcija recesivnog fenotipa Theoretical proportion of the recessive phenotype	Nađena proporcija recesivnog fenotipa Observed proportion of the recessive phenotype	$\chi^2$	p
A x A	$S_2 = 0,1170$	0,0890	0,7590	$0,50 > p > 0,30$
A x a	$S_1 = 0,3421$	0,3586	0,1210	$0,80 > p > 0,70$

Dalja analiza genetičke strukture posmatranih uzoraka vršena je ispitivanjem frekvencije tipova braka i distribucije fenotipova u njihovom potomstvu (tabele V — XVI).

Podaci prikazani u tabelama V, VI, VII i VIII pokazuju da ni u jednom uzorku ne postoje statistički značajne razlike između očekivane i nađene distribucije fenotipskih tipova braka.

Konstatovane razlike između nađene i teorijske distribucije fenotipova u potomstvu pojedinih roditeljskih parova, različitih po fenotipskom sastavu, takođe nisu statistički značajne (tabele IX — XII).

Izračunavanjem »Snajderovih relacija« (Snyder 1934) utvrđeno je da se u posmatranim uzorcima nađene frekvencije recessivnog homozigota u potomstvu brakova u kojima učestvuje dominantni fenotip ne razlikuju statistički značajno od teorijskih (tabele XIII — XVI).

Izneseni podaci sugeriraju zaključak da u sveukupnoj bosanskohercegovačkoj populaciji, s obzirom na analiziranu osobinu, postoji genetička ravnoteža. Ta činjenica je očigledno punovažna za dvije neposredno ispitane generacije u uzorcima stanovništva Sarajeva (Berberović, Hadžiselimović 1971), Banje Luke, Vlasenice, Mostara i Stoca.

### *Diskusija i zaključci*

U četiri uzorka stanovništva Bosne i Hercegovine odgovarajućom analizom su ispitani osnovni populaciono-genetički odnosi unutar dvije sukcesivne generacije, s obzirom na frekvenciju formi ušne resice. Proučen je sistem sklapanja brakova i distribucija fenotipova u potomstvu fenotipski različitih roditeljskih parova.

Proporcija recessivnog alela u pojedinim uzorcima je dosta ustaljena, kako po polovima, tako i po generacijama. Uopšteno govoreci, može se konstatirati da bosanskohercegovačka populacija u tom pogledu predstavlja sasvim homogen skup.

Konstatovano je da ni u jednom od uzoraka (Banja Luka, Vlasenica, Mostar i Stolac) ne postoje statistički značajne razlike između nađene i teorijske distribucije fenotipskih tipova braka.

Isto tako je nađeno da nema statistički značajnih razlika između nađenih i očekivanih vrijednosti, kako u distribuciji fenotipova u potomstvu, tako i u frekvenciji recessivnog fenotipa u potomstvu tipova parenja u kojima učestvuje dominantni fenotip.

Svi navedeni rezultati ukazuju da se u pogledu posmatrane osobine bosanskohercegovačka populacija nalazi u stanju genetičke ravnoteže, pošto su kao baza za izračunavanje teorijskih veličina u sprovedenim analizama uvijek služili odgovarajući ekvilibrijalni odnosi. U prilog ovom nalazu idu i odgovarajući podaci o stanovništvu Sarajeva. Analizom uzorka od 422 porodice iz ovog grada, Berberović i Hadžiselimović (1971) su našli da u ovoj populaciji, s obzirom na ispitivanu odliku, postoji genetička ravnoteža, uz relativnu frekvenciju recessivnog alelogena  $q = 0,57$ .

Slaganje nađenih frekvencija tipova braka i distribucije fenotipova u potomstvu sa teorijskim vrijednostima ustanovili su i Lai i Volš (Lai and Walsh 1966) posmatrajući tipove ušnog lobusa u 160 porodica sa Nove Gvineje. Glass (1954) je takođe našao da u tri generacije zatvorene baptističke kaste Dankera (Pensilvanija) postoji genetička ravnoteža, s obzirom na lokus koji kontroliše fenotip ušne jagodice.

Citirani podaci, kao i ishod našeg istraživanja, možda nagovještavaju mogućnost da je ravnotežno stanje u pogledu posmatranoj lokusa zajednička osobina svih savremenih ljudskih populacija. Za definitivan zaključak u tom smislu, naravno, još uvijek ne postoji dovoljna argumentacija.

## SUMMARY

From the analysis of the four samples originating from four towns in Bosnia and Herzegovina (Yugoslavia), which are composed of 581 parental pairs and 1384 their immediate descendants, several conclusions may be drawn about the genetical structure of the corresponding populations with regard to the ear lobe attachment.

- 1) The frequencies of the two alternating forms of the observed character are not significantly different in the samples.
- 2) As a consequence of practically equal phenotypic frequencies, the gene proportions in the samples are also insignificantly different.
- 3) The frequency of the recessive allele is found to be almost equal in the subgroups of all the samples (subgroups being defined according to the adherence of individuals to the sexes and generations).
- 4) The mating in all the samples (populations) regarding the ear lobe attachment form is at random.
- 5) The cited findings are concordant with the previously published data about a sample of the population of Sarajevo (Berberović, Hadžiselimović 1971).

## LITERATURA

- Basu, A. (1968): Observations on ear lobe attachment in some population groups of Mysore (India). *Acta Genet. Statist. Med.* 18 (4): 380—385.
- Berberović, Lj. (1967): Frequency of tongue-rollers in a sample of school children from Sarajevo (Bosnia). *Bull. Sci., Section A* 12 (11—12): 311.
- Berberović, Lj. (1969a): Incidence of colour blindness in a sample of the population of Sarajevo (Bosnia). *Bull. Sci., Section A* 14 (11—12): 385.
- Berberović, Lj. (1969b): An excess of  $L^M L^N$  heterozygotes in a south european population. *Heredity* 24 (2): 309—314.

- Berberović, Lj., Hadžiselimović, R. (1971): Populaciono-genetička analiza frekvencije formi ušne resice u uzorku stanovništva Sarajeva. Genetika 3 (1): (u štampi).
- Bošković, S. (1965): Rasprostranjenost krvnih grupa ABO-sistema kod stanovništva Bosne i Hercegovine. Naučno društvo BiH, Radovi XXVII, Odj. medic. nauka, 11: 195—201.
- Bućić, M. (1966): Biološke odlike krvi u dokazivanju očinstva kod nas. Medicinski arhiv 20 (1): 9—13.
- Gardner, E. J. (1964): Principles of Genetics. J. Wiley and sons, inc., New York, London, Sydney.
- Gates, R. R. (1948): Human Genetics. The Macmillan company, New York.
- Gates, R. R. (1954): Etudes sur le croissement de races (III Nouvelles observations concernant les oreilles, en particulier les lobes). J. Genet. Hum. 3 (1): 95—112.
- Gilin, J. (1959): Varieties in Modern Man. Human Evolution (Korn, N., Reece S. H., 1959), Henry Holt company, inc., New York.
- Glass, B. (1954): Genetics changes in human populations, especially those due to gene flow and genetic drift. Adv. Genet. 6: 95—139.
- Hadžiselimović, R. (1971): Podaci o učestalosti tipova ušne jagodice (lobus auricularis) kod stanovništva Sarajeva. Genetika 2 (2): 155—159.
- Hildebrand, K. (1922): Über die Form des Ohrläppchen beim Menschen und ihre Abhängigkeit in Erbanlagen. Hereditas 3:351—357.
- Lai, Y. C., Walsh, R. J. (1966): Observations on ear lobe types. Acta Genet. Statist. Med. 16 (3): 250—257.
- Li, C. C. (1955): Population Genetics. The University of Chicago Press, Chicago.
- Powell, E. F., Whitney, D. D. (1937): Ear lobe inheritance. J. Hered. 28 (2): 185—186.
- Quelprud, T. (1941): Variability and genetics of the human external ear. Proc. inter. congr. genetics: 243, Edinburgh.
- Saldanha, P. H. (1962): The genetic effects of immigration in rural community of São Paulo, Brazil. Acta genet. med. (Roma) 11 (2): 158—224.
- Shull, A. F. (1948): Heredity. McGraw book company, inc., New York and London.
- Snyder, L. H. (1934): Studies in human inheritance. X. A table to determine the proportion of recessives to be expected in various matings involving a unit character. Genetics 19: 1—17.
- Whittinghill, M. (1965): Human Genetics and its Foundations. Reinhold publishing corporation, New York.

*SINIŠA BLAGOJEVIĆ,  
Biološki institut Univerziteta u Sarajevu*

## **SPRJEČAVANJE RASTA PERIFITONA U OTVORENIM UREĐAJIMA VODOVODNOG OBJEKTA MOŠĆANICA**

**VERNICKTUNG DES PERIPHYTONWACHSTUMS IN OFFENEN  
ANLAGEN DES WASSERWERKES MOŠCANICA**

(Rad je finansirao Republički fond za naučni rad SRBiH)

### *Uvod*

Vodovodni uređaj Mošćanica je jedan od objekata za snabdijevanje vodom vodovodne mreže grada Sarajeva. Najveći dio živog svijeta koji naseljava otvorene uređaje ovog objekta čini perifiton (Periphyton, Aufwuchs) narastao na betonskim zidovima taložnika i priključnih kanala. Otkidanjem sa zidova perifiton u velikim količinama dospijeva u vodu koja prolazi kroz uređaj.

U mnogim slučajevima, a naročito kada su u pitanju uređaji za snabdijevanje vodom, prekomjeran rast perifitona može da ima neželjene posljedice. Smetnje u uređajima koje su uzrokovane rastom živog svijeta najčešće se manifestuju u začepljavanju cjevova, ometanju rada filtera, u promjeni okusa i mirisa vode, u pojavu trulih, pa i otrovnih, materija (Liebman, 1960). Štete koje uslijed toga nastupaju zahtijevaju poduzimanje mjera u cilju suzbijanja ili potpunog sprečavanja rasta ovih organizama. Međutim, praksa i iskustvo su pokazali da svaki konkretni objekat predstavlja poseban slučaj uslovljen specifičnom kombinacijom tehnoloških, klimatskih, hemijskih i bioloških faktora, tako da ne postoji metoda koja bi podjednako efikasno bila primjenljiva u svakom datom slučaju.

### *Metode rada*

Prilikom izbora metoda za suzbijanje rasta perifitona morali su biti uzeti u obzir mnogi faktori. Prije svega moralo se voditi

računa o rezultatima preliminarnih bioloških analiza. Na osnovi sastava zajednica i dominacije određenih grupa bilo je moguće predviđjeti od kojih metoda možemo očekivati povoljnije rezultate. Isto tako moralo se voditi računa o ekonomičnosti postupka, kao i o ograničenjima koja postavljaju sanitarni zahtjevi i tehnologija vodovodnog uređaja. Kad su svi ovi faktori uzeti u obzir, odlučeno je da se u konkretnom slučaju primijeni metoda prethloriranja. Ovim terminom označeno je hloriranje vode prije filtriranja.

Prethloriranje je vršeno dodavanjem vodi natrijevog hipohlorita  $\text{NaOCl}$ . Usljed obaveze da se ne prekorači dozvoljena koncentracija rezidualnog hloru u vodi koja odlazi u vodovodnu mrežu, odlučeno je da se doziranje hipohlorita podesi tako da obezbijedi  $0,4\text{--}0,6 \text{ mg/l}$  rezidualnog hloru u vodi koja izlazi iz taložnika. Zbog kretanja vode u taložniku i zbog prisustva organizama sa sluznim ovojnicama (Diatomeae i Cyanophyceae), prethloriranje nije vršeno u kratkim udarnim intervalima (kako je uobičajeno), već u dva velika intervala u toku dana. U ljetnoj seriji intervali su trajali od 6h do 10h i od 15h do 19h, a u zimskoj od 7h do 10h i od 14h do 17h.

Izvedene su dvije eksperimentalne serije prethloriranja, i to:

ljeto (28. 8 — 18. 9) ukupno 21 dan,

zima (22. 1 — 22. 2) ukupno 31 dan.

Dodavanje hipohlorita vršeno je pomoću aparata bez dozimeta, zbog čega je bilo nužno da se višekratno u toku dana vrši kontrola rezidualnog hloru u vodi. Hloriranje je vršeno samo u lijevom dijelu taložnika, tako da je desni dio mogao služiti za postavljanje kontrolnih uređaja sa pločicama.

Istraživanje perifitona vršeno je metodom vještačkih podloga — staklenih pločica (Sladečkova 1960, 1962). Plutani čepovi sa pločicama bili su raspoređeni na dubinama 0, 1, 2 i 3 metra. Plutani nosač na 0 m bio je, u stvari, stalno pod vodom 2 — 20 cm, što je zavisilo od fluktuacije vodostaja u taložniku.

Hemijska analiza vode vršena je prije postavljanja svake serije eksperimenata. U toku ispitivanja mjerena je temperatura vode i vazduha i vrijeme dodavanja flokulanta.

### O s o b i n e v o d e

*Dubina vode u taložniku iznosi oko 3,5 metra. Pri maksimalnom proticaju brzina kretanja vode iznosi  $V_{\max} = 8,33 \text{ m/sat}$  sa vremenom zadržavanja oko 3 sata. Kod minimalnog proticaja  $V_{\min} = 4,55 \text{ m/sat}$  sa zadržavanjem od 6 sati.*

Temperaturne prilike vode u taložniku odlikuju se velikom godišnjom i dnevnom ujednačenošću. Maksimalno variranje srednjih mjesecnih temperatura iznosi svega  $0,6^{\circ}\text{C}$ . Dnevno kolebanje temperature vode nije registrovano. Mjerena su pokazala da u odnosu na dubinu u taložniku nema razlike u temperaturi.

Providnost vode je vrlo promjenljiva. U suhim periodima voda je bistra i providna do dna. U periodima kiša i topljenja snijega mulj i flokulant smanjuju providnost na svega 10 cm (mjereno Secchi-pločom).

Hemisika analiza vode pokazuje znatnije razlike samo u pogledu sadržaja  $\text{SO}_4^{2-}$ . Nesumnjivo je to posljedica uvođenja flokulanta  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ . Zanimljivo je da dodavanje i znatnijih količina flokulanta ne dovodi do većih promjena vrijednosti pH vode (pH 7,3 i 7,1). Prema ostalim hemijskim svojstvima, ova voda pripada čistim oligotrofnim vodama bikarbonatnog tipa.

### *Rezultati hloriranja*

Prethodna ispitivanja pokazala su da se sredinom zime može očekivati najmanji, a krajem ljeta najveći produktivitet perifitonske zajednice. Prema tome je i podešen raspored eksperimentalnih seri-

Tabela: 1

### UPOREDNI REZULTATI MIKROSKOPSKE ANALIZE PERIFITONA VERGLEICHERGEBNISSE DER MIKROSKOPISCHEN ANALYSE VON PERIPHYTON

NH = nehlorirano, nicht chloriert  
H = hlorirano, chloriert

18. 9. 1968. mikroskopski organizmi / 1 cm. kv. (M = masovno)

DUBINA m.	0	1	2	3	Σ				
TAXON	NH	H	NH	H	NH	H	NH	H	Σ
Oscillatoria sp.	6	—	6	—	13	—	1.462	—	1.487
Lyngbya sp.	404	—	535	—	650	—	182	—	1.771
Lyngbya sp.	404	—	535	—	650	—	182	—	1.771
Tribonema sp.	2.194	78	M	65	M	52	535	—	M+ 2.729 195
Diatomeae	M	333	M	417	3.565	78	757	—	4.322 828
Ulothrix sp.	13	—	6	—	—	—	—	—	19
Ulvella sp.	535	—	287	—	147	—	78	—	1.083
Microspora sp.	600	—	731	—	535	—	143	—	2.009
Closterium sp.	6	—	3	—	—	—	—	—	9
Spirogyra sp.	78	—	143	—	26	—	—	—	247
Infusoria	52	—	78	—	104	—	39	—	273
Σ	M+	3.888	411	M+	1.789	482	M+	5.036	130 3.786 — M+ 14.499 1.023

ja. Osim toga, takav raspored serija pruža mogućnost da se stekne uvid u djelovanje hlora pri korištenju flokulanta (zima) i u čistoj vodi bez flokulanta (ljetno).

Tabela 1. sadrži uporedne rezultate mikroskopske analize perifitona na kontrolnim i eksperimentalnim pločicama ljetne serije. Za cijelo vrijeme eksponacije pločica iz te serije nije bilo potrebe za dodavanjem flokulanta. Prema tome, podaci iz ljetne serije pred-

Tabela: 2

UPOREDNI REZULTATI MIKROSKOPSKE ANALIZE PERIFITONA  
VERGLEISHERGEBNISSE DER MIKROSKOPISCHEN ANALYSE  
VON PERIPHYTON

NH = nehlorirano, nicht chloriert

H = hlорirano, chloriert

22. 2. 1969. mikroskopski organizmi / 1 cm. kv. (M = masovno)

TAXON	DUBINA m.		0		1		2		3		$\Sigma$	
	NH	H	NH	H	NH	H	NH	H	NH	H	M+	
Oscillatoria sp.	—	—	45	6	287	—	M	—	332	6		
Tribonema sp.	M	32	M	13	274	—	71	—	345	45		
Vaucheria sp.	58	—	32	—	26	—	—	—	116	—		
Diatomeae	M	202	M	91	M	—	208	—	208	293		
Ulvella sp.	339	—	404	—	143	—	—	—	886	—		
Microspora sp.	13	—	45	—	6	—	—	—	64	—		
Chaetophoraceae (n. d.)	26	—	19	—	13	—	6	—	64	—		
Closterium sp.	3	—	—	—	3	—	—	—	6	—		
Infusoria	111	—	65	—	71	—	26	—	273	—		
	M+		M+		M+		M+		M+		M+	
$\Sigma$	550	234	610	110	823	—	311	—	2.294	344		

stavljuju rezultate djelovanja hlora u normalnim prirodnim uslovima vode. Pada u oči da je na eksperimentalnim pločicama ogromna većina mikroskopskih organizama eliminisana. Izvjesnu otpornost pokazuju samo dijatomeje i *Tribonema* sp. Međutim, ta otpornost je sasvim relativna, jer je gustina njihovih populacija, u odnosu

na stanje na kontrolnim pločicama, ovdje drastično smanjena. Osim toga, nađeni konci *Tribonema* sp. imali su jako oštećene ćelije.

U toku ekspozicije druge serije vodi je povremeno dodavan flokulant (ukupno u trajanju 152 sata). Rezultati mikroskopske analize ove serije nalaze se u tabeli 2. Kao što se vidi, posljedice djelovanja hlorova su gotovo iste kao i u ljetnoj seriji.

Tabela: 3

UPOREDNI REZULTATI GRAVIMETRIJSKE ANALIZE PERIFITONA  
VERGLEICHERGEBNISSE DER GRAWIMETRISCHEN ANALYSE  
VON PERIPHYTON

NH = nehlorirano, nicht chloriert  
H = hlorirano, chloriert

DATUM	18. 9. 1968. (eksponirano 21 dan)		22. 2. 1969. (eksponirano 32 dan)		NH	$\Sigma$	H
	NH	H	NH	H			
0	32	1	11	1	43		2
1	39	1	10	1	49		2
2	37	0	26	0	63		0
3	19	0	44	0	63		0
$\Sigma$	127	2	91	2	218		4

Podaci gravimetrijske analize perifitona na kontrolnim i eksperimentalnim pločicama naročito ubjedljivo ilustruju rezultate eksperimenta (tabela 3). Pod navedenim uslovima produkcija perifitona na eksperimentalnim pločicama iznosila je svega 1,57% (ljetno), odnosno 2,19% (zima) od produkcije pod kontrolnim uslovima.

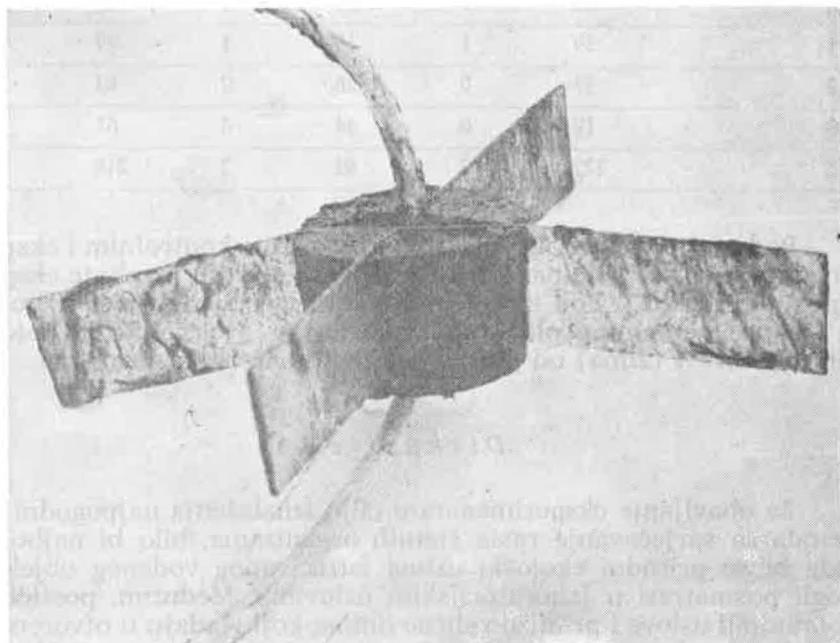
### Diskusija

Za obavljanje eksperimenata u cilju iznalaženja najpogodnijih metoda za sprječavanje rasta štetnih organizama, bilo bi najbolje kada bi se prirodni ekološki uslovi istraživanog vodenog objekta mogli posmatrati u laboratorijskim uslovima. Međutim, postići u laboratoriji uslove i približno slične onima koji vladaju u otvorenim uredajima vodovoda Mošćanica nije moguće. Zbog toga su se eksperimenti u okviru ovoga rada morali izvoditi na samom objektu. To, međutim, stvara posebne teškoće. Vodovodni sistem Mošćanica nalazi se u stalnom pogonu i za vrijeme istraživanja bio je normalno uključen u vodovodnu mrežu grada. Ta okolnost sužava mogućnost izbora metoda i sredstava s obzirom da je bilo nužno voditi računa o sanitarno-higijenskim propisima i o zahtjevima tehnologije sistema.

Fizičke metode zamračivanja (Saalbreiter, 1964) ili zastakljivanje bojenim stahлом (Höll, 1968) nisu ovom prilikom dolazili u obzir zbog neekonomičnosti njihovog izvođenja. Ostale su na izboru samo hemijske metode. Ograničenja koja postavljaju sanitarni zahtjevi diktirala su, pored ostalog, i potrebu da se prilikom eksperimenta isključi svaka mogućnost nepredviđenih pojava. Zbog svega toga izabrano je prethloriranje kao metod za suzbijanje rasta perifitona.

Biološko djelovanje hlora u vodi zasniva se na aktivnosti nenabijenog HOCl. Zahvaljujući malim dimenzijama i nenabijenosti svojih molekula, hipohlorit lako prodire u »životne centre« ćelije gdje na bazi velike oksidativne moći blokira energetske centre i na taj način dovodi do ugibanja ćelije (Liebman, 1960).

U zavisnosti od vlastitih hemijskih svojstava, voda veže manje ili veće količine hlora koji je u nju uveden. Na taj način se smanjuje količina aktivnog hlora u vodi. Zbog toga se pri doziranju hlora

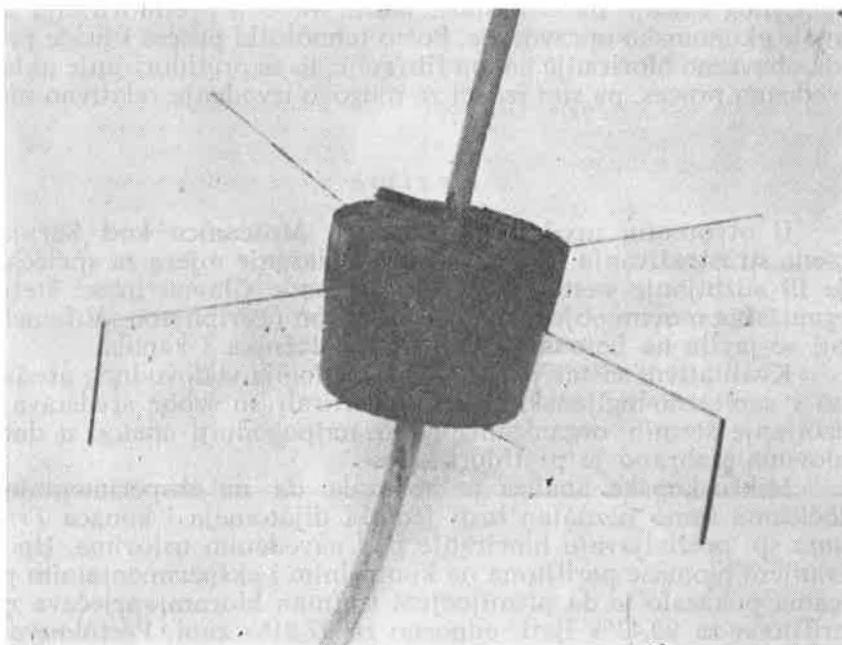


Slika 1. Perifton na kontrolnim pločicama  
Periphyton auf den Kontrollplatten

ne možemo osloniti na količine koje smo uveli u vodu, već o prisustvu aktivnog hlora sudimo na osnovu količina tzv. rezidualnog hlora. Već kod  $0,2 - 0,5 \text{ mg/l}$  rezidualnog hlora i uz »udarno« doziranje od 2 minuta sa pauzom od 10 minuta, možemo očekivati ugibanje

većine bakterija, algi i protozoa. Međutim, kod primjene malih i kratkotrajnih doza ne mogu se uvijek očekivati pozitivni rezultati. Iskustva sa prethloriranjem vode rijeke Nila, za potrebe sistema Kairo — Sjever, pokazuju da je za suzbijanje končastih algi bila potrebna doza i od 1 — 2 mg/l hlora (Novak, 1964).

Kvalitativna analiza perifitona pokazala je da se u otvorenim uređajima vodovoda Moščanica, uglavnom, ne javljaju organizmi izrazito rezistentni na djelovanje hlora. Izuzetak čini *Scenedesmus* koji se javio samo dva puta u toku preliminarnih istraživanja i to sa vrlo malom gustinom populacije. Prisustvo modrozelenih algi i dijatomeja, od kojih mnoge imaju sluzne ovoje, zahtjevalo je poseban tretman u doziranju. Pri kratkotrajanom tretmanu sa malim koncentracijama rezidualnog hlora ovi organizmi se mogu pokazati



Slika 2. Perifiton na eksperimentalnim pločicama  
Periphyton auf den Experimentalplatten

rezistentnijim, jer hlor u malim koncentracijama ne može za kratko vrijeme da prodre u dubinu njihovih sluznih ovoja. Zbog toga je, umjesto uobičajenog kratkotrajnog »udarnog« hloriranja, u okviru ovoga rada primjenjeno dvokratno dnevno doziranje hlora. I pH vode od 7,15 — 7,35 navodio je na pretpostavku da bi kratkotrajni udari s malim koncentracijama hlora u uslovima kretanja vode bili malo efikasni.

Uporedni rezultati kvantitativne biološke analize pokazuju da vrlo mali broj jedinki dijatomeja i konaca *Tribonema* mogu da prežive djelovanje hlorova pod uslovima doziranja kakvo je prikazano u okviru ovoga rada. Nađeni konci *Tribonema* bili su uz to i znatno oštećeni (ćelije bez hloroplasta), tako da se može pretpostaviti da je njihova reproduktivna moć znatno smanjena. Ostali organizmi bili su potpuno eliminisani. Gravimetrijska analiza upotpunjjuje sliku efikasnosti tretmana. Ona pokazuje da se navedenim tretmanom može postići suzbijanje rasta perifiton-a sa 98,43% (ljeto), odnosno 97,81% (zima). Ti podaci ujedno pokazuju da je količina preživjelih organizama neznatna i da se u tehnološkoj praksi može zanemariti (Sl. 1 i 2).

Zimska serija ispitivanja pokazuje da povremeno zamućenje i dodavanje flokulanta  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  pod uslovima eksperimenta nemaju negativnog uticaja na efikasnost hlorova. Metoda prethloriranja ima i svoje ekonomsko opravданje. Pošto tehnološki proces i inače predviđa obavezno hloriranje nakon filtracije, to se prethloriranje uklapa u redovan proces, pa su i izdaci za njegovo izvođenje relativno mali.

### Rezime

U otvorenim uređajima vodovoda Mošćanica kod Sarajeva vršena su istraživanja usmjerena na iznalaženje mjera za sprječavanje ili suzbijanje rasta štetnih organizama. Glavnu masu štetnih organizama u ovim objektima čini perifiton (Periphyton, Aufwuchs) koji se javlja na betonskim zidovima taložnika i kanala.

Kvalitativni sastav perifiton-a, tehnologija vodovodnog uređaja, kao i sanitarno-higijenski zahtjevi diktirali su izbor sredstava za suzbijanje štetnih organizama. Kao najpogodniji metod u datim uslovima izabrano je prethloriranje.

Mikroskopska analiza je pokazala da na eksperimentalnim pločicama samo neznatan broj jedinki dijatomeja i konaca *Tribonema* sp. preživljavaju hloriranje pod navedenim uslovima. Upoređivanjem biomase perifiton-a na kontrolnim i eksperimentalnim pločicama pokazalo je da primjenjeni tretman hlorom sprječava rast perifiton-a za 98,43% ljeti, odnosno za 97,81% zimi. Prethloriranje se pokazalo i kao ekonomičan postupak, jer se uklapa u postojeći tehnološki proces u kome se primjenjuje hloriranje nakon filtracije.

### ZUSAMMENFASSUNG

In den offenen Anlagen des Wasserwerkes Mošćanica bei Sarajevo wurden Untersuchungen angelegt, mit dem Zweck solche Massnahmen ausfindig zu machen, durch welche das Wachstum der

---

(Rad je primljen u štampu 29. II 1972. god.)

schädlichen Mikroorganismen gehemmt oder bekämpft wird. Die Hauptmasse der schädlichen Organismen stellt Periphyton (Aufwuchs) dar, der an Betonwänden des Fällbeckens und der Kanäle vorkommt.

Die gravimetrischen und qualitativen Untersuchungen des Periphytons wurden an Proben angestellt, die nach der Methode des Exponierens von Glasplättchen ermittelt waren.

Die Wahl der Mittel zur Bekämpfung der schädlichen Organismen war von der qualitativen Zusammensetzung des Aufwuchses, der Technologie des Wasserwerkes sowie den sanitär-hygienischen Forderungen diktiert. In gegebenen Umständen erwies sich das Vorchlorieren als die günstigste Methode. Die Experimente mit dem Vorchlorieren waren in zwei Serien durchgeführt — a) in der Periode wenn keine Flockungsmittel verwendet wurden und — b) wenn Flockungsmittel gelegentlich verwendet wurden. Das Chlorieren wurde mit Chlorsoda durchgeführt, in Mengen welche im Wasser einen Chlorüberschuss von 0,4 — 0,6 mg/l gewährleistet haben. Die Behandlung mit Chlor erfolgte zweimal täglich, und zwar in der Serie »a« von 6 — 11 und von 15 — 19 Uhr und in der Serie »b« von 7 — 11 und von 14 — 17 Uhr.

Die Ergebnisse der mikroskopischen Analyse haben gezeigt, dass unter diesen Umständen nur wenige Diatomeae-Individuen und *Tribonema* sp.-Faden an den Experimental-Plättchen das Chlorieren überleben. Durch den Vergleich der Periphyton-Biomasse an den Kontroll — und Experimental-Plättchen erwies sich, dass die angewandte Behandlung mit Chlorsoda den Vachstum von Periphyton im Sommer um 98,43% und im Winter um 97,81% hemmt.

Das Vorchlorieren hat sich ausserdem auch als ein ökonomisch vorteilhaftes Verfahren erwiesen, indem es dem gegenwärtigen technologischen Process, der nach dem Chlorieren das Filtrieren anwendet, angepasst werden kann.

#### LITERATURA

- Höll, K. (1968): Wasser-Untersuchung-Beurteilung-Aufbereitung. (Vierte Auflage). — Verlag Walter de Gruyter und Co. Berlin.
- Liebmann, H. (1960): Handbuch der Frischwasser-und Abwasserbiologie. — R. Oldenbourg München.
- Novák, Z. (1964): Elimination of undesirable effects of filamentous organisms of the type of Chlorophyceae and Diatomeae during the chemical treatment of water from the river Nile. — Sborník VŠCHT v Praze, Technologie vody 8 (1) 1964.
- Saalbreiter, R. (1964): Untersuchung über die Algenflora der Kahlwasserkreisläufe eines Braunkohlen-kombinats und ein Vorschlag zu deren Bekämpfung. — Sborník VŠCHT v Praze, Technologie vody 8 (1) 1964.
- Slađeková, A. (1960): Application of the glass slide method to the periphyton study in the Slapy Reservoir. — Sborník, VŠCHT v Praze 4 (2).
- Slađeková, A. (1962): Limnological investigation methods for the periphyton (»Aufwuchs«) community. — Bot. Review 28 (2).



*DIZDAREVIC MUSO,*

*Biološki institut Univerziteta u Sarajevu*

**DISTRIBUCIJA, STRATIFIKACIJA I SEZONSKA  
DINAMIKA POPULACIJA VRSTA SYMPHULA  
I PAUROPODA**

**DISTRIBUTION, STRATIFICATION AND SEASONAL POPULATION  
DYNAMICS OF THE SPECIES SYMPHYLA AND PAUROPODA**

(Rad je finansirao Republički fond za naučni rad SRBiH)

Sympyla i Pauropoda pripadaju aerobiontnoj komponenti mezofaune tla, te predstavljaju sastavni dio kopnenih ekosistema, čijim se proučavanjem, pored drugih naučnih disciplina, bavi i pedobiologija. Razvoj pojedinih disciplina odvijao se dosada, uglavnom, nezavisno od drugih, a njihovi rezultati ukazuju da smisao daljih istraživanja leži u maksimalnoj saradnji tih disciplina i njihovom uporednom razvijanju. Pedobiologija, međutim, u tom pogledu znatno zaostaje i često nedostaju i osnovni podaci o ekologiji pojedinih grupa organizama koji su sastavni dijelovi tih ekosistema. Takav je slučaj i sa grupama koje će u tom pogledu biti predmet naših istraživanja. Rezultati tako organizovanih ispitivanja moći će da služe kao osnov za biocenološka istraživanja, koja se u ovom momentu nalaze u svojoj početnoj fazi i koja će omogućiti cjelovitije sagledavanje suštine strukture ekosistema. I na kraju, takvi rezultati će pomoći boljem sagledavanju procesa koji se odvijaju u zemljištu, te će omogućiti da se ovi uspješnije usmjeravaju i koriste u smislu intenzivnijeg razvijanja jedne veoma značajne ljudske djelatnosti — poljoprivredne proizvodnje.

U prvoj fazi ispitivanja uzimane su kvantitativne probe sa područja Ivan planine. Ovu planinu smo odabrali zbog specifičnosti njenog položaja, a naročito zbog izrazito različitih klimatskih uslova u područjima koje ova planina razdvaja. Naime, jugozapadna hercegovačka strana Ivan planine je otvorena dolinom Trešanice prema konjičko-ostrožičkoj zavali i klimatski uticaji ove izrazito župne

kotline osjećaju se skoro do podnožja Ivana. Sjeveroistočna bosanska strana je otvorena prema pazaričko-tarčinskoj zavali u kojoj dominira umjereno kontinentalni klimatski tip, prilično modificiran uticajem Bjelašnice. Ispitivanjima je trebalo, prije svega, ustanoviti da li postoje bitnije kvalitativne i kvantitativne razlike u sastavu ovih dviju grupa organizama na različitim ekspozicijama ove planine.

U drugoj fazi smo uzimali probe na širem području Perućice, u kompleksu planina: Maglić—Volujak—Zelengora. Ovo područje obiluje raznovrsnošću lokaliteta naročito u odnosu na nadmorsku visinu, tipove matičnog supstrata i zemljišta i u odnosu na biljne zajednice, te smo na osnovu rezultata željeli dobiti potpuniji uvid u značaj djelovanja ovih faktora na distribuciju vrsta *Symphylla* i *Pauropoda*, kao i na dinamiku gustine populacija nekih od ovih vrsta.

I na kraju uzimane su probe u okolini Sarajeva sa lokaliteta iz jedne šumske zajednice *Querco-Carpinetum croaticum*, iz jedne livadske zajednice sveze *Arrhenatherion elatioris*, koja je sekundarno nastala krčenjem prethodne zajednice, kao i iz jedne parcele koja je nakon obrade bila zasijana djetelinom. Na osnovu ovih rezultata željeli smo dobiti predstavu o kvalitativnim i kvantitativnim promjenama u sastavu populacija ovih vrsta, koje nastupaju kao reakcija na krupne promjene u ekosistemu i kao posljedica primjene odgovarajućih agrotehničkih mjera.

Osim toga, uzet je i veliki broj kvalitativnih proba sa cijele teritorije Bosne i Hercegovine.

## I METOD

Probe su uzimane metalnim graduisanim cilindrom iz različitih dubina zemljišta. Za izdvajanje organizama primijenjen je Tullgren-ov aparat (Tullgren 1918). Izdvojeni organizmi su konzervisani u Gizinovom rastvoru. Prije uklapanja u Swanov medij trajnog preparata, organizmi su rasvjetljavani u rastvoru mlječne kiseline. U obradi podataka primijenjeni su odgovarajući statistički metodi:

1. Standardna devijacija (s)

$$s = \sqrt{\frac{Sx^2}{N - 1}} \quad (\text{Fisher 1950})$$

2. Standardna greška aritmetičke sredine ( $SE_M$ )

$$SE_M = \frac{s}{\sqrt{N}} \quad (\text{Fisher 1950})$$

3. Studentov test (t-test)  
(Snedecor 1946)

4. Koeficijent korelacijske (r)

$$r = \frac{S(xy)}{\sqrt{S(x^2)}\sqrt{S(y^2)}} \quad (\text{Fisher 1950})$$

5. Mountferd-ov metod određivanja sličnosti između lokaliteta na osnovu prisustva odnosno odsustva vrsta u njima. Indeks sličnosti se određuje prema formuli:

$$I = \frac{2j}{2ab - (a+b)j}$$

6. Originalni metod za određivanje sličnosti između lokaliteta na osnovu gustine populacija vrsta nađenih na tim lokalitetima.

## II DISTRIBUCIJA VRSTA SYMPHYLA I PAUROPODA U ODNOSU NA NEKE OSNOVNE EKOLOŠKE FAKTORE

Polazeći, s jedne strane, da je jedino ispravno da se distribucija, kao i većina drugih ekoloških fenomena, može ispitivati samo u okviru kompleksa faktora u jednom ekosistemu i, s druge strane, imajući na umu teškoće kod takvih istraživanja, pokušali smo da pratimo distribuciju ovih vrsta u odnosu na pojednine osnovne ekološke faktore, a da kod interpretacije rezultata eventualno sage-damo dejstvo tih faktora kao kompleksa. S obzirom na ekološku nišu ovih organizama, smatrali smo da bi distribuciju ovih vrsta trebalo pratiti, u prvom redu, u zavisnosti od biljne zajednice, tipa zemljištva i matičnog supstrata, od ekspozicije i nadmorske visine. Metodološki bi bilo jedino ispravno ako bi se distribucija pratila kao funkcija pojedinih faktora, pri čemu bi ostali faktori bili konstantni. Međutim, u prirodi ne postoje tako zamišljene kombinacije zbog dinamičnog stanja ekosistema u kojima promjena jedne komponente dovodi do promjene drugih. Istina, brzina i intenzitet promjena kod pojedinih komponenti ekosistema (zemljište, fitocenoza, zoocenoza) su različiti, ali, kako postoje određena variranja u okviru pojedinih kategorija (u okviru tipa zemljišta, u okviru jedne asocijacije), bilo je moguće pronaći određene kombinacije supstrata, zemljišta i biljne zajednice iz kojih su uzimane probe za naša istraživanja. Tako mi govorimo o istom tipu zemljišta na dva različita supstrata, zatim o istim biljnim zajednicama na različitim tipovima supstrata i zemljišta, nužno zanemarujući određene razlike kod različitih kombinacija.

## *1. Distribucija na različitim ekspozicijama Ivan-planine*

### *Materijal i metodika*

Za istraživanja na Ivan-planini odabrali smo 12 lokaliteta: 6 na južnoj, a 6 na sjevernoj ekspoziciji. Po tri lokaliteta na svakoj ekspoziciji nalazila su se na istoj izohipsi na odstojanju od oko 500 m. Druga tri su se nalazila na drugoj izohipsi na vertikalnom odstojanju od oko 200 m. Na Malom Ivanu imali smo dva lokaliteta, i to: jedan na južnoj i jedan na sjevernoj ekspoziciji. Kvantitativne probe su uzimane posebno iz slojeva zemljišta od 0—5 cm dubine, 5—10 i 10—20 cm. Probe su uzete 10 puta u toku godine, svakog mjeseca jedanput sa izuzetkom januara i februara.

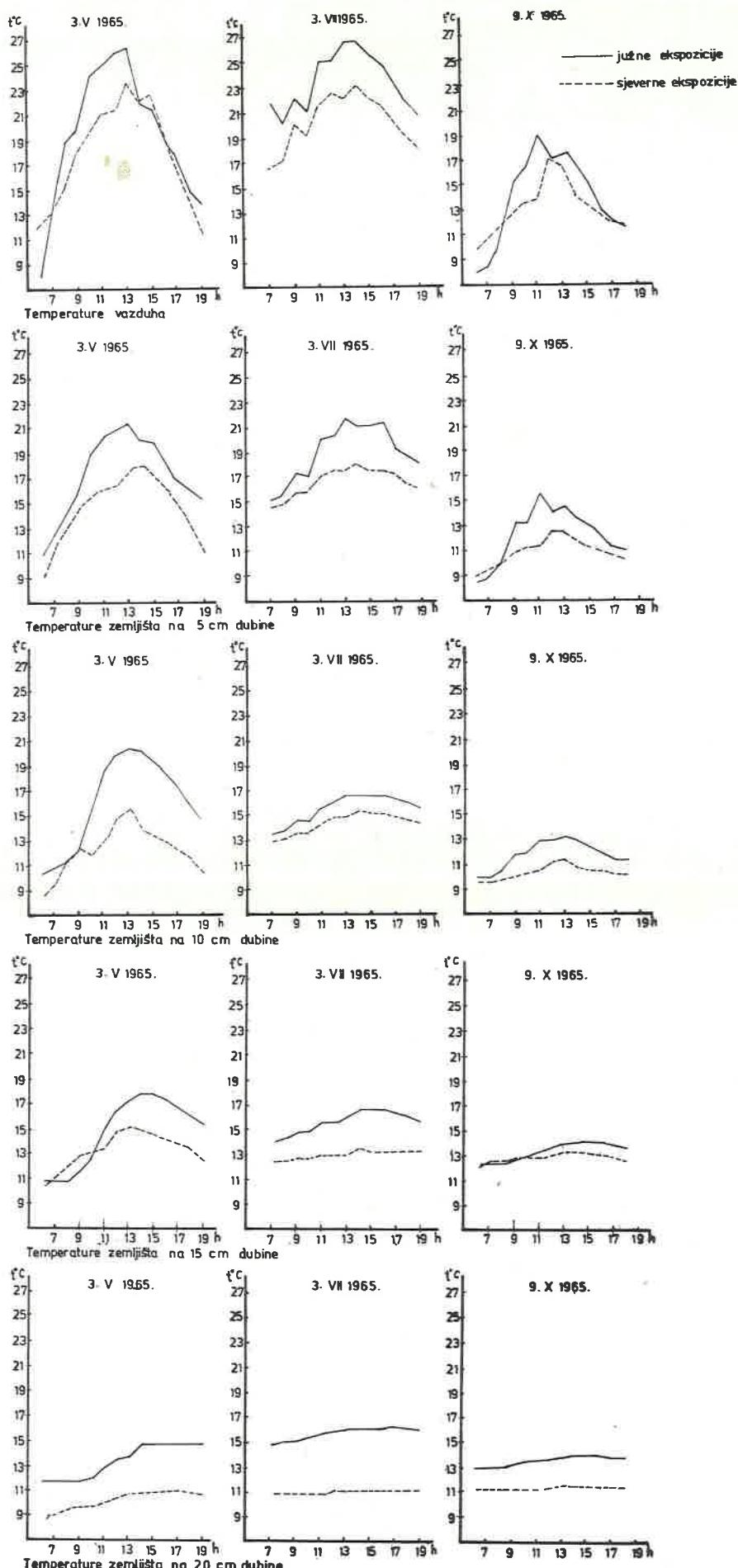
U sklopu ovih istraživanja vršena su određena mikroklimatska mjerena, te izvjesna fitocenološka i pedološka ispitivanja. Mikroklimatska mjerena su vršena u trima sezonomama u toku godine, istovremeno na dvjema ekspozicijama na odgovarajućim tačkama. Mjerene su temperature vazduha na površini zemlje i temperature zemljišta na dubinama 5, 10, 15 i 20 cm. Temperature su očitavane svakog sata, a mjerena su vršena kontinuirano po nekoliko dana u svakoj sezoni. Temperature vazduha su mjerene minimum-maksimum termometrima, a temperature zemljišta geotermometrima.

Radi određivanja tipa matičnog supstrata i tipa zemljišta, kopani su zemljišni profili na svim lokalitetima i uzete su probe zemljišta iz slojeva od 0—5, 5—10 i 10—20 cm dubine i izvršene su pedološke analize uzoraka.

Izvršena je i fitocenološka analiza na svim lokalitetima.

### *Rezultati i diskusija*

Rezultati mjerena temperature vazduha (na površini zemlje) i temperatura zemljišta (na različitim dubinama) na dvjema stanicama (sjeverna i južna ekspozicija) pokazuju da postoje konstantne razlike minimalnih i maksimalnih temperatura, kao i razlike u intenzitetu kolebanja dnevних temperatura na različitim ekspozicijama Ivan-planine (slika 1). Treba, međutim, odmah napomenuti da ove razlike, iako su konstantne, nisu izrazito velike. Naša mjerena, vršena kasnije na drugim planinama (Maglić i Zelengora), kao i podaci drugih istraživača (Lakušić 1966, Horvat 1962) pokazuju da razlike u dnevnim kolebanjima temperatura na različitim ekspozicijama mogu biti daleko veće. Ovo se može objasniti time što je Ivan relativno niska planina, a razlike u kolebanjima temperatura na sjevernim i južnim ekspozicijama su upravo proporcionalne visinama samih planina. Željeli smo da istaknemo da se na osno-



S1.1 ODNOŠI TEMPERATURA VAZDUHA I TEMPERATURA ZEMLJIŠTA NA DVJEĆEMA EKSPozICIJAMA IVANA



vu ovih, istina veoma oskudnih, mikroklimatskih mjerena može reći da ova planina u tom pogledu ne predstavlja nikakav izuzetak. Bakaršić (1957) takođe ističe da »dosada redovito isticana tvrdnja, da Ivan-planina sprječava prodiranje uticaja blage klime iz doline Neretve, zahtijeva izvjesnu korekciju«.

Na osnovu fitocenoloških istraživanja na Ivanu (Veliki Ivan i Mali Ivan) konstatovano je 7 različitih vegetacijskih jedinica na lokalitetima iz kojih su uzimane probe za ispitivanja *Syphyla* i *Pauropoda*. Ako se pogleda distribucija ovih zajednica prema eksponiciji (tabela 1), uočavaju se jasne razlike. Naime, na Velikom Ivanu na južnim ekspozicijama konstatovana je zajednica *Querco-Carpinetum croaticum*. Nje nema na sjevernim ekspozicijama. Na sjevernim ekspozicijama je, pak, konstatovana zajednica *Fagetum croaticum abietetosum*, koja nije razvijena na južnim ekspozicijama. Razlike su konstatovane i na ekspozicijama Malog Ivana. Na južnoj ekspoziciji je razvijena jedna varijanta zajednice *Bromus erectus-Plantago media Ass. Horv.* (*Xerobrometum*), dok je na sjevernoj ekspoziciji razvijena druga varijanta (*Mesobrometum*) iste zajednice.

Tabela 2

DISTRIBUCIJA VRSTA SYMPHYLA I PAUROPODA NA IVANU  
U EKOSISTEMIMA ŠUME I LIVADE

Vrste	Šuma	Livada
<i>Scolopendrella notacantha</i>	+	
<i>Geophylella pyrenaica</i>	+	
<i>Pauropus furcifer</i>	+	
<i>Allopauropus vulgaris</i>	+	
<i>Allopauropus danicus</i>	+	
<i>Allopauropus gracilis</i>	+	
<i>Allopauropus cordieri</i>	+	
<i>Allopauropus brevisetus</i>	+	
<i>Allopauropus tripartitus</i>	+	
<i>Trachypauropus glomeroides</i>	+	
<i>Allopauropus helveticus</i>		+
<i>Syphylella vulgaris</i>	+	+
<i>Syphylella hintoni</i>	+	+
<i>Syphylellopsis subnuda</i>	+	+
<i>Syphylellopsis balcanica</i>	+	+
<i>Hansenella nivea</i>	+	+
<i>Allopauropus cuenoti</i>	+	+

Na osnovu pedoloških ispitivanja nisu uočene značajne pravilnosti u distribuciji tipova zemljišta prema eksponiciji.

U toku naših istraživanja u ovom području konstatovano je ukupno 17 vrsta, i to: 7 vrsta *Syphyla* i 10 vrsta *Pauropoda*. Samo

jedna od ovih vrsta nađena je na svim lokalitetima. Pet vrsta (uključujući i ovu jednu) konstatovano je u više od 7 lokaliteta, a sve ostale vrste su bile nađene u relativno malom broju lokaliteta. Vezanost za samo određene lokalitete naročito dolazi do izražaja kada se posmatra distribucija vrsta *Paupropoda*, od kojih je samo jedna vrsta rađena u 6 različitim lokalitetima, dok od ostalih 9 vrsta nijedna se ne javlja u više od tri lokaliteta. S obzirom da je u toku istraživanja uzeto 420 proba i da su probe uzimane u svim sezona, smatramo da dobijeni rezultati u dobroj mjeri odražavaju stvarno stanje distribucije ovih vrsta u ovom području.

Praćenje distribucije prema osnovnim tipovima lokaliteta u širem smislu (šuma, livada) pokazuje da je daleko veća raznovrsnost ovih vrsta u šumskim nego u livadskim zajednicama (tabela 2). Naime, od ukupno 17 vrsta samo 6 vrsta je nađeno i u šumskim i livadskim zajednicama, 10 vrsta je konstatovano isključivo u šumskim zajednicama, a samo 1 vrsta je bila ograničena na livadsku zajednicu. Slične rezultate dobila je i Živadinović (1963) ispitujući distribuciju *Collembola* na Igmanu. Naime, od ukupno 55 vrsta 38 ih je konstatovano samo u šumi, 15 u šumi i livadi, a 2 samo u livadi. Ovakvu pravilnost u distribuciji organizama u šumi i livadi potvrdili su i drugi autori: Ejtmnavićjute (1960) ispitujući oribatide, Alejnikova, Lokšina (1962) ispitujući distribuciju *Diplopoda* itd.

Tabela 3

DISTRIBUCIJA VRSTA SYMPHYLA I PAUROPODA NA IVANU  
S OBZIROM NA EKSPONICIJU

Vrste		Eksponicija
	S	N
<i>Allopauporus danicus</i>	+	
<i>Allopauporus cuenoti</i>	+	
<i>Allopauporus cordieri</i>	+	
<i>Allopauporus tripartitus</i>	+	
<i>Pauporus furcifer</i>		+
<i>Allopauporus vulgaris</i>		+
<i>Allopauporus helveticus</i>		+
<i>Geophylella pyrenaica</i>		+
<i>Symplyella hintoni</i>	+	+
<i>Symplyellopsis subnuda</i>	+	+
<i>Scolopendrella notacantha</i>	+	+
<i>Hansenella nivea</i>	+	+
<i>Symplyella vulgaris</i>	+	+
<i>Allopauporus gracilis</i>	+	+
<i>Allopauporus brevisetus</i>	+	+
<i>Trachypauporus glomeroides</i>	+	+
<i>Symplyellopsis balcanica</i>	+	+

4

Za praćenje distribucije vrsta *Sympyla* i *Paupropoda* na raznim ekspozicijama uključeni su podaci sa Velikog Ivana i Malog Ivana. Od 17 vrsta s ovog područja 9 vrsta je konstatovano i na sjevernoj i na južnoj ekspoziciji, 4 vrste su nađene samo na sjevernoj ekspoziciji, a 4 vrste samo na južnoj ekspoziciji (tabela 3). Ovi rezultati upućuju na konstatovanje određenih razlika u sastavu vrsta na različitim ekspozicijama. No, kako je većina konstatovanih vrsta na ovom području sa širokom ekološkom valencom u odnosu na faktore koji su analizirani, to je teško prihvatići da se prisustvo, odnosno odsustvo vrste može uzeti kao pouzdan indikator razlika u ekološkim faktorima na ovim ekspozicijama. Stoga ćemo pokušati, prvo, da analiziramo distribuciju nekih vrsta oslanjajući se na njihovo šire rasprostranjenje, a zatim ćemo u analizu uključiti i rezultate o frekvencijama i gustinama populacija tih vrsta na ovim lokalitetima. Analizu ćemo početi dvjema vrstama, koje bi, po našem mišljenju, mogle da posluže kao nešto sigurniji indikatori razlika na ovim ekspozicijama. Od *Sympyla*, to je vrsta *Geophylella pyrenaica*, a od *Paupropoda*, to je vrsta *Allopaupropus brevisetus*. Prva vrsta ima cirkummediteransko rasprostranjenje, što u najširem smislu već ocrтava osnovne konture njene ekologije. Naša istraživanja distribucije ove vrste na području Bosne i Hercegovine su otkrila određenu saglasnost između njene opšte distribucije i tipova staništa u kojima je kod nas konstatovana. Na osnovu tih rezultata prije bismo očekivali da ovu vrstu nađemo na južnim nego na sjevernim ekspozicijama Ivan-planine, a ipak je nađena samo na sjevernoj ekspoziciji, i to samo na lokalitetu 10, koji se ni na osnovu čega značajnijeg ne bi mogao izdvojiti od ostalih lokaliteta.

Uva vrsta je u mjesecu septembru konstatovana u sloju zemljишta a dubini od 10 — 20 cm. Vrsta *A. brevisetus* je takođe submediteranska, a na Ivanu je nađena i na južnoj i na sjevernoj ekspoziciji. Treba, međutim, dodati da je na južnoj ekspoziciji nađena u 4 od 6 lokaliteta, a na sjevernoj, na 2 takođe od 6 lokaliteta. Osim toga,

a ove vrste kao i gustina njene populacije je veća na lokažne nego na lokalitetima sjeverne ekspozicije. Tako je a ove vrste na južnoj ekspoziciji 6,7%, a na sjevernoj 2,8%.

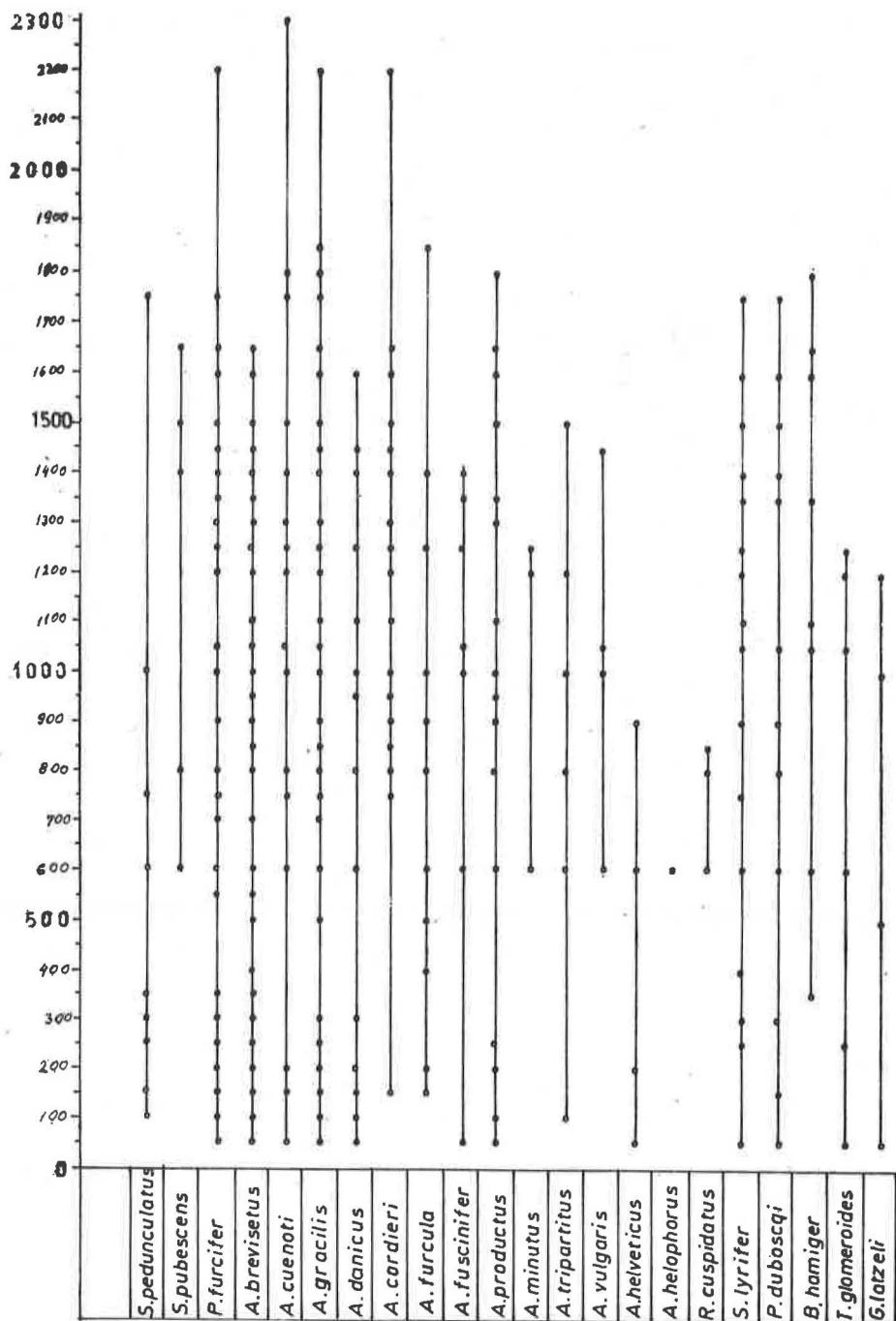
Gustina na lokalitetima južne ekspozicije je 0,32, a na lokalitetima sjeverne ekspozicije 0,12. Ove razlike u gustini i frekvenciji vrste *A. brevisetus* ukazuju da postoje određene razlike u ekološkim uslovima na različitim ekspozicijama, što se slaže sa rezultatima mikroklimatskih i fitocenoloških ispitivanja na ovim ekspozicijama. Pošto je ova vrsta tipično submediteranska, sasvim je logično što ima veću i gustinu i frekvenciju na južnoj nego na sjevernoj ekspoziciji Ivan-planine.

Ovakva ispitivanja vršena su i kod nekoliko drugih vrsta, računajući da će takvi podaci upotpuniti ova istraživanja i doprinijeti njihovoj tačnosti. U obzir su uzete samo one vrste koje su se češćejavljale i imale nešto veću gustinu.

	Frekvencija			Gustina		
	S	N	S	$SE_M$	$\bar{x}$	$SE_M$
<i>S. vulgaris</i>	19,44	23,88	0,80	0,24	1,46	0,32
<i>S. hintoni</i>	3,33	3,88	0,08	0,04	0,12	0,05
<i>S. subnuda</i>	30,00	14,44	3,83	1,83	2,25	1,19
<i>S. balcanica</i>	3,88	2,74	0,13	0,09	0,08	0,05
<i>H. nivea</i>	2,77	5,55	0,08	0,03	0,35	0,21
<i>A. brevisetus</i>	6,66	2,77	0,32	0,14	0,12	0,07

Legenda: S — južna ekspozicija  
 N — sjeverna ekspozicija  
 $\bar{x}$  — srednja vrijednost  
 $SE_M$  — standardna greška

Vidi se da su vrijednosti frekvencija za ove vrste bile različite na različiti mekspozicijama. Kod tri vrste frekvencije su bile veće na južnoj ekspoziciji, a kod tri druge vrste na sjevernoj ekspoziciji. Isti rezultati su dobijeni i za gustinu populacija ovih vrsta, što bi moglo da znači da je kombinacija faktora na južnoj ekspoziciji bliža optimalnim uslovima za vrste *Symphytellopsis subnuda*, *Symphytellopsis balcanica* i *Allopauropus brevisetus*, a na sjevernoj ekspoziciji ta kombinacija bolje odgovara vrstama *Symphytella vulgaris*, *Symphytella hintoni* i vrsti *Hansenella nivea*. Moramo, međutim, napomenuti da vrijednosti t-testa razlika u gustinama populacija na različitim ekspozicijama ni u jednom slučaju nisu imale statistički značaj. Ovo vjerovatno stoji u vezi sa mozaičnom mikrodistribucijom ovih vrsta, što se odrazilo na vrijednostima standardnih grešaka koje su jako velike. Mi smo, ipak, pokušali da ove razlike dovedemo u vezu sa ekologijom ovih vrsta. Naime, u toku praćenja distribucije ovih vrsta na području Bosne i Hercegovine i posebno na području Perućice došli smo do nekih rezultata o ekološkim uslovima u kojima pojedine vrste imaju najveću gusinu. Tako je za vrstu *S. subnuda* zapaženo da joj ne odgovara kombinacija faktora u kojima se duže vrijeme ostvaruje visoka vlažnost ili preveliko isušivanje. Iz toga bismo mogli zaključiti da će gusina populacija ove vrste na sjevernoj ekspoziciji biti manja nego na južnoj, jer su upravo na sjevernoj ekspoziciji temperature niže, kolebanja manja, vlažnost veća, a period zadržavanja sniježnog pokrivača daleko duži. Dobijeni rezultati o većoj gusini na južnoj ekspoziciji su u saglasnosti sa našim očekivanjima. Za vrstu *S. balcanica* je zapaženo da najveću gusinu dostiže u zajednicama *Fagetum subalpinum*, *Fagetum croaticum montanum* i *Querco-Carpinetum croaticum*, ali iz dosadašnjih istraživanja nije bilo moguće uočiti koja kombinacija faktora je izrazito povoljna za ovu vrstu, pa je teško gusine populacija ove



Slika 2. Vertikalna distribucija Pauropoda u Bosni i Hercegovini.  
Vertical distribution of Pauropoda in the region of Bosnia and Herzegovina.



vrste iskoristiti kao dokaz o razlikama ekoloških uslova na različitim ekspozicijama. Za druge tri vrste, čija je gustina bila veća na sjevernoj ekspoziciji, postoje takođe orientacioni rezultati o kombinacijama faktora u kojima one ostvaruju najveću gustinu. Tako je za vrstu *S. vulgaris* zapaženo da optimalne uslove nalazi u šumskim zajednicama subalpijskog i alpijskog regiona. U ovim zajednicama su ekološki uslovi svakako bliži lokalitetima sjeverne nego južne ekspozicije na Ivanu, te bi trebalo očekivati da i gustina populacije ove vrste bude veća na sjevernoj ekspoziciji. Rezultati naših istraživanja su to i pokazali. Slična opažanja i rezultati dobijeni su i za vrstu *H. nivea*. Za vrstu *S. hintoni* je zapaženo da je termofiltacija od vrste *S. vulgaris* pa se očekivalo da će gustina ove vrste biti veća na južnoj ekspoziciji. Naši rezultati u ovom slučaju nisu bili u skladu sa očekivanjima.

Rezultati ovih analiza se mogu smatrati kao još jedna potvrda da postoje razlike u ekološkim uslovima na dvjema ekspozicijama i da čak i vrste sa veoma širokim ekološkim valencama mogu lijepo da posluže kao indikatori tih razlika.

## 2. Distribucija u odnosu na nadmorsknu visinu

### Materijal

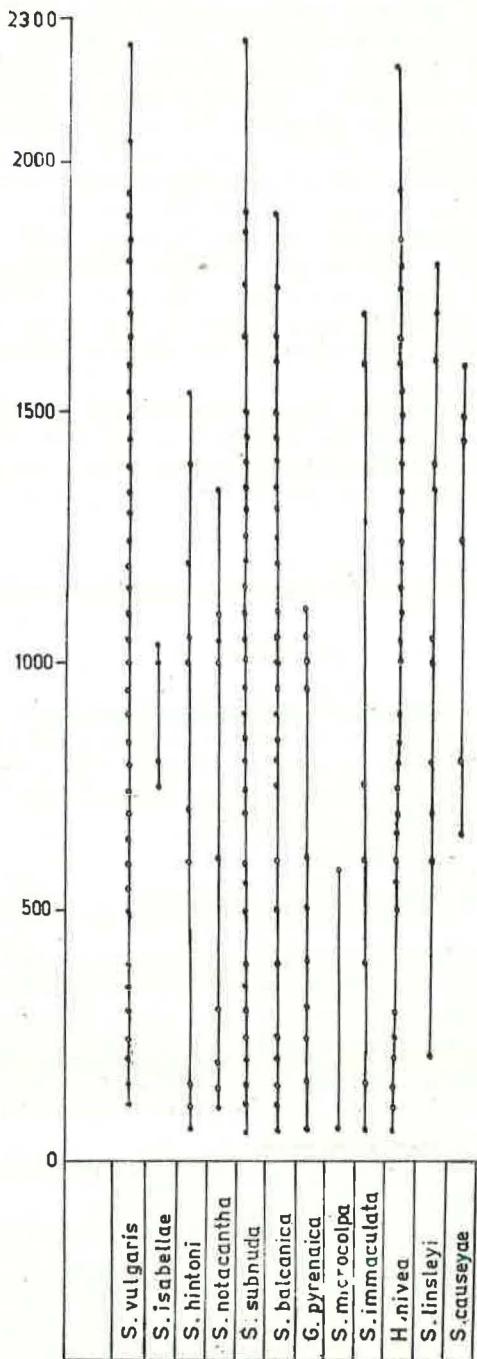
Analiza distribucije vrsta *Symphyla* i *Paurotopoda* u odnosu na nadmorsknu visinu izvršena je na osnovu cjelokupnog materijala sakupljenog iz 294 lokaliteta sa teritorije Bosne i Hercegovine. Probe su izimane iz lokaliteta od morske obale (Neum Klek) do najviših vrhova (2.300 m) nekoliko naših planina.

### Rezultati i diskusija

Na osnovu rezultata o vertikalnoj distribuciji ovih vrsta (slika 2 i 3) mogli smo da donešemo nekoliko konstatacija:

1. Sve vrste koje su nađene u toku naših istraživanja konstatovane su i u zoni između 500 i 800 m nadmorske visine.
2. Nema ni jedne vrste koja je vezana samo za region ispod 500 m, a takođe ni jedne koja je bila vezana samo za pretplaninski ili planinski pojas ovoga područja.
3. Od ukupno 37 vrsta, 27 su imale veoma široko vertikalno rasprostranjenje (raspon od najmanje 1000 m).
4. Samo su 4 vrste bile nađene u uskom području od oko 600 do oko 800 m, izvan kojeg se nisu javljale.

Matic (1964) je ustanovio da i vrste *Chilopoda* u Rumuniji imaju dosta širok raspon u distribuciji i da je većina ovih vrsta nađena u zoni od 600 do 1500 m nadmorske visine.



Slika 3. Vertikalna distribucija Symphyla u Bosni i Hercegovini.  
Vertical distribution of Symphyla in the region of Bosnia and Herzegovina.

Praćenjem vertikalne distribucije pojedinih vrsta može se dobiti samo opšta orijentacija o osnovnim ekološkim karakteristikama tih vrsta, ali se mora imati na umu da se u takvim analizama moraju uzeti u obzir i drugi faktori, koji u različitim kombinacijama na različitim nadmorskim visinama ostvaruju dosta slične ekološke uslove. Možemo navesti nekoliko tipičnih slučajeva. Vrsta *A. brevisetus* nađena je na veoma širokom rasponu nadmorskih visina od oko 50 m do oko 1680 m, iako je to tipično submediteranska vrsta. Ona se međutim, na višim nadmorskim visinama javlja samo na izrazito termofilni mstaništima. Tako je ova vrsta nađena na visini od 1400 m u zajednici *Ostryo-Pinetum nigrae* na dolomitnoj rendzini na južnoj eksponiciji, ili na visinama od 1640 i 1680 m u zajednici *Driadetum dolomiticum*, razvijenoj na rendzini. Vrsta *G. pyrenaica* je nađena na nadmorskim visinama od oko 50 m do 1100 m. Međutim, od 16 lokaliteta na kojima je zabilježena, 12 lokaliteta su na nadmorskim visinama ispod 600 m. Osim toga, nađena je na Ivanu u zajednici *Fagetum montanum* (oko 1050 m), na Vlašiću (oko 1000 m) u zajednici *Querco-Ostryetum carpinifoliae* i na Magliću (oko 1000 m) u termofilnoj vanijanti *Fagetum montanum* razvijenoj na dolomitnoj rendzini. Interesantno je napomenuti i to da je na Ivanu i na Magliću nađena samo u sloju zemljišta od 10—15 cm dubine. Iz ovoga se jasno vidi da se ova vrsta samo izuzetno i pod određenim uslovima javlja u višim nadmorskim visinama. Možemo za primjer uzeti i vrste *S. vulgaris* i *S. subnuda*. Obje ove vrste imaju veoma širok dijapazon vertikalnog raširenja i nađene su na najvišim visinama iz kojih su uzete probe, te bi se na osnovu toga moglo zaključiti da je ekologija ovih vrsta slična. Ispitivanjem gustina njihovih populacija je ustanovljeno da ove dvije vrste nalaze optimalne uslove u sašvima različitim uslovima te zaključujemo da su i ekološki ove vrste različite, bez obzira što se sretaju na istim nadmorskim visinama.

Na kraju želimo još jedanput da podvučemo da ispitivanje distribucije vrsta u odnosu na nadmorskiju visinu može biti opravданo i korisno samo pod uslovom da je praćeno studiranjem i drugih faktora koji na organizme djeluju kao kompleks faktora različit na različitim visinama.

### 3. Distribucija u odnosu na matični supstrat

#### Materijal

Podaci o distribuciji vrsta *Sympyla* i *Pauropoda* u odnosu na tip matičnog supstrata biće dati na osnovu istraživanja proba iz 4 područja Bosne i Hercegovine sa dosta tipičnim sastavima matičnog supstrata: Olovске luke sa serpentinskom podlogom, okolina Sarajeva sa krečnjačkom podlogom, područje Ivan planine sa pretežno paleozojskim (karbonskim) škriljcima i područje kompleksa

planina Maglić, Volujak i Zelengora na kojem se susreće više različitih podloga. Izdvojeno je 7 tipova matičnog supstrata u kojima je praćena distribucija vrsta *Symphylla* i *Pauropoda*.

### Rezultati i diskusija

Ako pratimo distribucije vrste *Symphylla* u različitim podlogama (tabela 4), pada u oči da 10 vrsta, od ukupno 12 konstatovanih na ovom području, žive i na krečnjačkoj i na silikatnoj podlozi. Kako su razlike u hemijskom i mineraloškom sastavu između ova dva supstrata najveće, to se nameće zaključak da za distribuciju većine vrsta *Symphylla* nije bio od presudnog značaja osnovni sastav matičnog supstrata.

Rezultati o distribuciji vrsta *Pauropoda* (tabela 5) su u osnovi veoma slični sa onim o distribuciji *Symphylla*. Naime, od ukupno 22 vrste, 19 je nađeno i na krečnjaku i na silikatu, te se i ovdje nameće kao prvi zaključak da za distribuciju većine vrsta *Pauropoda* nije bilo presudno da li je u podlozi krečnjak ili silikat.

Posebno je praćena distribucija vrsta *Symphylla* i *Pauropoda* u odnosu na matični supstrat na području kompleksa planina Maglić, Volujak i Zelengora.

Tabela 4

### DISTRIBUCIJA VRSTA SYMPHYLLA U RAZLICITIM TIPOVIMA MATIČNOG SUPSTRATA

	Serpentin	Andezit (porfirit (ortoklasfeldspatne stijene)	Karbonski škriljci (silicijske stijene)	Verfenski kvarcni i lisikunoviti pješčari (silicijske stijene)	Fliš gornje krede (lapori + pješčenjaci)	Krečnjak	Dolomit
<i>S. vulgaris</i>	+		+		++	++	++
<i>S. subnuda</i>	+	++	++	++	++	++	++
<i>S. balcanica</i>	+	++	++	++	++	++	++
<i>H. nivea</i>	+						
<i>S. hintoni</i>	+						
<i>S. linsleyi</i>	+						
<i>G. pyrenaica</i>							
<i>S. causeyae</i>							
<i>S. immaculata</i>							
<i>S. notacantha</i>							
<i>S. isabelae</i>							
<i>S. microcolpa</i>	+						

Tabela 5

**DISTRIBUCIJA VRSTA SYMPHYLA U RAZLIČITIM TIPOVIMA  
MATIČNOG SUPSTRATA**

	Serpentin	Andezit (porfirit) (ortoklas - feldspatne stijene)	Karbonski škriljci (silicijske stijene)	Verfenski kvarcni i lisikunoviti pješčari (silicijske stijene)	Fliš gornje krede (laporci+pješčenjaci)	Krečnjak	Dolomit
<i>P. furcifer</i>							
<i>A. gracilis</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>A. cordieri</i>	++	+	+	+	+	+	+
<i>A. brevisetus</i>	++	+	+	+	+	+	+
<i>A. productus</i>	++	+	+	+	+	+	+
<i>B. hamiger</i>	++	+	+	+	+	+	+
<i>A. danious</i>	++	+	+	+	+	+	+
<i>T. glomeroides</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>S. pubescens</i>							
<i>S. lyrifer</i>							
<i>A. cuenoti</i>							
<i>A. fuscinifer</i>							
<i>P. duboscqi</i>							
<i>A. furcula</i>							
<i>A. minutes</i>							
<i>A. vulgaris</i>	+						
<i>A. tripartitus</i>							
<i>G. latzeli</i>							
<i>R. cuspidatus</i>							
<i>A. helveticus</i>							
<i>S. pedunculatus</i>					+		
<i>A. helophorus</i>						+	

Upoređujući rezultate o distribuciji ovih vrsta na području Perućice sa rezultatima na širem području Bosne i Hercegovine, zapaža se da su pojave vezanosti nekih vrsta za određene tipove supstrata lokalnog karaktera, dok su u nekim slučajevima ove pojave imale opšti značaj. Naime, pokazalo se da od 6 vrsta, koje su u Perućici bile konstatovane na dvjema podlogama, 2 vrste su i izvan ovog područja bile vezane za isti supstrat, 2 su nađene na još jednom tipu supstrata, a 2 na još dva različita tipa.

Podaci o frekvencijama pojedinih vrsta u raznim supstratima su nagovještavali određene razlike, čak između vrsta koje su nađene u svim tipovima supstrata. Stoga smo izračunali koeficijenat korelacije frekvencija između onih vrsta kod kojih je prosječna frekvencija u probama bila najmanje 5. Po tom kriterijumu odabранo je 7 vrsta za koje dajemo rezultate korelacijske.

	2	3	4	5	6	7
1. <i>S. vulgaris</i>	— 0.339	— 0.311	0.282	— 0.592	0.339	0.243
2. <i>S. subnuda</i>	—	0.190	0.022	<b>0.776</b>	— 0.120	— 0.059
3. <i>S. balcanica</i>		—	0.218	0.265	0.547	— 0.634
4. <i>H. nivea</i>			—	— 0.160	<b>0.717</b>	0.012
5. <i>P. furcifer</i>	0.05			—	— 0.003	— 0.069
6. <i>A. gracilis</i>			0.05		—	— 0.088
7. <i>A. cordieri</i>					—	

Iz tabele se vidi da je samo u dva slučaja postojala pozitivna korelacija između frekvencija navedenih vrsta, što se može smatrati većom potvrdom sličnosti kod tih vrsta u odnosu na supstrat. Između ostalih vrsta nije bilo statistički značajne korelacijske. Kao posebno interesantno treba istaći to da je vrijednost korelacije između nekih vrsta koje su nađene u istim supstratima bila čak negativna. Tako je između vrste *S. vulgaris* i vrste *S. subnuda* vrijednost iznosiла — 0.339, a između vrste *S. vulgaris* i vrste *S. balcanica* ta vrijednost je bila — 0.311.

Izračunate su i vrijednosti koeficijenta korelacija njihovih gustina u pojedinim supstratima. Evo tih rezultata:

	2	3	4	5	6	7
1. <i>S. vulgaris</i>	<b>— 0.829</b>	0.056	— 0.232	— 0.093	0.428	0.376
2. <i>S. subnuda</i>	—	0.045	0.283	<b>0.860</b>	— 0.315	0.416
3. <i>S. balcanica</i>		—	— 0.169	— 0.155	— 0.163	0.300
4. <i>H. nivea</i>			—	— 0.243	0.125	— 0.070
5. <i>P. furcifer</i>				—	— 0.309	0.317
6. <i>A. gracilis</i>					—	0.150
7. <i>A. cordieri</i>						—

Iz ove tabele se vidi da je u jednom slučaju postojala statistički značajna pozitivna korelacija (*S. subnuda* — *P. furcifer*) gustina populacija u različitim supstratima, a u drugom slučaju postojala je statistički negativna korelacija (*S. vulgaris* — *S. subnuda*). U ostalim slučajevima vrijednosti nisu bile statistički značajne.

Na osnovi ovih rezultata možemo reći da je najveća sličnost u odnosu na supstrat ustanovljena između vrsta *S. subnuda* i vrste

*P. furoifer*, jer je ustanovljena na osnovu frekvencija i na osnovu gustina u pojedinim supstratima. Posebno važno je i to što je konstatovana negativna korelacija između vrsta *S. vulgaris* i *S. subnuda*, jer su ove dvije vrste nađene u svim supstratima. Ovaj slučaj nam ukazuje da pored zajedničkog svojstva ovih dviju vrsta, široka valenca u odnosu na supstrat, svaka od njih pokazuje određene specifičnosti, jer nalaze optimalne uslove u različitim supstratima.

Na kraju svega želimo istaći da ovi rezultati, i pored svih ograničenja, ukazuju na opravdanost istraživanja distribucije ovih vrsta u odnosu na matični supstrat, jer pružaju korisne informacije kod proučavanja ekologije ovih vrsta.

#### 4. Distribucija na različitim zemljištima

##### Materijal

Distribucija vrsta *Symphylla* i *Paupropoda* u odnosu na tip zemljišta data je na osnovu materijala sakupljenog iz više dijelova Bosne i Hercegovine. Na nekim lokalitetima određen je tip zemljišta samo na osnovu profila, a na drugim lokalitetima uzimane su i posebne probe radi vršenja pedoloških analiza, koje su dale potpuniju sliku osnovnih karakteristika pojedinih zemljišta i ukazale na određeni stepen variranja unutar pojedinih tipova.

##### Rezultati i diskusija

I u ovom slučaju je najprije data distribucija vrsta u različitim tipovima zemljišta na teritoriji Bosne i Hercegovine, a posebno je praćena distribucija ovih vrsta na području Perućice. Razmatrajući distribuciju u cjelini (tabela 6), zapaža se da većina vrsta i *Symphylla* i *Paupropoda* ne pokazuju strogu vezanost za određeni tip zemljišta. Na samo jednom tipu zemljišta konstatovana je jedna vrsta *Paupropoda*, a sve ostale vrste su u toku istraživanja bile zastupljene na najmanje dva različita tipa zemljišta. Neke od ovih vrsta su, međutim, konstatovane na zemljištima koja su po osnovnim svojstvima sličnija, dok su druge nađene na veoma različitim zemljištima. Tako su, na primjer, vrste *S. isabellae*, *S. notacantha*, *A. helveticus* i *R. cuspidatus* nađene samo na kiselo smeđem, kiselo smeđem ilimerizovanom i ilimerizovanom zemljištu, dok su vrste *S. vulgaris*, *S. subnuda*, *S. balcanica*, *H. nivea*, *P. furcifer*, *A. cuenori*, *A. gracilis*, *A. cordieri* i *S. lyrifer* konstatovane na 6 i više različitih zemljišta.

Analizirajući raznovrsnost u sastavu vrsta na pojedinim zemljistima, zapaža se da postoje dva skoro ekstremna slučaja: na jednoj strani su zemljista veoma bogata vrstama, kako *Symplyla* tako i *Pauropoda*. Naime, na točilima, kako na krečnjačkim tako i na serpentinskim, konstatovano je samo 6 vrsta, i to tri vrste *Symplyla* i tri vrste *Pauropoda*. Na kiselo smeđem zemljisu nisu nađene 4 vrste, a na ilimerizovanom samo 1 vrsta od ukupno 34 vrste koje su istraživanjima obuhvaćene. Posebno je interesantno to da većina zemljista ne pokazuje posebne specifičnosti u sastavu vrsta, pa je teško izdvojiti jedno zemljiste sa izrazito karakterističnim faunističkim sastavom. To znači da ove vrste ne bi mogle da posluže kao pouzdani indikatori za pojedine tipove zemljista. Iz literature se, pak, može vidjeti da su dosadašnja istraživanja na nekim drugim organizmima pokazala da se mogu u određenim slučajevima vrste koristiti kao pouzdani indikatori određenih tipova zemljista ili, pak, određenih svojstava u okviru više različitih tipova (Dimo 1945, Dobrovoljskij 1951, Utrobina 1962, Mahunka 1965—66, Živadinović 1963, 1969).

Sada bismo posebno razmotrili distribuciju vrsta na području Perućice, gdje je za analizu nekih vrsta uključena i frekvencija ovih vrsta na pojedinim zemljistima.

Vrste *S. vulgaris*, *S. subnuda* i *H. nivea* imaju pričinu ujednacene frekvencije na skoro svim tipovima zemljista, te bi bilo veoma teško izdvojiti bilo koje zemljiste i smatrati ga povoljnijim od drugih. Kod vrste *S. balcanica* se zapažaju nešto jasnije razlike, koje nagovještavaju da ona nalazi najpovoljnije uslove u ovom području u kiselo smeđem, kiselo smeđem ilimerizovanom i ilimerizovanom zemljisu. Kod sve tri vrste *Pauropoda* (*P. furcifer*, *A. gracilis* i *A. cordieri*), koje su u ovom području bile najfrekventnije, zapaža se jedna zajednička karakteristika, tj. najveća frekvencija je bila na humusno-silikatnom i smeđem krečnjačkom zemljisu.

Da bi se dobila jasnija predstava o odnosima ovih vrsta prema zemljistima, izračunat je koeficijenat korelacijske njihovih frekvencija. U tabeli su date vrijednosti za »r«.

	2	3	4	5	6	7
1. <i>S. vulgaris</i>	<b>0.934</b>	— 0.207	0.232	0.470	0.766	<b>0.913</b>
2. <i>S. subnuda</i>	—	— 0.243	— 0.663	0.181	0.547	<b>0.841</b>
3. <i>S. balcanica</i>		—	0.084	— 0.416	— 0.413	— 0.207
4. <i>H. nivea</i>			—	0.515	0.302	— 0.066
6. <i>A. gracilis</i>				—		<b>0.922</b>
5. <i>P. furcifer</i>				—	<b>0.836</b>	0.696
7. <i>A. cordieri</i>					—	—

Tabela 6

## DISTRIBUCIJA VRSTA SYMPHYLA I PAUROPODA U RAZLIČITIM TIPOVIMA ZEMLJIŠTA

Vrijednosti od 0.922 i 0.934 odgovaraju stepenu vjerovatnoće od 0.01, a vrijednosti 0.836, 0.841 i 0.913 odgovaraju stepenu vjerovatnoće od 0.02. Ostale vrijednosti u tabeli nisu bile statistički značajne.

Koristeći se ovim rezultatima, mogu se donositi i neke pretpostavke o sličnostima određenih vrsta u odnosu na tip zemljišta. Tako bi se moglo reći da je najveća sličnost između vrsta *S. vulgaris* i *S. subnuda*, zatim između vrsta *A. gracilis* i *A. cordieri*, te između vrsta *S. vulgaris* i *A. cordieri*.

Smatramo da je interesantno napomenuti i one slučajeve kada vrste pokazuju afinitet za samo određena zemljišta. Tako se vrsta *G. pyrenaica* i *T. glomeroides* javljaju samo na rendzini, vrsta *R. cuspidatus* samo na kiselo smeđem zemljištu, vrsta *S. immaculata* na kiselo smeđem i humusno-silikatnom zemljištu, a vrsta *S. isabellae* na kiselo smeđem i ilimerizovanom zemljištu (ovo se odnosi samo na Perućicu).

Analiza raznovrsnosti u sastavu vrsta *Symphyla* i *Pauropoda* na pojedinim tipovima zemljišta pokazuje da je najveći broj vrsta nađen na kiselo smeđem zemljištu i na rendzini, a najmanji na sirozemu. Na kiselo smeđem zemljištu je nađeno ukupno 27 vrsta *Symphyla* i *Pauropoda*. Većina od ovih vrsta su zajedničke i za druge tipove zemljišta, ali su 2 vrste, ipak, bile vezane isključivo za ovo zemljište, a 8 vrsta su se javljale na još samo jednom zemljištu. Od 23 vrste, koje su nađene na rendzini, 2 vrste su bile vezane za ovo zemljište, a sve ostale su sejavljale i u probama sa ostalih zemljišta. Na smeđem krečnjačkom zemljištu je nađeno ukupno 16 vrsta, od kojih nijedna nije bila vezana samo za ovo zemljište. Na kiselo smeđem ilimerizovanom i ilimerizovanom zemljištu je nađeno 18 vrsta, od kojih je samo jedna vrsta bila vezana za ova dva tipa zemljišta. Na humusno-silikatnom zemljištu, od 14 vrsta, nijedna nije bila ograničena samo na to zemljište.

Da bismo ustanovili da li pojedini tipovi zemljišta pokazuju sličnost po sastavu vrsta *Symphyla* i *Pauropoda*, računali smo korelaciju za broj vrsta *Symphyla* i *Pauropoda* u pojedinim zemljištima. Dobijena vrijednost za  $r$  je 0.779, što odgovara stepenu vjerovatnoće od 0.05% i ukazuje da postoji statistički značajna podudarnost u broju vrsta *Symphyla* i *Pauropoda* na pojedinim tipovima zemljišta.

Upoređujući rezultate distribucije vrsta *Symphyla* i *Pauropoda* u različitim zemljištima na području Perućice sa rezultatima koji se odnose na ostala područja Bosne i Hercegovine, vidimo da određene zakonitosti distribucije vrsta u jednom području ne odgovaraju sasvim onima u drugom području. Tako je ustanovljeno da od 4 vrste koje su u području Perućice bile vezane za po jedan tip zemljišta, samo jedna vrsta je i van ovoga područja nađena samo u tom zemljištu, a od 9 vrsta koje su u području Perućice bile vezane za dva tipa zemljišta samo jedna vrsta je i izvan ovoga područja bila ograničena na samo ta dva tipa zemljišta. U literaturi postoje

slični podaci i za neke vrste drugih životinjskih grupa. Tako Medvedev (1952) iznosi da vrsta *Sericia brunea* na jugu živi u težim zemljишima, a na sjeveru u pijesku. Vrsta *Opatrum sabulosum* je bila opisana kao pješčana vrsta na granici svoga areala, a u stepskoj zoni Ukrajine (centar areala ove vrste) živi u zemljишima raznog mehaničkog sastava. Lindroth (1945) je ustanovio za jednu vrstu Coleoptera *Synchus nivalis* da je u srednjoj Evropi tipična hidrofilna vrsta, a na sjeveru (Švedska) je kserofilna. Ovi podaci su dati prema Giljarovu (1965).

Interesantno je da je raznovrsnost u sastavu vrsta u pojedinim tipovima zemljишta na različitim područjima bila različita. Tako je u ilimerizovanom zemljишtu na području Perućice nađeno 15 vrsta, dok su na tom tipu zemljишta u širem području Bosne i Hercegovine nađene 33 vrste. Ovo ukazuje da se mora računati na mogućnost većih variranja čak i unutar jednog istog tipa zemljишta, naročito u različitim kombinacijama sa drugim ekološkim faktorima. Dovoljno je podsjetiti da se, na primjer, ilimerizovano zemljишte može razviti na pješčarima, krečnjaku ili serpentinu, da se može javiti na različitim nadmorskim visinama, različitim ekspozicijama, pa da se shvati veoma velika mogućnost različitih kombinacija ekoloških uslova na tom tipu zemljишta. Te uslove komplikuju i razne vrste biljaka i životinja, koje tu žive, aktivno djelujući u toj sredini i utičući na dinamiku procesa te sredine.

Ovi rezultati o distribuciji biće dopunjeni za neke vrste podacima o distribuciji gustine njihovih populacija u tim zemljишima. Kod vrste *S. vulgaris* izrazito najveća gustina je u humusno-silikatnom zemljишtu, a najmanja u kiselo smeđem ilimerizovanom zemljишtu. Kod vrste *S. subnuda* dobiveni su skoro identični rezultati, a kod vrste *S. balcanica* rezultati su nešto drugačiji. Ona ima najveću gustinu upravo na kiselo smeđem zemljишtu.

Kod vrste *H. nivea* najveća gustina je na humusno-silikatnom zemljишtu, a najmanja na ilimerizovanom zemljишtu. Kod sve tri vrste Paupopoda najveća gustina populacija je na humusno-silikatnom zemljишtu, a najmanja na ilimerizovanom ili kiselo smeđem ilimerizovanom zemljишtu. Ovi podaci dosta jasno ukazuju na veliku sličnost ovih vrsta *Sympyla* i Paupopoda u odnosu na tip zemljишta. Koeficijenti korelacije distribucije gustine ovih vrsta potvrđuju u većini slučajeva njihovu sličnost. Dajemo tabelarno rezultate korelacijske za neke vrste.

	2	3	4	5	6	7
1. <i>S. vulgaris</i>	<b>0.877</b>	— 0.566	<b>0.770</b>	<b>0.884</b>	<b>0.854</b>	<b>0.758</b>
2. <i>S. subnuda</i>	—	— 0.270	0.548	0.544	<b>0.811</b>	<b>0.968</b>
3. <i>S. balcanica</i>		—	— 0.601	— 0.668	<b>— 0.841</b>	— 0.072
4. <i>H. nivea</i>			—	<b>0.909</b>	0.737	0.413
5. <i>P. furcifer</i>				—	<b>0.931</b>	0.486
6. <i>A. gracilis</i>					—	0.565
7. <i>A. cordieri</i>						—

Konstatovana je pozitivna i statistički značajna korelacija između vrste *S. vulgaris* i pet drugih vrsta, a takođe i između nekih drugih vrsta (podvučene vrijednosti u tablici su statistički značajne). Jedini izuzetak u ovom pogledu predstavlja vrsta *S. balcanica*, koja pokazuje negativnu korelaciju prema drugim vrstama. Korelacija je u tri slučaja statistički značajna. Ovo ukazuje na određene specifičnosti ekologije ove vrste.

### 5. Distribucija u različitim biljnim zajednicama

U biološkoj literaturi postoji ogroman broj radova u kojima su razmatrani uzajamni odnosi određenih biljnih i životinjskih organizama. Oni ukazuju na veoma širok spektar odnosa uzajamnog djelovanja i zavisnosti (odnosi ishrane i razmnožavanja u najširem smislu) jednih od drugih. U novije vrijeme ima dosta pokušaja da se na nivou zajednica vrše ovakva istraživanja, kojima se žele ustanoviti veze između biljnih i životinjskih zajednica, kao i bliže veze između biocenoza i biotopa. Za sada se takva istraživanja vrše uglavnom odvojeno na samo nekim životinjskim skupinama (Aoki 1961, Nosek 1957, 1963, Thiele 1962, Pilowski 1961, Stefanović 1953, Gatalova 1964, Alejnikova, Loškina 1962, Đulić 1963, 1964), što donekle umanjuje vrijednosti njihovih rezultata. Mi ćemo u ovom poglavljju pratiti distribuciju vrsta *Sympyla* i *Pauropoda* u vezi sa različitim fitocenološkim kategorijama.

#### Materijal

Probe za ova istraživanja su uzete iz 53 različite biljne zajednice sa teritorije Bosne i Hercegovine. Iz velikog broja zajednica uzete su samo kvalitativne probe, dok su kvantitativne probe uzimane iz nekih zajednica kod Sarajeva, na Ivan-plamini i u području Perućice. Napominjemo da je iz mnogih zajednica uzet vrlo mali broj proba, te će se na osnovu ovih rezultata moći dobiti samo opšti uvid u distribuciju ovih vrsta u različitim zajednicama.

#### Rezultati i diskusija

Rezultati ove distribucije su dati u tabeli 7. Zapaža se da postoje značajne razlike u distribuciji pojedinih vrsta u ovim zajednicama i da je većina vrsta bila ograničena na samo određene zajednice. Najprije ćemo se osvrnuti na distribuciju vrsta *Sympyla*. Ranije

je praćena distribucija nekih od ovih vrsta u 30 različitih zajednica Bosne i Hercegovine (Dizdarević 1970), a ovdje su iznijeti rezultati distribucije za još 3 vrste i u još 23 druge biljne zajednice. Od ukupno 12 vrsta *Sympyla*, 4 vrste su nađene u više od 20 zajednica, a sve ostale vrste su konstatovane u manje od 10 različitih biljnih zajednica.

Vrsta *S. vulgaris* je nađena u 43 biljne zajednice, koje su sa fitocenološkog aspekta veoma heterogene, te se može pouzdano zaključiti da ova vrsta u našim uslovima dolazi u svim većim fitocenološkim kategorijama. Nađena je u zajednicama klase: *Querco-Fagetea*, *Vaccinio-Picetea*, *Arrhenatheretea*, *Quercetea ilicis*, *Erico-Pinetea*, *Brachyopodio-Chrysopogonetea*, kao i u zajednicama sveze subalpijskih rudina na silikatima (*Jasionion orbiculatae*) i krečnjaku (*Festucion pseudoxanthinae*).

Vrsta *S. subnuda* je nađena u 25 različitih biljnih zajednica, koje pripadaju različitim vegetacijskim klasama i redovima. Dolazi u zajednicama klase *Quercetea ilicis* i *Chenopodietea*, te u zajednicama redova *Fagetalia*, *Erico-Pineta*, *Arrhenatheretalia*, *Crepidetalia dinaricae*.

Vrsta *S. balcanica* je nađena u 23 biljne zajednice, i to u 18 zajedno sa vrstom *S. subnuda*. Za razliku od prethodne vrste, ova se javlja u zajednicama *Driadetum dolomiticum*, *Hiperici vaccinietum*, *Quercetum farneto cerris*, *Meo-Festucetum spadiceae* i *Festucetum supinae*, što vrlo jasno ukazuje da je to vrsta acidifilnog karaktera, odnosno nedostaje u zajednicama *Senecieto rupestris*, *Elyno-Edreantetum serpillifoliae*, *Deschampsietum cespitosum*, *Cisto-Ericetum arboreae*, *Stipo-Salvietum officinalis*, *Carpinetum orientalis* i *Urtico-Sambacetum eboli*, a to potvrđuje acidifilnost ove vrste i izbjegavanje nitrofilnih zajednica.

Vrsta *H. nivea* je nađena u 24 zajednice različitih klase: *Querco-Fagetea*, *Erico-Pinetea*, *Elino-Seslerietea*, *Arrhenatheretea*, *Vaccinio-Picetea*, te u zajednicama sveza *Silene marginatae*, *Trifolio-Hordeion*, *Satureion subspicatae* i *Bromion erecti*. Vidi se da je više vezana za zajednice na slabo bazičnim i slabo acidifilnim tlima.

Vrsta *S. hintoni* je nađena u 14 zajednica i to uglavnom u mediteranskom i montanom regionu. Dolazi u zajednicama klase: *Querco-Fagetea*, *Erico-Pinetea*, *Vaccinio-Piceetea*, *Arrhenatheretea* i u zajednicama sveza *Satureion subspicatae*, *Cisto-Ericion arboreae*, a javlja se i u zajednici planinskih rudina na dolomitu (*Driadetum dolomiticum*).

Vrsta *S. isabellae* je nađena u 4 zajednice redova *Fagetalia* i *Arrhenatheretalia*.

Vrsta *G. pyrenaica* je nađena u 4 biljne zajednice klase *Querco-Fagetea*, odnosno sveza *Ostryo-Carpinetum orientalis* i *Carpinion betuli illyrico-podolicum*.

Vrsta *S. notacantha* je nađena u 7 različitih zajednica klase *Querco-Fagetea* i reda *Arrhenatheretalia*.

## **U RAZLIČITIM BILJNIM ZAJEDNICAMA**

Vrsta *S. immaculata* je nađena u 6 biljnih zajednica redova *Fagetalia*, *Quercetalia ilicis*, *Vaccinio-Piceetalia* i *Arrhenatheretalia*.

Vrsta *S. linsleyi* je nađena u 11 biljnih zajednica redova: *Vaccinio-Piceetalia*, *Erico-Pinetalia*, *Fagetalia* i *Arrhenatheretalia*, što ukazuje na njen kontinentalni karakter. Na dolomitima se javlja i u subalpijskom regionu u zajednici *Driadetum dolomiticum*.

Vrske Pauropoda pokazuju takođe značajne razlike u distribuciji u pojedinim zajednicama. Zapaža se da je i ovdje većina vrsta nalažena samo u određenom broju zajednica. Od ukupno 22 vrste nijedna nije nađena u više od 20 od ukupno 53 zajednice, 5 vrsta je nađeno u 10 do 20 zajednica, a 17 ostalih vrsta je nađeno u manje od 10 biljnih zajednica.

Vrsta *P. furcifer* je nađena u 15 zajednica klase: *Querco-Fagetea*, *Erico-Pinetea*, *Arrenatheretea*, *Quercetea ilicis*, *Vaccinio-Picetea*, *Elyno-Seslerietea* i *Caricetea curvulae*.

Vrsta *A. brevisetus* je nađena u 14 biljnih zajednica redova: *Quercetalia pubescentis*, *Fagetalia*, *Cisto-Ericetalia*, *Arrhenatheretalia* i *Trifolio-Hordeetalia*. Osim toga, nađena je još u zajednicama *Picetum croaticum montanum* i *Driadetum dolomiticum*.

Vrsta *A. cuenoti* je nađena u 16 biljnih zajednica. Najčešće se javlja u zajednicama klase: *Querco-Fagetea*, *Thlaspetea rotundifoliae* i reda *Arrhenatheretalia*, a javlja se još i u zajednicama *Orno-Quercetum ilicis*, *Bromus erectus-Plantago media*, *Pinetum mughi croaticum* i *Urtico-Sambucetum eboli*, što ukazuje na njen kontinentalni i planinski karakter.

Vrsta *A. gracilis* je nađena u 17 zajednica klase *Querco-Fagetea*, *Elyno-Seslerietea*, *Caricetea curvulae* i redova *Arrhenatheretalia*, *Cisto-Ericetalia* i *Vaccinio-Piceetalia*, što ukazuje na njen planinski i kontinentalni karakter.

Vrsta *A. danicus* je nađena u 8 biljnih zajednica redova *Vaccinio-Piceetalia*, *Fagetalia*, *Erico-Pinetalia* i reda *Cimbopogo-Brachiodietalia*, što ukazuje da je to vrsta lišćarskih listopadnih i četinarских šuma.

Vrsta *A. cordieri* je nađena u 11 biljnih zajednica. Optimum nalazi u zajednicama klase *Querco-Fagetea* i *Vaccinio-Picetea*, a javlja se i u vegetaciji planinskih rudina na krečnjaku (*Elyno-Edraianthetum srpilifolii*).

Vrsta *A. furcula* je nađena u 5 zajednica redova *Arrhenatheretalia*, *Fagetalia* i sveze *Festucion pseudoxantinae*, što jasno ukazuje na njen kontinentalni i subalpijski karakter.

Vrsta *A. fuscinifer* je nađena u 8 zajednica klase *Querco-Fagetea* i *Quercetea ilicis* i u zajednici reda *Arrhenatheretalia*.

Vrsta *A. productus* je nađena u 9 zajednica, koje pripadaju klasi *Querco-Fagetea*, redu *Arrhenatheretalia* i svezi *Festucion pseudoxantinae*.

Vrsta *A. minutus* je nađena u 4 zajednice reda *Fagetalia* i u livadama koje su nastale degradacijom ovih zajednica.

Vrsta *A. tripartitus* je identična sa prethodnom vrstom.

Vrsta *A. vulgaris* ima nešto širu valencu od prethodne dvije vrste, jer je nalazimo i u zajednicama sveze *Orno-Ericion serpentinum*.

Vrsta *P. duboscqi* je nađena u 10 zajednica. Češće se nalazi u zajednicama klase Querco-Fagetea i sekundarnim zajednicama koje nastaju njihovom degradacijom (*Arrhenatherion elatioris*, *Urtico-Sambucetum ebuli*, *Stipo-Salvietum officinalis*, *Jasionion orbiculatae*), a javlja se i u planinskim rudinama, ako je geološka podloga dolomit (*Driadetum dolomiticum*).

Vrsta *S. pedunculatus* je nađena u 5 zajednica koje pripadaju klasi Querco-Fagetea i u sekundarnim oblicima vegetacije ovih zajednica. Izuzetno se javlja u planinskim rudinama na krečnjaku (*Seslerietum tenuifoliae montenegrinum*).

Vrsta *S. pubescens* je nađena u 5 zajednica redova: *Fagetalia*, *Vaccinio-Picetalia*, *Erico-Pinetalia* i *Arrhenatheretalia*.

Vrsta *S. lyrifer* je nađena u 9 zajednica od mediteranskog do subalpijskog regiona. Dolazi u zajednicama redova: *Fagetalia*, *Erico-Pinetalia*, *Vaccinio-Picetalia*, *Arrhenatheretalia* i sveze *Festucion pseudoxanthinae*.

Vrsta *T. glomeroides* je nađena u zajednicama klase Querco-Fagetea, odnosno njenih sveza *Carpinion betuli illyrico-podolicum*, *Fagion illyricum*, a javlja se i u zajednicama redova *Trifolio-Hordetalia* i *Erico-Pinetalia*.

Vrsta *B. hamiger* je nađena u 7 zajednica redova *Fagetalia*, *Vaccinio-Picetalia* i *Arrhenatheretalia*.

Vrsta *G. latzeli* je nađena u 4 zajednice klase Querco-Fagetea i sveza *Quercion ilicis* i *Vaccinio-Piceion*.

Vrsta *R. cuspidatus* je nađena u zajednicama reda *Fagetalia* i u livadama njihove zone.

Vrsta *A. helveticus* optimum nalazi u submediteranskim kamenjarama i garizima redova *Cisto-Ericetalia* i *Cimbopogo-Brachiodietalia*, kao i kontinentalnim livadama redova *Arrhenatheretalia* i *Brometalia erecti*, a javlja se i u mezofilnim hrastovo-grabovim šumama (*Querco-Carpinetum croaticum*).

Vrsta *A. helophorus* je nađena samo u zajednici *Querco-Carpinetum croaticum* i u livadi sveze *Arrhenatherion*, koja je nastala krčenjem ove šume, te je s pravom možemo nazvati karakterističnom vrstom mezofilnih hrastovo-grabovih šuma.

Moramo istaći da postoji određeni broj zajednica u kojima nije nađena nijedna vrsta *Sympyla*, odnosno *Pauropoda*. Od 53 zajednice bilo je 8 u kojima nije nađena nijedna vrsta *Sympyla*, a 21 zajednica u kojima nije nađena nijedna vrsta *Pauropoda*. Ako uzmemo u obzir i to da je broj proba u nekim od ovih zajednica bio relativno mali, ipak se nameće zaključak da ove zajednice, ako i ne isključuju prisustvo ovih vrsta, pružaju im minimalne mogućnosti da u njima žive. Ovdje se nameće još jedan zaključak koji je sasvim logičan: U odnosu na biljne zajednice *Pauropoda*, u cjelini, imaju

užu ekološku valencu nego *Symphylla*. Na drugoj strani, nekoliko zajednica se ističu veoma velikim bogatstvom vrsta, kako *Symphylla* tako i Pauropoda. Tako su u zajednici *Querco-Carpinetum croaticum* nađene sve vrste *Symphylla* i sve vrste Pauropoda. U livadskoj zajednici *Arrhenatherion elatioris* konstatovano je 17 vrsta Pauropoda i 8 vrsta *Symphylla*. U zajednici *Fagetum montanum* konstatovane su 23 vrste, a u zajednici *Abieti-Fagetum* 25 vrsta. Zatim dolaze 4 zajednice sa po 10 do 15 vrsta, 16 zajednica sa po 5 do 10 vrsta, 14 zajednica u kojima su nađene 2 do 5 vrsta i 14 zajednica u kojima je nađena samo po jedna vrsta. Treba napomenuti da skoro u svim slučajevima kada je u zajednici nađena jedna vrsta *Symphylla* ili Pauropoda, u pitanju je bila vrsta koja redovno dolazi u više različitih zajednica, te se ne može uzeti kao karakteristična vrsta ovih zajednica. Ako se prati distribucija vrsta *Symphylla* i Pauropoda u pojedinim zajednicama, vidi se da vrste ovih dviju grupa pokazuju veliku sličnost. Naime, zajednice u kojima je konstatovan najveći broj vrsta *Symphylla* sadrže istovremeno i najveći broj Pauropoda. Statistički račun ukazuje da postoji pozitivna korelacija broja vrsta *Symphylla* i Pauropoda u određenim biljnim zajednicama ( $r=0.855$ ,  $P$  manje od 0.01).

Sada ćemo razmotriti distribuciju ovih vrsta na području Perućice gdje su vršena istraživanja u 33 različite biljne zajednice. Pošto je broj lokaliteta u pojedinim zajednicama različit, kao i broj proba iz tih zajednica, posebna pažnja je obraćena onim zajednicama u kojima je uzeto najmanje 10 proba.

Vrsta *S. vulgaris* je konstatovana u 21 zajednici. Od 12 zajednica, iz kojih je uzeto najmanje po 10 proba, nađena je u 11 sa pričinom visokom prezentnošću, dok je u zajednici *Seslerietum tenuifoliae* konstatovana samo na jednom lokalitetu. Ovi podaci govore da ova vrsta i u ovom području ima široku ekološku valencu u odnosu na tip biljne zajednice.

Vrste *S. isabellae* i *S. hintoni* su nađene u ovom području samo u po 4 zajednice, i to sa veoma niskom frekvencijom. Interesantno je primijetiti da ove dvije vrste skoro alterniraju u zajednicama ovoga područja, jer je vrsta *S. hintoni* nađena u zajednicama *Fagetum montanum*, *Ostryo-Pinetum nigrae* i *Driadetum dolomiticum*, a vrsta *S. isabellae* u zajednicama *Querco-Carpinetum croaticum*, *Abieti-Fagetum* i *Knautio-Cinosuretum cristati*. Jedina zajednica u kojoj su nađene obje ove vrste je zajednica sveze *Pančićion*. Na osnovu ovih rezultata se vidi da vrsti *S. hintoni* bolje odgovaraju staništa kserofilnih vrsta, a vrsti *S. isabellae* staništa mezofilnih vrsta.

Vrsta *S. subnuda* je nađena u 14 zajednica, a vrsta *S. balcanica* u 13 zajednica. Obje vrste su nađene u 11 istih zajednica. Na osnovu vrijednosti frekvencija može se zaključiti da je vrsta *S. subnuda* znatno frekventnija u ovom području nego vrsta *S. balcanica* i da ima šire vertikalno rasprostranjenje.

Vrsta *H. nivea* je konstatovana u 15 zajednica. Optimum raširenja vrste su, prije svega, zajednice bukve, i to *Fagetum montanum* i *Abieti-Fagetum*, a zatim zajednice *Querco-Carpinetum croaticum* i *Ostryo-Pinetum nigrae*. Sa izrazito nižim frekvencijama ova vrsta se javlja u livadskim zajednicama ovoga područja.

Posmatrajući distribuciju vrsta Paupropoda na ovom području, zapaža se da je najveći broj ovih vrsta nađen u relativno malom broju različitih biljnih zajednica. Tako je od 20 vrsta samo 8 nađeno u 5 ili više različitih biljnih zajednica. No i pored toga veoma je malo vrsta Paupropoda koje se u ovom području mogu smatrati kao karakteristične za određene biljne asocijacije ili neke više fitocenološke kategorije, jer je većina vrsta nađena u zajednicama koje pripadaju čak i različitim klasama. Tako se samo dvije vrste mogu uzeti kao karakteristične za određene asocijacije u ovom području: vrsta *R. cuspidatus* za *Querco-Carpinetum croaticum*, a vrsta *G. latzeli* za *Abieti-Fagetum*. Sve ostale vrste su nađene u više različitih zajednica.

Vrsta *P. furcifer* se na području Perućice javlja u 9 zajednica, ali je frekvenoija najveća i skoro identična u zajednicama: *Querco-Carpinetum croaticum*, *Fagetum montanum* i *Ostryo-Pinetum nigrae*. Frekvencije su izrazito niže u zajednicama *Abieti-Fagetum*, *Fagetum subalpinum* i *Picetum subalpinum*, što ukazuje da ova vrsta optimum nalazi u ovom području u zajednicama klase *Querco-Fagetea*. Interesantno je, međutim, napomenuti da nije konstatovana u zajednici sveze *Pančićion* (iz koje je uzeto 50 proba), zatim u zajednici *Nardetum subalpinum montenegrinum* (iz koje je uzeto 40 proba), a nađena je u zajednici *Elyno-Edraianitetum serpilifoliae* iz koje je uzeto samo 9 proba.

Vrsta *A. brevisetus* je u području Perućice nađena u 3 različite zajednice: *Fagetum montanum*, *Ostryo-Pinetum nigrae* i *Driadetum dolomiticum*.

Vrsta *A. cuenoti* je nađena u 8 zajednica u ovom području sa najvećom frekvencijom u zajednici sveza *Pančićion*. Na osnovu distribucije ove vrste u ovom području, nameće se zaključak da je ova vrsta sa veoma širokim vertikalnim raširenjem i da ima izrazito kontinentalni karakter.

Vrsta *A. gracilis* je vrsta koja je u ovom području nađena u najvećem broju zajednica, ali se prema frekvencijama sasvim jasno može zaključiti da optimum nalazi u zajednicama reda *Vaccinio-Picealia*. Prisustvo ove vrste u drugim zajednicama ukazuje da ona ima široku ekološku valencu u odnosu na biljne zajednice u ovom području.

Vrsta *A. danicus* je nađena u 9 različitih biljnih zajednica, i to sa najvećom frekvencijom u zajednicama klase *Querco-Fagetea* i *Vaccinio-Picetea*.

Vrsta *A. fuscinifer* se u ovom području javlja samo u 3 zajednice, sa najvećom frekvencijom u zajednici *Ostryo-Pinetum nigrae*.

Vrsta *A. furcula* se javlja u 4 zajednice, sa najvećom frekvencijom u zajednici *Querco-Carpinetum croaticum*.

Vrsta *A. productus* je nađena u 6 zajednica, ali na osnovu frekvencija se vidi da je njen optimum u ovom području u zajednicama klase *Querco-Fagetea*.

Vrsta *A. tripartitus* je konstatovana u 4 zajednice i to, uglavnom, iz klase *Querco-Fagetea*.

Vrsta *A. tripartitus* je konstatovana u 4 zajednice i to, uglavnom, iz klase *Querco-Fagetea*.

Vrsta *P. duboscqi* se javlja u 4 zajednice. Interesantno je da se ova vrsta nije javljala u probama iz zajednica *Querco-Carpinetum croaticum*, *Fagetum montanum* i *Pančićion*, a konstatovana je u zajednicama *Abieti-Fagetum*, *Fagetum subalpinum*, *Jasionion orbiculatae* i *Driadetum dolomiticum*.

Za vrstu *S. pubescens* je konstatovano da se u ovom području javlja samo u šumskim zajednicama.

Vrsta *B. hamiger* u ovom području optimum nalazi u zajednicama redova *Fagetalia* i *Vaccinio-Picetalia*.

Za neke vrste ovi rezultati će biti dopunjeni analizom gustina njihovih populacija u nekim biljnim zajednicama. Naime, analizirane su samo one biljne zajednice iz kojih je u toku istraživanja uzeto najmanje po 10 proba. Na osnovu ovih rezultata je moguće preciznije odrediti zajednice u kojima ove vrste nalaze optimalne uslove u ovom području.

Kod vrste *S. vulgaris* izrazito najveća gustina je u zajednici *Picetum subalpinum*, a zatim dolaze zajednice: *Abieti-Fagetum*, *Fagetum subalpinum* i *Pinetum mughi croaticum* u kojima je gustina visoka, a najmanja gustina je u zajednicama: *Seslerietum tenuifoliae*, *Jasionion orbiculatae* i *Oxytropidion dinaricae*. Kod vrste *S. subnuda* najveća gustina je u zajednicama *Fagetum montanum* i *Abieti-Fagetum*, a najmanja u zajednicama *Driadetum dolomiticum*, *Picetum subalpinum* i *Pinetum mughi*.

Kod vrste *S. balcanica* najveća gustina je u zajednicama *Fagetum subalpinum* i *Querco-Carpinetum croaticum*, a najmanja u zajednicama *Ostryo-Pinetum nigrae* i *Nardetum subalpinum*. Ova vrsta nedostaje u zajednicama *Seslerietum tenuifoliae*, *Picetum subalpinum* i *Pinetum\* mughi*.

Kod vrste *H. nivea* najveća gustina je u zajednicama *Fagetum montanum* i *Picetum subalpinum*, a najmanja u zajednicama sveza *Pančićion*, *Oxytropidion dinarici* i *Festucion pseudoxanthinae*. Nedostaje u zajednicama *Seslerietum tenuifoliae*, *Jasionion orbiculatae* i *Nardetum subalpinum*.

Vrste *Pauropoda* su zastupljene, u pravilu, u manjem broju zajednica i sa izrazito niskim gulinama u odnosu na vrste *Symphylla*, te je za većinu od njih veoma teško ustanoviti neke pravilnosti i odrediti optimalne zajednice u ovom području. Ipak se za dvije

vrste može reći da imaju nešto veće gustine u određenim zajednicama. Tako se za vrstu *P. furcifer* vidi da je najveća gustina bila u zajednicama *Querco-Carpinetum croaticum* i *Fagetum montanum*, a kod vrste *A. gracilis* u zajednici *Pinetum mughi*.

Analiza gustine populacija svih ovih vrsta u različitim biljnim zajednicama ukazuje da ni u jednom slučaju nije postojala korelacija u gulinama između vrsta koja bi bila statistički značajna. Ovo upućuje na zaključak da svaka od ovih vrsta pokazuje određene specifičnosti u odnosima prema biljnim zajednicama, a takođe navodi na pomisao da su vrste u ovom području »podijelje« staništa, prilagođavajući se različitim ekološkim uslovima.

#### 6. Analiza distribucije vrsta *Sympyla* i *Pauropoda* i njihovih gustina na deset lokaliteta na Perućici

Na osnovu iznesenih rezultata ustanovljeno je da biljna zajednica i tip zemljišta imaju značajnu ulogu u distribuciji vrsta *Sympyla* i *Pauropoda*, a posebno da utiču na gustinu njihovih populacija. Međutim, teško je bilo reći koji od ovih faktora ima značajniju ulogu za distribuciju ovih vrsta. Da bismo to ustanovili, pratili smo distribuciju vrsta *Sympyla* i *Pauropoda*, kao i gustine populacija nekih od ovih vrsta u funkciji zemljišta i u funkciji biljne zajednice.

#### Materijal

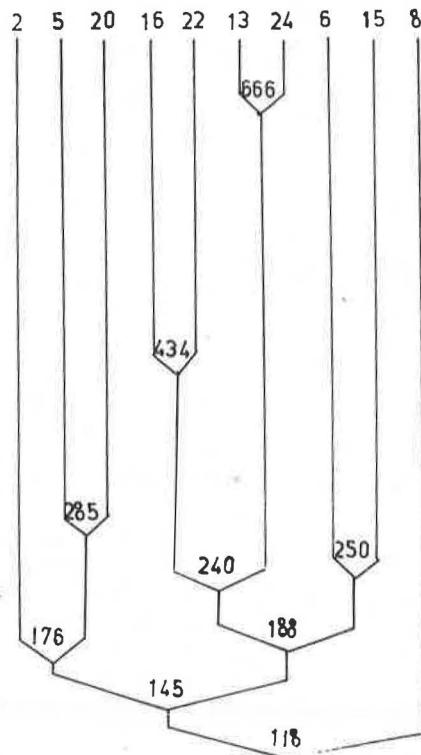
Odabrali smo 5 lokaliteta u istoj biljnoj zajednici, koja je razvijena na različitim tipovima zemljišta (*Abieti-Fagetum* na rendzini, na smeđem krečnjačkom zemljištu, na humusno-silikatnom zemljištu, na kiselo smeđem zemljištu i na ilimerizovanom zemljištu) i 5 lokaliteta u istom tipu zemljišta u kombinacijama sa različitim biljnim zajednicama (*Fagetum subalpinum*, *Abieti-Fagetum*, *Fagetum montanum*, *Ostryo-Pinetum nigrae* i *Oxytropidion dinarici* sve na rendzini).

Na ovim lokalitetima su uzimane probe do dubine od 10 cm u toku 7 mjeseci, i to: u junu, julu, avgustu, septembru, oktobru i novembru 1967. godine i u februaru 1968. godine, a, osim ovih, uzete su u mjesecima: maju, julu i septembru 1968. godine na dubini cijelog profila svakog lokaliteta.

#### Rezultati i diskusija

Rezultati ispitivanja distribucije vrsta po lokalitetima pokazuju da je nađen različit broj vrsta u pojedinim lokalitetima. Najveći

broj vrsta (14) nađen je na lokalitetima *Fagetum montanum* na rendzini i *Abieti-Fagetum* na kiselo smeđem zemljištu, a najmanje (5) u zajednici *Oxytropidion dinarici*. Koristeći se metodom Mountford-a (1962) izvršeno je grupisanje ovih lokaliteta prema njihovoj sličnosti na osnovu vrsta *Sympyla* i *Pauropoda* koje su u njima



Slika 4. Šema sličnosti lokaliteta prema distribuciji vrsta *Sympyla* i *Pauropoda*.

The scheme of similarity of localities on the base of distribution of *Sympyla* i *Pauropoda*.

nađene. Rezultati sličnosti su šematski predstavljeni na slici 4. Na slici se vidi da je najveća sličnost između lokaliteta 13 i 24, tj. između zajednice *Abieti-Fagetum* na kiselo smeđem zemljištu i *Fagetum subalpinum* na rendzini, zatim između *Abieti-Fagetum* na smeđem krečnjačkom zemljištu i *Ostryo-Pinetum nigrae* na rendzini, te između *Ostryo-Pinetum nigrae* i *Oxytropidion dinarici* na rendzini itd. Najmanju sličnost sa svim lokalitetima pokazuje zajednica *Abieti-Fagetum* na rendzini. Iz ovoga se može zaključiti da, kada se posmatra distribucija vrsta *Sympyla* i *Pauropoda* kao jedna

cjelina, nije moguće odrediti koji od ovih faktora (zemljište ili biljna zajednica) ima značajniju ulogu u njihovoj distribuciji.

No, kako vrste, u granicama svojih ekoloških valenci, gustinom populacija odražavaju određene uslove staništa, pratili smo gustine populacija nekih vrsta *Sympyla* i *Paurotopoda* na ovim lokalitetima, kako bismo na osnovu tih rezultata mogli izvršiti grupisanje ovih lokaliteta prema njihovoj sličnosti i tako odrediti u kojoj mjeri na distribuciju gustina utiče biljna zajednica i tip zemljišta.

Rezultati o gustini su dati za 6 vrsta, a predstavljaju srednje vrijednosti gustina na ovih deset lokaliteta.

V r s t e	L o k a l i t e t i									
	2	5	6	8	13	15	16	20	22	24
<i>S. vulgaris</i>	2.78	0.40	6.26	3.72	9.40	12.92	3.66	1.52	12.00	14.0
<i>H. nivea</i>	0.72	1.00	0.26	0.20	0.60	0.80	0.92	0.12	1.40	1.60
<i>S. subnuda</i>	1.52	1.12	—	—	—	1.46	0.66	0.26	0.12	—
<i>S. balcanica</i>	0.32	0.03	—	—	0.03	—	0.20	0.20	0.03	0.86
<i>A. gracilis</i>	0.03	—	0.20	—	0.32	0.52	—	—	0.20	0.03
<i>A. cordieri</i>	—	—	0.06	—	0.06	1.52	0.20	—	0.06	0.06

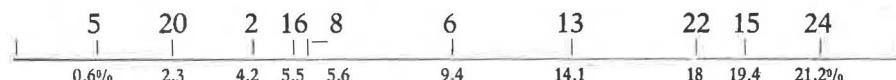
Srednje vrijednosti gustina populacija su računate na 1000 cm<sup>3</sup> zemlje.

Da bismo mogli iskoristiti ove rezultate za grupisanje lokaliteta prema sličnosti, pošli smo od ovoga principa:

Sličnost između lokaliteta je utoliko veća ukoliko su razlike u gustini populacija vrste na tim lokalitetima manje.

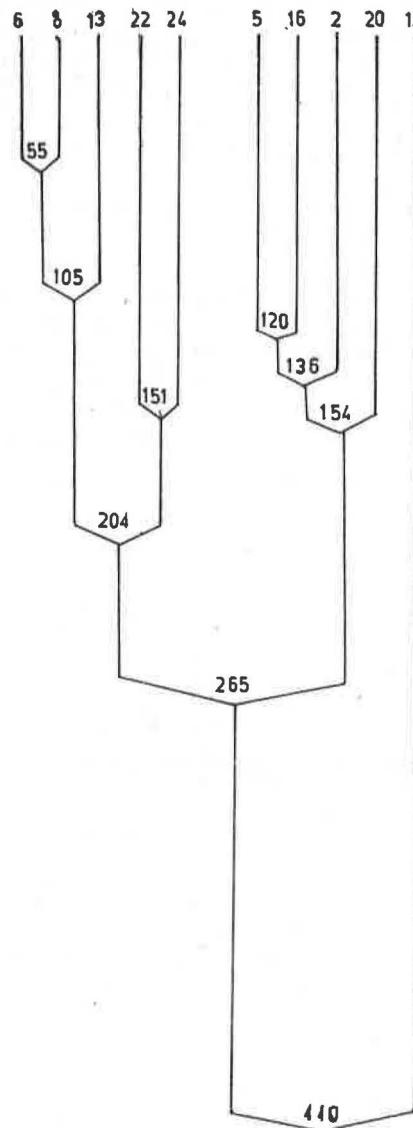
Zbog specifičnosti ekologije pojedinih vrsta, neophodno je bilo najprije odrediti sličnost između lokaliteta na osnovu distribucije gustina svake vrste posebno, pa na osnovu tih rezultata izvršiti grupisanje lokaliteta.

Postupak za grupisanje lokaliteta je bio sljedeći. Gustina vrsta na pojedinim lokalitetima je izražena procentnim vrijednostima od njene gustine na svim lokalitetima. Tako se dobije mogućnost da se odredi sličnost između lokaliteta na osnovu relativnih gustina jedne vrste. Na osnovi rezultata koji su dati u tabeli za vrstu *S. vulgaris*, sličnost između lokaliteta, kada se predstavi grafički, izgleda ovako:



Brojevi iznad crte označavaju brojeve lokaliteta, a brojevi ispod crte relativne gustine vrste na odgovarajućim lokalitetima. Vidi se da je, na osnovu gustina vrste *S. vulgaris*, najveća sličnost između lokaliteta 8 i 16 (razlike u relativnim gustinama je samo 0.1%), zatim između lokaliteta 2 i 16 (razlike 0.3%), pa između lokaliteta

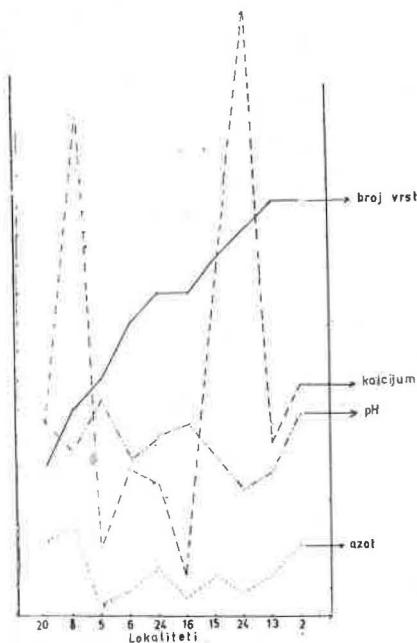
2 i 8 (razlike 1.4%) itd. Kada se po ovom principu odredi sličnost lokaliteta prema svakoj vrsti posebno, pristupa se utvrđivanju sličnosti između svih lokaliteta prema zajedničkim rezultatima. Najsličniji su oni lokaliteti kod kojih je zbir razlika relativnih gustina vrsta



Slika 5. Šema sličnosti lokaliteta prema gustini populacija šest vrsta Symphyla i Pauropoda.  
The scheme of similarity of localities on the base of distribution of  
Symphyla and Pauropoda.

u njima najmanji. U našem slučaju najveća sličnost je između lokaliteta 6 i 8. Pošto je bila određena sličnost između lokaliteta 6 i ostalih lokaliteta, a takođe i lokaliteta 8 i ostalih lokaliteta, to se sada sličnost lokaliteta 6+8 (od sada kao jedan lokalitet) i ostalih lokaliteta uzima kao srednja vrijednost njihovih pojedinačnih sličnosti. Sada se traži najveća sličnost (najniža vrijednost razlika gustina) u novoj konstelaciji. U našem slučaju lokalitetu 6+8 se priključuje lokalitet 13 i postupak se ponavlja do konačnog grupisanja svih lokaliteta. Mi smo na osnovu podataka navedenih 6 vrsta *Symphyla* i *Pauropoda* dobili šemu u kojoj se vidi međusobna sličnost ovih lokaliteta (slika 5).

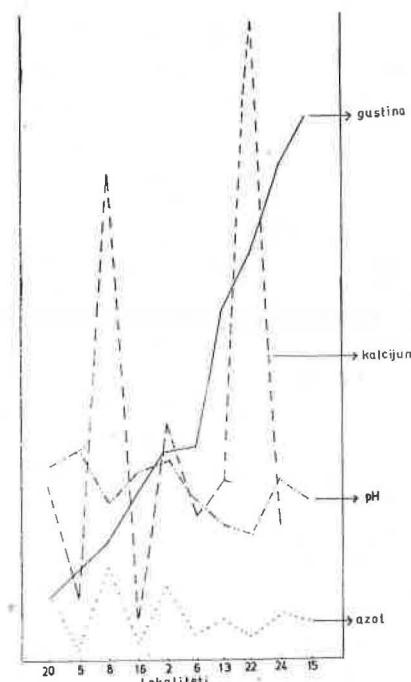
Iz šeme se vidi da se izdvajaju dvije grupe lokaliteta, kojima je obuhvaćeno 9 lokaliteta, a deseti pokazuje puno specifičnosti u odnosu na sve druge lokalitete. Prvu grupu čini 5 lokaliteta (6, 8, 13, 22 i 24), od kojih su prva 4 u istoj asocijaciji (*Abieti-Fagetum*) na različitim zemljištima, a peti lokalitet je u zajednici *Fagetum subalpinum* na rendzini. Drugu grupu čine 4 lokaliteta (5, 16, 2 i 20), koji su uglavnom u različitim zajednicama, a na istom tipu zemljišta. Dakle, ovaj metod daje daleko prirodnije grupisanje lokaliteta od onog prvog, jer u osnovi jedne grupe lokaliteta je odre-



Slika 6. Odnos broja vrsta prema nekim faktorima u zemljištu (količina humusa, azota, pH vrijednost). Podaci iz tabele 8.

The relation of species number according to some factors in the soil (Humus, Nitrogen, pH value). Data from table 8.

đena biljna zajednica, a u osnovi druge grupe lokaliteta je određeni tip zemljišta. Posebnu potvrdu ovome predstavlja to što su u ovoj šemi lokaliteti 5 i 16 jako slični i pripadaju istoj grupi. Ova dva lokaliteta su u istoj zajednici i na istom tipu zemljišta (*Ostryo-Pinetum nigrae* na rendzini), ali su prostorno udaljeni jedan od drugoga. Ovdje treba dodati to da je ovim metodom ustanovljena veća sličnost između lokaliteta 6, 8 i 13, koji su u istoj zajednici (*Abieti-Fagetum*), ali na različitim tipovima zemljišta. Ustanovljena je i velika sličnost između lokaliteta 22 i 24, koji se nalaze u dvjema različitim asocijacijama i na dva različita tipa zemljišta, što ukazuje na to da je i u ovom slučaju veoma teško pripisati presudnu ulogu bilo kojem od ovih faktora (zemljištu ili biljnoj zajednici), koji bi bio jednak važan za sve vrste *Symphyla* i *Pauropoda*. Červek (1967) je konstatovao da za distribuciju *Collembola* veći značaj ima zemljište nego biljna zajednica. Mi, ipak, moramo zaključiti da u toku naših istraživanja nije ustanovljena apsolutna pravilnost i veza između sastava vrsta i gustina njihovih populacija, na jednoj strani, i biljne zajednice i tipa zemljišta, na drugoj strani. Otuda se može prepostaviti da takva veza može postojati u odnosu na određene



Slika 7. Odnos gustina populacija prema nekim faktorima u zemljištu (količina humusa, azota, pH vrijednost). Podaci iz tabele 8.  
The relation of population density according to some factors in the soil (Humus, Nitrogen, pH value). Data from table 8.

karaktere, koji mogu varirati u istoj asocijaciji ili istom tipu zemljišta (posebni facijesi, nagib zemljišta, dubina profila, količina humusa pH vrijednost, mehanički sastav, režim vlažnosti itd.) ili u odnosu na određene kombinacije faktora koji ostvaruju slične uslove biotopa, a da nisu strogo vezani za određenu asocijaciju i tip zemljišta.

Pošto su izvršene pedološke analize zemljišta na svim ovim lokalitetima (tabela 8), bili smo u mogućnosti da pratimo distribuciju vrsta i njihove gustine u odnosu na neke od osobina zemljišta. Uzimajući u obzir neke važnije osobine, kao: mehanički sastav zemljišta, vlažnost, količinu Ca i N, kiselost, konstatovali smo da ne postoji funkcionalna veza u odnosima broja vrsta i njihove gustine prema ovim faktorima, koja bi imala neki opšti značaj. Neki od ovih odnosa su predstavljeni na slikama 6 i 7. U prvom slučaju lokaliteti su poredani prema broju vrsta, a u drugom prema veličini gustine njihovih populacija. Jasno se iz slika vidi da takve pravilnosti ne postoje. Ovo sve još jedanput potvrđuje da zbog specifičnosti svake vrste njihovu distribuciju i dinamiku gustina njihovih populacija treba pratiti odvojeno i tražiti određene zakonitosti u odnosu na ekološke faktore.

#### *7. Odnos nekih vrsta *Sympyyla* i *Pauro poda* prema zajedničkom djelovanju podloge, zemljišta, biljne zajednice i nadmorske visine*

Ovdje ćemo pokušati da objedinimo dobijene rezultate o djelovanju pojedinih ekoloških faktora, te da na taj način dobijemo uvid u određene kombinacije u kojima se osvtaraju optimalni uslovi za pojedine vrste. To će ukazati na osnovne karakteristike njihove ekologije. Najprije ćemo se osvrnuti na one vrste kod kojih je distribucija praćena i na osnovu kvantitativnih pokazatelja, a zatim na one vrste kod kojih je distribucija praćena samo na osnovu prisustva, odnosno odsustva na određenim lokalitetima.

Vrsta *S. vulgaris* pokazuje izrazito široku ekološku valencu u odnosu na sve ispitivane faktore: nadmorskiju visinu, matični supstrat, tip zemljišta i tip biljne zajednice. Na osnovu njene distribucije se može zaključiti da ova vrsta pokazuje veći afinitet prema bazičnim podlogama (krečnjak i bazični andezit), prema humusno-silikatnom, smeđem krečnjačkom zemljištu i rendzini, te prema šumskim zajednicama subalpijskog i montanog pojasa: *Picetum subalpinum*, *Abieti-Fagetum*, *Fagetum subalpinum* i *Pinetum mughi*. Najveća gustina ove vrste je konstatovana na lokalitetima gdje je ostvarena kombinacija svih ovih faktora: *Picetum subalpinum* na smeđem zemljištu na porfiritu, *Abieti-Fagetum* na humusno-silikatnom zemljištu, na smeđem krečnjačkom zemljištu ili na rendzini, *Fagetum*

## PEDOLOŠKE ANALIZE ZEMLJIŠTA NA DESET LOKALITETA U PERUCICI

T 8

Lokaliteti	Tip zemljišta	Dubina	Skelet 2 mm	Pijesak 2—0,25	Pijesak 0,25—0,02	Prah 0,02—0,002	Gлина 0,002	Higrosk. vlagu %	Teksturna oznaka	Koloidnost	pH		C u %	N u %	Fiziološki aktivan		hidro- kise- lost	adsorptivni kompleks				
											H <sub>2</sub> O	nKCl			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O		S mg	T-S ekv/100 gr.	T %	V %	
2	Rendzina	0—25	90,20	1,05	57,99	24,69	16,27	12,55	ilovača	umjereno koloidalno	6,90	6,20	16,26	1,26	—	—	7,69	—	—	—	—	
5	Rendzina	0—34	44,74	20,20	64,02	9,94	5,84	2,44	ilovasta pijeskuša	slabo koloidalno	7,30	6,80	4,48	0,21	—	—	8,79	—	—	—	—	
6		0—5	—	3,51	57,01	30,41	9,07	6,25	pijeskovita ilovača	„	5,85	5,35	12,28	0,47	4,64	22,94	—	24,59	37,75	15,98	53,73	70,26
6	Ilimerizovano zemljište	5—28	—	2,74	62,32	31,04	13,90	4,28	„	umjereno koloidalno	5,00	4,15	5,45	0,32	1,57	16,72	—	39,52	15,51	25,69	41,20	37,65
6		28—40	—	2,71	42,60	30,78	23,91	2,54	glina	jako koloidalno	5,45	4,20	0,79	0,04	—	1,82	—	33,46	4,28	21,75	26,03	16,44
8	Rendzina	3—13	61,70	0,32	82,06	8,57	9,03	13,64	ilovasta pijeskuša	slabo koloidalno	5,50	5,25	34,08	1,62	16,50	57,90	—	—	—	—	—	—
13		2—12	20	8,77	56,58	22,64	12,01	5,95	pijeskovita ilovača	„	4,75	4,05	12,44	0,70	5,44	24,45	—	—	26,64	—	—	—
13	Kiselo smeđe zemljište	12—35	29,55	12,92	44,81	30,88	11,39	2,51	ilovača	„	4,90	3,85	12,5	0,13	1,28	8,98	—	26,98	6,79	17,54	24,33	27,91
15	Humusno-sili- katno zemlj.	3—15	48,39	2596	33,47	26,22	14,35	7,36	pijeskovita ilovača	umjereno koloidalno	5,50	5,10	—	0,72	2,70	32,91	—	36,63	48,23	23,81	72,04	66,95
16	Rendzina	0—25	52,10	18,45	34,75	32,67	14,13	4,45	ilovača	„	6,55	5,65	2,83	0,32	—	—	0,79	—	—	—	—	—
20	Rendzina	0—25	64,75	0,41	60,66	24,62	14,31	9,79	pijeskovita ilovača	„	6,70	6,00	13,30	1,19	—	—	2,07	—	—	—	—	—
22		2—5	—	2,81	62,40	22,86	11,93	10,30	„	„	4,35	3,50	44,40	0,43	4,74	24,81	—	—	21,32	—	—	—
22	Smeđe kreč- njačko zemlj.	5—15	17	6,87	39,48	38,65	15	8,71	glinovita ilovača	„	6,75	6,20	14,63	0,94	—	—	1,44	—	—	—	—	—
22		15—35	67,14	7,18	32,24	40,78	19,80	7,05	glina	„	7,30	6,80	5,43	0,52	—	—	15,62	—	—	—	—	—
24	Rendzina	0—15	—	1,78	45,49	38,51	14,22	8,62	ilovača	„	6,15	5,70	9,23	0,79	1,09	20,51	—	18,68	56,08	12,14	68,20	82,20

*subalpinum* na smeđem krečnjačkom zemljištu ili na rendzini, te *Pinetum mughii* na rendzini. Ovdje treba napomenuti i to da je skoro u svim ovim slučajevima količina humusa u zemljištu bila veoma velika, te je i to jedan od veoma značajnih faktora koji je mogao uticati na gustinu populacija ove vrste na tim lokalitetima.

Vrsta *S. subnuda* ima takođe široku ekološku valencu u odnosu na ispitivane faktore, ali se na osnovu njene distribucije može zaključiti da ona optimalne uslove nalazi na dolomitnom krečnjaku i dolomitu, na humusno-silikatnom i smeđem krečnjačkom zemljištu, te u biljnim zajednicama montanog pojasa: *Fagetum montanum*, *Abieti-Fagetum*, *Ostryo-Pinetum nigrae* i *Querco-Carpinetum croaticum*. Upravo na lokalitetima gdje je ostvarena kombinacija ovih faktora ova vrsta ima najveću gustinu. Interesantno je napomenuti da *S. subnuda* nije nađena u zajednicama *Driadetum dolomiticum*, *Picetum subalpinum* i *Pinetum mughii* u kojima je vrsta *S. vulgaris* imala čak veoma veliku gustinu. Nije teško zaključiti da je ova vrsta izrazito osjetljiva na kombinacije faktora u kojima se duže vrijeme ostvaruje visoka vlažnost (*Picetum subalpinum* i *Pinetum mughii*) i preveliko isušivanje (*Driadetum dolomiticum*).

Vrsta *S. balcanica* ima veći afinitet prema silikatnim nego krečnjačkim podlogama, veći prema kiselim zemljištima nego prema smeđem krečnjačkom zemljištu i rendzini, a od biljnih zajednica najveći afinitet je izražen prema zajednicama: *Fagetum subalpinum*, *Fagetum montanum* i *Querco-Carpinetum croaticum*. Optimalni uslovi za ovu vrstu se stvaraju kada dođe do kombinacije svih ovih faktora na jednom staništu, kao što je to bio slučaj na ovim lokalitetima: *Fagetum subalpinum* na kiselo smeđem ilimerizovanom zemljištu razvijenom na verfenu, *Fagetum montanum* na kiselo smeđem zemljištu na verfenu, *Querco-Carpinetum croaticum* na kiselo smeđem zemljištu na flišu. Pokušaj da se bilo kojem od ovih faktora eventaulno pripiše presudna uloga u uticaju na ovu vrstu bio bi nemoguć, a čak i neopravdan, jer ova vrsta ima dosta široku ekološku valencu u odnosu na svaki od ovih faktora, ali se njen optimum nalazi samo u nekoliko od bezbroj drugih kombinacija, koje su čak i u ovom području bile ostvarene.

Vrsta *H. nivea* nalazi optimalne uslove na pličim zemljištima bogatim humusom (humusno-silikatno zemljište i rendzina), koja se razvijaju na flišnim serijama i na krečnjaku, te u zajednicama: *Fagetum montanum*, *Picetum subalpinum*, *Ostryo-Pinetum nigrae*, *Fagetum subalpinum*, *Abieti-Fagetum* i *Querco-Carpinetum croaticum*. Ova vrsta pokazuje izrazitu vezanost za zemljišta čija je pH vrijednost dosta visoka (oko 6) i koja su bogata humusnim materijama.

Vrsta *P. furcifer* nalazi optimalne uslove u uskoj zoni hrastovo-bukovih šuma, a kada izlazi iz ove zone vezana je opet za toplija staništa sa umjerenim kolebanjima i temperature i vlažnosti. Otuda ova vrsta i ima najveću gustinu, osim u zajednicama *Querco-Carpi-*

*netum croaticum* i *Fagetum montanum*, u zajednici *Abieti-Fagetum* na humusno-silikatnom zemljištu. Vrsta *A. gracilis* ima dosta široku ekološku valencu u odnosu na ispitivane faktore. To je jedna od rijetkih vrsta Pauropoda koja je, pored zajednica u nižem pojusu, nađena i u zajednicama *Fagetum subalpinum*, *Nardetum subalpinum*, *Picetum subalpinum* i *Pinetum mughi*. Treba, međutim, istaći da u okviru ove vrste postoji velika varijabilnost, te da je bilo više pokušaja izdvajanja nekoliko varijateta i podvrsta. Naša istraživanja nisu uzela u obzir subspecijske kategorije, što donekle otežava dovođenje pouzdanijih zaključaka o distribuciji ove vrste i o njenoj ekologiji uopšte. Iz ovoga se nameće potreba rješenja subspecijskih kategorija vrste *A. gracilis* uz istovremeno dublje proučavanje ekologije svih subspecijskih populacija.

Vrsta *A. cordieri* je uglavnom vezana za zajednice montanog i subalpijskog regiona. Iako je rasprostranjena u veoma širokom rasponu nadmorskih visina, ipak je najveći broj lokaliteta u kojima je nađena u zoni od oko 700 m do oko 1700 m n. v. Moglo bi se zaključiti da ova vrsta optimum nalazi u zajednicama klase *Querco-Fagetea* koje se razvijaju na krečnjačkim zemljištima.

Sada bismo prešli na analizu vrsta koje se na području Perućice javljaju u malom broju zajednica, a uz to je i gustina njihovih populacija jako mala.

Na osnovu opšte distribucije vrste *S. hintoni* u Bosni i Hercegovini moglo bi se zaključiti da ona ima široku ekološku valencu u odnosu na ispitivane faktore, jer je nađena na velikom dijapazonu nadmorskih visina (od oko 50 m do oko 1600 m), u više tipova matičnog supstrata (4), u više tipova zemljišta (6) i u većem broju biljnih zajednica (14). No, kada se pogledaju tipovi staništa u kojima je vrsta nađena, kao i oni u kojima nedostaje, nameće se zaključak da je ova vrsta ipak više vezana za niži pojas, te da samo mjestimično izlazi izvan njega. To, u širem smislu, ukazuje na termofilni karakter ove vrste. Ovakav zaključak potvrđuje i distribucija ove vrste na području Perućice. Naime, ona je u ovom području nađena u zajednicama *Fagetum montanum* i *Pančićion* na nadmorskoj visini do oko 1050 m, a osim toga, nađena je na nadmorskoj visini od oko 1560 m, ali na termofilnom staništu u zajednici *Driadetum dolomiticum*.

Vrsta *G. pyrenaica* je nađena na silikatu i krečnjaku, na rendzini, kiselo smedem i ilimerizovanom zemljištu i u nekoliko različitih biljnih zajednica. Iz distribucije na teritoriji Bosne i Hercegovine se uočava da je vezana za toplija staništa, a njen nalazište na području Perućice potvrđuje ovu pravilnost. Naime, u ovom području je nađena u jednoj termofilnoj varijanti zajednice *Fagetum montanum*. Što se tiče supstrata i zemljišta, skloni smo da zaključimo da pokazuje veći afinitet prema krečnjaku i rendzini nego prema silikatu i kiselim zemljištima.

Vrsta *S. notacantha* je nađena na silikatu i krečnjaku, ali uglavnom u zemljištima sa dubljim profilom, gdje se direktni uticaj

podloge svodi na najmanju mjeru. Nađena je u šumskim i livadskim zajednicama. Obje livadske zajednice, jedna iz sveze *Pančićion*, a druga iz sveze *Arrhenatherion elatioris*, su razvijene na ilimerizovanom zemljištu sa dubokim profilom. U slučajevima kada se nalazi u šumskim zajednicama, profil zemljišta je mogao biti i pliči. I ovaj slučaj sasvim jasno ukazuje da se odgovarajući uslovi za egzistenciju vrste mogu ostvariti u različitim kombinacijama ekoloških faktora.

Vrsta *A. brevisetus* je nađena na svim tipovima supstrata, osim na porfiritu. Iz toga bi se moglo zaključiti da oву vrstu isključuje porfirit. Ako pogledamo distribuciju ove vrste na području Perućice, onda ćemo vidjeti da je ona nađena samo u zajednici *Driadetum dolomiticum*. Kako su u toku naših istraživanja uzimane probe sa porfiritne podloge samo u ovom području, a ne i u nižim regijama, onda u našem zaključku treba naglasiti da porfirit na području Perućice isključuje ovu vrstu. Ako u analizi podemo dalje, možemo konstatovati da su na porfiritu bile razvijene ove zajednice: *Fagetum subalpinum*, *Nardetum subalpinum*, *Picetum subalpinum* i *Jasionion orbiculatae*. Ni u jednoj od ovih zajednica nije konstatovana vrsta *A. brevisetus*, iako su ove zajednice bile u kombinaciji sa krečnjakom, dolomitom i rendzinom. S pravom se sada postavlja pitanje da li ovu vrstu isključuje porfirit ili biljne zajednice koje su razvijene na portifiritu? Ovo ukazuje na dilemu da li porfirit isključuje ovu vrstu čak i kad se taj zaključak odnosi i na područje Perućice. Ako pogledamo distribuciju ove vrste na cijeloj teritoriji Bosne i Hercegovine, vidi se da je to vrsta nižih nadmorskih visina i da u tim slučajevima ima širu ekološku valencu, kako u odnosu na tip supstrata i zemljišta tako i u odnosu na biljne zajednice. Međutim, kada se vrsta našla na granici svog vertikalnog raširenja, onda je broj kombinacija ekoloških faktora u kojima vrsta može da opstane smanjen i njena ekološka valanca u odnosu na pojedine ekološke faktore se sužava. Ovo sve ukazuje na to koliko je teško odrediti koji faktor ima odlučujući značaj u distribuciji jedne vrste, ukoliko je uopšte opravdano i tražiti vezu između distribucije jedne vrste i bilo kojeg faktora pojedinačno. Naša istraživanja govore da se do pravih rezultata može doći samo u slučajevima kada se ekologija vrsta ispituje u okviru kompleksa faktora koji djeluju kao jedna nerazdvojiva cjelina.

### III UTICAJ ANTROPOGENOG FAKTORA NA SASTAV VRSTA SYMPHYLA I PAUROPODA I GUSTINU NJIHOVIH POPULACIJA

Moderna ekologija računa na uticaje čovjeka, na živi svijet, kao na jedan od najvažnijih faktora spoljašnje sredine, koji neposredno ili posredno veoma izrazito utiču na promjenu ravnoteže u prirodnim ekosistemima. Otuda u novije vrijeme sve više radova koji ukazuju na veoma teške posljedice, ponekad čak i katastrofal-

ne, nekontrolisanih čovjekovih uticaja. Mi smo željeli ovim istraživanjima pružiti skroman prilog koji će omogućiti da se dobiju najopštije predstave o kvalitativnim i kvantitativnim promjenama u sastavu populacija vrsta *Sympyla* i *Pauropoda*, što nastaju kao reakcija na krupne promjene u ekosistemu (krčenje šume) i kao posljedica primjene odgovarajućih agrotehničkih mjera.

### M a t e r i j a l

U blizini Sarajeva su odabrana 3 lokaliteta: jedan u šumskoj zajednici *Querco-Carpinetum croaticum*, drugi u livadskoj zajednici sveze *Arrhenatherion elatioris* i treći na parceli koja je zasijana djetelinom. Ova livada je nastala sekundarno, krčenjem šume prije nekih 40 godina, a parcela sa djetelinom je u plodoredu. I na ivici ove parcele nalaze se takođe fragmenti ove šume. Lokaliteti u šumi i livadi su udaljeni oko 20 m jedan od drugoga. Probe na ovim lokalitetima su uzimane u toku cijele godine (aprili-decembar 1968. godine i januar—mart 1969. godine), svakog mjeseca jedanput, iz slojeva od po 5 cm do 60 cm dubine. Probe u obliku prizme (5 x 10 x 5 cm) uzimane su špatulom iz otvorenog profila.

### R e z u l t a t i i d i s k u s i j a

Na ovim lokalitetima je nađeno ukupno 30 vrsta, i to: 9 vrsta *Sympyla* i 21 vrsta *Pauropoda*. Iz rezultata o distribuciji (tabela 9) vidi se da je u šumi nađeno 27, u livadi 26, a u djetelini 18 vrsta. Bilo je 16 vrsta zajedničkih za sva tri lokaliteta. 23 vrste su bile zajedničke za šumu i livadu, 16 vrsta su bile zajedničke za livadu i djetelinu, a svih 18 vrsta koje su nađene u djetelini nađene su i u šumi. Osim toga, u šumi su nađene 2 vrste koje nisu nađene na drugim lokalitetima, u livadi su nađene 3 vrste koje su bile vezane samo za ovaj lokalitet, dok nijedna vrsta nije nađena koja bi bila ograničena samo na parcelu sa djetelinom.

Polazeći od šumske zajednice *Querco-Carpinetum croaticum* kao primarne, preko livadske zajednice *Arrhenatherion elatioris*, koja je sekundarno nastala od prethodne, do oranice pod kulturom djeteline, na kojoj se primjenjuju odgovarajuće agrotehničke mjere, moguće je uočiti postepenošć promjena u sastavu vrsta na ovim lokalitetima. Kao posljedica promjena nastalih krčenjem šume, određene vrste iščezavaju: *S. lyrifer*, *A. helophorus*, *T. glomeroides* i *G. pyrenaica*, a kod drugih vrsta dolazi samo do promjena u gustini njihovih populacija. Takve promjene dovode do stvaranja drukčijih uslova i mogućnosti za život nekih drugih vrsta, koje u promijenjenim uslovima imaju više šansi da prežive: *S. balcanica*, *S. immaculata* i *A. furcula*.

TABELA 9

DISTRIBUCIJA VRSTA SYMPHYLA I PAUROPODA  
NA LOKALITETIMA KOD SARAJEVA

Vrste	Šuma	Livada	Djetelina
<i>S. vulgaris</i>	+	+	+
<i>S. subnuda</i>	+	+	+
<i>H. nivea</i>	+	+	+
<i>S. hintoni</i>	+	+	+
<i>S. linsleyi</i>	+	+	+
<i>A. productus</i>	+	+	+
<i>A. helveticus</i>	+	+	+
<i>A. cuenoti</i>	+	+	+
<i>A. gracilis</i>	+	+	+
<i>S. pedunculatus</i>	+	+	+
<i>A. fuscinifer</i>	+	+	+
<i>P. furcifer</i>	+	+	+
<i>A. vulgaris</i>	+	+	+
<i>A. brevisetus</i>	+	+	+
<i>P. duboscqi</i>	+	+	+
<i>A. cordieri</i>	+	+	+
<i>A. danicus</i>	+	+	
<i>B. hamiger</i>	+	+	
<i>R. cuspidatus</i>	+	+	
<i>S. pubescens</i>	+	+	
<i>A. tripartitus</i>	+	+	
<i>A. minutus</i>	+	+	
<i>S. notacantha</i>	+	+	
<i>S. lyrifer</i>	+		+
<i>A. helophorus</i>	+		+
<i>G. pyrenaica</i>	+		
<i>T. glomeroides</i>	+		
<i>S. balcanica</i>		+	
<i>S. immaculata</i>		+	
<i>A. furcula</i>		+	

Kao posljedica primjene odgovarajućih agrotehničkih mjera, dolazi do još krupnijih promjena: samo 18 vrsta se zadržalo na lokalitetu sa djetelinom.

Na ovim lokalitetima su praćene i gustine populacija ovih vrsta. Ako se uzmu u obzir samo one vrste koje su imale veću frekvenciju i veću gустину, može se lako zapaziti da je većina od njih imala različite gustine na pojedinim lokalitetima. Tako su vrste: *S. vulgaris*, *H. nivea*, *A. cuenoti* i *A. gracilis* imale veću gустину u livadi, vrste *S. subnuda*, *G. pyrenaica*, *A. productus*, *P. furcifer*, *A. vulgaris* i *A. brevisetus* imale veću gустину u šumi, a samo vrsta

*S. hintoni* je imala nešto veću gustinu u djetelini nego u šumi i livadi. Ovi podaci ukazuju da i one vrste koje nisu nestale kao posljedica promjena na ovim lokalitetima veoma jasno registruju te promjene različitim gusatinama. Tako dolazi do specifičnog zoocenološkog sastava na ovim lokalitetima. To znači da određene uslove staništa odražavaju (svakako i stvaraju) određene kombinacije vrsta, odnosno određeni odnosi gusťina populacija tih vrsta, što daje mogućnost da se istraživanjem tih odnosa ustanove i izdvoje određeni nivoi sličnosti u prirodnim sistemima. Tako bi u našem slučaju bilo moguće izdiferencirati karakteristične zoocene za svaki od ovih lokaliteta. Uspoređujući gusťine populacija vrsta na ovim lokalitetima, jasno se vidi koje od njih nalaze optimalne uslove u kojoj zajednici. Može se pouzdano zaključiti da vrste *S. subnuda*, *A. brevisetus*, *P. furcifer*, *A. vulgaris* i *A. productus* izraziti afinitet pokazuju prema šumskoj zajednici, vrste *S. vulgaris*, *H. nivea*, *A. gracilis* i *A. cuenoti* prema livadskoj zajednici, što znači da bi istovremenim ispitivanjem u svim zajednicama bilo moguće izdvajati kako karakteristične tako i diferencijalne vrste za određene nivoe unutar biogeocenoloških sistema. Ovo, naravno, podrazumijeva ispitivanja na svim životinjskim komponentama istovremeno.

Na kraju bismo htjeli skrenuti pažnju na određene specifičnosti ovih izmijenjenih ekosistema koje se moraju imati na umu. Naime, ovi lokaliteti su relativno malo prostorno udaljeni jedan od drugoga pa je postojala veća mogućnost migracije organizama i jedne zajednice u drugu. Ovakva kretanja dovode do stvaranja prelaznih zona koje leže na granicama geografskih oblasti ili na mjestima dodira različitih ekoloških zajednica i koje se odlikuju specifičnim sastavom flore i faune. Turček (1966) konstatiše da je veličina prelaznih zona proporcionalna rangu jedinica koje obrazuju prelaz i da je prodiranje faunističkih elemenata više izraženo po pravcu od složenijih faunističkih oblasti ili organizovаниjih ekosistema ka manje složenim. Takve migracije je normalno očekivati i u našem slučaju i one sa svoje strane, u izvjesnoj mjeri, otežavaju još jasnije razgraničavanje ovih lokaliteta.

#### IV STRATIFIKACIJA VRSTA SYMPHYLA I PAUROPODA U ODREĐENIM BIOTOPIMA

Symplyla i Pauropoda po određenim kriterijima ekološke klasiifikacije pripadaju geoatmobilontnoj komponenti mezofaune kopnenih ekosistema. Osnovne životne aktivnosti ovih vrsta (razmnožavanje, rastenje, ishrana itd.) ostvaruju se u najintimnijim vezama sa faktorima spoljne sredine koji su, prije svega, određeni fizičkim, hemijskim i ekološkim svojstvima zemljišta. U različitim slojevima zemljišta javljaju se različite kombinacije tih faktora, tj. različiti uslovi za život ovih vrsta. Ispitivanje stratifikacije ovih vrsta i nji-

hovih gustina mogu da doprinesu boljem i potpunijem rasvjetljavanju njihovih odnosa sa spoljnom sredinom. U toku naših istraživanja praćena je stratifikacija ovih vrsta na lokalitetima na Ivan-planini, na Perućici i na lokalitetima kod Sarajeva.

### 1. Stratifikacija na Ivan-planini Materijal

Stratifikacija na Ivanu je praćena na osnovu proba koje su uzimane na 12 lokaliteta, deset puta u toku godine, i to iz slojeva: 0 — 5, 5 — 10 i 10 — 20 cm dubine.

#### Rezultati i diskusija

Od 7 vrsta *Sympyla*, koje su konstatovane u ovom području, pet vrsta je nađeno u svim slojevima, a 2 vrste samo u određenim slojevima. Od 9 vrsta *Pauropoda* samo 2 vrste su nađene u svim slojevima, a ostale su konstatovane samo u pojedinim slojevima zemljišta. Zapaža se da postoji određena korelacija između frekvencija i gustina populacija pojedinih vrsta, na jednoj strani, i dijapazona njihove stratifikacije, na drugoj strani. Naime, pet vrsta *Sympyla* i 2 vrste *Pauropoda*, koje su nađene u svim slojevima zemljišta, istovremeno su imale i najveće frekvencije i najveće gustine na ovom području.

Praćena je distribucija gustina populacija nekih vrsta *Sympyla* i *Pauropoda* u pojedinim slojevima zemljišta na svim lokalitetima kao cjelini:

	d u b i n e		
	0 — 5 cm	5 — 10 cm	10 — 20 cm
<i>S. vulgaris</i>	45%	34%	21%
<i>S. subnuda</i>	55%	32%	13%
<i>S. hintoni</i>	36%	36%	28%
<i>S. balcanica</i>	25%	41%	34%
<i>H. nivea</i>	73%	15%	12%

Rezultati predstavljaju procentne odnose gustina populacija u pojedinim slojevima računate na ukupan broj individua nađenih u toku ispitivanja.

Pored ove analize, koja ukazuje na određene specifičnosti pojedinih vrsta, dati su i rezultati distribucije gustina Pauropoda i Symphyla kao cjelinâ.

	d u b i n e		
	0 — 5 cm	5 — 10 cm	10 — 20 cm
Pauropoda	67,5%	20%	12,5%
Symphylla	46,8%	31,6%	21,6%

## 2. Stratifikacija na Perućici Materijal

Stratifikacija je u ovom području praćena na osnovu proba koje su uzete na 10 lokaliteta u tri različite sezone (maj, juli i septembar). Probe na ovim lokalitetima su uzete iz različitih dubina u zavisnosti od dubine profila tipova zemljišta koji su bili obuhvatići istraživanjima.

### Rezultati i diskusija

I na osnovu ovih rezultata se može konstatovati da kod vrsta koje su bile frekventnije i čija je gustina bila veća nije zapažena vezanost za određene slojeve zemljišta. U svim slučajevima, kada je vrsta nađena samo u nekom sloju zemljišta, radilo se o vrstama koje su nađene ili samo na jednom lokalitetu ili o vrstama sa izrazito niskom i frekvencijom i gustom. Gustine ovih organizama su praćene odvojeno u različitim tipovima zemljišta, pa čak odvojeno za isti tip zemljišta kada su na njima razvijene različite fitocenoze (tabela 10 i 11).

Rezultati ukazuju na dosta jasne razlike u stratifikaciji gustina Symphyla i Pauropoda u različitim tipovima zemljišta. Posebno je interesantno zapaziti da su gustine skoro jednake u svim slojevima dubine u rendzini, dok je u ostalim tipovima zemljišta jasnije izražena tendencija opadanja gustine sa povećanjem dubine. Analiza gustina po slojevima u različitim fitocenozama razvijenim na rendzini ukazuje da na gustinu ovih vrsta utiče u izvjesnoj mjeri i tip biljne zajednice. Da bi se dobila predstava koji od ovih faktora (tip zemljišta ili tip biljne zajednice) ima veći značaj za distribuciju gustina populacija ovih vrsta, praćena je stratifikacija u istoj biljoj zajednici razvijenoj na različitim tipovima zemljišta.

Tabela 10

**DISTRIBUCIJA GUSTINA SYMPHYLA I PAUROPODA U RAZLICITIM  
DUBINAMA NA RAZLICITIM TIPOVIMA ZEMLJIŠTA**

Dubina u cm	0 — 5	5 — 10	10 — 15
<b>S y m p h y l a</b>			
Rendzina	37%	31%	32%
Ilimerizovano zemljište	41%	44%	15%
Kiselo smeđe zemljište	61%	22%	17%
Humusno-silikatno zemljište	45%	38%	17%
Smeđe krečnjačko zemljište	46%	40%	14%
<b>P a u r o p o d a</b>			
Rendzina	13%	49%	38%
Ilimerizovano zemljište	33%	66%	0
Kiselo smeđe zemljište	66%	20%	14%
Humusno-silikatno zemljište	60%	38%	2%
Smeđe krečnjačko zemljište	33%	26%	40%

Tabela 11

**DISTRIBUCIJA GUSTINA SYMPHYLA I PAUROPODA U RAZLICITIM  
FITOCENOZAMA RAZVIJENIM NA RENDZINI**

Dubina u cm	0 — 5	5 — 10	10 — 15
<b>S y m p h y l a</b>			
<i>Pinetum mughi</i>	24%	38%	38%
<i>Abieti-Fagetum</i>	21%	25%	54%
<i>Fagetum montanum</i>	39%	21%	40%
<i>Fagetum subalpinum</i>	50%	36%	14%
<i>Oxytropidion dinarici</i>	25%	28%	47%
<b>P a u r o p o d a</b>			
<i>Pinetum mughi</i>	38%	62%	0
<i>Abieti-Fagetum</i>	50%	0	50%
<i>Fagetum montanum</i>	5%	59%	36%
<i>Fagetum subalpinum</i>	33%	27%	40%
<i>Oxytropidion dinarici</i>	0	0	100%

Stratifikacija gustina Symphyla i Paupropoda u različitim tipovima zemljišta u istoj biljnoj zajednici (*Abieti-Fagetum*).

Dubina u cm	0 — 5	5 — 10	10 — 15
<b>S y m p h y l a</b>			
Rendzina	21%	25%	54%
Kiselo smeđe zemljište	61%	22%	17%
Humusno-silikatno zemljište	45%	38%	17%
Ilimerizovano zemljište	41%	44%	15%
Smeđe krečnjačko zemljište	46%	40%	14%
<b>P a u r o p o d a</b>			
Rendzina	50%	0	50%
Kiselo smeđe zemljište	66%	20%	14%
Humusno-silikatno zemljište	60%	38%	2%
Ilimerizovano zemljište	33%	66%	0
Smeđe krečnjačko zemljište	33%	26%	40%

I ovi rezultati govore u prilog konstatacije da za stratifikaciju gustina ovih organizama veći značaj ima tip zemljišta nego tip biljne zajednice.

Praćena je zatim stratifikacija gustina u raznim sezonomama na svih 10 lokaliteta kao cjelini.

Dubina u cm	5	10	15	20	25	30	35	40
Symplyla maj	30	21	15	6	11	3	8	6
jul	30	25	15	17	—	9	3	—
septembar	27	21	23	15	2	8	1	4
Paupropoda maj	28	20	11	19	11	3	6	6
jul	8	43	19	18	4	—	7	—
septembar	43	14	20	6	5	2	5	5

Rezultati predstavljaju procentne odnose gustina po slojevima.

Zavisnost gustina populacija u različitim dubinama u raznim sezonomama naročito je jasno izražena kod Paupropoda. Najjasnije su razlike, na primjer, između gustina u julu i septembru: u julu je samo 8% organizama bilo u sloju 0 — 5 cm dubine, a 43% u sloju 5 — 10 cm, dok je u septembru u sloju 0 — 5 cm bilo 43%, a u sloju 5 — 10 cm 14%.

Na kraju su dati i rezultati stratifikacije gustina Symphyla i Paupropoda, računati prema ukupnom broju organizama na svim

lokalitetima u toku ispitivanja, na dubini samo do 15 cm (zanemarujući podatke iz dubljih slojeva kao da probe i nisu uzimane).

	d u b i n a		
	0 — 5 cm	5 — 10 cm	10 — 15 cm
Symphylla	43%	33%	23%
Pauropoda	39%	37%	23%

Ovi rezultati (kao i oni na Ivanu) govore da brojnost Sympphylla i Pauropoda u sloju 0—5 cm dubine nije tako velika kao što je kod nekih drugih grupa organizama faune tla.

### 3. Stratifikacija na terenima kod Sarajeva *Materijal*

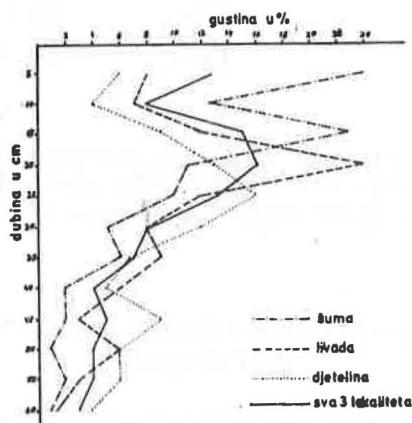
Ovdje je stratifikacija praćena na osnovu proba koje su uzimane na tri lokaliteta u toku cijele godine (svakog mjeseca jedanput) i to iz slojeva od po 5 cm dubine profila od 60 cm.

#### *Rezultati i diskusija*

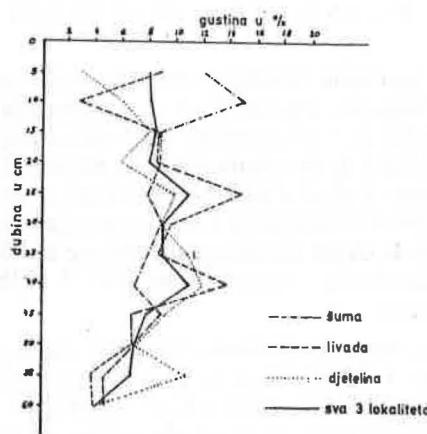
Najprije je izvršena analiza stratifikacije pojedinih vrsta za svaki lokalitet odvojeno. Za analizu stratifikacija gustina uzete su samo one vrste čija je frekvencija i gustina populacija bila veća (tabela 12). I na kraju je izvršena analiza stratifikacije gustina svih vrsta Sympphylla kao jedne cjeline (rezultati grafički predstavljeni na slici 8) i svih vrsta Pauropoda kao druge cjeline (slika 9) na pojedinim lokalitetima. U ovim rezultatima dolaze do izražaja zajednička svojstva ovih kategorija organizama kao i njihov odnos prema različitim staništima.

Rezultati pokazuju da je samo vrsta *S. vulgaris* nađena na svim dubinama na svim lokalitetima, a 5 vrsta je nađeno u svim dubinama, ali ne na svim lokalitetima (*S. subnuda*, *H. nivea*, *P. furcifer*, *A. gracilis* i *A. brevisetus*). Sve ostale vrste su konstatovane samo u određenim slojevima zemljišta, što bi upućivalo na zaključak o eventualnoj vezanosti pojedinih vrsta za te slojeve. I ovdje je potvrđena veza između dijapazona stratifikacije vrsta i njihovih gustina. Kao lijepa ilustracija mogu da nam posluže 6 pomenutih vrsta, koje

imaju najveći dijapazon, a gustina njihovih populacija je veća od ukupne gustine ostalih 25 vrsta koje su nađene na ovim lokalitetima. Ovdje se sada postavlja pitanje: Da li je gustina populacija vrsta veća zato što na tom lokalitetu vrsta nalazi povoljne uslove u svim slojevima zemljišta, ili, pak, veća gustina populacija ima za posljedicu tako rasturanje individua zbog oštire konkurencoje? Analiza distribucije vrste *S. vulgaris* na lokalitetu u šumi pokazuje da je gustina ove vrste najveća u sloju od 10 — 15 cm dubine i da je gusi-



Slika 8. Stratifikacija gustina *Sympyla* u različitim slojevima zemljišta na tri lokaliteta kod Sarajeva.  
Stratification of population density of *Sympyla* in different soil layers at three localities near Sarajevo.

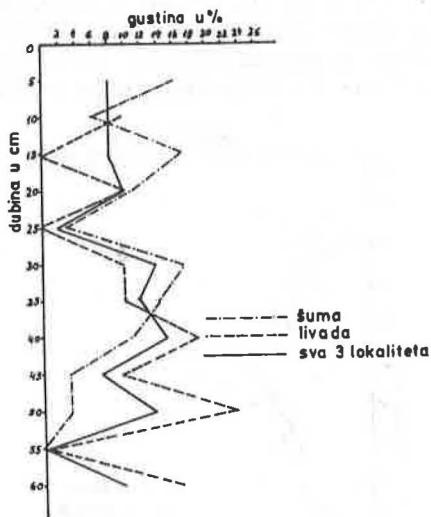


Slika 9. Stratifikacija gustina *Paupropoda* u različitim slojevima zemljišta na tri lokaliteta kod Sarajeva.  
Stratification of population density of *Paupropoda* in different soil layers at three localities near Sarajevo.

TABELA 12

## STRATIFIKACIJA NEKIH VRSTA SYMPHYLA I PAUROPODA NA TRI LOKALITETA KOD SARAJEVA

na relativno velika u slojevima od 10 cm iznad i 5 cm ispod ovoga sloja. Broj individua u dubljim slojevima je značajno manji (slika 10). Ukupna gustina ove vrste u sloju od 0—20 cm je dva puta veća od ukupne gustine u sloju od 20—60 cm dubine. Ovdje je dosta logičan zaključak da su optimalni uslovi za ovu vrstu u gornjim slojevima gdje je gustina najveća, a ta gustina utiče na migraciju.

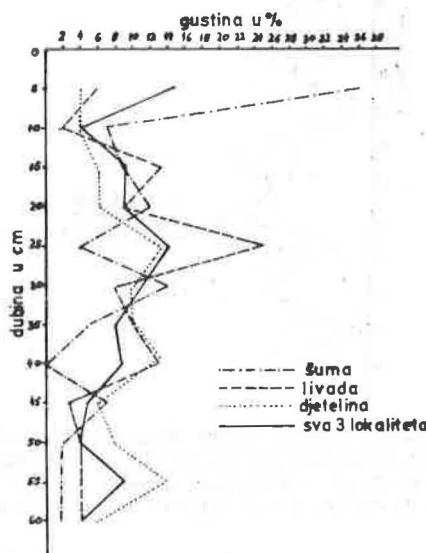


Slika 10. Stratifikacija gustina vrste *Symphytella vulgaris* u različitim slojevima zemljišta na tri lokaliteta kod Sarajeva.  
Stratification of population density of the species *Symphytella vulgaris* in different soil layers at three localities near Sarajevo.

ciju ovih organizama prema dubljim slojevima. Ako, pak, pogledamo distribuciju vrste *P. furcifer* na istom lokalitetu (slika 17), vidimo da su organizmi skoro ravnomjerno distribuirani u svim slojevima. Na osnovu stratifikacije ove vrste jedino se može logično zaključiti da u svim slojevima postoje jednakovrijedni povoljni uslovi za život ove vrste i da je ona, zahvaljujući tome, prisutna u svim slojevima. Na osnovu ovoga bili bismo skloni da zaključimo da u većini slučajeva opšti uslovi mikrostaništa određuju i brojnost i distribuciju organizama, a da gustina imai neznatan ili nikakav značaj za stratifikaciju vrsta *Symphytella* i *Pauropoda* na ispitivanim lokalitetima. Apsolutna gustina ovih vrsta na zapreminsку jedinicu zemljišta najbolja je potvrda ovakvom mišljenju. Naime, najveća prosječna gustina je konstatovana kod vrste *S. vulgaris* u sloju zemljišta od 15—20 cm dubine na lokalitetu u livadi i iznosi 7,33 individue na  $750 \text{ cm}^3$  zemljišta. Kod ostalih vrsta prosječne gustine na jedinicu zapremine su značajno manje te bi bilo teško prihvati tezu da je zbog oskudice u prostoru i hrani došlo do migracije ovih organizama u druge slojeve, što bi imalo za posljedicu prisustvo te vrste u više slojeva.

zemljišta. Prateći stratifikaciju gustina vrste *S. vulgaris* (slika 10) zapaža se veoma jasna pravilnost njene stratifikacije na sva tri lokaliteta. Veoma je interesantno da ova vrsta ima najveću gustinu u slojevima od 10 — 25 cm dubine. Takođe je očigledna pravilnost stratifikacije u površinskom sloju na ovim lokalitetima. Naime, gustina je veća u sloju od 0 — 5 cm nego u sloju od 5 — 10 cm, pa se ponovo povećava u sloju do 25 cm. U slojevima od 30 — 60 cm dubine gustine su skoro identične na svim lokalitetima.

Analiza distribucije gustina vrste *S. subnuda* (slika 11) ukazuje na određene jasne razlike stratifikacije u različitim lokalitetima.

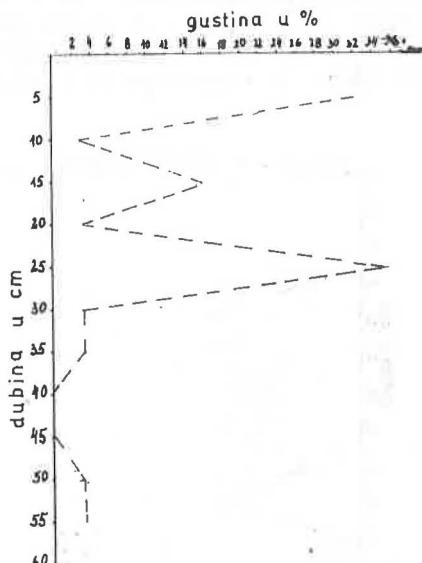


Slika 11. Stratifikacija gustina vrste *Symphytellopsis subnuda* u različitim slojevima zemljišta na tri lokaliteta kod Sarajeva.  
Stratification of population density of the species *Symphytellopsis subnuda* in different soil layers at three localities near Sarajevo.

Jasno se vidi da je najveća gustina ove vrste u sloju od 0 — 15 cm dubine na lokalitetu u šumi i da naglo opada ispod dubine od 20 cm. Na lokalitetu u djetelini distribucija je nešto drugačija: gustina je veća u slojevima ispod 20 cm dubine od one u slojevima do 20 cm. Na lokalitetu u livadi distribucija se razlikuje od ove na prethodnjim lokalitetima. Posmatrajući distribuciju ove vrste na sva tri lokaliteta zajedno, dobija se kriva koja je veoma slična krivoj vrste *S. vulgaris*. I ovdje je gustina najveća u sloju od 10 — 20 cm i opada sa dubinom. Takođe je potvrđena pravilnost zaključka da je gustina veća u sloju od 0 — 5 cm nego u sloju od 5 — 10 cm i da se ponovo povećava sa dubinom do 20 cm.

Analizu distribucije gustine vrste *H. nivea* ćemo pratiti na lokalitetu u livadi (slika 12) gdje je ova vrsta imala najveću frek-

venciju i gustinu. Ona je dosta ravnomjerno distribuirana u svim slojevima na ovom lokalitetu. Ukupan broj individua nađenih u slojevima od 0 — 30 cm prema broju individua u slojevima od 30 —



Slika 12. Stratifikacija gustina vrste *Symphylella hintoni* u različitim slojevima zemljišta na tri lokaliteta kod Sarajeva.  
*Symphylella hintoni* in different soil layers at three localities near Sarajevo.

60 cm dubine stoji u odnosu 60 : 40. Interesantno je i ovdje da je vrsta najveću gustinu imala u sloju od 15 — 20 cm.

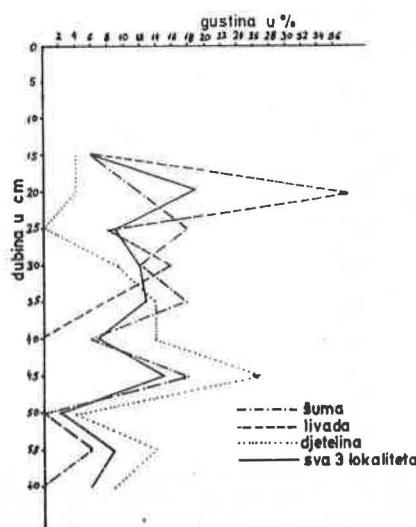
Vrsta *S. hintoni* (slika 13) pokazuje dosta specifičnosti u stratifikaciji na različitim lokalitetima. Naročito su upadljive razlike na lokalitetu u livadi i djetelini. Najveća gustina ove vrste na lokalitetu u livadi je u sloju od 15 — 20 cm dubine, dok je u tom sloju na lokalitetu u djetelini gustina veoma mala. Najveća gustina ove vrste na lokalitetu u djetelini je u sloju od 40 — 45 cm, a na lokalitetu u livadi u sloju te dubine vrsta nije uopšte konstatovana. Ono što je zajedničko za distribuciju ove vrste na sva tri lokaliteta i što smatramo posebno interesantnim to je da ova vrsta nije uopšte konstatovana u sloju od 0 — 10 cm dubine ni na jednom lokalitetu.

Vrsta *G. pyrenaica* (slika 14), koja je nađena samo na lokalitetu u šumi, ima najveću gustinu u sloju od 15 — 25 cm dubine i u tom sloju je nađeno toliko individua koliko u svim ostalim slojevima zajedno. I ovdje smatramo potrebnim da napomenemo da ova vrsta nije konstatovana u sloju od 0 — 5 cm dubine.

Pored ovih analiza stratifikacije pojedinih vrsta *Sympylia* u kojima su došle do izražaja specifičnosti svake vrste, napravljena je

analiza stratifikacije gustina grupe *Sympyla* kao cjeline u različitim lokalitetima (slika 8).

Na slici se vidi da postoje određene specifičnosti stratifikacije za svaki lokalitet, a istovremeno se uočavaju i određene pravilnosti stratifikacije na svim lokalitetima. Najveća gustina grupe je u sloju od 10 — 20 cm dubine; gustina je manja i u sloju iznad ovoga, kao i u sloju ispod njega. Interesantno je i ovdje da je gustina na



Slika 13. Stratifikacija gustina vrste *Hanseniella nivea* u različitim slojevima zemljišta na lokalitetu u livadi kod Sarajeva.  
Stratification of population density of the species *Hanseniella nivea* in different soil layers at meadow locality near Sarajevo.

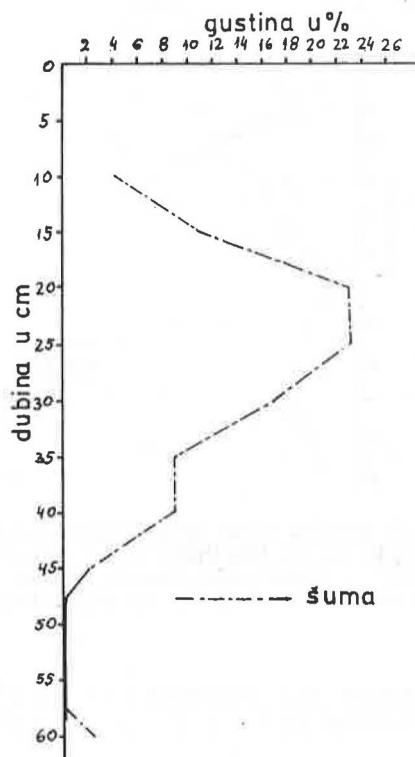
svim lokalitetima veća u sloju od 0 — 5 nego u sloju od 5 — 10 cm dubine. Jasno se takođe zapaža da je gustina manja u slojevima ispod 30 cm dubine. Odnos ukupnog broja organizama nađenih u slojevima do 30 cm dubine prema ukupnom broju u slojevima od 30 — 60 cm je 70 : 30. Takođe su dati rezultati stratifikacije gustina pojedinih vrsta Pauropoda na ovim lokalitetima.

Stratifikacija vrste *A. gracilis* (slika 15) ukazuje na dosta jasne razlike u pojedinim lokalitetima. Na svakom lokalitetu vrsta dostiže najveću gustinu na drugoj dubini: na lokalitetu u šumi najveća gustina je u sloju od 0 — 5 cm, na lokalitetu u livadi u sloju od 20 — 25 cm, a na lokalitetu u djetelini u sloju od 50 — 55 cm. I kod ove vrste se zapaža da je gustina u sloju od 5 — 10 cm dubine veoma mala.

Stratifikacija vrste *A. fuscinifer* (slika 16) takođe ukazuje na dosta jasne razlike u različitim lokalitetima. Može se, u pravilu, reći da je gustina ove vrste na lokalitetu u šumi veća u gornjim slojevima.

vima, a na lokalitetu u livadi gustina je veća u donjim slojevima.

Ostale 4 vrste Pauropoda, čija je stratifikacija analizirana, nađene su, uglavnom, samo na lokalitetima u šumi. Vrste *P. furcifer* i *A. brevisetus* imaju dosta ujednačene gustine u svim slojevima od površine do 60 cm dubine. Istina, i ovdje se zapažaju neznatne razlike: kod vrste *P. furcifer* (slika 17) ukupan broj individua u



Slika 14. Stratifikacija gustina vrste *Geophylella pyrenaica* u različitim slojevima zemljišta na lokalitetu u šumi kod Sarajeva.

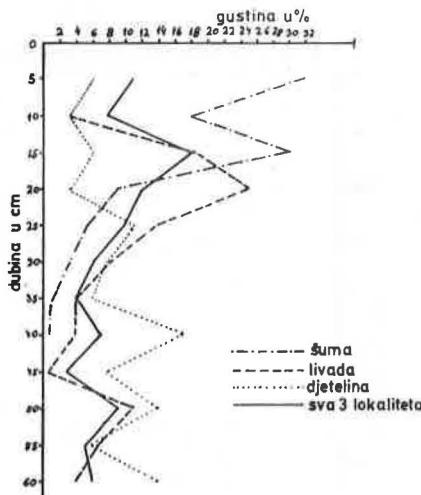
Stratification of population density of the species *Geophylella pyrenaica* in different soil layers at forest locality near Sarajevo.

slojevima od 0 — 30 cm dubine nešto je veći nego u slojevima od 30 — 60 cm, a kod vrste *A. brevisetus* (slika 18) je obrnuto. Izrazita specifičnost u stratifikaciji je zapažena kod vrste *A. vulgaris* (slika 19), kod koje je 75% od ukupnog broja individua nađeno u sloju od 5 — 10 cm dubine.

Napravljena je, zatim, analiza stratifikacije gustina grupe Pauropoda kao cjeline u pojedinim lokalitetima (slika 9). Na slici se zapažaju jasne razlike stratifikacije u različitim lokalitetima. Na lokalitetu u šumi najveća gustina je u sloju od 5 — 10 cm i postepeno

se smanjuje sa dubinom. Na lokalitetima u livadi i djetelini najveća gustina je u sloju od 35 — 40 cm dubine, a najmanja u sloju od 0 — 5 cm u djetelini i od 5 — 10 cm u livadi.

Ukupan broj individua *Pauropoda* nađenih u slojevima od 0 — 30 cm prema ukupnom broju individua nađenih u slojevima od 30 — 60 cm je 53 : 47, a kod *Sympyla* je bio 70 : 30.



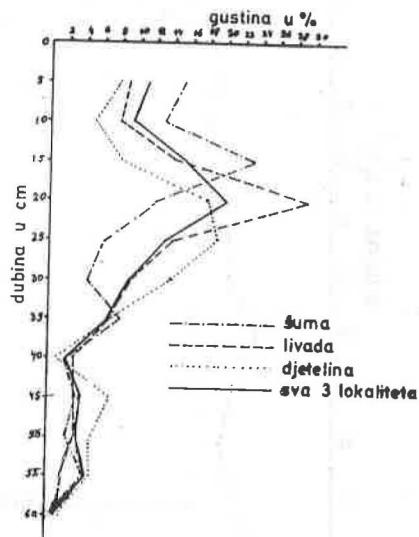
Slika 15. Stratifikacija gustina vrste *Allopaupopus gracilis* u različitim slojevima zemljišta na tri lokaliteta kod Sarajeva.

Stratification of population density of the species *Allopaupopus gracilis* in different soil layers at three localities near Sarajevo.

#### 4. Opšti osvrt na rezultate stratifikacije *Sympyla* i *Pauropoda*

Analiza rezultata stratifikacije vrsta *Sympyla* i *Paupopoda* i njihovih gustina otkriva određene opšte zakonitosti njihove distribucije u cijelini, a takođe upozorava na izvjesne specifičnosti vezane za vrste. U toku ispitivanja je zapažena, u pravilu, pozitivna korelacija između frekvencije i gustine na jednoj strani i dijapazona stratifikacija na drugoj strani. Tako su vrste *S. vulgaris*, *S. subnuda*, *H. nivea*, *A. gracilis* i *P. furcifer* u sva tri područja (Ivan, Perućica i Sarajevo) nađene u svim, ili skoro u svim, slojevima iz kojih su probe uzimane. Ovo su ujedno vrste koje su imale najveću frekvenciju i gustinu na ovim lokalitetima. Vezanost za samo određene dubine uglavnom je zapažena kod onih vrsta koje su imale nisku i frekvenciju i gustinu. Te vrste su, uz to, često nalažene u jednom području samo u površinskom sloju, a u drugom području samo u nekom sloju dublje od površine, te je veoma teško zaključiti da

li se radi o karakterističnim vrstama određenih slojeva. Tako je, na primjer, vrsta *S. linsleyi* na Perućici nađena u površinskom sloju (0 — 5 cm) i u dubini od 30 — 40 cm, a na lokalitetima kod Sarajeva nije uopšte nađena u površinskom sloju od 10 — 20 cm. Vrste *A. productus*, *A. vulgaris* i *A. tripartitus* su nađene na lokalitetima kod Sarajeva i u površinskom sloju zemljišta, a na lokalitetima u Perućici tek ispod 5 cm dubine ili još dublje. Ta vezanost dolazi daleko više do izražaja kada se prati stratifikacija tih vrsta za svaki lokalitet posebno. Tako je vrsta *S. subnuda* na lokalitetima u šumi i dje-

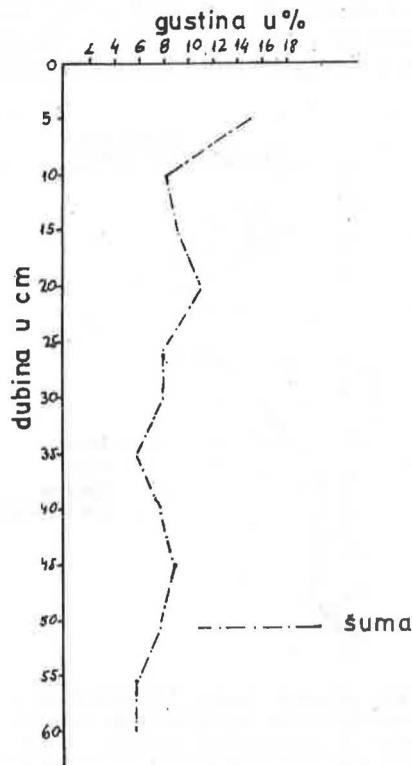


Slika 16. Stratifikacija gustina vrste *Allopauropus fuscinifer* u različitim slojevima zemljišta na tri lokaliteta kod Sarajeva.  
 Stratification of population density of the species *Allopauropus fuscinifer* in different soil layers at three localities near Sarajevo.

telini (kod Sarajeva) nađena u površinskom sloju, dok na lokalitetu u livadi nije konstatovana u sloju te dubine. Vrsta *H. nivea* je na lokalitetu u livadi nađena u svim slojevima, a na lokalitetu u djetelinu samo u slojevima ispod 10 cm od površine. Do sličnih rezultata se dolazi kada se prati stratifikacija ovih vrsta u funkciji vremena: određena vrsta je konstatovana u jednoj sezoni samo u jednom sloju, a u drugoj sezoni na istom lokalitetu u drugom sloju itd.

Na kraju navodimo nekoliko vrsta čiju vezanost za određene slojeve možemo, ipak, sa vrlo mnogo vjerovatnoće prihvati kao pravilo. Vrsta *G. pyrenaica* je u toku istraživanja na Ivanu nađena samo u sloju od 10 — 20 cm dubine, na lokalitetima u Perućici nađena je u sloju od 10 — 15 cm dubine, a na lokalitetu kod Sarajeva nije konstatovana u sloju od 0 — 5 cm iako je na tom istom loka-

litetu nađena u svim slojevima od 5 — 45 cm i u sloju od 55 — 60 cm dubine. Ako ovome dodamo da je na lokalitetu kod Sarajeva imala najveću gustinu u sloju od 15 — 25 cm dubine, onda je, tako reći, očigledno da ovaj sloj pruža optimalne uslove ovoj vrsti zbog čega bi se, možda, mogla smatrati karakterističnom vrstom ovoga sloja.

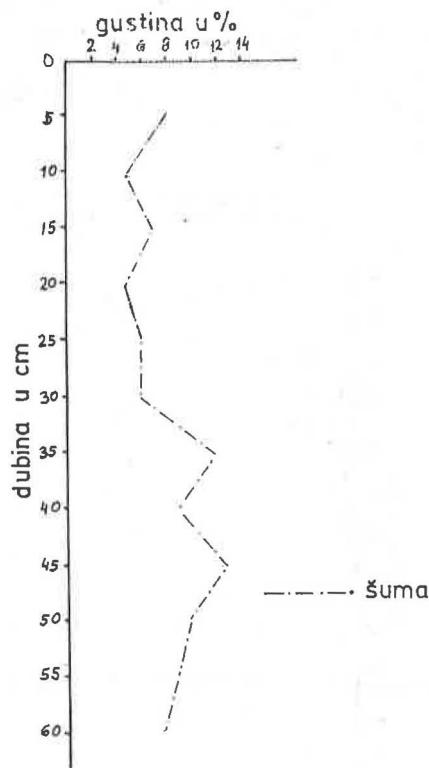


Slika 17. Stratifikacija gustina vrste *Pauropus furcifer* u različitim slojevima zemljišta na lokalitetu u šumi kod Sarajeva.  
Stratification of population density of the species *Pauropus furcifer* in different soil layers at the forest locality near Sarajevo.

Slični su rezultati i kod vrsta *A. minutus* i *P. duboscqi*, čija gustina jeste miska, ali su na lokalitetima kod Sarajeva konstatovane skoro u svim slojevima ispod 15 cm dubine, a na lokalitetima na Perućici su takođe nađene samo u slojevima ispod 10 cm dubine. Doduše, ove vrste nisu ni u jednom sloju imale značajno veću gustinu, što bi se moglo iskoristiti kao dokaz o izrazito povoljnim uslovima određenog sloja i strogoj vezanosti za neki sloj.

U literaturi su poznati slučajevi vezanosti i drugih vrsta za određene slojeve zemljišta. Tako Eitminavićinte (1959) konstatuje

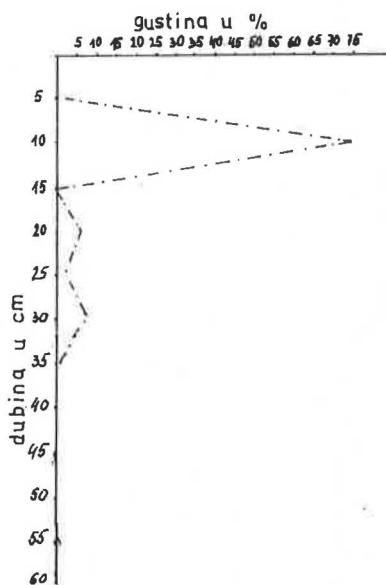
da je jedna vrsta oribatida *Nothrus palustris* bila vezana za sloj od 5—10 cm dubine, a vrsta *Oribella paoli* za sloj od 10—15 cm dubine. Harlov (1960), međutim, upozorava da se vertikalne migracije mikroartropoda zemljišta moraju smatrati kao normalni fenomeni, te eventualne karakteristične vrste pojedinih slojeva zemljišta treba prihvatići sa velikom rezervom.



Slika 18. Stratifikacija gustina vrste *Allopauropus brevisetus* u različitim slojevima zemljišta na lokalitetu u šumi kod Sarajeva.  
 Stratification of population density of the species *Allopauropus brevisetus* in different soil layers at the forest locality near Sarajevo.

Analiza rezultata grupa Pauropoda i Symphyla pokazuje da postoje određene specifičnosti vezane za svaku od ovih grupa. Razlike su naročito jasne na lokalitetima na Ivanu i kod Sarajeva, dok su na lokalitetima na Perućici slabije izražene. Postoje, osim toga, razlike u gustini ovih grupa u različitim lokalitetima i u različitim sezonomama. Ovi rezultati imaju najveći značaj u procjeni mesta i uloge ovih organizama u jednom ekosistemu. Oni su, zatim, interesantni i po tome što ukazuju na značajne razlike u odnosu na distri-

buciju Collembola i Acarina, čija je distribucija u zemljištima najviše ispitivana. Međutim, često nije lako upoređivati rezultate, jer su dobijeni ispitivanjima vršenim u različitim ekosistemima, u različitim vremenskim periodima, a komplikuju se još i time što se često vrše na različitim dubinama. No, kada se i sve to uzme u obzir, na osnovu dosadašnjih ispitivanja na drugim grupama može se zaključiti da Symphyla i Pauropoda imaju niže relativne gustine u površinskim slojevima nego Collembola i Acarina. To se sasvim lijepo vidi kada se naši rezultati, dobijeni na svim područjima gdje je stratifikacija praćena, uporede sa onima koji su dobijeni praćenjem ovoga fenomena kod drugih grupa pedofaune (Macfadyen 1952, Harlov 1960, Stefanović 1968).



Slika 19. Stratifikacija gustina vrste *Allopauporus vulgaris* u različitim slojevima zemljišta na lokalitetu u šumi kod Sarajeva.

Stratification of population density of the species *Allopauporus vulgaris* in different soil layers at forest locality near Sarajevo.

Na kraju želimo da istaknemo da naši rezultati ukazuju na specifičnosti u stratifikaciji vrsta Symphyla i Pauropoda. Iako je teško ocijeniti koji su najvažniji faktori u regulisanju distribucije gustina ovih organizama, rezultati ukazuju da, pored onih zajedničkih za geoatmobilante kao cjelinu (fizička i hemijska svojstva zemljišta), u ovom slučaju veoma značajnu ulogu imaju i biotički faktori. Relativno niske absolutne gustine ovih grupa u površinskim slojevima sigurno su dobrim dijelom posljedica jakih konkurenčkih

odnosa, na jednoj strani, i slabije izraženih adaptivnih sposobnosti da izdrže velika kolebanja temperatura i vlažnosti u ovim slojevima, na drugoj strani. Edwards (1961) upozorava na izrazitu osjetljivost *Symphylla* na smanjenu vlažnost. U dubljim slojevima slabije je izražena kompeticija, a i variranje temperatura i vlažnosti, ali ovdje količina hrane, kao i opšta i diferencijalna poroznost imaju veoma značajnu ulogu za njihovu gustinu. Osim toga, relativno slaba mobilnost mnogih vrsta ovih grupa znatno utiče na njihovu gustinu, jer im je zbog toga smanjena sposobnost da lako izbjegnu uticaje ekstremnih temperatura i vlažnosti.

Analiza distribucije gustina pojedinih vrsta ukazuje da postoje veoma značajne razlike između samih vrsta unutar svake grupe. Tu, sada, dolaze do izražaja specifičnosti ekoloških niša tih vrsta, od kojih, u prvom redu, zavisi i distribucija njihovih gustina. Od veličine organizma često, na primjer, zavisi koji su predatori te vrste i koji dio opšte poroznosti zemljišta može vrsta iskoristiti. Od anatomske i fiziološke svojstava vrste često zavisi njenom mjestu u lancima ishrane, kao i njena ekološka valenca u odnosu na neke ekološke faktore. Način razmnožavanja i razvića, koji je najčešće specifičan za vrstu, takođe može da bude značajan u njenoj stratifikaciji. Kada se imaju na umu ove, kao i bezbroj drugih, specifičnosti pojedinih vrsta, vidi se koliko je logično očekivati i različite »modele« stratifikacije tih vrsta u različitim biotopima i u različitim sezonomama.

## V SEZONSKA DINAMIKA POPULACIJA VRSTA SYMPHYLLA I PAUROPODA U ODREĐENIM BIOTOPIMA

Svojstvo žive materije da kontinuirano vrši metabolizam ima značajno mjesto među mnogim atributima te materije. Polazeći od činjenice da postoji saglasnost između brzine metabolizma i intenziteta faktora u kojima se metabolizam ostvaruje, nužno je prihvati ritam u aktivnosti organizama kao posljedicu te saglasnosti. Postoji takođe određeni ritam u aktivnosti populacija u različitim vremenjskim intervalima, te tako govorimo, na primjer, o dnevnim, sezonskim i godišnjim promjenama u njihovoj aktivnosti. Ispitivanja tih promjena sastavni su dio ispitivanja dinamike populacija, koje pružaju osnovne informacije o ekologiji populacija datih organizama. Postoji već jako veliki broj radova u kojima se iznose rezultati o nitmičkim aktivnostima organizama i dinamici gustina populacija različitih vrsta. Moramo, međutim, istaći da su podaci o dinamici gustina vrsta *Symphylla* veoma oskudni (Edwards 1958, 1959, 1961, Dizdarević 1967), a vrste Pauropoda u tom pogledu, tako reći, nisu dosada uopšte istraživane. Stoga smatramo da će naša ispitivanja

predstavljati značajan prilog u ovom pravcu istraživanja i pomoći će da se upotpune znanja o ekologiji ovih vrsta i njihovom značaju u procesima koji se odvijaju u zemljištu. Istraživanja su vršena na području Perućice i na lokalitetima kod Sarajeva.

## 1. Dinamika populacija na lokalitetima Perućica

### *Materijal*

Dinamika gustina populacija *Sympyla* i *Pauropoda* na ovom području praćena je na osnovu rezultata iz proba koje su uzete na 10 lokaliteta u mjesecima maju, julu i septembru.

### *Rezultati i diskusija*

Rezultati distribucije gustina u različitim sezonomama dati su najprije za svaki lokalitet odvojeno, a zatim za sve lokalitete kao cjelinu (tabela 13). Rezultati jasno ukazuju na određene sezonske razlike u dinamici gustina na pojedinim lokalitetima. Gustina populacije *Sympyla* u sloju od 0—5 cm dubine je manja u julu nego u maju na svim lokalitetima na rendzini, dok je na sмеđem krečnjačkom i humusno-silikatnom zemljištu gustina populacije u julu veća nego u maju. Interesantno je da se najveća gustina populacije *Sympyla* na ovim lokalitetima javlja u različitim dubinama i sezonomama. Tako je najveća gustina na lokalitetu 2 (*Fagetum montanum* na rendzini) u maju u sloju od 0—5 cm dubine, na lokalitetu 13 (*Abieti-Fagetum* na kiselo sмеđem zemljištu) najveća gustina je u septembru u sloju od 0—5 cm, na lokalitetu 15 (*Abieti-Fagetum* na humusno-silikatnom zemljištu) najveća gustina je u julu u sloju od 0—5 cm, na lokalitetu 8 (*Abieti-Fagetum* na rendzini) najveća gustina je u septembru u sloju od 10—15 cm, a na lokalitetu 24 (*Fagetum subalpinum* na rendzini) najveća gustina je u maju u sloju od 0—5 cm, itd. itd.

TABELA 13

#### SEZONSKA DINAMIKA POPULACIJA SYMPHYLA I PAUROPODA NA PODRUČJU PERUĆICE

		0—5 cm	5—10 cm	10—15 cm	dubine
Sympyla	maj	13,4	9,3	6,5	9,7
	jul	9,2	9,1	4,4	7,6
	septembar	10,0	6,3	7,3	7,9
Pauropoda	maj	2,0	1,4	0,8	1,4
	jul	0,9	5,5	2,4	2,9
	septembar	4,7	1,5	2,1	2,8

U ovoj tabeli su dati rezultati samo za dubinu od 0 — 15 cm, jer su iz tog sloja uzete probe na svim lokalitetima. U posljednjoj koloni date su prosječne gustine za sloj od 0 — 15 cm dubine.

Gustina populacija *Pauropoda* na ovim lokalitetima je dosta mala, ali se i ovdje zapaža da se najveća gustina na pojedinim lokalitetima javlja u različitim sezonomama i u različitim dubinama. Tako je najveća gustina na lokalitetu 2 bila u julu u sloju od 10 — 15 cm dubine, na lokalitetu 13 najveća gustina je bila u septembru u sloju od 0 — 5 cm, na lokalitetu 15 najveća gustina je bila u septembru u sloju od 0 — 5 cm dubine itd., itd. Praćenje dinamike *Sympyla*, na ovih 10 lokaliteta kao cjelini, ukazuje na razlike u gustini populacija ovih vrsta u raznim sezonomama. Te razlike su mnogo izraženije u gustini populacija vrsta *Pauropoda*. Ovi rezultati su posebno značajni po tome što se iz njih vidi da praćenje dinamike samo u sloju od 0 — 5 cm upućuje na zaključke koji uopšte ne odgovaraju stanju dinamike u sloju od 0 — 15 cm dubine. Tako bi na osnovu naših rezultata (za sloj od 0 — 5 cm) trebalo zaključiti da je najveća gustina populacija vrsta *Pauropoda* u septembru, mnogo manja u maju, a najmanja u julu. Kada se, pak, uzmu rezultati za sloj od 0 — 15 cm, onda se vidi da je najveća gustina bila u julu, nešto manja u septembru, a najmanja u maju. Bilo bi dosta logično zaključiti da je period između maja i jula period intenzivnijeg razmnožavanja ispitivanih organizama na ovim lokalitetima, te je gustina u julu i septembru veća nego u maju. Što se, pak, tiče odnosa gustina u pojedinim slojevima u julu i septembru, najprihvatljivije je tumačenje da su organizmi u julu vršili migracije prema dubljim slojevima, pa je zbog toga gustina u sloju od 0 — 5 cm vrlo mala, a u slojevima od 5 — 10 i od 10 — 15 cm veća, dok u septembru organizmi vrše migracije prema površinskim slojevima, te je u tom periodu gustina bila najveća u sloju od 0 — 5 cm. Drugo tumačenje: da organizmi u julu ugibaju u površinskom sloju, ipak je manje prihvatljivo, jer rezultati iz septembra ukazuju da se vrše migracije ovih organizama.

## 2. Dinamika populacija na lokalitetima kod Sarajeva

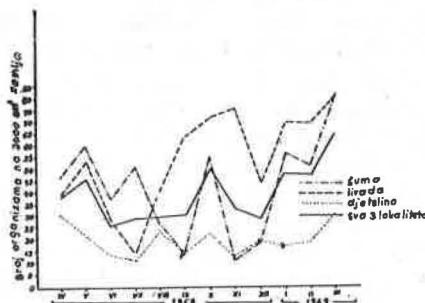
### *Materijal*

Analiza dinamike gustine populacija *Sympyla* i *Pauropoda* u raznim sezonomama ovdje je praćena na osnovu proba koje su uzimane u toku cijele godine (april — decembar 1968. i januar — mart 1969) jedanput mjesечно.

## Rezultati i diskusija

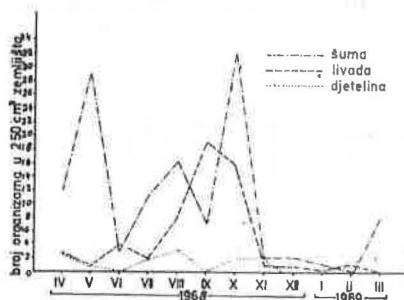
Rezultati su dati za grupe Symphyla i Pauropoda kao cjeline, a zatim posebno za neke vrste koje su bile frekventnije i imale veću gustinu.

Analiza dinamike populacija Symphyla u sloju zemljišta od 0 — 60 cm (slika 20) ukazuje na određene specifičnosti svakog lokaliteta. Na lokalitetu u djetelini kolebanja su bila najmanja i veoma je teško govoriti o izrazitom povećanju gustine populacija u bilo kojem mjesecu. Ako bi trebalo izdvojiti neki period u kojem je gustina



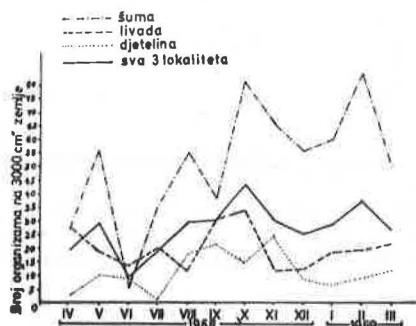
Slika 20. Dinamika gustina populacija Symphyla u raznim sezonomama na lokalitetima kod Sarajeva (računato na sloj do 60 cm dubine).  
Seasonal population dynamics of Symphyla at three localities near Sarajevo (calculation to a depth of 60 cm).

bila veća, onda би то био пролећни период, jer је густина била највећа у априлу 1968. и марту 1969. године. На локалитету у ливади и шуми колебања густине у pojedinih мјесецима су била већа, а на оба ова локалитета највећа густина је била у марту. Најмана густина на локалитету у ливади је била у мјесецу јулу и јуну, а на локалитету



Slika 21. Dinamika gustina populacija Symphyla u raznim sezonomama na tri lokaliteta kod Sarajeva (рачунато на слој од 0 — 5 cm dubine).  
Seasonal population dynamics of Symphyla at three localities near Sarajevo (calculation to a depth of 5 cm).

u šumi u mjesecima septembru, novembru i decembru. Veoma je karakteristično to da je gustina na lokalitetu u šumi u oktobru bila velika, a u septembru i novembru upravo najniža. Teško bi bilo ovaj slučaj dovoditi u vezu sa djelovanjem nekog ekološkog faktora i daleko je logičnije ovo tumačiti prostornom mozaičkom distribucijom ovih organizama. Međutim, ako se uzmu podaci za sva tri lokaliteta kao cjelinu, onda se može reći da je gustina ovih organizama veća u periodu januar — maj nego u periodu juni — decembar. Pored ove analize pratili smo dinamiku gustina *Sympyla* na onim istim lokalitetima, ali samo u sloju zemljišta od 0 — 5 cm dubine (slika 21). Razlike su sasvim jasne. Najznačajnije je da su gustine na ovim lokalitetima niske u periodu novembar — mart, dok se iz prethodnog dijagrama vidi da je na lokalitetima u šumi i livadi upravo najveća gustina bila u periodu januar — mart, a na lokalitetu u djetelini u periodu mart — april. Ova protivurječnost se može objasniti na sljedeći način: u periodu novembar — mart došlo je do migracije organizama iz površinskog u dublje slojeve, te niska gustina populacije u površinskom sloju ne znači da je došlo do stvarnog smanjenja gustine organizama na ovim lokalitetima. Analiza dinamike u ovom sloju ukazuje i na izvjesne specifičnosti u pojedinih lokalitetima. Naime, na lokalitetu u šumi zapažaju se dva maksimuma gustine, i to u maju i oktobru, a na lokalitetu u livadi maksimalna gustina je dostignuta u periodu septembar — oktobar.

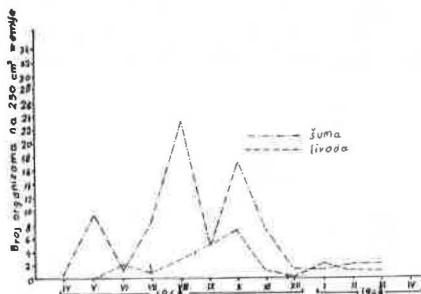


Slika 22. Dinamika gustina populacija *Paurotopoda* u raznim sezonama na tri lokaliteta kod Sarajeva (računato za sloj do 60 cm dubine).  
Seasonal population dynamics of *Paurotopoda* at three localities near Sarajevo (calculation to a depth of 60 cm).  
Sarajevo (calculation to a depth of 5 cm).

Gustina populacija *Paurotopoda* u sloju zemljišta od 0 — 60 cm dubine (slika 22) u pojedinih mjesecima u toku godine znatno se mijenja i kolebanja su specifična za svaki lokalitet. Na lokalitetu u djetelini najveća gustina je u periodu avgust — novembar, na lokalitetu u livadi u periodu septembar — oktobar, a na lokalitetu

u šumi u oktobru i februaru. Kolebanja gustina ovih organizama na sva tri lokaliteta kao cjelini nisu tako velika i jedva da se na krivulji mogu zapaziti blago naznačena dva maksimuma (u oktobru i februaru) i jedan junske minimum.

I za Pauropoda je praćena dinamika gustina u površinskom sloju od 0—5 cm dubine (slika 23), ali samo na lokalitetima u šumi i livadi, jer su se na lokalitetu u djetelini ovi organizmi u ovom sloju veoma rijetko sretali. Na lokalitetu u livadi samo u periodu septembar — oktobar broj organizama je nešto veći, u ostalim mjesecima je veoma mali, a u decembru, aprilu i maju u ovom sloju ih uopšte nije bilo. Na lokalitetu u šumi broj organizama u ovom sloju je veoma mali u junu i u periodu decembar — april, dok je najveća gustina konstatovana u mjesecima avgustu i oktobru. Pored ovih specifičnosti, za svaki lokalitet može se uočiti i jedna zajednička karakteristika za oba lokaliteta (livada i šuma), tj. da je broj organizama u ovom sloju veoma mali u periodu decembar — april. Kako je u tom periodu gustina organizama na ovim lokalitetima (računato za sloj do 60 cm dubine) čak dosta velika, jasno je da u tom periodu dolazi do migracije ovih organizama iz površinskog u dublje slojeve zemljišta.

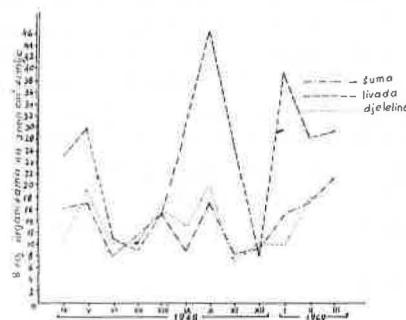


Slika 23. Dinamika gustina populacija Pauropoda u raznim sezonomama na tri lokaliteta kod Sarajeva (računato na sloj od 0—5 cm dubine). Seasonal population dynamics of Pauropoda at three localities near

Pored ovih vršena je i analiza dinamike gustina pojedinih vrsta Symphyla i Pauropoda u kojoj je došla do izražaja specifičnost svake vrste. Napominjemo da je i ovdje vršena analiza dinamike gustine vrsta koje su bile frekventnije i sa većom prosječnom gustinom. Analiza je vršena za različite lokalitete i za različite slojeve zemljišta.

Kolebanja gustine populacije vrste *S. vulgaris* (slika 24) u toku godine (računato za sloj od 0—60 cm) na lokalitetima u djetelini i šumi su dosta mala i skoro da nije moguće izdvojiti nijedan period u kojem je gustina bila izrazito niska ili izrazito visoka. Na lokalitetu u livadi kolebanja su znatno veća i to sa minimumom u mjesecima junu, julu, avgustu i decembru i sa maksimumom u

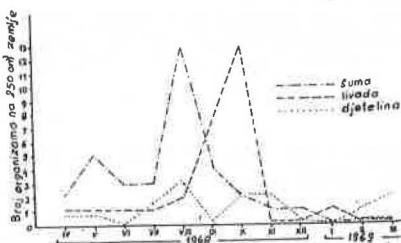
oktobru. Slučaj je veoma interesantan i zato ćemo pokušati da ga potpunije prikažemo. Kolebanja temperature i vlažnosti u toku godine na lokalitetu u šumi su svakako manja i vrše se sporije nego na lokalitetu u livadi, te individue ove vrste imaju dovoljno vremena da migracijom u dublje slojeve izbjegnu njihovo djelovanje u pesimumu i zato i nije došlo do velikih odstupanja u gustini populacije ove vrste na ovom lokalitetu. Na lokalitetu u djetelini kolebanja



Slika 24. Dinamika gustina populacija vrste *Symphytella vulgaris* u raznim sezonama na tri lokaliteta kod Sarajeva (računato za sloj do 60 cm dubine).

Seasonal population dynamics of the species *Symphytella vulgaris* at three localities near Sarajevo (calculation to a depth of 60 cm).

temperature i vlažnosti su svakako veća, ali je na ovom lokalitetu stratifikacija gustina populacija nešto drugačija nego na lokalitetu u livadi: relativna gustoća u sloju od 0 — 20 cm dubine je manja, a u sloju od 25 — 60 cm nešto veća, što znači da je manja vjerovatnoća da se kolebanja temperature i vlažnosti negativno odraže na gusti-



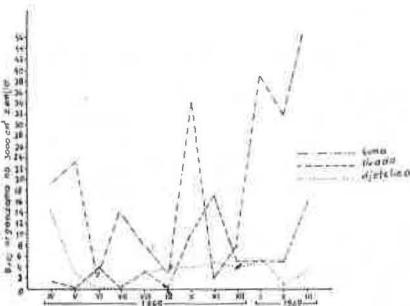
Slika 25. Dinamika gustina populacija vrste *Symphytella vulgaris* u raznim sezonama na tri lokaliteta kod Sarajeva (računato za sloj od 0 — 5 cm dubine).

Seasonal population dynamics of the species *Symphytella vulgaris* at three localities near Sarajevo (calculation to a depth of 5 cm).

nu. Ovo je svakako u tijesnoj vezi sa migracijom ovih organizama, koja se može lakše vršiti na lokalitetu u djetelini zbog dubljeg prodiranja komijenja ove biljke, nego što je to slučaj na lokalitetu u

livadi. Kada se prati dinamika gustina populacije ove vrste samo u površinskom sloju od 0—5 cm (slika 25), onda se dobija nešto drugačija slika. Naime, na lokalitetu u djetelini kolebanja su sasvim mala, dok su na lokalitetu u livadi i šumi znatno veća. Na oba ova lokaliteta javlja se po jedan maksimum u toku godine, i to na lokalitetu u šumi u avgustu, a na lokalitetu u livadi u oktobru. Kako gustina ove vrste u avgustu na lokalitetu u šumi (računato za sloj do 60 cm dubine) nije bila izrazito veća nego u drugim mjesecima, to se ovaj maksimum u avgustu za površinski sloj može najlogičnije tumačiti migracijom organizama ove vrste iz donjih slojeva prema površini. Na lokalitetu u livadi stanje je nešto drugačije. Naime, ovdje dolazi do povećanja gustine, koje se odrazilo i na pojavu maksimuma u površinskom sloju zemljišta.

Analiza dinamike gustine populacije vrste *S. subnuda* (slika 26) ukazuje da su kolebanja brojnosti na lokalitetu u šumi znatno veća nego na lokalitetima u livadi i djetelini. Ovo, na prvi pogled

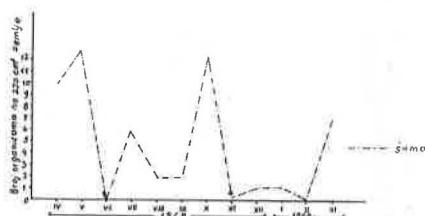


Slika 26. Dinamika gustina populacija vrste *Symphelelopsis subnuda* u raznim sezonama na tri lokaliteta kod Sarajeva (računato za dubinu do 60 cm).

Seasonal population dynamics of the species *Sympylellopsis subnuda* at three localities near Sarajevo (calculation to a depth of 60 cm).

dosta nelogično, stanje ima dosta logično i prihvatljivo tumačenje. Naime, analiza stratifikacije gustina ove vrste na lokalitetu u djetelini pokazuje da je veća gustina ove vrste u sloju od 30 — 60 cm dubine, što znači da eventualno nepovoljno djelovanje temperature i vlažnosti u površinskom sloju ima manji efekat na kolebanja ukupne gustine. Na lokalitetu u livadi ova vrsta nije uopšte konstatovana u sloju od 0 — 5 cm dubine u toku cijele godine, a u sloju od 5 — 10 cm relativna gustina je sasvim mala, te kolebanja temperature i vlažnosti u raznim sezonomama u toku godine nisu ni na ovom lokalitetu imala izrazitog efekta na promjene gustine populacije ove vrste, iako je gustina bila nešto veća u oktobru, novembru i martu nego u drugim mjesecima. Na lokalitetu u šumi najveća gustina ove vrste je u sloju od 0 — 15 cm dubine, te je logično što promjene

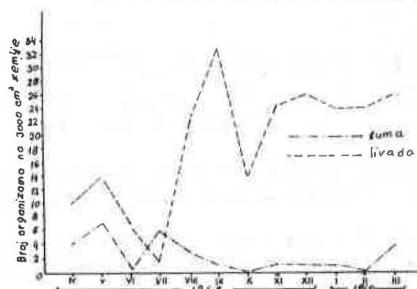
intenziteta temperature i vlažnosti više utiču na promjene gustine ove vrste na ovom lokalitetu u cijelini. Komparacija krivulja, koje označavaju dinamiku gustine populacije ove vrste u sloju od 0 — 5



Slika 27. Dinamika gustina populacija vrste *Symphelelopsis subnuda* u raznim sezonama na lokalitetima kod Sarajeva (računato za dubinu do 5 cm).

Seasonal population dynamics of the species *Sympylellopsis subnuda* at three localities near Sarajevo (calculation to a depth of 5 cm).

cm (slika 27) i u sloju od 0 — 60 cm, pokazuju izvanrednu sličnost tokom cijelog perioda april — decembar. Za period januar — mart slika izgleda nešto drugačija: ukupna gustina na ovom lokalitetu je velika, a u sloju od 0 — 5 cm gustina je mnogo niža. Dakle, vrlo je vjerovatno da je u ovom periodu došlo do migriranja ovih organizama iz površinskog prema dubljim slojevima, što je uticalo na izgled krivulje u ovom periodu. Inače, ovome treba dodati još i to da se na krivulji, koja se odnosi na dinamiku gustina ove vrste u sloju od 0 — 5 cm na lokalitetu u šumi, zapažaju dva izražena maksimuma gustine i to u mjesecima maju i oktobru.

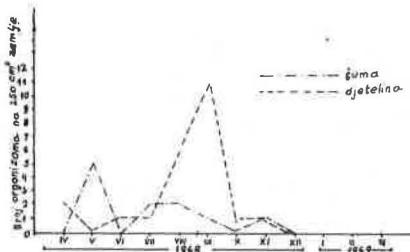


Slika 28. Dinamika gustina populacija vrste *Hanseniella nivea* u raznim sezonama na lokalitetima kod Sarajeva (računato za dubinu od 60 cm).

Seasonal population dynamics of the species *Hansenilla nivea* at three localities near Sarajevo (calculation to a depth of 60 cm).

Analiza dinamike gustine vrste *H. nivea* vršena je samo na lokalitetu u šumi i livadi, i to u sloju od 0—60 cm (slika 28) i u površinskom sloju od 0—5 cm dubine (slika 29). Interesantno je

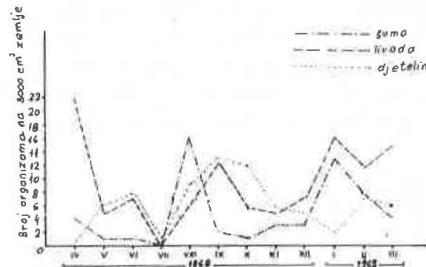
da je na lokalitetu u šumi gustina veća u aprilu, maju i julu nego u ostalim mjesecima, dok je na lokalitetu u livadi gustina veća upravo u periodu avgust — mart nego u periodu april — jul. Dinamika gustine u sloju od 0 — 5 cm na lokalitetu u šumi pokazuje



Slika 29. Dinamika gustina populacija vrste *Hanseniella nivea* u raznim sezonama na tri lokaliteta kod Sarajeva (računato za sloj do 5 cm dubine).

Seasonal population dynamics of the species *Hanseniella nivea* at three localities near Sarajevo (calculation to a depth of 5 cm).

dosta sličnosti sa dinamikom u sloju od 0 — 60 cm, a na lokalitetu u livadi postoje određene razlike koje su naročito izrazite za period oktobar — mart. Naime, u tom periodu gustina populacije ove



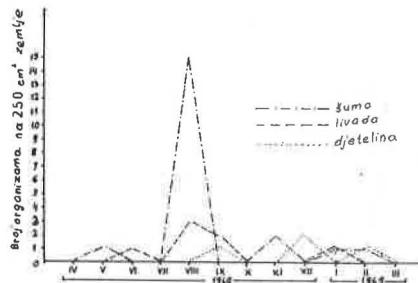
Slika 30. Dinamika gustina populacija vrste *Allopauropus gracilis* u raznim sezonama na tri lokaliteta kod Sarajeva (računato za sloj do 60 cm dubine).

Seasonal population dynamics of the species *Allopauropus gracilis* at three localities near Sarajevo (calculation to a depth of 60 cm).

vrste u sloju od 0 — 60 cm je dosta velika, u sloju od 0 — 5 cm gustina je veoma mala, a organizama uopšte nema u periodu decembar — mart. Ovo ide u prilog pretpostavci da su organizmi ove vrste u ovom periodu vršili migracije iz površinskog u dublje slojeve.

Praćena je dinamika gustine i dviju vrsta Pauropoda, i to: vrste *A. gracilis* (slika 30 i 31) na sva tri lokaliteta, a vrste *A. brevisetus* samo na lokalitetu u šumi. Gustina populacije vrste *A. gracilis* varira

u toku godine na svim lokalitetima. Maksimum gustine na lokalitetu u šumi javlja se u avgustu i januaru, na lokalitetu u djetelini u septembru i oktobru, a na lokalitetu u livadi u aprilu i januaru. Analiza dinamike gustine u sloju od 0 — 5 cm na ovim lokalitetima

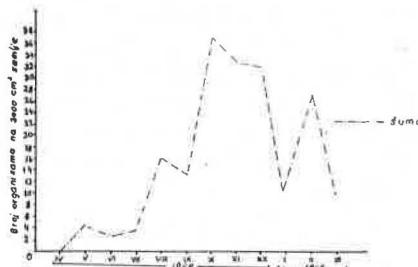


Slika 31. Dinamika gustina populacija vrste *Allopauropus gracilis* u raznim sezonama na lokalitetima kod Sarajeva (računato za sloj do 5 cm dubine).

Seasonal population dynamics of the species *Allopauropus gracilis* at three localities near Sarajevo (calculation to a depth of 5 cm).

daje nešto drugaciju sliku dinamike, pri čemu bi trebalo posebno istaći da se na lokalitetu u šumi u ovom sloju maksimum javlja samo jedanput i to u avgustu, da na lokalitetu u livadi u aprilu organizmi ove vrste nisu konstatovani u ovom sloju, iako je upravo u tom mjesecu najveća gustina populacije na ovom lokalitetu (računato za sloj od 0 — 60 cm) i da je na lokalitetu u djetelini vrsta konstatovana samo 3 puta u toku godine u ovom sloju, pa je nije bilo, na primjer, ni u mjesecu oktobru, kada je gustina skoro najveća u sloju od 0 — 60 cm dubine.

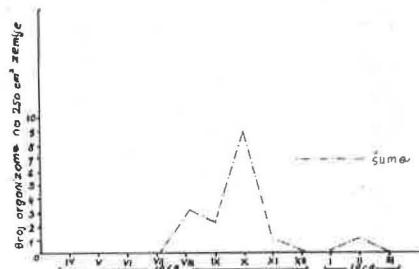
Analiza dinamike vrste *A. brevisetus* na lokalitetu u šumi u sloju od 0 — 60 cm (slika 32) pokazuje da je gustina ove vrste



Slika 32. Dinamika gustina populacija vrste *Allopauropus brevisetus* u raznim sezonama na lokalitetu u šumi kod Sarajeva (računato za sloj od 60 cm dubine).

Seasonal population dynamics of the species *Allopauropus brevisetus* at the forest locality near Sarajevo (calculation to a depth of 60 cm).

najveća u periodu oktobar — decembar, a najmanja je u aprilu. U sloju od 0 — 5 cm (slika 33) najveća gustina je, takođe, u oktobru, ali u decembru navedena vrsta nije uopšte nađena u ovom sloju.



Slika 33. Dinamika gustina populacija vrste *Allopauporus brevisetus* u raznim sezonskim periodima na lokalitetu u šumi kod Sarajeva (računajući za dubinu od 5 cm).

Seasonal population dynamics of the species *Allopauporus brevisetus* at the forest locality near Sarajevo (calculation to a depth of 5 cm).

Posmatrajući ove rezultate u cjelini, zapaža se da svaka vrsta pokazuje određene specifičnosti u sezonskoj dinamici i da maksimum odnosno minimum gustine ostvaruje u različitim mjesecima, pa čak ista vrsta u različitim lokalitetima ima različitu krivulju dinamike gustine. Veoma slične rezultate dobili su i mnogi drugi autori ispitujući sezonsku dinamiku kod drugih grupa organizama, koji su ekološki najsličniji Symphylama i Paupropodama. Tako Block (1966) konstatiše da postoje razlike u gustini populacija Acarina u raznim sezonskim periodima. Maksimalna brojnost je uočena u maju i decembru, a najniža u avgustu. Maksimum u različitim zemljjištima bio je u različitim periodima: u organskim (tresetišta) maksimum je bio u maju i oktobru, a u mineralnim u julu i novembru. Autor dalje konstatiše da svaka vrsta pokazuje specifičnosti u sezonskim kolebanjima brojnosti, koje se mijenjaju iz godine u godinu. Lebrun (1964), ispitujući dinamiku brojnosti oribatida, konstatiše da se iste vrste različito ponašaju u prostirci i sirovom humusu. Tako je maksimalna brojnost u prostirci dostignuta u proljećno-ljetnom periodu, a u sirovom humusu u jesensko-zimskom periodu. Jedna vrsta *Tectocepheus velatus* imala je najveću brojnost u prostirci u mjesecima april — jul i često u oktobru, a u sirovom humusu u septembru i novembru. Cherret (1963) konstatiše da je u toku godine najveća gustina bila u avgustu, a najmanja u decembru i maju. Rezultati se odnose na Araneina, familija Linyphiidae. Sitnikova (1963), ispitujući sezonsku dinamiku Oribatida, konstatiše da je u livadi maksimum brojnosti bio u početku jeseni, a minimum u kasnu jesen i rano proljeće, a u šumi maksimum je koncem jeseni, zatim dolazi do oštrog pada i do novog narastanja u proljeću. Sol-

datova (1963), ispitujući Oribatida, konstatiše tri maksimuma u gustini, i to: u periodu septembar — oktobar, decembar i mart, dok u pretoplamskoj zoni konstatiše dva maksimuma u gustini, i to: u periodu april — maj i avgust — oktobar. Losinki (1962) konstatiše da se tok gustine populacije Collembola u različitim godinama različito kreće. Zamisljive rezultate u dinamici dobili su i još mnogi drugi autori (Živadinović 1963, Stefanović 1953, Poole 1961, Naglitsch 1962, Edwards 1959a, Dizdarević 1967) čiji rezultati, uglavnom, potvrđuju navedene opšte zakonitosti.

Razlike u dinamici, koje su konstatovane kod pojedinih vrsta, logična su posljedica različitih bioloških i ekoloških svojstava pojedinih vrsta. Dovoljno je napomenuti da početak razmnožavanja vrste, zatim fekunditet, fertilitet, dužina trajanja pojedinih stupnjeva razvića, mortalitet itd. zavise, između ostalog, i od uslova sredine, pa da bude jasno kako su velike mogućnosti različitih reakcija na iste uslove spoljašnje sredine. Kada se, uz to, zna da na različite dinamike u vremenu utiče mozaična distribucija ovih organizama, te njihova sposobnost migracije, vidi se koliko je potrebno opreznosti kod donošenja opštih zaključaka i sa koliko se rezerve svi ti zaključci mogu uopštavati u vidu određenih zakonitosti. Naši rezultati ukazuju da i za *Sympyla* i *Pauropoda* važi opštije formulisani stav Macfadyena (1957): »If the distribution of animals in spece is patchy, it is hardly less so in time«.

## VI REZIME

U ovom radu su dati rezultati ispitivanja distribucije vrsta *Sympyla* i *Pauropoda* u odnosu na nadmorsku visinu, ekspoziciju, tip matičnog supstrata, tip zemljišta i vrstu biljne zajednice. Ispitivana je i stratifikacija ovih vrsta i njihovih gustina u različitim dubinama zemljišta; praćena je sezonska dinamika populacija nekih vrsta. Osim toga, ispitivane su kvalitativne i kvantitativne promjene u sastavu populacija koje nastaju kao reakcija na krupne izmjene u ekosistemu (krčenje šume) ili kao reakcija na odgovarajuće agrotehničke mjere.

Za izdvajanje organizama iz zemljišta, primijenjen je modifikovani Tullgrenov aparat. U obradi podataka primijenjeni su odgovarajući statistički metodi, od kojih i jedan originalni za određivanje sličnosti između lokaliteta na osnovu gustina populacija vrsta nađenih na tim lokalitetima.

Konstatovano je da postoje razlike u distribuciji vrsta, a posebno u distribuciji gustina populacija nekih vrsta, na različitim ekspozicijama. Ovi rezultati pokazuju da čak i vrste sa veoma širokom ekološkom valencom (u odnosu na ispitivane kompleksne fak-

tora) mogu lijepo da posluže kao indikatori razlika u ekološkim uslovima na različitim ekspozicijama Ivan planine.

Na osnovu analize vertikalne distribucije ovih vrsta, na području Bosne i Hercegovine, moglo se zaključiti da su sve vrste nađene u zoni od 500 do 800 m nadmorske visine, da nema nijedne vrste koja je bila vezana samo za pretplaninski i planinski pojas i da je najveći broj vrsta nađen na različitim nadmorskim visinama. Tako je, od 23 vrste koje su nađene na nadmorskim visinama od oko 100 m, 18 vrsta dopiralo do oko 1500 m, a 7 vrsta, čak, i do 2200 m.

Na osnovi analize distribucije ovih vrsta u različitim tipovima matičnog supstrata moglo se zaključiti da za distribuciju većine vrsta *Symplyla* i *Pauropoda* nije bio od presudnog značaja osnovni sastav matičnog supstrata. Veoma je mali broj vrsta koje su bile vezane za samo jedan supstrat. Ustanovljeno je i to da pojave veznosti nekih vrsta za određene tipove matičnog supstrata imaju lokalni karakter, dok je u nekim slučajevima takva vezanost imala opšti značaj (za cijelo ispitivano područje). Praćena je i gustina populacije nekih vrsta na različitim tipovima matičnog supstrata na osnovu čega je bilo moguće zaključiti koja podloga pruža najbolje uslove pojedinim vrstama.

Na osnovu distribucije vrsta u različitim tipovima zemljišta bilo je moguće zaključiti da većina vrsta *Symplyla* i *Pauropoda* ne pokazuju strogu vezanost za određeni tip zemljišta. Na samo jednom zemljištu konstatovana je jedna vrsta *Pauropoda*, a sve ostale vrste su u toku istraživanja nađene na najmanje dva različita zemljišta. Ustanovljeno je, takođe, da većina zemljišta ne pokazuje posebne specifičnosti u sastavu vrsta. I ovdje je potvrđeno da određene zakonitosti distribucije vrsta u jednom području ne moraju da važe i za drugo područje. Tako od 4 vrste, koje su na području Perućice bile vezane za po jedan tip zemljišta, samo jedna vrsta se i van ovog područja nalazila samo na tom tipu zemljišta, a od 9 vrsta koje su u Perućici bile vezane za dva tipa zemljišta, samo jedna je vrsta i izvan ovog područja bila ograničena samo na ta 2 tipa zemljišta. Na osnovu gustina populacija u različitim zemljištima ustavljeno je stepen sličnosti između pojedinih vrsta u odnosu na tip zemljišta.

Za praćenje distribucije ovih vrsta u različitim biljnim zajednicama, uzete su probe iz 53 različite biljne zajednice. Konstatovano je da postoje značajne razlike u distribuciji pojedinih vrsta u ovim zajednicama i da je većina vrsta bila ograničena na manji broj biljnih zajedница. Učinjen je pokušaj da se za pojedine vrste ustavne zajednice u kojima ove vrste nalaze optimalne uslove. Na osnovu gustina populacija određen je stepen sličnosti između pojedinih vrsta u odnosu na tip zajednice.

U sastavu populacija vrsta *Symplyla* i *Pauropoda* konstatovane su kvalitativne i kvantitativne promjene koje nastaju kao reakcija na krupne promjene u ekosistemu (krčenje šume) i kao posljedica primjene odgovarajućih agrotehničkih mjera.

Za većinu vrsta nije ustanovljena vezanost za određeni sloj zemljišta. Kao izuzeci se mogu navesti vrste *Geophylella pyrenaica*, *Allopauporus minutus* i *Polypauropus duboscqi*. Analiza inače pokazuje da svaka vrsta izražava određene specifičnosti u modelu stratifikacije, kao i da je model stratifikacije za istu vrstu različit u različitim biotopima i u različitim sezonomama.

Zapaženo je da svaka vrsta pokazuje određene specifičnosti u sezonskoj dinamici i da maksimum odnosno minimum gustine pokazuje u različitim mjesecima, pa čak ista vrsta u različitim lokalitetima ima različitu krivulju dinamike gustine. Konstatovano je takođe da se dobijaju sasvim različite krivulje dinamike gustina kada se dinamika prati samo u sloju od 5 cm dubine i u sloju od 60 cm dubine. Kod većine vrsta su konstatovane migracije organizama, koje su u tijesnoj vezi sa promjenama intenziteta ekoloških faktora u različitim sezonomama.

Rad je primljen u štampu 22. II 1972. god.

## SUMMARY

From the year 1965 to 1969 the ecology of Symphyla and Pauropoda was investigated. Soil samples were taken from different areas of Bosnia and Hercegovina.

The first phase of studies took on the mountain Ivan planina: the design of soil sampling from south and north slopes was organized to see the effect of slope exposure on species composition and population structure of Pauropoda and Symphyla.

The extensive investigations in the large area of Perućica (the mountain complex Maglić, Volujak and Zelengora), the second phase of this work, have been undertaken to get an insight, as good as possible, in the fundamental factors affecting species distribution of Symphyla and Pauropoda and population dynamics of some species (the parent materials, the soil, the plant community, elevation).

And finally, the soil samples from the surrounding of Sarajevo were taken to get an idea of qualitative and quantitative change in population of these species resulting from a tremendous change of ecosystem (disafforestation) and from the relevant agricultural steps.

A modified Tullgren apparatus was used in separation of organisms from soil. They were preserved in Giesin's slution, and before inclusion into Swan's medium for permanent preparation the organisms were lighted in lactic acid. For summary, analysis and interpretation of data, the corresponding statistical parameters and method for determination of similarity among localities upon arithmetic mean, Student's test, Coefficient of correlation, Mountfred's method of determination of similarity among localities based

upon presence or absence of species in them, as well as an original method for determination of similarity among localities upon density of populations of species found at those localities.

Results of investigations at mountain Ivan are mostly based upon material gathered at 14 localities. Samples were taken 10 times in a year from different depths: 0 — 5, 5 — 10, 10 — 20 cm. Micro-climatic, pedological and phytocenologic data from these localities were analyzed as well. Pedological analysis showed no significant regularities in distribution of soil types at different slope exposure. Air temperature and soil temperature at different depths (5, 10, 15, 20 cm) on two localities with different slope exposure constant differences in minimal and maximal temperature as well as in range of variation of daily temperatures. Temperatures were taken at different seasons (May, July and September).

Phytocenological investigations showed pronounced differences at different slope exposure: at Veliki Ivan (the southern exposure) community of *Querco-Carpinetum croaticum* was found, not existing at the northern exposure. On the other hand, community of *Abieti-Fagetum* was present at the northern exposure, not found at the southern exposure.

Total of 17 species was found in this region, 7 species of Symphylla and 10 species of Pauropoda. Nine species were met at the northern and southern exposure, 4 species only at the northern and 4 only at the southern exposure. However, investigation of population density of some species at different exposure gave a real idea of the way and degree in which exposure affect distributions of these organisms. The results of this analysis clearly showed that there are differences in the ecological conditions at the two exposure and that even species with a very wide ecological tolerance may be used as indicators of these differences.

Analysing vertical distribution of these species in Bosnia and Hercegovina we found all species in the elevation from 500 to 800 m. There were no species belonging only to subalpine and alpine zone. The greatest number of species were found at different elevations. Thus, among 23 species found at elevation of about 100 m, 18 species reached the elevation of 1500 m and 7 species even 2200 m.

Distribution of Symphylla and Pauropoda species in relation to parent material was observed upon the collected material from four regions with fairly typical composition of parent material: Olovska Luka with serpentine rock, vicinity of Sarajevo with lime stone, the area of mountain Ivan with carbon slate dominating, and the area of mountains Maglić, Volujak and Zelengora complex where several types of parent material may be found. Out of the total of 15 species of Symphylla, 11 species were found both on lime and silicate rock, and out of 22 Pauropoda species, 19 were present on both kinds of rock. Since the differences in chemical and mineralogical composition between the two substrates are the greatest, it was possible to conclude that basic composition of the parent

material was not of primary importance for distribution of majority of Symphyla and Pauropoda species. Among the other four Symphyla species, one was found on serpentine, two on lime stone and one on dolomite, while only one Pauropoda species was limited to one type of rock: *A. hellophorus* was found only on lime stone. Comparing the results of species distribution at the region of Perućica with the results from larger area of Bosnia and Hercegovina we conclude that cases of limitation of some species to certain types of substrata are of local character, while in some other cases such limitation was of general significance. Population density of Symphyla and Pauropoda was observed on different types of parent material. It showed which rock offer the best conditions to particular species.

Analysis of species distribution in different types of soil indicates that majority of Symphyla and Pauropoda species is not strictly limited to a definite type of soil. One species of Pauropoda was present only in one type of soil. All other species were in the course of investigation found on at least two different soils. Majority of soils show no specificity in the species composition. It was confirmed here that certain generalizations on species distribution in one region have no value for other area. Thus, out of four species which were limited to one type of soil in the area of Perućica, only one species was also found out of this area only on that soil; of nine species which in the area Perućica were bound to two types of soil, only one species was also bound out of this area to only those two types of soil. According to population desinty in different soils it was established the degree of similarity among species in relation to the soil type.

Samples from 53 different plant communities were taken for the study of species distribution. The significant differences in distribution of particular species were established within these communities. Majority of species were limited to a small number of plant communities. We tried to establish optimal communities for particular species. According to population density it was determined degree of similarity among certain species in relation to the type of community.

A unique approach was used in order to determine which ecological factor has a greater significance for distribution of Symphyla and Pauropoda (soil or plant community): We suggest that similarity between localities is greater if differences in population density of species at these localities are smaller. This method helped in separation of two groups of localities. The common character of one group was the same type of soil, and the common character of the other was the same plant community.

After analysis of the distribution of these species in relation some ecological factors we tried to synthesize the obtained results. We established certain combinations of these factors which offer optimal conditions to particular species indicating the basic feature

of their ecology. The number of combinations of ecological factors, within which a species can survive, are different under different conditions depending upon the fact whether the species is closer to the centre or to the border line of its distribution.

Samples taken in the surrounding of Sarajevo, from a forest community *Querco-Carpinetum croaticum*, a meadow community *Arrhenatherion elatioris* (created by disafforestation of the same kind of wood forty years ago) and from a plot with clover showed qualitative and quantitative changes in species composition of Symphyla and Paupropoda. They are reaction to a tremendous change of the ecosystem (disafforestation) and effect of application of corresponding agrotechnical steps.

Stratification of Symphyla and Paupropoda species and the density of their populations were studied on material gathered at ten localities of Perućica (samples were taken from layers of 5 cm each over whole depth of the profile) and at localities near Sarajevo (samples were taken from layers of 5 cm each to depth of 60 cm). It was established that majority of species were not bound to a definite layer of soil, except for species *G. pyrenaica*, *A. minutus* and *P. duboscqi*, which are as a rule limitated to the definite layers. At the same time, it was noted that there is, as a rule, positive correlation between frequency and density on one hand, and range of stratification on the other. The analysis of population density indicates that each species shows certain peculiarities in the stratification model. The stratification model for same species varies with habitat and with season. The analysis of seasonal dynamics of Symphyla and Paupropoda species was studied on material gathered at ten localities of Perućica (samples taken in May, July and September) and at localities near Sarajevo (samples taken 12 times in the course of year). The results indicate that each species shows specific seasonal dynamics, reaching maximum or minimum density in different months. Population dynamics of the same species at different localities vary. It was also established that completely different density curves were obtained if population dynamics were studied only in layer from 0 — 5 cm and in layer from 0 — 60 cm.

It was established that majority of species migrate. Migrations are closely related with changing environmental factors in different seasons.

#### LITERATURA

- Alejnikova M., Lokšina E. (1962): O faune i ekologii mnogonožek Tatarskoj ASSR. Zool. Ž. 41, 3, 372 — 377.
- Aoki D. (1961): Nihon oë dobocu kontju gaukajsi. Japan J. Appl. Entom. and Zool. 5, 2, 82 — 91.
- Bakarić S. (1957): Prevoj Ivan. Geografski pregled Sarajevo, I, 66 — 86.

- B l o c k W. (1966): Seasonal fluctuation and distribution of mite population in moorland soils, with a note on biomass. J. Anim. Ecol. 35, 3, 487—503.
- C h e r r e t J. M. (1963): Notes on the seasonal occurrence of some Linyphiidae (Araneina) on the Moor House National Nature Reserve, Westmorland, with some new country records. Ent. Monthly Mag. 9, 9, 1191—1193.
- Č e r v e k S. (1967): Collembola of Smrekova droga. Biol. vestn. 15, 87—95.
- D i m o N. A. (1945): Mokrice i ih roli v počvoobrazovanii pustinj. Počvovedenie, 2, 115—122.
- D i z d a r e v ić M. (1967): Prilog ekologiji vrsta *Sympylella vulgaris* i *Sympylellopsis subnuda*. Godiš. Biol. inst. Univ. u Sarajevu, XX, 17—24.  
— (1970): Distribucija vrsta Sympyla u bilnjim zajednicama Bosne Hercegovine. Radovi akademije nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, XXXIX, 11, 33—38.
- D o b r o v o l j s k i j B. V. (1951): Vrednie žuki. Rostov na Donu, 456.
- D u n g e r W. (1966): Möriapoden-Beobachtungen in der Oberlausitz. Arc. Ber. Naturkund. Görlitz, 41, 15, 39—44.
- Đ u l ić B. (1963): On small Mammals frequency in different forest associations. Bull. sci. Conseil Acad. RSFJ, Zagreb, T. 8.  
— (1964): Mammal Distribution and its Relationships to the Plant Cover. Bul. sci. Conseil Acad. RSFJ, Zagreb, 9, 1—2.
- E d w a r d s A. C. (1958): The Ecology of Symphyla. Part I. Population. Ent. eäp. and appl. 1, 308—319.  
— (1959): The Ecology of Symphyla. Part II. Seasonal soil Migrations. Ent. exp. and appl. 2, 257—267.  
— (1961): The Ecology of Symphyla. Part III. Factors controlling soil distributions. Ent. exp. and appl. 4, 4, 239—256.
- E j t m i n a v ić j u t e I. (1959): Oribatidi migracija dirvos sluoksninse. Acta parazitol. Lithvanica, 2, 1, 111—117.  
— (1960): Rasprostranenie oribatidnih klešćej v smešanom lesu. Liet TSR Mosk. Acad. Tp. AN Lit SSr V 2, 22, 43—53.
- F i s h e r R. A. (1950): Statistical Methods for Research Workers. Edinburgh — London.
- F o r d J. (1937): Fluctuations in natural populations of Collembola and Acarina. J. Anim. Ecol. 6, 98—111.
- G a t i l o v a G. (1964): K faune pancirnih klešćej (Oribatei) lesostepi Privolžskoj vozvišenosti. Počv. fauna Sredn. Povolžja. M. Nauka, 120—132.
- G i l j a r o v M. (1965): Zoologičeskij metod diagnostiki počv. Nauka, Moskva.
- H a a r l o v N. (1960): Microarthropods from Danish Soil. Oikos, Suplementum 3, 1—76.
- H o r v a t I. (1962): Vegetacija livada zapadne Hrvatske. Zagreb.
- L a k u š ić R. (1966): Vegetacija livada i pašnjaka na planini Bjelasici. Godiš. Biol. inst. Univ. u Sarajevu, XIX.
- L e b r u n Ph. (1964): Quelques aspects de la phénologie des populations d'oribatides dans sol forestier au Moyen-Ouest Belgique. Bull. Col. sci. Acad. Roy. Belg. 50, 3, 370—392.  
— (1969): Ecologie et biologie de *Nothrus palustris* (Oribatei). Densité et structure de la population. Oikos, 20, 34—40.

- L o s i n k i J. (1962): Dalgze studie nad liczebnogcia Collembola v glebach pol uprawnych. *Studia Soc. sci. Torunensis*, Eg, 1, 15, 1—30.
- M a c f a d y e n A. (1952): The small Arthropods of a Molinia fen at Cothill. *J. Anim. Ecol.* 21, 87—117.  
— (1957): *Animal Ecology*. London, Pitman.
- M a t i c Z. (1964): Vertikaljnoe raspredelenie litobid dolini R. Simbeta. *Studii sci. cercetari biol. Ser. Zool.* 16, 5, 453—456.
- M a h u n k a S. (1965-66): A study of oribatids collected by prof. F. di Castri on the Mt. Spitz. *Atti. Inst. veneto sci. lettere ed arti. Cl. Sci. mat. e natur.* 124, 369—386.
- M o u n t f o r d M. D. (1962): An index of similarity and its application to classificatory problems. *Progres in Soil Zoology*. P. W. Murphy (Ed.) London 43—50.
- N a g l i t s c h J. (1962): Untersuchungen über die Collembolenfauna unter Luzernebeständen auf verschiedenen Böden. *Wiss. Z. Karl-Marx Univ. Leipzig Math. naturwiss. Reihe*, 11, 3, 581—626.
- N o s e k J. (1957): Poznamky k ekologii pudni fauny s hlediska biologie pudi. *Biolog. Prace*, 3, 2, 97—154.  
— (1963): Svjaz Apterygota s nekotorim rastiteljnim saobšćetvami v Nizkih Tatrah. *Rostl. výroba*, 9, 7—8, 825—831.
- P i l o w s k i S. (1961): Poznojesenne aspekty pajakow kilki sasiadnjaszych biotopow v okolicy Lublinca. *Przegl. zool.* 5, 3, 225—231.
- P o o l T. B. (1961): An ecological study of the Collembola in an coniferous forest soil. *Pedobiologia*, 1, 2, 113—137.
- S i t n i k o v a L. G. (1963): Vertikaljnoe raspredelenie i kolebania čislenosti pancirnih kleščej v dernovopodzolistih počvah okrestnostej Leningrada. *Soobšć. II. Lesnie asociacii. Parasitol.* 21, 83—95.
- S o l d a t o v a (1963): O nekotorih zakonomernostjah rasprostranenija oribatid na pastbiščah Uzbegistana. *Materijali Naučnoproviz. konferencii po probl. geljmintov. Samoukand Tajljak* 110—112.
- S t e f a n o v i Ć D. (1953): Biocenološka ispitivanja na kolembolama iz okoline Beograda. *Glasnik biol. sek. Hrv. prirodosl. društvo, Ser. 2B*, 7, 329—331.  
— (1968): Distribucija i sezonska dinamika Collembola Fruške Gore. *Zbornik za prirodne nauke*, 34, 128—136.
- S u b o t i n a J. A. (1963): K voprosu o vertikalnom raspredelenii pancirnih kleščej (Oribatei) v zimnee vremja v suglinistih siljno opodzolenih počvah okrestnostej v Gorkogo. *Mat. Naučn. konferencii Vseso-va geljmintologov*, 2, 110—111.  
— (1966): O vertikalnom raspredelenii pancirnih kleščej v počvenih slojah. *Naučn. dokl. vis. školi. Biol.* 4, 23—24.
- T h i e l e H., K o l b e W. (1962): Beziehungen zwischen bodenbewohnender Käfern und Pflanzengesellschaften in Wältern. *Pedobiologia*, 1, 3, 153—173.
- T u r č e k F. J. (1966): The zoological significanse of ecological and geografical borderlands. *Acta zool. Acad. sci. Hung.* 12, 1—2, 193—201.

- U tro bina N. M. (1962): Lićinki žuželic kak pokazateli počvenih usloviј v poljah. Vopr. ekologii, T 7, M. Visš. škola, 188—189.
- T ullgren A. (1918): Ein sehr einfachen Ausleseapparat für terricole Tierfaunen. Z. angew. 4, 149—150.
- Živadinović J. (1963): Dinamika populacija Collembola u šumskom i livadskom tlu Igmana. Godiš. Biol. inst. Univ. u Sarajevu. XVI.
- Živadinović J., Cvijović M. (1969): Afinitet Collembola i drugih organizama tla prema tipovima tla. Ekologija, 4, 1, 13—22.



MARA MARINKOVIC-GOSPODNETIC

## THE SPECIES OF THE GENUS DRUSUS IN YUGOSLAVIA

(Rad je finansirao Republički fond za naučni rad SRBiH)

The majority of European species of *Drusus* inhabit the Alps, the Karpathian and Dinaric mountains. Many species are endemic. It seems that the Dinaric mountains (the region 5, Illies 1967) are richer in the endemic *Druss* species than other mauntains.

There are 11 species of *Drusus* in Yugoslavia (:*D. biguttatus* Pict., *D. bosnicus* Klap., *D. discolor* Ramb., *D. discophorus* Rad., *D. klapaleki* Mar., *D. macedonicus* Schm., *D. radovanovići* Mar., *D. ramae* Mar., *D. plicatus* Rad., *D. schmidi* Bots., *D. tenellus* Klap. The majority of them are endemic; among these species the group *bosnicus* inhabit mostly the Dinaric mountains. In the streams of these mountains, the endemic species are also *D.schmidtii* Bots., *D.croaticus* sp. n., *D.serbicu*s sp. n. The endemic species of the region 6 (Illies, 1967) are *D.plicatus* and *D.macedonicus*. *D.discophorus* is distributed over the whole Yugoslav Macedonia and in Bulgaria (Botosaneanu, L. et J. Sykora, 1963., Kumanski, 1969), Schmid (1956) refers that he has caught it in Montenegro. I have found it neither in Bosnia nor in west Serbia. The distribution of remaining species (*D. biguttatus*, *D. discolor*, and *D. tenellus*) is wider than of the former ones. I have found *D. biguttatus* in Macedonia and in Montenegro, *D. discolor* in Macedonia, Montenegro and Bosnia. I have, however, never met *D. tenellus* in Yugoslavia; it seems that reports about its distribution in Macedonia (Radovanović, 1953), Montenegro and Bosnia (Schmid, 1956) are uncertain.

In this paper, two new species of *Drusus* are described.

### *Drusus croaticus* sp. n.

The body is yellowish-brown except the dorsal part of head, meso- and metanotum which are dark brown. The second and third joint of palpae maxillaris are of the same length. The legs are also

yellowish-brown, only the pleurae and coxa are a little darker. The ratio of the fore femur and tibia is about 3:2. Spurs m, f:1, 3, 3. The fore wings are also yellowish-brown. The discal cell is a little longer than its pedicel. F<sub>1</sub> longer than F<sub>3</sub>. The hind wings almost of the same colour as the fore wings.

*Genitalia male* (Fig. 1). The zone of tuberules of the 8<sup>th</sup> tergite is fairly long but not wide, because it is narrowed by the lateral

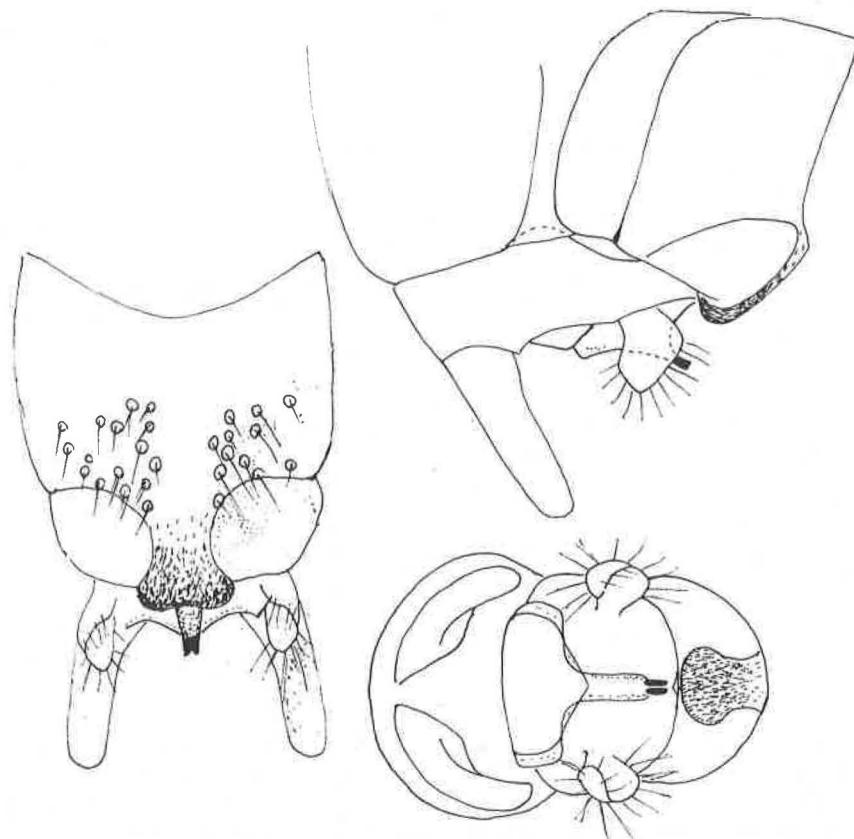


Fig. 1. *Drusus croaticus* sp. n., male genitalia.

large membranous zones. The 9<sup>th</sup> segment is massive. Superior appendages are large and of characteristic form; its dorsal and back margins are almost straight, and the ventral part is concave at the base. Intermediate appendages are long, thin and tightly attached, with its tips turned upwards. The 10<sup>th</sup> segment is well developed, wide, with nearly parallel lateral sides. Inferior appendages are long, straight and narrow.

*Genitalia female* (Fig. 2). The dorsal part of the 9<sup>th</sup> segment strongly developed, with clear margin between it and the 10<sup>th</sup> segment. The 10<sup>th</sup> segment is laterally wide and quadrangle; from dorsal view, it looks like two pointed triangles. The ventral part of the 9<sup>th</sup> segment is triangular.

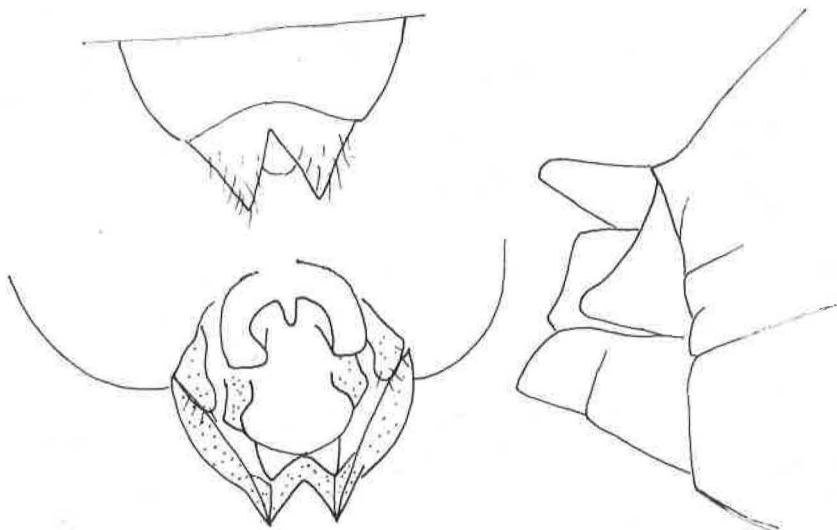


Fig. 2. *Drusus croaticus* sp. n., female genitalia.

Source of the river Crna Reka, Plitvice 30 m, 1 f, 13. 5. 1971.

*Drusus croaticus* is, probably, a member of the group *discolor* according to the form of intermediate appendages, which are the most similar to those of *D. macedonicus* and *D. transsilvanicus*.

#### *Drusus serbicus* sp. n.

The body brownish. Pro-, meso- and metanotum notably lighter than head. The second and the third joint are nearly equally long. The fore tibia little shorter than femur, the middle tibia nearly of the same length as a femur. Spurs m, f:1, 3, 3. The fore wings light brown, the discal cell shorter than its pedicel, F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> nearly at the same level. The hind wings little lighter than the fore wings, the discal cell nearly as long as its pedicel.

*Genitalia male* (Fig. 3). The zone of tubercles of the 8<sup>th</sup> tergite is spacious, oval, with larger width than length; laterally, the tubercles are abundant and form two roundish black zones, with rare tubercles between them. Superior appendages are ventrally straight, and, dorsally, convex. Intermediate appendages are dorsally concave,

forming at the tip a kind of thorn (lateral view); from dorsal view, intermediate appendages are two wide plates, with a clear, dark ridge ending laterally in the form of thorn. From the back view,

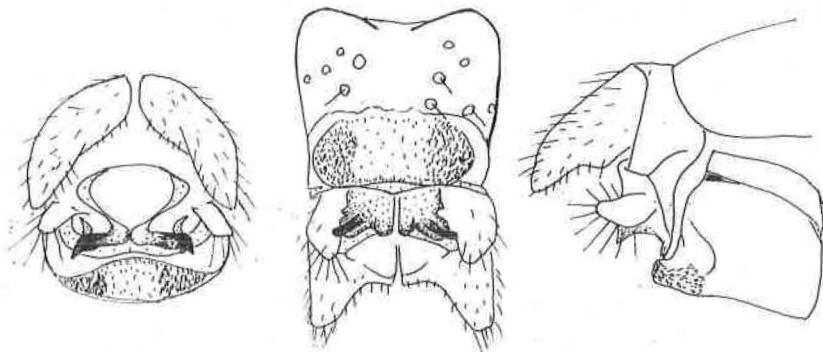


Fig. 3. *Drusus serbiclus* sp. n., male genitalia.

intermediate appendages are plates with parallel dorsal and ventral sides. Inferior appendages are long and massive, with a prominence near the base.

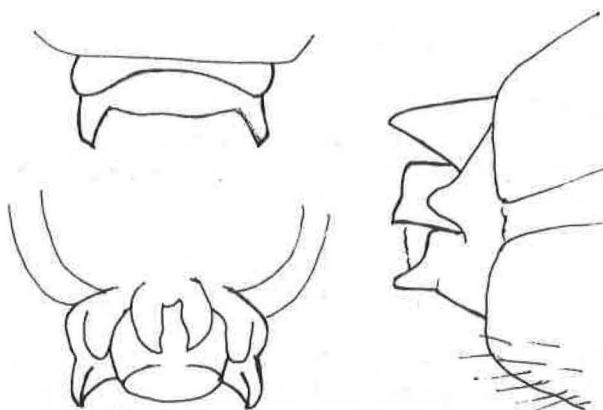


Fig. 4. *Drusus serbiclus* sp. n., female genitalia

*Genitalia female* (Fig. 4). The dorsal part of the 9<sup>th</sup> segment is short; it is laterally larger than in the middle. The 10<sup>th</sup> segment with two short, narrow, distant prominent parts.

Stream which is an affluent of the river Glonšica (near Nova Varoš, west Serbia), 13 m, 1 f, 30. 5. 1970.

(Rad je primljen u štampu 29. II 1972. god.)

## LITERATURA

- Botosaneanu, L., 1967: Trichoptera, in »Limnofauna europaea«, Stuttgart, 285—309.
- Illies, J., 1967: Limnofauna europaea, Stuttgart.
- Kumanski, K., 1969: Beitrag zur Untersuchung der Köcherfliegen (Trichoptera) Bulgariens, II, Bull. de l'inst. de Zool. et Mus., 29: 175—183.
- Marinković-Gospodnetić, M., 1970: Descriptions of some species of Trichoptera from Yugoslavia. God. Biol. inst. Univ. Sarajevo, 23: 77—84.
- Radovanović, M., 1953: Prilog poznavanju trihoptera Balkanskog poluostrva, prvenstveno u pećinama i planinskim jezerima. Glas CCX Académie Serbe des Sciences — Classe des Sci. mathématiques et naturelles, 7: 11—39.
- Schmid, F., 1956: La sous-famillie des Drusinae (Trichoptera, Limnophilidae). Mem. Inst. Roy. Sci. Nat. Belg., 2. serie, 55: 1—92.



**KOSORIĆ ĐORĐE, VUKOVIĆ TIHOMIR**

*Biološki institut Univerziteta u Sarajevu*

## **O MRIJEŠĆENJU GLAVATICE *SALMO MARMORATUS* CUVIER (PISCES, SALMONIDAE) U SLIVU NERETVE**

**ABOUT *SALMO MARMORATUS* CUVIER (PISCES, SALMONIDAE)  
SPAWNING IN THE NERETVA RIVER CONFLUENCE**

(Rad je finansirao Republički fond za naučni rad SRBiH)

### **UVOD**

Dosadašnja istraživanja glavatice (*Salmo marmoratus* Cuv.) su bila usmjerenja na neke osnovne morfološko-sistematske i ekološke karakteristike ove populacije. Stariji radovi (Heckel i Kner, 1858; Steindachner, 1882; Heintz, 1908; Ćurčić, 1938; Karaman, 1926 i 1938) su se odnosili prvenstveno na rasprostranjenje ove vrste i pitanja njenog sistematskog položaja. Međutim, ni danas ne postoji jedinstveno mišljenje u pogledu njenog sistematskog statusa. Niz autora je smatra samostalnom vrstom (gore citirani autori, zatim Taler, 1953; Kosorić, 1969; Vuković, 1963. i drugi), dok je drugi autori navode kao podvrstu vrste *Salmo trutta* (Landiges i Vogt, 1965; Berg, 1962; Tortonese, 1970. i drugi).

Od novijih morfološko-sistematskih radova na glavaticama iz rijeke Neretve treba istaći rad Dorofejeve i Seratlić-Savić (1970) u kome autori na osnovu studije neurokranijuma zaključuju da je *Salmo marmoratus* dobro izdvojena vrsta koja osteološki ima više sličnosti sa grupom *S. trutta*, nego sa *S. salar*. Međutim, podaci o ekologiji ove vrste su znatno malobrojniji. U novijoj literaturi postoji samo jedan rad koji se odnosi na populaciju ove vrste iz rijeke Neretve (Kosorić, 1969). Osnovne konstatacije citiranog rada odnose se na rasprostranjenje i migracije glavatica u slivu rijeke Neretve. Prije izgradnje brane na Neretvi kod Jablanice

glavatice su migrirale od Čapljine pa uzvodno do Glavatićeva, pa čak i dalje uzvodno. Izgradnja brane je poremetila normalni tok migracije glavatice u Neretvi. Jedinke iz dijela populacije iznad brane i dalje vrše anadromne migracije uzvodno do Glavatićeva, dok je jedinkama iz dijela populacije nizvodno od brane to apsolutno onemogućeno, jer ne postoji riblje staze. Glavatice iz dijela populacije ispod brane počele su se u novonastaloj situaciji mrijestiti u prtokama; onemogućene da dopru do svojih mrijestilišta, glavatice su našle odgovarajuće uslove mriješenja u nekim prtokama Nerebove, u kojima se prije izgradnje brane nisu mrijestile.

U ovome radu smo obratili pažnju na neke momente iz biologije razmnožavanja glavatice, a posebno na lokacije mrijestilišta, početak i trajanje mriješnog perioda i mogućnosti vještačkog mriješenja ove vrste u uslovima pastrmskih ribogojilišta.

## METOD RADA I UŽA PODRUČJA ISTRAŽIVANJA

Prirodno mriješenje glavatice pratili smo u predmrijesnim sezonomama 1964/65. i 1965/66. godine. Uže područje naših opservacija predstavljali su lokaliteti u gornjoj Neretvi oko naselja Glavatićovo, zatim u srednjoj Neretvi oko naselja Žitomislić, a posebno lokaliteti Neertvinih pritoka: Doljanke, Glogovke i Drežanke, u njihovim donjim dijelovima. Posmatranje mriješnih lokacija i trajanje mriješenja u srednjem dijelu Neretve i Neretvinih pritoka vršili smo najvećim dijelom na licu mjesta i vlastitim snagama, dok smo na gornjem dijelu Neretve, pored naših opservacija, iskoristili podatke dobijene permanentnim anketiranjem sportsko-ribolovne organizacije. Pored toga, vršili smo provjeru mriješenja u Glogovki, lijevoj pritoci Neretve ispod naselja Jabalanica, tokom ljetnog perioda 1965. godine, i to ulovom mladi glavatice elektroagregatom.

Matične primjerke glavatice za njeno mriješenje u mrijestilištu lovili smo na »Skakalima« (suženo korito Neretve 2,5 km uzvodno od Mostara) u avgustu — septembru 1965. godine. Ulovljene ribe prenijeli smo u Ribogojno mrijestilište na Bumi u Blagaju kod Mostara i smjestili u visoko protočne jazove, dakle, u ambijent fizički sličan onome u Neretvi. Tokom predmrijesnog perioda matične ribe su razdvojene po polovima, a momenat pune zrelosti kontrolisan je permanentno. Oplodnja glavatice u ribogojnim mrijestilištima ne predstavlja nikakvu novinu. Upotrebili smo klasične metode koje su već od ranije poznate kod salmonidnih vrsta riba. Primjenili smo »suhu metodu« oplođenje koja je pokazala vrlo dobre rezultate. Oplođenu ikru polagali smo u plastične ležnice i obezbijedili optimalno snabdijevanje i cirkulaciju vode.

## REZULTATI

U području gornje Neretve mriješćenje glavatice počinje ranije nego što je to slučaj u srednjem toku, što znači da hladnija područja uslovljavaju ranije mriješćenje.

U gornjoj Neretvi (šire područje Glavatičeva) mriješćenje glavatice počinje već polovinom decembra, a završava se u drugoj polovini februara. Prema tome, period mriješćenja traje duže od dva mjeseca (oko 70 do 75 dana). U srednjem dijelu Neretve, uključujući i navedene pritoke, mriješćenje počinje početkom januara i završava se početkom marta, dakle, kasnije nego u gornjem dijelu Neretve, i, što je vrlo interesantno, traje nešto kraće. Znači, vrijeme trajanja mriješćenja iznosi oko 60 dana. Temperature vode gornje Neretve tokom mrijesnog perioda iznosile su od 8 do 11°C, a srednje Neretve od 12,5 do 13,0°C.

Intenzitet mriješćenja uslovljen je, na prvom mjestu, vremenskim prilikama. Ukoliko dođe do pogoršanja vremena (padavine, pojave mutnice), mriješćenje se prekida, da bi se ponovnim stvaranjem povoljnijih uslova za mriješćenje obnovilo (Čurčić 1938). Način stvaranja prirodnih mrijestilišta (trla) i ponašanje mužjaka i ženki prilikom samog mriješćenja je slično kao kod ostalih salmoinida, pa ga, zbog toga, ovdje nije potrebno ni opisivati.

Mriješćenje glavatice u manjim pritokama Neretve u većem obimu registrovano je u novije vrijeme. Naime, izgradnjom brane za hidroelektranu u blizini naselja Jablanica, koja ne raspolaže ribljim stazama anadromne migracije glavatice su onemogućene. U nedostatku povoljnijih mrijestilišta, glavatice sve više zalaze u pritoke gdje se masovno mrijeste. Tako je u sezoni 1964/65. godine naročito obiman mrijest bio u Glogovki, maloj lijevoj pritoci Neretve, 4 km nizvodno od naselja Jablanica. Slična pojавa bila je i u desnim pritokama Neretve, rječicama: Doljanki, koja se u Neretu ulijeva u samom naselju Jablanica, i Drežanki sa ušćem u naselju Drežnica. U gornjem toku Neretve glavatice se danas mrijestate u znatno manjem obimu nego prije izgradnje brane kod Jablanice, jer matični primjerici iz srednjeg i donjeg toka nisu u stanju da prođu do svojih nekadašnjih mrijestilišta.

Pored istraživanja uslova za mriješćenje glavatica u prirodi, preduzeli smo odgovarajuće eksperimente na njenoj proizvodnji u uslovima ribogojnog mrijestilišta. Za ovu priliku raspolagali smo sa ukupno 48.000 zrna oplođene ikre. Oplodnja je izvršena 11. januara 1966. godine, a tokom eksperimenta srednja dnevna temperatura vode iznosila je 9,5°C. Tako je ustanovljeno da za inkubaciju ikre treba ukupno 427 stepeni 4 dana, odnosno 45 kalendarskih dana. Pojava očiju zabilježena je sa napunjениh 29 dana (275 stepeni/dana), dok je od pojave očiju do izvale potrebno 152 stepeni/dana (16 dana).

Tokom ovog perioda pratili smo mortalitet ikre i ustanovili da nije ravnomjeren. Najveće vrijednosti registrovane su od desetog do dvadesetprvog dana poslije oplodnje. Na 48.000 zrna ikre, kojom smo eksperimentisali, ukupni mortalitet iznosio je 3.745, odnosno 7,7%, što prema ribogojilišnim normativima o izgubljenoj ikri tokom inkubacije ne predstavlja veliki procenat.

Naša dalja nastojanja upućena su na proučavanje mogućnosti masovne proizvodnje mlađi glavatice za ponobljavanje ribolovnih voda, te predstoje radovi na odgoju mlađi.

#### KRATAK SADRŽAJ

U gornjoj Neretvi mriješćenje glavatice (*Salmo marmoratus* Cuvier) počinje polovinom decembra, a završava se u drugoj polovini februara (70 — 75 dana). U srednjem dijelu Neretve, uključujući i pritoke, mriješćenje počinje početkom januara i završava se početkom marta (60 dana), dakle kasnije nego u gornjem dijelu Neretve, i traje nešto kraće. Temperature vode iznosile su 8 — 11°C u gornjem dijelu, a 12,5 — 13°C u srednjem dijelu Neretve.

Masovno mriješćenje glavatice u manjim pritokama Neretve počelo je od momenta izgradnje brane za hidroelektranu. Ova brana ne raspolaže ribljim stazama, pa su anadromne migracije glavatice u svrhu mriješćenja prekinute.

U ribogojnom mrijestilištu je eksperimentisano sa ukupno 48.000 zrna oplođene ikre. Ustanovljeno je da za inkubaciju ikre treba ukupno 427 stepeni/dana, odnosno 45 kalendarskih dana (prosječna temperatura vode iznosila je 9,5°C).

Ukupni mortalitet ikre iznosio je 3.745 zrna, odnosno 7,7%, što prema ribogojilišnim normativima o izgubljenoj ikri tokom inkubacije ne predstavlja veliki procenat.

Dalja nastojanja upućena su na masovnu proizvodnju mlađi glavatice za ponobljavanje ribolovnih voda, te predstoje ispitivanja na odgoju mlađi.

(Rad je primljen u štampu 29. II 1972. god.)

#### SUMMARY

In the upper part of the Neretva river, spawning of *Salmo marmoratus* Cuvier starts in the middle of December, and ends in the second part of February (70 — 75 days). In the middle part of Neretva river, including tributaries, spawning starts in the beginning of January and finishes in the beginning of March (60 days), accor-

dingly, later than in the upper part of the Neretva river, and its duration is shorter. The water temperature was 8—11°C in the upper part, and 12,5—13,0°C in the middle part of the Neretva river.

The mass spawning of *Salmo marmoratus* Cuv. in smaller tributaries of the Neretva river started from the moment of the construction of hydro-electrical dam. There are no fish-ways in this dam, and therefore no anadromic migrations of *Salmo marmoratus* Cuv.

The experiment was done with total of 48.000 incubated eggs at the hatchery. It was found that the incubation of eggs takes total of 427 degrees/days, i. e. 45 kalendar days (the average water temperature was 9,5°C).

The total eggs mortality was 3.745, i. e. 7,7%. According to the normatives of fish-pond, in connection with lost eggs during incubation, that percentage is not high.

Further efforts are directed to the mass production of *Salmo marmoratus* Cuv. fry for the fish water planting, and further investigations will be done on small fish breeding.

#### LITERATURA

- Берг А. С., (1962): Обзор распространения пресноводных рыб Европы. Избранные труды, V, (138—319), Москва.
- Čurčić V. (1938): Neretva i njezine pastrve (*Salmonidae*). Posebno izdanje. (1—89). Sarajevo.
- Dorojević E. A., Seratlić D. (1970): Osteološke karakteristike *Salmo marmoratus* Cuvier. III simpozijum Jugoslovenskog ihtiološkog društva, Rezime saopštenja (14—15). Kotor.
- Heckel J., Kner R. (1858): Die Süßwasserfische der Österreichischen Monarchie. (1—384). Leipzig.
- Heintz K. (1908): Die Salmoniden Bosniens und der Herzegowina. Beilage zur Deutschen Anglerzeitung IX, No. 1, (114—118). Wien.
- Karaman S. (1927): Salmonidi Balkana. »Glasnik Skopskog naučnog društva«. II, (253—269). Skoplje.
- Karaman S. (1938): Beitrag zur Kenntnis der Süßwasserfische Jugoslawiens. »Glasnik Skopskog naučnog društva«. XVIII (131—139), Skoplje.
- Kosorić Đ. (1969): Neki podaci o rasprostranjenju i migracijama glavatice (*Salmo marmoratus* Cuv.) u sливу Neretve. Glasnik Žem. muzeja — Prirodne nauke, VIII, (79—82). Sarajevo.
- Ladiges W., Vogt D. (1965): Die Süßwasserfische Europas. (1—230). Hamburg und Berlin.
- Steindachner F. (1882): Ichthyologische Beiträge XII. Akad. d. Wiss. I, LXXXVI, 1—2, (75—78). Wien.
- Taler Z. (1945): Mladica-glavatica i neretvanska glavatica. Posebno izdanje (1—106). Zagreb.
- Tortonese E. (1970): Osteichthyes (Pesci ossei). Fauna d'Italia. Parte prima (1—565). Bologna.
- Vuković T. (1963): Ribe Bosne i Hercegovine. Posebno izdanje (1—127). Sarajevo.



**KRIVOKAPIĆ KRSTO**

*Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Sarajevu*

**UTICAJ SVJETLOSTI RAZLIČITIH TALASNIH DUŽINA  
NA SADRŽAJ AUKSINA KOD AVENA SATIVA L.**

**THE EFFECT OF THE LIGHT OF DIFFERENT WAVELENGTHS  
ON THE AUXIN CONTENT IN AVENA SATIVA L.**

Rad je finansirao Fond za naučni rad BiH

**UVOD**

Uticaj svjetlosti na inhibiciju rastenja, a naročito prve internodije ovsu, kao i akcioni spektar te inhibicije konstatovalo je više autora (Weintraub i Price, 1947; Witrow i dr., 1957 Blaauw i dr., 1968). Weintraub i Price (1947) su ustanovili da najaktivniji dio, koji djeluje na inhibiciju prve internodije ovsu, ima maksimum pri 660 nm. Thomson (1950, 1954) je proučavala efekt crvene svjetlosti na biljke ovsu stare dva dana. Ustanovila je da se rastenje etioliranog koleoptila ubrzava na svjetlosti, ali se na kraju konačna dužina koleoptila smanjuje. Eksperimenti Blaauw i dr. (1968a) su pokazali da se inhibicija prve internodije ovsu pod uticajem crvene svjetlosti (660 nm) odvija u tri faze. U prvoj fazi nastaje inhibicija oko 15%, u drugoj oko 50%, a u trećoj oko 95%. Prva i treća faza su ireverzibilne i ne mogu se poništiti daleko crvenom svjetlošću, dok je druga faza reverzibilne prirode. Oni su isto tako konstatovali i tri faze stimulacije koleoptila na crvenom svjetlu.

Mnogi autori su ustanovili da inhibicija mezokotila i stimulacija koleoptila pokazuju karakterističnu reverzibilnu reakciju »red/far-red« Lint De, 1963; Hopkins i Hillman, 1966; Loercher, 1966; Blaauw-Jansen, 1968).

Plava, kao i crvena svjetlost, može da aktivira fitohrom. Siegelman i Firer (1964) su ustanovili da apsorpcioni spektar purificira-

nog fitohroma pokazuje maksimum osim u crvenom i u plavom dijelu, a Butler i dr. (1964) su konstatovali da se efekat plave svjetlosti na biljke prenosi preko fitohrom-medijatora. Sendmeier i Nitsch (1966) su uspjeli da plavom svjetlošću ponište dejstvo crvene pri inhibiciji internodija ovsu gajenih in vitro. Oni su konstatovali da plava svjetlost ima dvostruki efekat na rastenje internodija ovsu, jedan pri kratkoj ekspoziciji od 2 minute i drugi pri ekspoziciji od 60 minuta. Kratka ekspozicija je imala stimulativan efekat, a druga inhibitoran na izduživanje internodija ovsu.

Većina eksperimenata kod *Avena sativa* imala je za cilj praćenje izduživanja koleoptila i internodija, dok je analiza auksina rijetko vršena paralelno sa ovim promjenama. Rezultati ispitivanja efekta svjetlosti na metabolizam auksina su kontradiktorni. Neujednačena tehnika purifikacije i determinacije auksina, kao i različit tretman biljaka po intenzitetu i po kvalitetu svjetlosti, uslovili su i različite podatke o ovome problemu. Postoje tri shvatanja o uticaju svjetlosti na auksine: (1) da svjetlost povećava sadržaj auksina, (2) da ona smanjuje količinu auksina i (3) da svjetlost ne djeluje na auksine.

Went (1928) je konstatovao veću količinu difundirajućeg auksina iz vrhova koleoptila ovsu kod etioliranih nego osvjetljivanih biljaka. Van Overbeek (1936) je osvjetljavao koleoptile ovsu svjetlošću talasne dužine 575 nm u vremenu od tri časa i ustanovio da je sadržaj difundirajućeg auksina bio manji kod osvjetljivanih nego kod etioliranih biljaka. Blaauw-Jansen (1959) je poslije izlaganja koleoptila ovsu crvenoj svjetlosti (660 nm) zaključila da se sadržaj jedne materije koja je slična IAA na svjetlu smanjuje. Fletcher i Zalik (1964) su ispitivali prisustvo IAA u ekstraktu *Phaseolus* poslije tretiranja crvenom svjetlošću i primijetili da se njezin sadržaj na

#### SKRACENICE (ABBREVIATIONS):

CE = koleptih etiolirani (coleptiles etiolated)

CP = koleoptili osvjetljavani plavim svjetлом (coleptiles irradiated with blue light)

IAA = indolsirčetna kiselina (indoleacetic acid)

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

IE = internodije etiolirane (internodes iretiolated)

IP = internodije osvjetljavane plavim svjetlom (internodes iratiated with blue light)

SE<sub>1</sub>, SE<sub>2</sub>, SE<sub>3</sub> = supstance rastenja iz etarske frakcije (growth substances from the ether soluble fraction)

SEK<sub>1</sub>, SEK<sub>2</sub> = supstance rastenja iz kisele etarske frakcije (growth substances from the acid ether soluble fraction)

SEN<sub>1</sub>, SEN<sub>2</sub> = supstance rastenja iz neutralne etarske frakcije (growth substances from the neutral ether soluble fraction)

SV<sub>1</sub>, SV<sub>2</sub>, SV<sub>3</sub> = supstance rastenja iz vodene frakcije (growth substances from the water soluble fraction).

svjetlu smanjuje. Shen-Miller i Gordon (1966) su jednostrano osvjetljavali koleoptile ovsu plavom svjetlošću i našli da se sadržaj dviju neidentifikovanih supstanci smanjuje, dok se sadržaj IAA povećava.

Više autora je konstatovalo povećavanje sadržaja auksina na svjetlu. Oppenorth (1942) je osvjetljavao koleoptile ovsu bijelom, plavom i narandžastom svjetlošću i uočio da one induciraju sintezu auksina. Biebel (1942) je uočio kod hipokotila graška da se poslije osvjetljavanja crvenim svjetlom (620 nm) povećavao sadržaj auksina. Fletcher i Zalik (1965) su proučavali metabolizam aplicirane IAA —  $^{14}\text{C}$  pri crvenom i plavom svjetlu. Pored IAA —  $^{14}\text{C}$  bila su prisutna još tri karakteristična metabolita, od kojih je jedan imao isti Rf u više rastvarača kao i indolaldehid. Autori su došli do zaključka da je koncentracija ove supstance kod biljaka gajenih na crvenom svjetlu dva puta veća, nego kod biljaka gajenih na plavom svjetlu i da ovo povećavanje nastaje kao rezultat oksidacije IAA. Yamaki i Fuyii (1968) su pratili kod nodusa i internodije ovsu, akumulaciju i transport aplicirane IAA —  $^{14}\text{C}$  i konstativali da se njen sadržaj kao i sadržaj NADPH u nodusu, na crvenom svjetlu povećava u odnosu na etiolirane biljke.

Schneider (1941) je analizirao difundirajući auksin kod odsječenih vrhova koleoptila ovsu koji su bili tretirani crvenom svjetlošću. Nije našao nikakvu razliku u sadržaju auksina između biljaka iz mraka i osvjetljavanih. Galston i Hand (1949) su konstatovali istu količinu auksina kod osvjetljavanih i etioliranih epikotila graška.

Ni identitet prisutnih auksina kod *Avena sativa* još uvijek nije dovoljno poznat. Ispitivanje aktivnih materija ovsu je rađeno kod koleoptila. Went (1928)! Kögl i dr. (1934); Wildman i Bonner (1948) analizirali su prisustvo auksina kod koleoptila pomoću difuzije na agaru i *Avena* testa i otkrili aktivnu materiju koja je slična auksinu. Terpstra (1953, 1955); Fransson i Ingestadt (1955) su vršili detekciju auksina u ekstraktu koleoptila ovsu pomoću hromatografije na papiru i ustanovili da je u njemu prisutna aktivna supstanca koja je po Rf slična IAA. Raadts i Söding (1957) su pomoću hromatografije na papiru i »*Avena*« testa analizirali aktivne supstance u ekstraktu koleoptila ovsu i našli dvije materije, jednu aktivnu, koja je slična IAA, i drugu čiju se aktivnost ispoljavala samo u kiseloj sredini. Supstanca slična IAA bila je uvijek prisutna, dok je druga supstanca izostajala u onome dijelu eksperimenta gdje ekstrakt nije tretiran kiselinom. Autori pretpostavljaju da nepoznata supstanca predstavlja prekursor IAA. Blaauw-Jansen (1959) je hromatografijom na papiru i »*Avena*« testom otkrila dvije materije rastenja u ekstraktu koleoptila ovsu: jednu, koja je po Rf slična IAA i drugu čiju se biosinteza povećavala na crvenoj svjetlosti i koja nije identifikovana. Nakamura i dr. (1962) su metodom diferencijalnog centrifugiranja, hromatografijom na papiru i *Avena* testom, ispitivali prisustvo auksina u pojedinim organelama ćelije koleoptila ovsu i otkrili prisustvo slobodnih i vezanih auksina u mitohondrijama. Kuraishi i Muir

(1964) su difuzijom u agar, papirnom hromatografijom i »Avena« testom detektovali prisustvo auksina u ekstraktu coleoptila ovsu i uočili da su se difundirajući auksin i auksin iz ekstrakta razlikovali po Rf vrijednosti. Winter i dr. (1966) su ustanovili prisustvo vezane IAA u ekstraktu coleoptila ovsu, koja je bila biološki inaktivna. Shen-Miller i Gordon (1966) su otkrili dvije aktivne supstance u ekstraktu coleoptila ovsu označene P i F. Ultravioletni spektar supstance P daje indicije da je to neki indolni kompleks. Supstanca P je pri zagrijavanju prelazila u IAA. Unilateralno osvjetljavanje plavom svjetlošću uslovljavalo je slabljenje biološke aktivnosti ovih supstanci. Krivokapić (1967) pomoću različite metodike: hromatografije na papiru, elektroforeze na papiru, biološkog testa i spektrofotofluorimetrije je ustanovio prisutnost najmanje četiri aktivne supstance u ekstraktu stabla ovsu. U vodenoj frakciji otkrivene su dvije aktivne supstance: supstanca A koja je identifikovana kao DL-triptofan i B koja nije identifikovana. U etarskoj frakciji nađene su dvije supstance: C koja je po Rf slična GA<sub>1</sub> i D slična indolsirčetnoj kiselini. Spektrofotofluorimetrijskom analizom nije mogla biti utvrđena sličnost između supstance D i IAA.

Iz navedenih rezultata o mehanizmu dejstva svjetlosti na metabolizam auksina može se izvesti opšti zaključak da još ni izdaleka nije poznat rad toga mehanizma, kao ni identitet svih aktivnih materija koje učestvuju u njemu, pa je zato ovaj rad posvećen tom problemu.

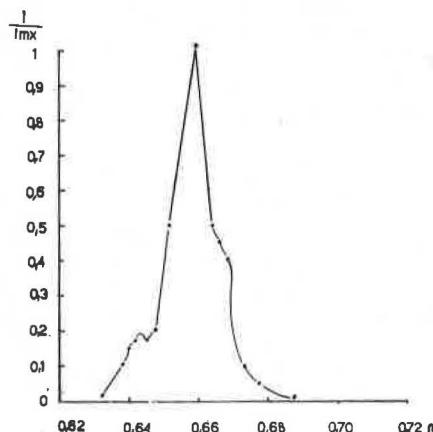
## MATERIJAL I METODE

Kao objekat za ispitivanje upotrijebili smo biljke *Avena sativa* L. var »Condor«, koje su gajene na kvarcnom pijesku i izlagane dejstvu crvene i plave svjetlosti u vremenskom intervalu od 18, 36 i 72 h. Kao izvor crvene svjetlosti služila nam je fluorescentna cijev Philips (TL 20 W/15) sa maksimumom emisije pri 660 nm i poluintezitetskom širinom 14 nm (Sl. 1). Za plavu svjetlost upotrebili smo bijelu lampu od 40 W sa plavim staklenim filtrom koja je imala maksimum emisije pri 440 nm i poluintezitsku širinu 111 nm (Sl. 2). Kao kontrola služile su biljke gajene u mračnoj komori pri temperaturi od 25°C.

Ekstrahovano je po 700 fragmenata coleoptila i internodija. Za »M« test smo upotrebljavali 1/2 ekstrakta (350 fragmenata).

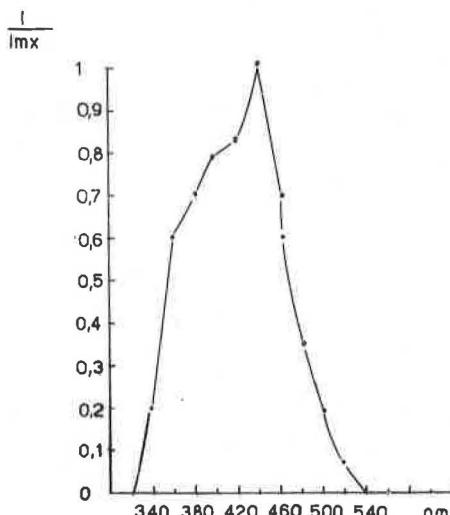
Tačno preko prvog nodusa biljke su presjecane i posebno su ekstrahovani coleoptili sa primarnim listom, a posebno internodije. Ekstrakciju biljaka vršili smo ohlađenim (-20°C) metanolom. Poslije maceriranja biljke su držane u frižideru na -20°C. Ekstrakt je filtriran i isparavan u vakuum evaporatoru »Rotavapor-Büchi« pri temperaturi najviše do 38°C. Zaostali biljni ostaci na filteru sušeni su u sušnici pri 105°C i tako je dobijena suha težina ekstrahovanih biljaka.

Radi lakše analize auksina ekstrakt je razdvajan na vodenu i etarsku frakciju. Etarska frakcija je u daljem radu razdvajana na kiselu i neutralnu pomoću dietilaminoetil (DEAE) celuloze (Neško-



Sl. 1. Emisioni spektar »Philips« fluorescentne crvene cijevi.  
Fig. 1. The emission spectrum of the »Philips« red fluorescent tube.

vić i Burnett, 1966). Obje frakcije smo upotrebljavali u daljem radu za hromatografiju, biološke testove i spektrofotofluorimetisku analizu.



Sl. 2. Spektar plave svjetlosti.  
Fig. 2. The blue light spectrum,

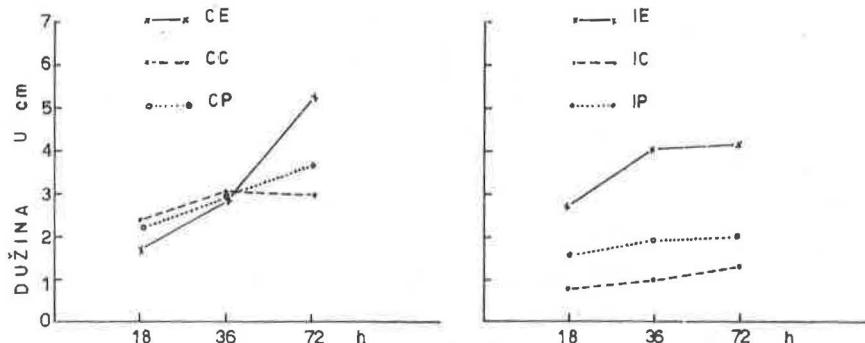
Hromatografija ekstrakta vršena je na tankom sloju. Za hromatografiju smo upotrebljavali silikagel H, a ploče razvijali: u rastvaračima broj 1; etilacetat: izopropanol: voda (65:24:11) (v:v) Ballin 1964; i broj 2; izopropanol: metilacetat: amonijum hidroksid (28%) (35:45:20) (Stahl 1967). Razvijeni hromatogrami su sušeni i tretiranim nizom hemijskih reagenasa po ſepsonu (1963).

Biološka aktivnost ekstrakta ispitivana je »mezokotil« (M) testom (Nitsch i Nitsch, 1956). Za »M« test upotrebljavani je ovaj var »Zlatna kiša«.

Spektrofotofluorimetrijska analiza materija rastenja u ekstraktima koleoptila i internodija ovsu, vršena je po Neškoviću i Burnettu (1966). Mjerenja su rađena na aparatu »Aminco-Bowman«. Za kalibriranje talasnih dužina upotrebljavani je kinin sulfat. Eluiranje zona sa hromatograma vršili smo sa 1,25 ml bidestilovane vode, a zatim smo ovo mučkali jedan čas i centrifugirali. Dobiveni eluat je direktno čitan na spektrofotofluorimetru, ili je rehromatografišan, ponovo eluiran, centrifugiran i mјeren na aparatu. Eluat odgovaračih zona sa netretiranog hromatograma je služio kao kontrola.

## REZULTATI RADA

Upoređivanjem dužine koleoptila i internodija gajenih na plavom i crvenom svjetlu sa etioliranim, uočava se da je dužina poslije 18 h bila najveća kod koleoptila sa crvenog svjetla i etiolirane internodije (Sl. 3). I kod biljaka starih 36 h takođe je koleoptil sa

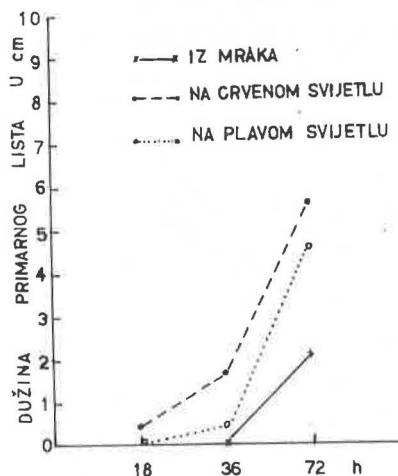


Sl. 3. Rastenje koleoptila i internodija u funkciji vremena: lijevo - koleoptili; desno - internodije.

Fig. 3. Growth of coleoptiles and internodes as function of time: left - coleoptiles; right - internodes.

crvenog svjetla imao najveću dužinu, a odmah iza njega koleoptil sa plavog svjetla. Već poslije 36 h dolazi do stagnacije rastenja koleoptila sa crvenog svjetla zbog pojave primarnog lista kod 100%

biljaka. Pojava primarnog lista kod biljaka sa različitim svjetlosnim tretmanom je različita. Kod biljaka sa crvenog svjetla pojavljuje se poslije 18 h (kod 70%), sa plavog poslije 36 h (kod 42%), dok se primarni list kod etioliranih biljaka pojavljuje tek poslije 72 h (kod 98%) (Sl. 4).



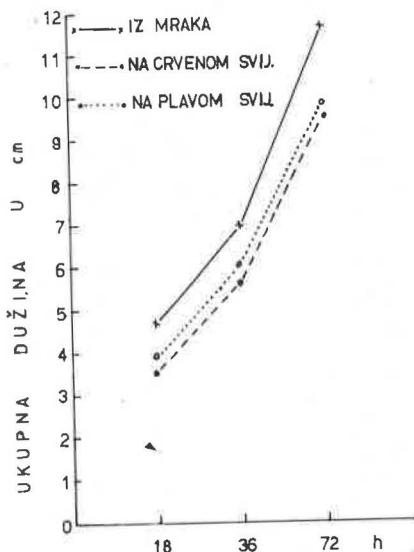
Sl. 4. Rastenje primarnog lista, različito tretiranih biljaka, u funkciji vremena.  
Fig. 4. Growth of the primary leaf, of differently treated plants, as function of time.

Iz datih rezultata može se izvesti zaključak da crvena i plava svjetlost djeluju inhibitorno na izduživanje internodija (Sl. 3, 5). Isto tako se uočava da plava svjetlost, a naročito crvena, favorizuje pojavu primarnog lista i rastenje koleoptila (Sl. 3, 4).

Paralelno sa praćenjem morfogenetskih promjena analizirali smo i promjene u sadržaju auksina kod različito tretiranih koleoptila i internodija.

Ako analiziramo supstance rastenja kod različito tretiranih koleoptila i internodija starih 18 h, uočavamo da su prisutne uglavnom tri zone stimulacije označene kao  $SV_1$ ,  $SV_2$  i  $SV_3$ . Uporedivanjem aktivnosti supstanci rastenja etioliranih koleoptila sa osvjetljavanim, vidi se da je aktivnost  $SV_1$  i  $SV_2$  mnogo veća kod biljaka iz mraka, čak i preko 100%. Izgleda da je stimulator  $SV_2$  na hromatogramu spojen sa  $SV_3$  (Sl. 6). Aktivnost supstance rastenja  $SV_1$  je kod etioliranih internodija od 18 h veća nego kod osvjetljivanih čak i preko 200%, dok je aktivnost  $SV_2$  i  $SV_3$  približno ista i kod etiolirane i kod internodije sa plavog svjetla. Kod internodije sa crvenog svjetla prisutna je totalna inhibicija u svim zonama hromatograma (Sl. 6).

Upoređivanjem aktivnosti stimulatora prisutnih u ekstraktima koleoptila od 36 h možemo zaključiti da je najaktivnija supstanca SV<sub>2</sub> iz ekstrakta etioliranog koleoptila, a da supstance SV<sub>1</sub> ima naj-



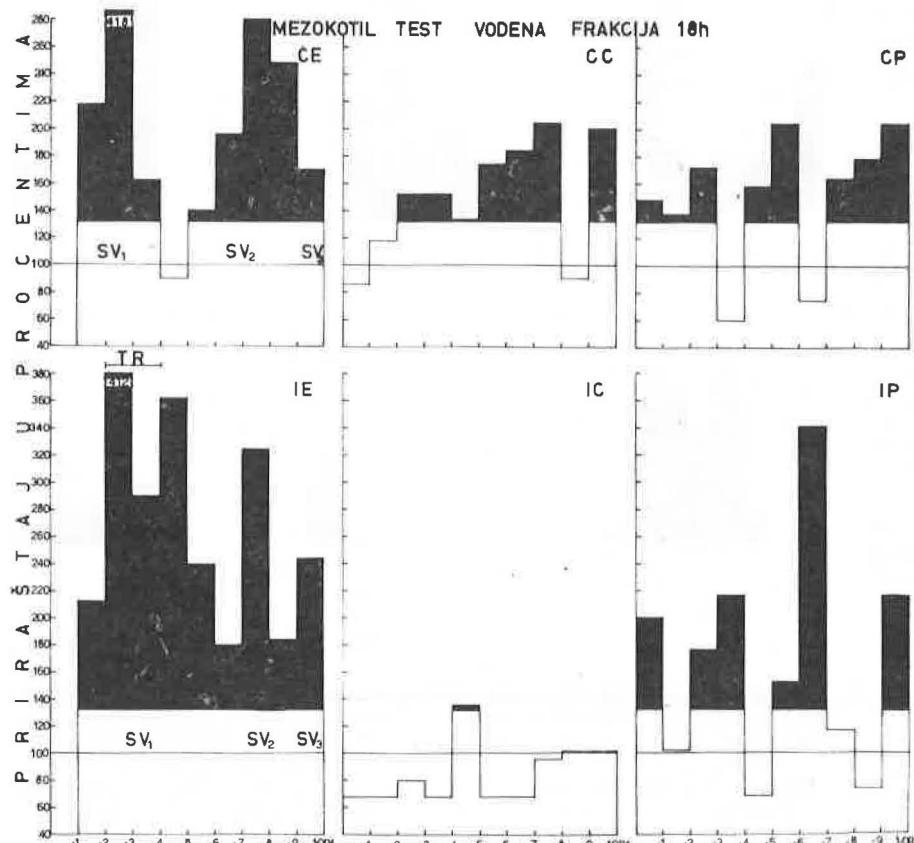
Sl. 5. Ukupna dužina različito tretiranih biljaka u funkciji vremena. Svaki rezultat je srednja vrijednost mjerena najmanje 50 biljaka.  
Fig. 5. The total length of differently treated plants as function of time. Each result is an average of measurement of at least 50 plants.

više kod osvjetljivanih koleoptila (Sl. 7). Ako pogledamo rezultate za internodije stare 36 h, uočavamo jaku inhibitornu zonu, a naročito kod internodije sa crvenog svjetla. Najvjerovaljnije da ovaj inhibitor maskira prisustvo supstance SV<sub>1</sub> jer se ona uopšte ne pojavljuje. Iz rezultata se može zaključiti da su najveću aktivnost imali stimulatori iz ekstrakta internodije etiolirane (Sl. 7).

Stimulativni efekat supstanci rastenja prisutnih u ekstraktima koleoptila od 72 h je približno isti, osim kod stimulatora SV<sub>2</sub> iz ekstrakta koleoptila sa crvenog svjetla kod koga je aktivnost nešto jače izražena nego kod koleoptila iz mraka i sa plave svjetlosti (Sl. 8). Aktivnost supstanci rastenja u »M« testu iz ekstrakta internodija sa crvenog svjetla i etioliranih je približno ista osim što je supstanca SV<sub>3</sub> aktivnija kod etiolirane internodije. Upoređivanjem aktivnosti supstanci rastenja prisutnih kod različito tretiranih internodija od 72 h, uočava se mnogo veća aktivnost na svim zonama hromatograma stimulatora iz ekstrakta internodije sa plavog svjetla. Ova razlika u aktivnosti dostiže vrijednosti i do 200% (Sl. 8).

Kvantitativnom analizom rezultata dobivenih u »M« testu i preračunatih u  $\gamma$  ekivalentima IAA (100 mg suhe težine ekstrah-

vanih biljaka, konstatovali smo da je kod vodene frakcije najveći sadržaj materija rastenja kod koleoptila i internodije od 18 h, a da već kod 36 h, a naročito kod 72 h dolazi do rapidnog opadanja sadržaja aktivnih materija kod etioliranih biljaka. Iz ovih rezultata se vidi da je najmanja kvantitativna zastupljenost materija rastenja

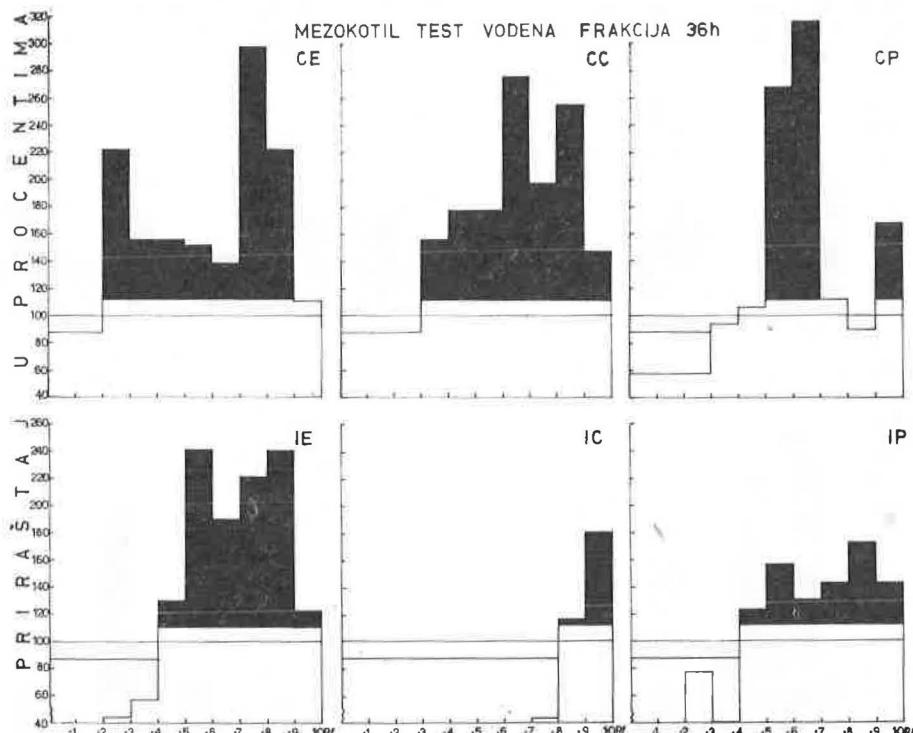


Sl. 6. Histogrami pokazuju biološki aktivne materije u ekstraktu vodene frakcije koleoptila (gore) i internodija (dole) poslije 18 h. Ekstrahovano 350 fragmenata. Rastvarač broj 1. Suhe težine u mg: CE = 415; IE = 210; CC = 600; IC = 125; CP = 510; IP = 150.

Fig. 6. Histograms showing biologically active substances in the water soluble fraction of the extract of coleoptiles (above) and internodes (below) after 18 hours. Extracted 350 fragments. Solvent № 1. Dry weight in mg: CE = 415; IE = 210; CC = 600; IC = 125; CP = 510; IP = 150.

kod koleoptila i internodija sa crvenog svjetla. Kod koleoptila od 36 h i internodija od 18 i 72 h stimulativan efekat plave svjetlosti na sadržaj materija rastenja veći je nego kod biljaka sa crvenog

svjetla (Sl. 9). Preračunavanjem sumarne aktivnosti stimulatora rastenja na broj koleoptila i internodija i 1 cm dužine, uočava se skoro ista pravilnost kao pri preračunavanju na 100 mg suhe težine.

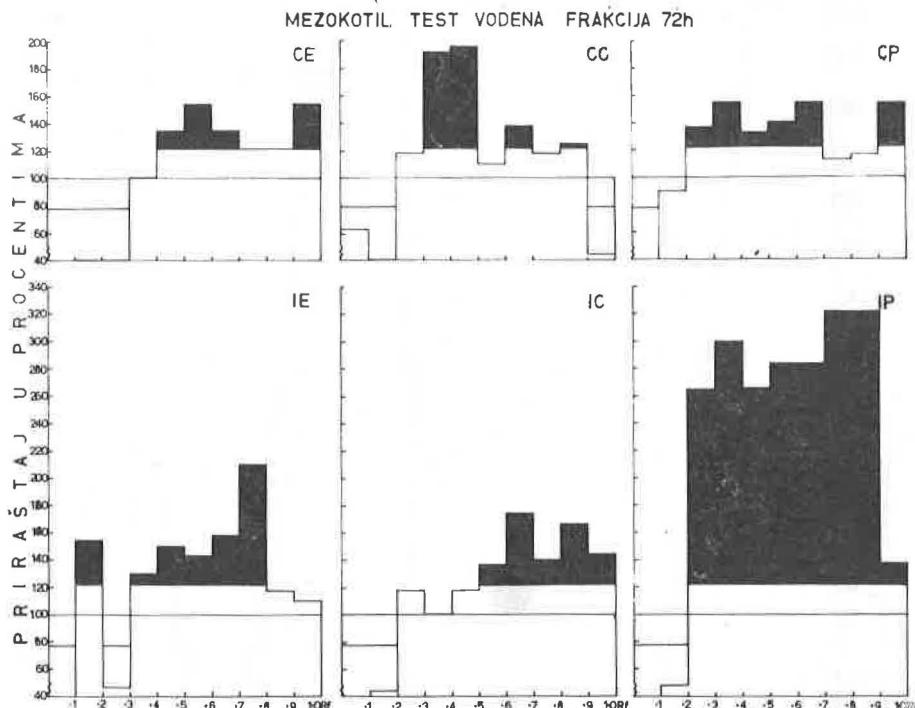


Sl. 7. Histogrami pokazuju biološki aktivne materije u vodenoj frakciji različito tretiranih koleoptila (gore) i internodija (dole) poslije 36 h. Eks-trahovano 350 fragmenata. Rastvarač broj 1. Suhe težine u mg: CE = 550; IE = 375; CC = 700; IC = 251; CP = 690; IP = 250.

Fig. 7. Histograms showing biologically active substances in the water soluble fractions of differently treated coleoptiles (above) and internodes (below) after 36 hours. Extracted 350 fragments. Solvent № 1. Dry weight in mg: CE = 550; IE = 375; CC = 700; IC = 251; CP = 690; IP = 250.

Metodom spektrofotofluorimetrijske analize ekstrakta vodene frakcije koleoptila etioliranog otkrivene su dvije supstance. Sve eluate koji su analizirani na spektrofotofluorimetru, ispitali smo pomoću »M« testa (Sl. 10). Dobiveni rezultati su predstavljeni histogramima radi komparacije sa karakterističnim fluorescencijama. Ako uporedimo rezultate dobivene u »M« testu za koleoptile i internodije etiolirane, vidimo da se slažu. Supstance na Rf 0,20 — 0,50 sa aktivacijom i fluorescencijom pri 290/365 nm odgovara triptofanu i pojavljuje se kao vrlo dobar stimulator u »M« testu. Ova supstanca ( $SV_1$ ) iz ekstrakta vodene frakcije je bila identifikovana u našim

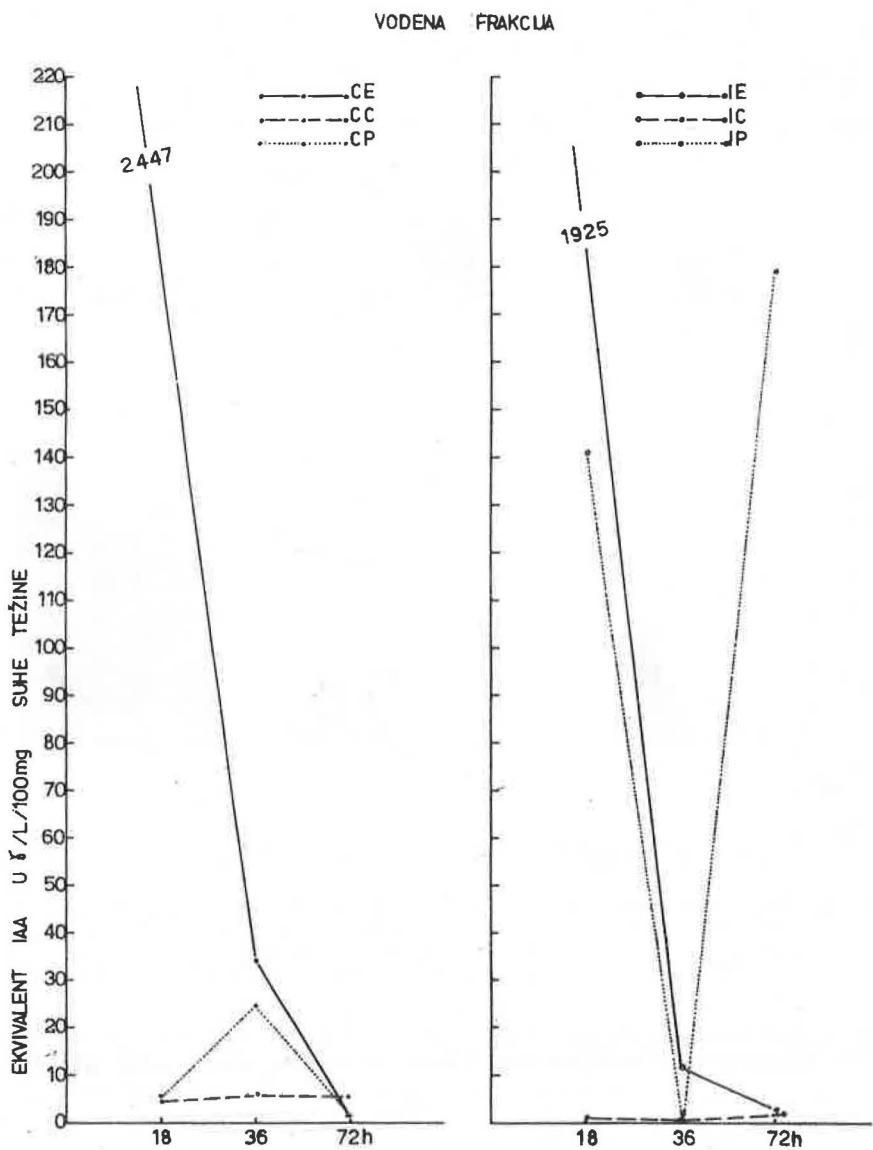
prethodnim eksperimentima kao DL-triptofan (Krivokapić, 1967). Zona hromatograma, gdje je bio prisutan triptofan, imala je uvijek fluorescenciju 290/360—365 nm i davana ljubičastu boju sa Erlichom (Sl. 11, 12, 13, 14). I kod etiolirane internodije bile su nekolike supstance sa fluorescencijom (Sl. 10, 12). Među njima je posebno



Sl. 8. Histogrami pokazuju biološki aktivne materije u vodenoj frakciji različito tretiranih koleoptila (gore) i internodija (dole) poslije 72 h. Ekstrahovano 350 fragmenata. Rastvarač broj 1. Suhe težine u mg: CE = 900; IE = 600; CC = 1.150; IC = 350; CP = 1.120; IP = 280.

karakteristična supstanca koja odgovara triptofanu sa aktivacijom i fluorescencijom 285/365 nm i koja je u »M« testu vrlo aktivna. Supstanca sa aktivacijom i fluorescencijom 380/480 (Rf 0,0—0,1) u biološkom testu se ponaša kao inhibitor. I supstanca sa fluorescencijom 355/440 nm (Rf 0,20 — 0,70) izgleda, po rezultatima biološkog testa, da je inhibitorne prirode (Sl. 12).

U ekstraktu koleoptila sa crvenog svjetla bila je prisutna supstanca sa fluorescencijom pri 290/360 (Rf 0,2 — 0,50) (Sl. 11, 13). Uporedjivanjem aktivnosti ove supstance u »M« testu sa fluorescencijom vidi se da se ta aktivnost i fluorescencija uglavnom slažu, s tom razlikom što je maksimum fluorescencije na Rf 0,30, a aktivnosti u biološkom testu na Rf 0,40. Ovo neslaganje maksimuma fluo-



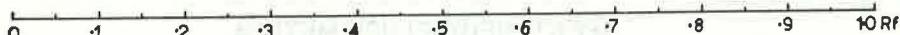
Sl. 9. Ukupna količina materija rastenja u funkciji vremena kod različito tretiranih koleoptila i internodija iz vodene frakcije. Rezultati su preračunati u  $\gamma$  ekvivalentima IAA/100 mg suhe težine ekstrakta. Ekstrahovano je 350 koleoptila i internodija.

Fig. 9. The total content of the growth substances as function of time in differently treated coleoptiles and internodes from the extracts of the water soluble fraction. Results calculated in to  $\gamma$  equivalents of IAA/100 mg of dry weight of the extract. Extracted 350 coleoptiles and internodes.

VODENA - FRAKCIJA

360/440	290 / 365		CE
	290 / 360		CC
	290 / 360	360 / 460 nm	CP

280/480		290 / 365 — 355 / 440		IE
380/450		290 / 365	375 / 460	IC
380/480		290 / 365	360 / 460 nm	IP



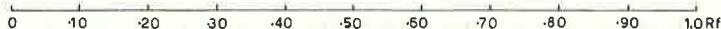
Sl. 10. Rezultati spektrofotofluorimetrijske analize vodene frakcije različito tretiranih koleoptila i internodija. Ekstrahovano 175 fragmenata. Rastvarač broj 2.

Fig. 10. Results of the spectrophotofluorimetric analysis of the water soluble fraction differently treated coleoptiles and internodes. Extracted 175 fragments. Solvent № 2.

VODENA - FRAKCIJA

A	OTVORENO	SMEĐA	ZUTA	NARANDŽASTA	SULFANILNA KISELINA
	LJUBIČASTA		ZUTA		GORDON - WEBER
	SVIJETLO PLAVO	TAMNO-PLAV	ZUTA	TAMNO-ZUTA	PROHASKA / UV
	CRVENA	LJUBIČASTA	OKE R	ZUTA	EHRILCH

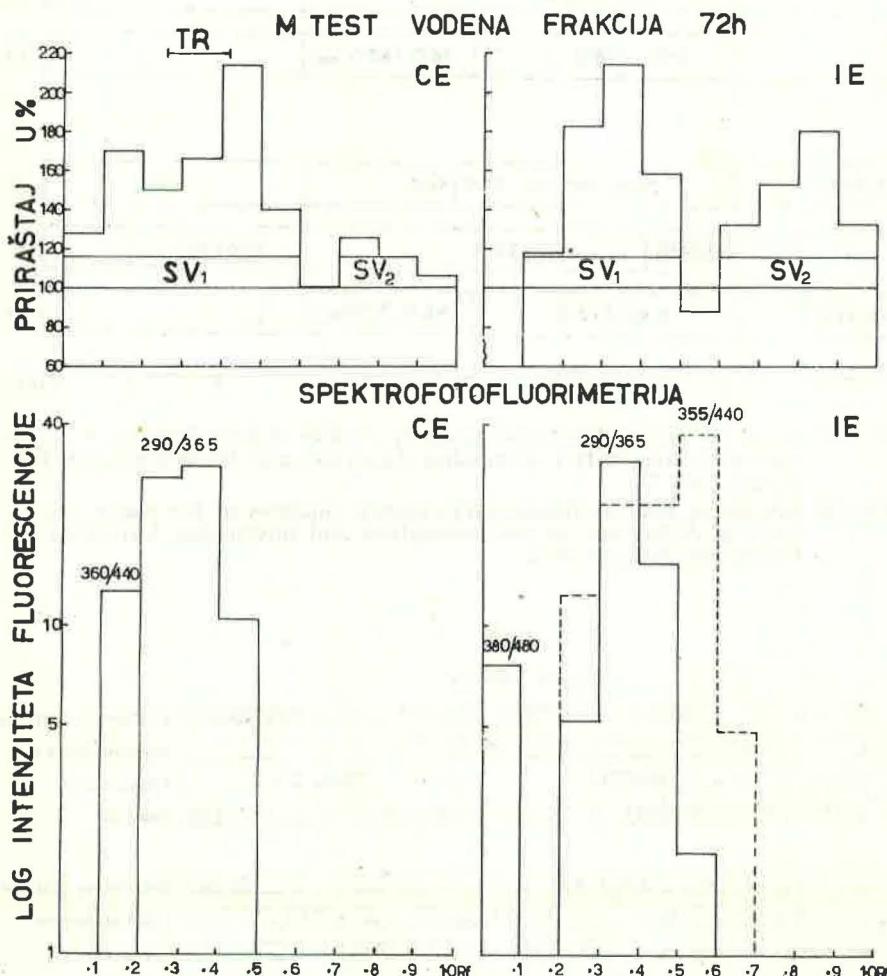
B	OTVORENO	SMEĐA	ZUTA	SULFANILNA KISELINA
	CRVENA ZUTA	LJUBIČASTA	LJUBIČASTA	GORDON - WEBER
	SVIJ-PLAV	PLAV A	SVIJ-PLAV	PROHASKA / UV
	CRVENA	LJUBIČASTA	ZUTA	EHRILCH



Sl. 11. Rezultati hromogenih reakcija vodene frakcije dobiveni tretiranjem raznim reagensima i posmatranjem pod ultravioletnom lampom: A = = koleoptil; B = internodije.

Fig. 11. Results of the chromogenic reaction of the water soluble fraction obtained by the treatment with various reagents and observed in ultra-violet lamp: A = coleoptiles; B = internodes.

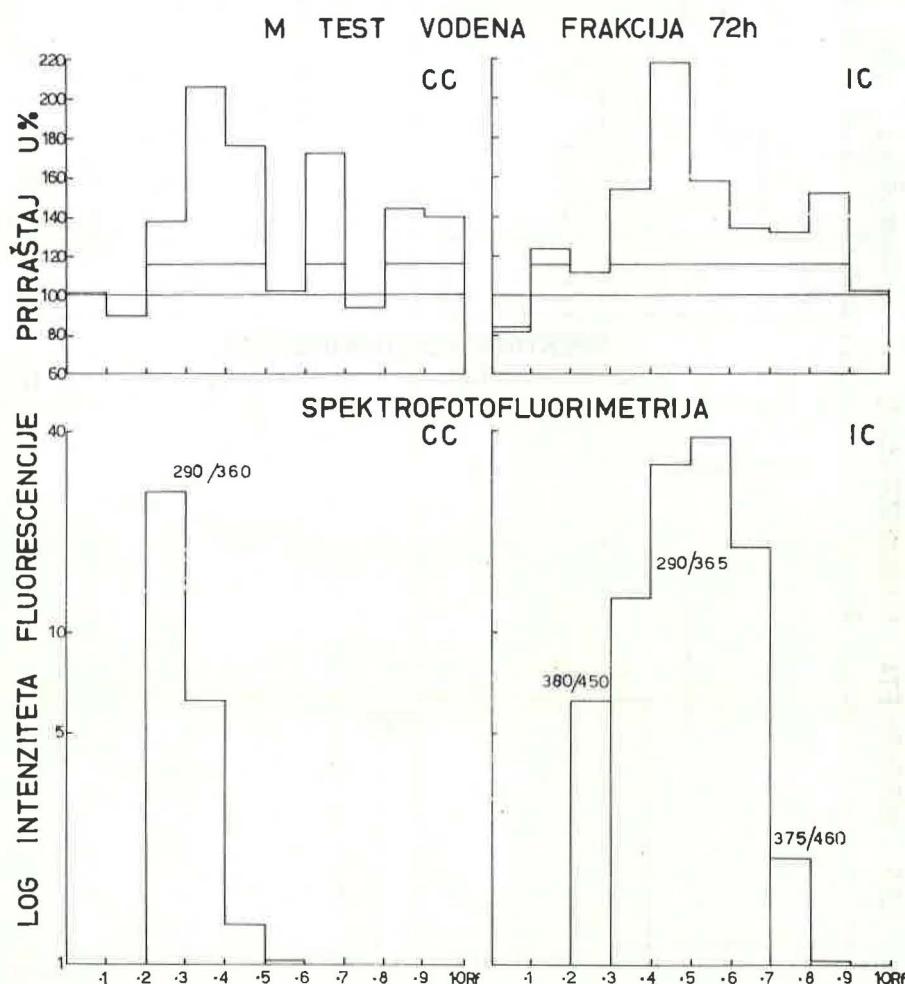
rescencije i aktivnosti u »M« testu vjerovatno nastaje zbog prisutnosti neke materije u istoj zoni hromatograma koja svojim inhibitornim efektom smanjuje aktivnost u biološkom testu. I u ekstraktu internodije sa crvenog svjetla prisutne su nekolike zone sa fluores-



Sl. 12. Histogram pokazuje intenzitet fluorescencije (dole) i aktivnost u »M« testu (gore) materija iz vodene frakcije koleoptila i internodija etioliranih. Ekstrahovano 175 fragmenata. Rastvarač broj 2. Suhe težine u mg: CE = 450; IE = 300.

Fig. 12. Histogram showing the fluorescence intensity (below) and activity in the »M« test (above) of the substances in the water soluble fraction from the extracts of etiolated coleoptiles and internodes. Extracted 175 fragments. Solvent № 2. Dry weight in mg: CE = 450; IE = 300.

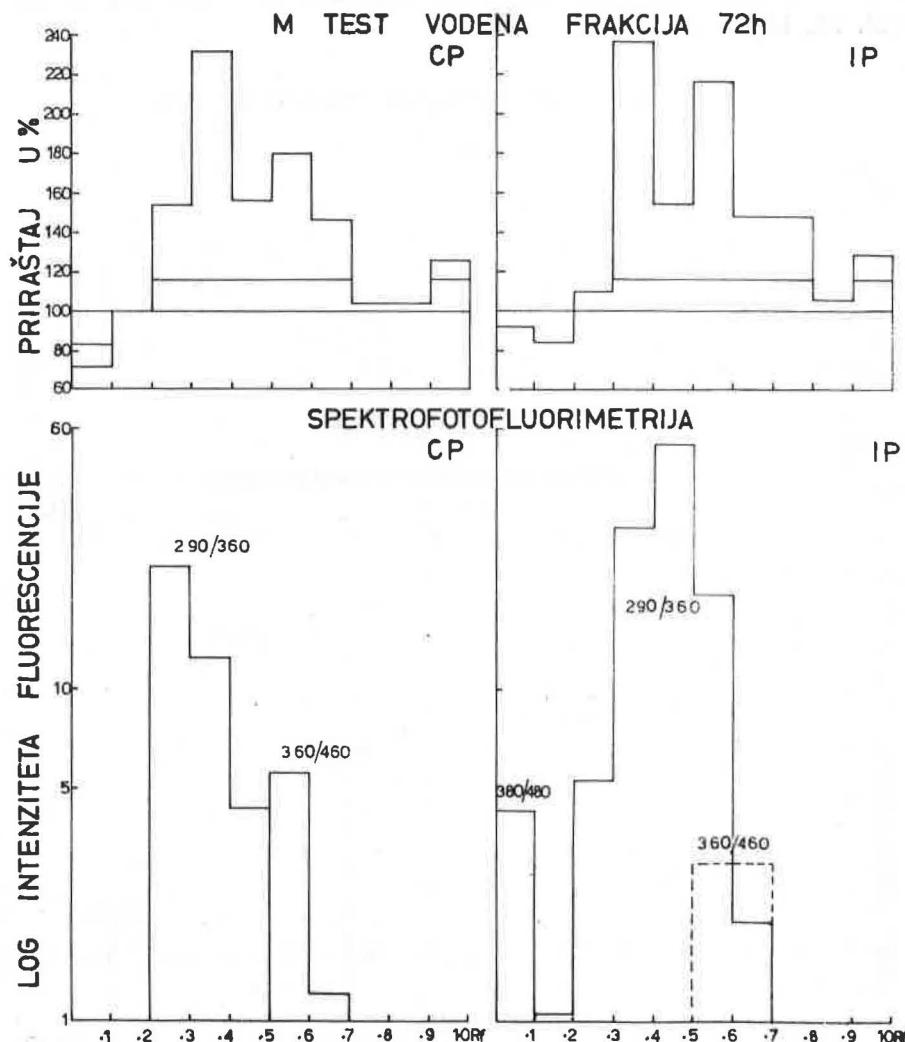
cencijom. Posebno je karakteristična supstanca sa aktivacijom i fluorescencijom pri 290/365 nm čiji je sadržaj na crvenom svjetlu povećan. Njezin maksimum fluorescencije se podudara sa aktivnošću u »M« testu. Ova supstanca odgovara, u stvari, triptofanu (Sl. 11, 13).



Sl. 13. Histogram pokazuje intenzitet fluorescencije (dole) i aktivnost u »M« testu (gore) materija iz vodene frakcije koleoptila i internodija sa crvenog svjetla. Ekstrahovano 175 fragmenata. Rastvarač broj 2. Suhe težine u mg: CC = 575; IC = 175.

Fig. 13. Histogram showing the fluorescence intensity (below) and activity in »M« test (above) of the substance from the water soluble fraction of coleoptiles and internodes from grown in red light. Extracted 175 fragments. Solvent № 2. Dry weight in mg: CC = 575; IC = 175.

U ekstraktima koleoptila i internodija sa plavog svjetla detektovano je više zona fluorescencije. Zone aktivnosti u »M« testu i fluorescencija supstance koja fluorescira pri 290/365 nm se podu-



Sl. 14. Histogram pokazuje intenzitet fluorescencije (dole) i aktivnost u »M« testu (gore) materija iz vodene frakcije koleoptila i internodija sa plavog svjetla. Ekstrahovano 175 fragmenata. Rastvarač broj 2. Suhe težine u mg: CP = 560; IP = 140.

Fig. 14. Histogram showing the fluorescence intensity (below) and activity in »M« test (above) of the substance from the water soluble fraction of coleoptiles and internodes from grown in blue light. Extracted 175 fragments. Solvent in № 2. Dry weight in mg: CP = 560; IP = 140.

daraju, samo što je maksimum u biološkom testu na Rf 0,40, a maksimum fluorescencije na Rf 0,30. Ovo neslaganje maksimuma aktivnosti supstance iz ekstrakta koleoptila sa plavog svjetla i maksimuma fluorescencije, vjerovatno nastaje kao posljedica prisutnosti inhibitorne materije koja svojim efektom u »M« testu pomjera maksimum aktivnosti ove materije rastenja (Sl. 11, 14). I kod internodije sa plavog svjetla podudaraju se zone aktivnosti u »M« testu i fluorescencije, samo što se ni kod nje maksimumi ne podudaraju. Na početku hromatograma u ekstraktu internodije sa plavog svjetla prisutna je jedna supstanca koja je inhibitorne prirode, sa aktivacijom i fluorescencijom pri 380/480 nm (Sl. 11, 14).

Ako analiziramo kvantitativnu zastupljenost supstance koja je prisutna na Rf 0,20 — 0,50 nm i koja je identifikovana kao DL-triptofan, u ekstraktima koleoptila i internodija, onda dobijamo rezultate predstavljene na tabeli I.

Tabela I.

Kvantitativna zastupljenost endogene supstance ( $IV_1$ ) (triptofana) u ekstraktima različito tretiranih koleoptila i internodija. Ekstrahovano 175 fragmenata.

Vrsta ekstrakta	Broj fluorescentnih jedinica
Koleoptil etiolirani . . . . .	68,5
Koleoptil sa crvenog svjetla . . . . .	32,3
Koleoptil sa plavog svjetla . . . . .	39,9
Internodija etiolirana . . . . .	50,3
Internodija sa crvenog svjetla . . . . .	100,6
Internodija sa plavog svjetla . . . . .	108,2

Iz ovih rezultata može se izvesti zaključak da aktivne materije na Rf 0,20 — 0,50, koja odgovara DL-triptofanu, ima najviše u ekstraktu etioliranog koleoptila, dok je njezina zastupljenost u koleoptila sa plavog i crvenog svjetla bila približno ista.

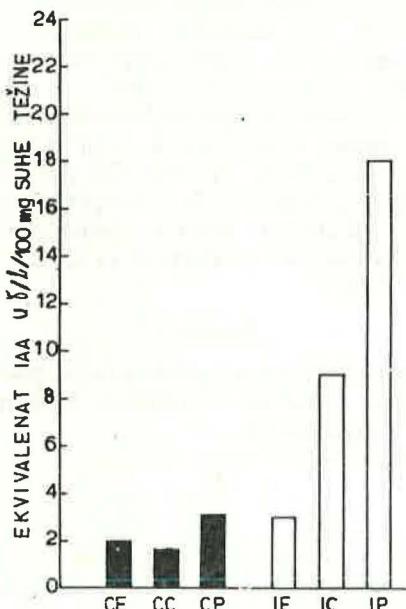
Iz rezultata različito tretiranih internodija može se zaključiti da triptofan ima najviše u ekstraktu internodije sa crvenog i plavog svjetla, čak i do 100% više nego u ekstraktu internodija iz mraka. Spektrofotofluorimetrijska analiza je pokazala da internodije sa crvenog i plavog svjetla imaju približno istu koncentraciju ove aktivne materije (Tab. I).

Preračunavanjem ukupne aktivnosti iz svih zona hromatograma u  $\gamma$  ekvivalentima IAA na suhu težinu, naročito dolazi do izražaja veći sadržaj materija rastenja kod osvjetljivanih internodija (Sl. 15). Potpuno sličan odnos može se dobiti preračunavanjem na broj biljaka i 1 cm dužine.

Analizirajući rezultate etarske frakcije ekstrakta od 18h, možemo izvesti zaključak da su kod etioliranih koleoptila i internodija

prisutne dvije zone, a kod osvjetljavanih uglavnom tri zone aktivnosti označene kao  $SE_1$ ,  $SE_2$  i  $SE_3$ . Aktivnost stimulatora iz ekstrakta

VODENA FRAKCIJA 72 h



Sl. 15. Ukupna količina materija rastenja u vodenoj frakciji kod različito tretiranih koleoptila i internodija. Rezultati su preračunati u  $\gamma$  ekvivalentima IAA/100 mg suhe težine.

Fig. 15. The total content of the growth substances in the water soluble fraction of differently treated coleoptiles and internodes. Results calculated in to  $\gamma$  equivalents of IAA/100 mg of dry weight.

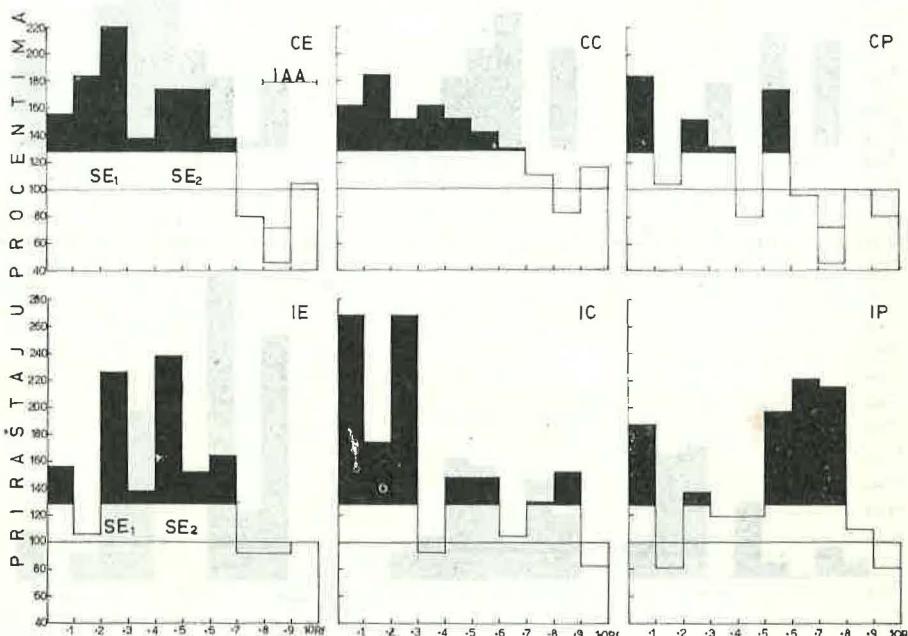
koleoptila sa plavog i crvenog svjetla je nešto manja nego kod ekstrakta etioliranog koleoptila. Ta se razlika naročito primjećuje u zoni gdje se nalazi  $SE_1$  (Sl. 16). Ako uporedimo aktivnost stimulatora rastenja iz ekstrakta različito tretiranih internodija od 18 h, možemo zaključiti da je najveću stimulaciju imala supstanca  $SE_1$  kod internodije sa crvenog svjetla,  $SE_2$  kod internodije etiolirane dok je supstanca  $SE_3$  bila najaktivnija kod internodije sa plavog svjetla. I u koleoptila i internodija je prisutna pri vrhu mala inhibicija (Sl. 16).

Rezultati »M« testa od 36 h pokazuju da je najveću aktivnost imala supstanca  $SE_2$  iz ekstrakta koleoptila sa plavog svjetla, zatim crvenog, a najmanje etioliranog. U ekstraktu koleoptila tretiranog plavom svjetlošću, uočava se prisustvo aktivne supstance  $SE_4$  ( $R_f$  0,90 — 1,0) umjesto koje se kod etioliranog i koleoptila sa crvenog svjetla pojavljuje inhibicija (Sl. 17). Aktivnost u »M« testu supstanci iz ekstrakta internodija starih 36 h, pokazuje da su stimulatori  $SE_1$ ,

i  $SE_2$  više zastupljeni u ekstraktu internodije sa plavog svjetla nego u ekstraktima internodije sa crvenog svjetla i iz mraka. I kod internodije sa plavog svjetla kao i kod koleoptila, pojavljuje se pri vrhu hromatograma stimulator  $SE_4$  (0,90 — 1,00) dok je na istoj zoni kod etiolirane i sa crvenog svjetla prisutna inhibicija (Sl. 17).

Stimulatori iz ekstrakta etioliranih koleoptila sa crvenog svjetla imaju poslije 72 h približno isti efekat na stimulaciju u »M« testu, dok je aktivnost materija rastenja iz ekstrakta koleoptila sa plavog svjetla mnogo manja (Sl. 18). Upravedivanjem rezultata »M« testa za internodije od 72 h, uočava se da je supstanca  $SE_1$  imala

MEZOKOTIL TEST ETARSKA FRAKCIJA 18h

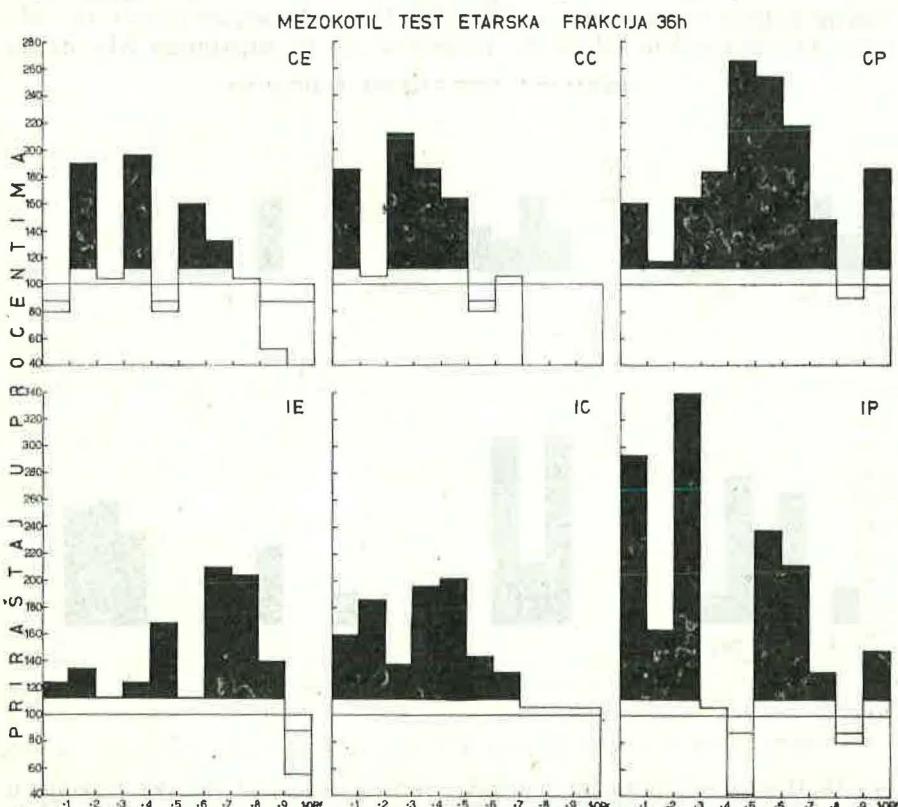


Sl. 16. Histogrami pokazuju biološki aktivne materije etarske frakcije u ekstraktima različito tretiranih koleoptila i internodija poslije 18 h. Ekstrahovano 350 fragmenata. Rastvarač broj 1. Suha težina data uz sliku 6.

Fig. 16. Histogram showing biological active substances in the ether soluble fraction, in the extracts of differently treated coleoptiles and internodes after 18 hours. Extracted 350 fragments. Solvent № 1. Dry weight given in fig. 6.

veću aktivnost kod internodija sa crvenog svjetla nego kod etioliranih i sa plavog svjetla, dok je aktivnost stimulatora  $SE_2$  približno ista kod različito tretiranih internodija. Kod etiolirane internodije pri vrhu hromatograma pojavljuje se inhibicija, dok se na crvenom i plavom svjetlu javlja stimulacija (Sl. 18).

Kvantitativna zastupljenost aktivnih supstanci dobivena preračunavanjem u  $\gamma$  ekvivalentima IAA (100 mg suhe težine ekstrakta etarske frakcije pokazuje da kod različito tretiranih koleoptila od 18 h nema neke bitne razlike, dok se kod 36 h najveći sadržaj materija rastenja javlja kod koleoptila sa plavog svjetla, a kod 72 h kod koleoptila sa crvenog svjetla (Sl. 19). Aktivnost materija rastenja internodija etarske frakcije pokazuje da osvjetljavanje internodija imaju veći sadržaj ovih materija nego etiolirane (Sl. 19). Ako



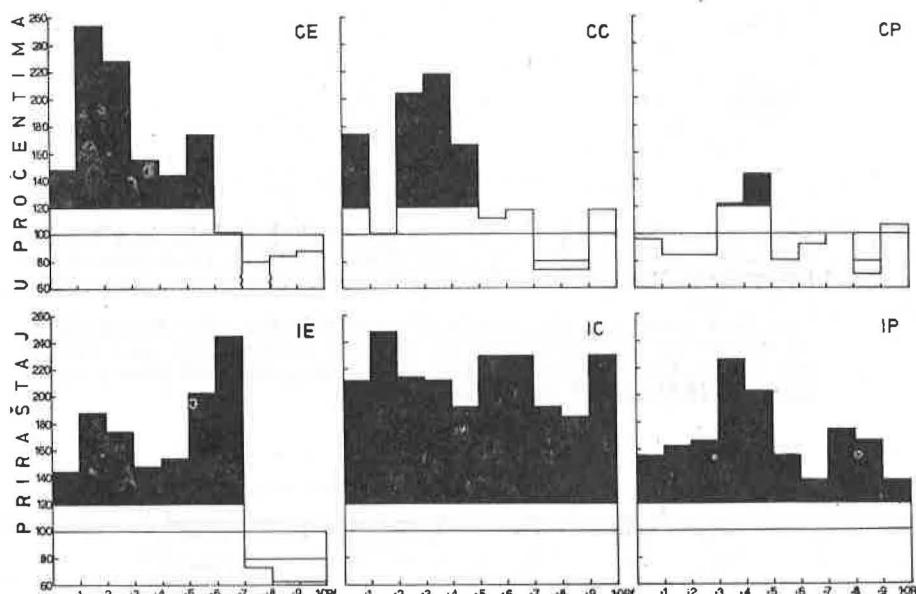
Sl. 17. Histogrami pokazuju biološki aktivne materije u etarskoj frakciji različito tretiranih koleoptila i internodija poslije 36 h. Ekstrahovano 350 fragmenata. Rastvarač broj 1. Suha težina data uz sliku 7.

Fig. 17. Histogram showing biologically active substances of the ether soluble fraction of differently treated coleoptiles and internodes after 36 hours. Extracted 350 fragments. Solvent № 1. Dry weight given in fig. 7.

se aktivnost stimulatora rastenja preračunava u  $\gamma$  ekvivalentima IAA (na broj koleoptila i internodija i 1 cm dužine, onda se dobiju rezultati koji su vrlo slični rezultatima dobivenim preračunavanjem na suhu težinu.

Spektrofotofluorimetrijska analiza materija rastenja ekstrakta etarske frakcije otknila je u čitavoj zoni hromatograma etioliranog koleoptila prisustvo jedne materije koja fluorescira pri 285/360 nm. Ako se uporedi ova fluorescencija i aktivnost u »M« testu, vidi se da se uglavnom slažu, samo što je mnogo veći intenzitet fluorescencije nego stimulacije u »M« testu (Sl. 20, 21). U ekstraktu internodije etiolirane prisutne su dvije zone sa aktivacijom i fluorescencijom pri 285/360 i 385/470 nm. Aktivnost u »M« testu i fluorescencija ovih supstanci uglavnom korespondiraju (Sl. 20, 21).

MEZOKOTIL TEST ETARSKA FRAKCIJA 72h



Sl. 18. Histogrami pokazuju biološki aktivne materije u etarskoj frakciji različito tretiranih koleoptila i internodija poslije 72 h. Ekstrahovano 350 fragmenata. Rastvarač broj 1. Suhe težine date uz sliku broj 8.

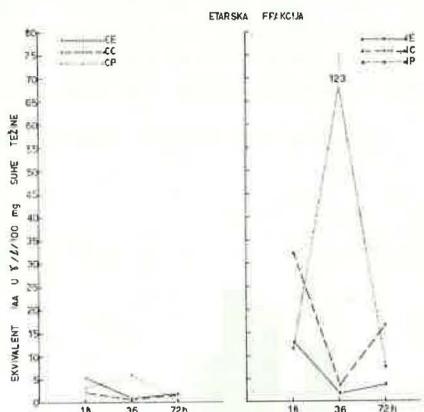
Fig. 18. Histograms showing biologically active substances from the ether soluble fraction, in the extracts of differently treated coleoptiles and internodes after of 72 hours. Extracted 350 fragments. Solvent № 1. Dry weight given in fig. 8.

Ekstrakt koleoptila i internodije sa crvenog svjetla imao je dvije karakteristične zone sa aktivacijom i fluorescencijom pri 285/360 i 385/470 nm. Kada se uporede rezultati dobiveni u »M« testu sa fluorescencijom, vidi se da se uglavnom slažu (Sl. 20, 22).

I u ekstraktu koleoptila i internodije sa plavog svjetla otkrivenе su dvije zone fluorescencije. Fluorescencija supstanci iz eks-

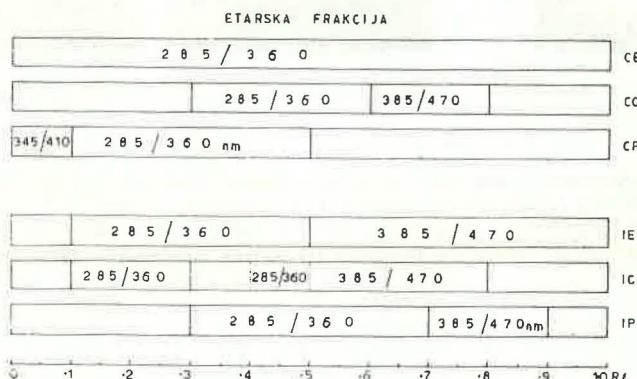
trakta koleoptila i internodije sa plave svjetlosti i stimulacija u »M« testu se djelimično podudaraju (Sl. 20, 23).

Treba naglasiti da je ekstrakt etarske frakcije bio vrlo težak za spektrofotofluorimetrijsku analizu, jer je sadržavao u sebi supstance koje su ometale tačno mjerjenje. Naročito je bila velika



Sl. 19. Ukupna količina materija rastenja u etarskoj frakciji kod različito tretiranih koleoptila (lijevo) i internodija (desno). Ekstrahovano 350 fragmenata. Rezultati su preračunati u  $\gamma$  ekvivalentima IAA/100 mg suhe težine.

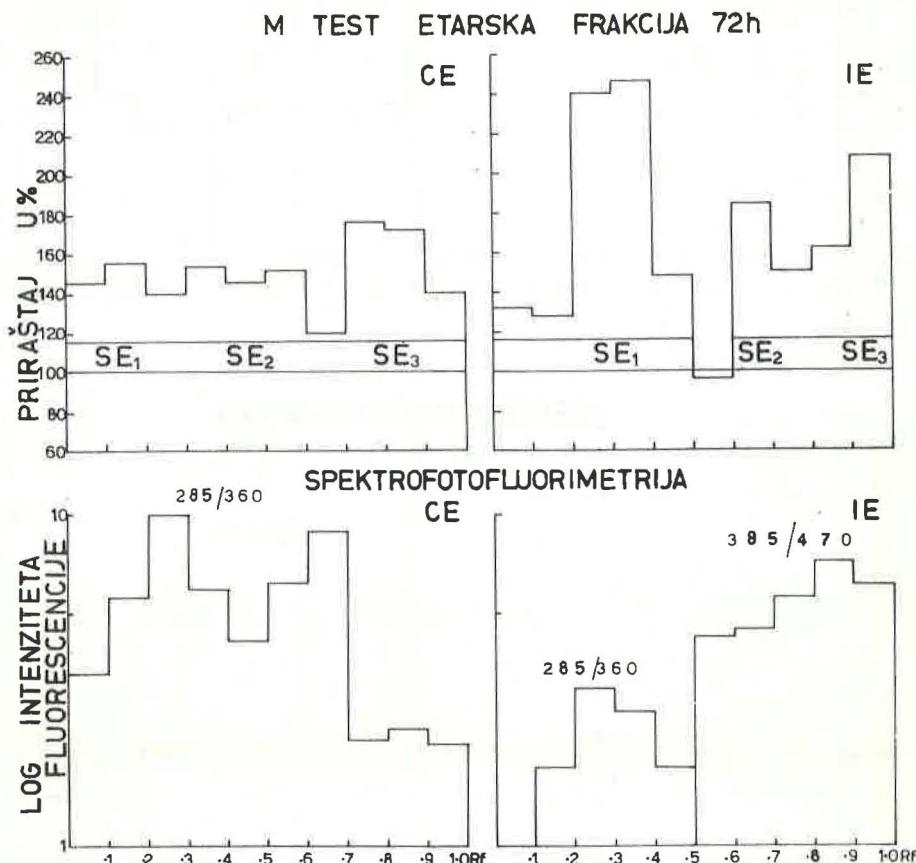
Fig. 19. The total content of the growth substances in the ether fraction chromatogram, at the differently treated coleoptiles (left) and internodes (right). Extracted 350 fragments. Results converted into  $\gamma$  equivalents of IAA/100 mg dry weight.



Sl. 20. Rezultati spektrofotofluorimetrijske analize etarske frakcije različito tretiranih koleoptila i internodija. Ekstrahovano 175 fragmenata. Rastvarač broj 2.

Fig. 20. Results of spectrophotophluorimetric analysis of the ether soluble fraction of differently treated coleoptiles and internodes. Extracted 175 fragments. Solvent No. 2.

konzentracija supstance sa aktivacijom i fluorescencijom pri 385/470 nm koja se nalazila u zoni bromatograma gdje i IAA. Ova zona je sa Ehrlichom pri većim koncentracijama ekstrakta davala ljubičastu boju (Sl. 24).

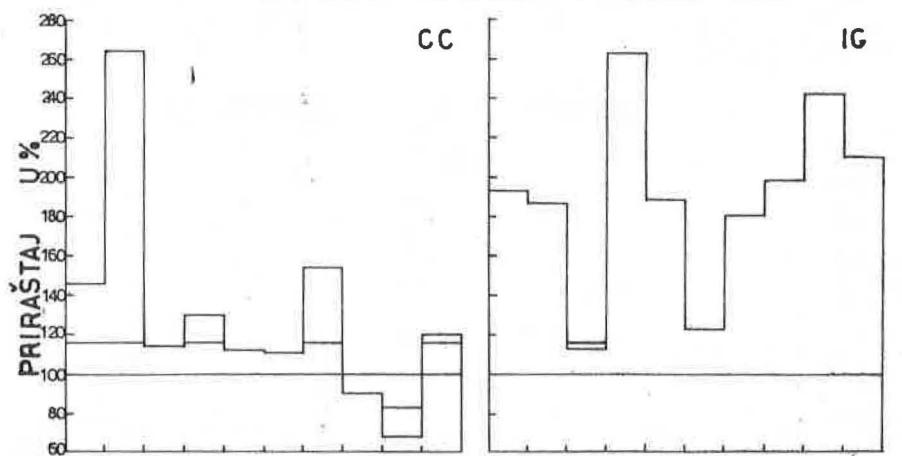


Sl. 21. Histogram pokazuje intenzitet fluorescencije (dole) i aktivnost u »M« testu (gore) materija etarske frakcije koleoptila i internodija etioliranih. Rastvarač broj 2. Suhe težine date uz sliku broj 12.

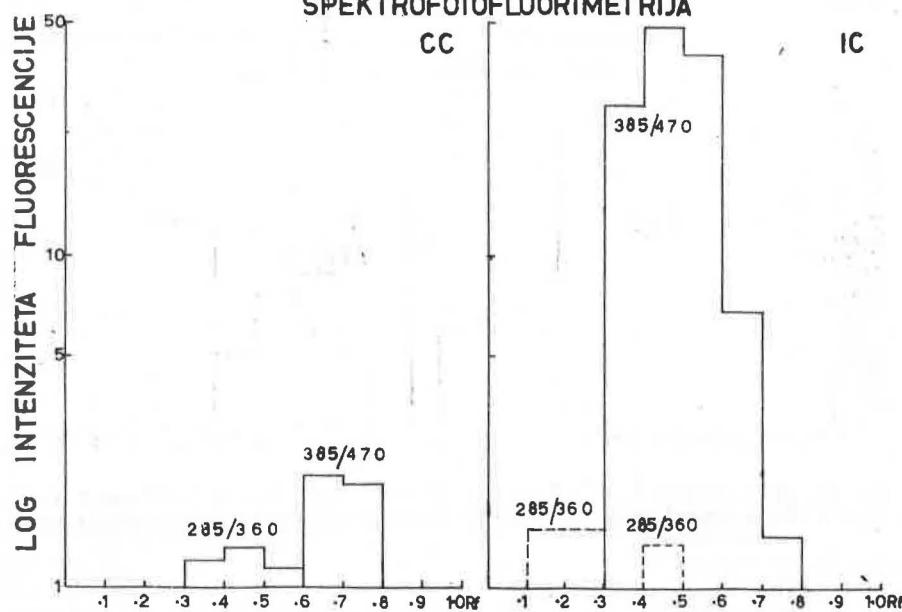
Fig. 21. Histogram showing the fluorescence intensity (below) and activity in »M« test (above) of the substances from the ether soluble fraction of the etiolated coleoptiles and internodes. Solvent № 2. Rf IAA 0,8—1,0. Dry weight given in fig. 12.

Na kraju kvantitativnom analizom rezultata dobivenih u »M« testu od 72 h za različito tretirane koleoptile i internodije možemo doći do zaključka da je sadržaj materija rastenja iz ekstrakta etarske frakcije manji kod koleoptila nego kod odgovarajućih internodija. Naročito se primjećuje veliki sadržaj aktivnih materija kod

M TEST ETARSKA FRAKCIJA 72h

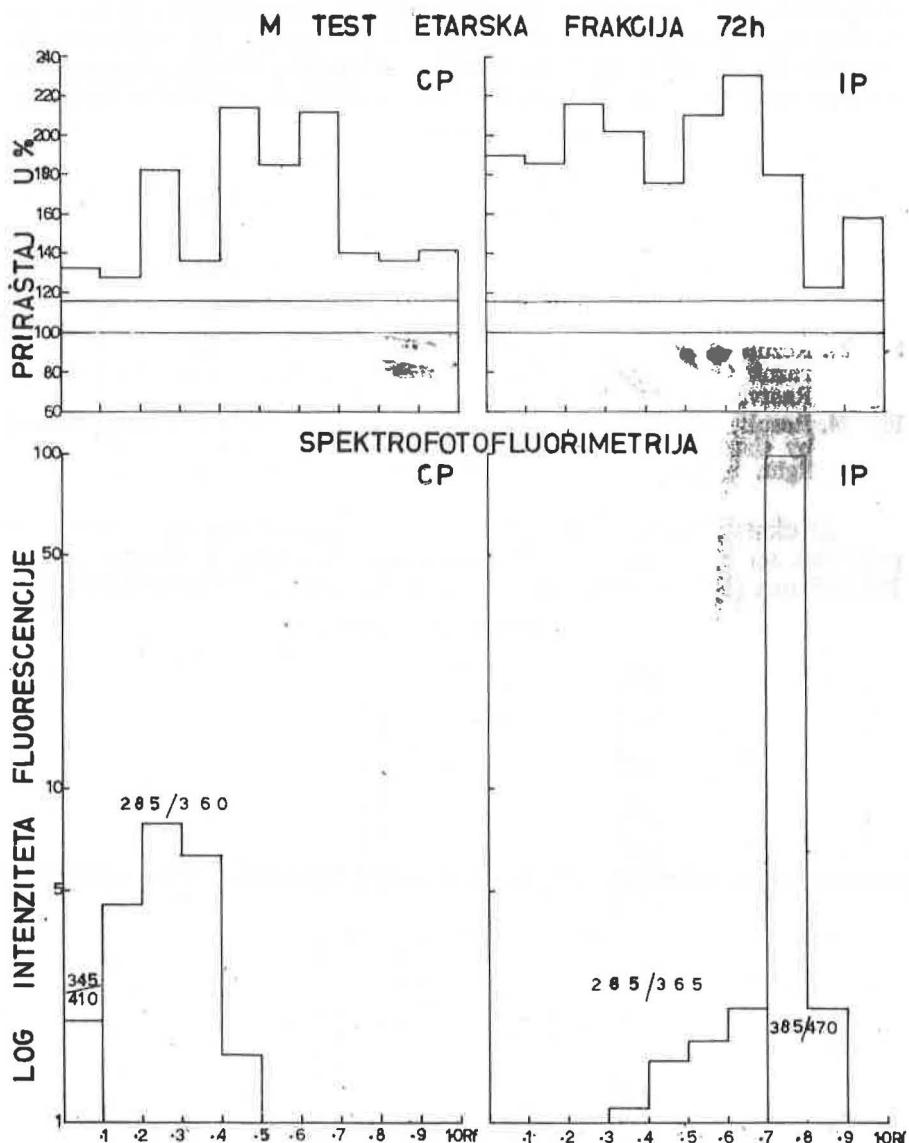


SPEKTROFOTOFLUORIMETRIJA

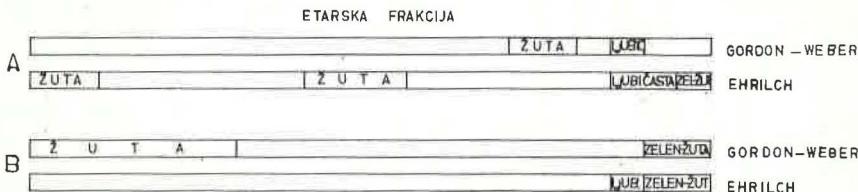


Sl. 22. Histogram pokazuje intenzitet fluorescencije (dole) i aktivnost u »M« testu (gore) materija iz etarske frakcije koleoptila i internodija sa crvenog svjetla. Rastvarač br. 2. Suhe težine date uz sliku 13.

Fig. 22. Histogram showing the fluorescence intensity (below) and activity in »M« test (above) of the substances from the ether soluble fraction of coleoptiles and internodes grown in red light. Solvent № 2. Dry weight given in Fig. 13.



osvjetljavanih internodija (Sl. 25). Slični kvantitativni odnosi se dobiju izražavanjem na broj biljaka i 1 cm dužine. Ekstrakt etarske frakcije bio je vrlo težak za analizu na spektrofotofluorimetru, pa smo ga, radi lakoće analize, razdvajali na neutralnu i kiselu frakciju.

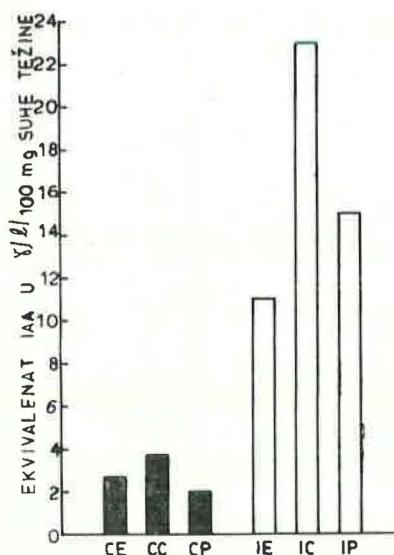


Sl. 24. Rezultati hromogenih reakcija etarske frakcije dobiveni tretiranjem raznim reagensima i posmatranjem pod ultravioletnom svjetlošću. Rastvarač br. 1. A — coleoptile; B — internode.

Fig. 24. Results of the chromogenic reactions ether soluble fraction obtained by the treatment with various reagents and observed in ultraviolet light. Solvent № 1. A — coleoptile; B — internode.

U ekstraktu neutralne etarske frakcije koleoptila etioliranog prisutne su tri zone sa maksimumima aktivacije i fluorescencije 285/365 nm (Rf 0,1—0,3), 305/340 nm (Rf 0,5—0,6) i pri 290/360 nm

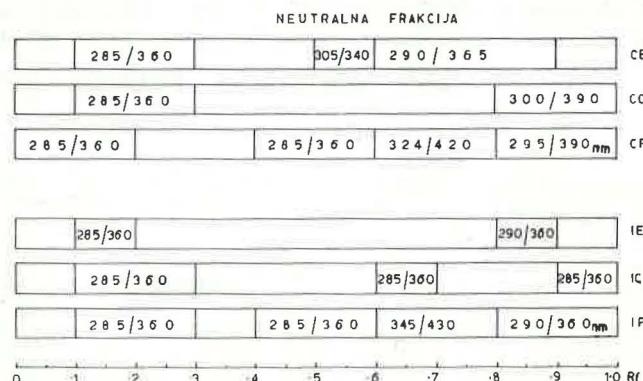
ETARSKA FRAKCIJA 72h



Sl. 25. Ukupna količina materija rastenja u etarskoj frakciji kod različito tretiranih koleoptila i internodija. Rezultati su preračunati u  $\gamma$  ekvivalentima IAA/100 mg suhe težine.

Fig. 25. The total content of the growth substances from the ether soluble fraction at differently treated coleoptiles and internodes. Results calculated into  $\gamma$  equivalents of IAA/100 mg of dry weight.

(Rf 0,6—0,9). Supstanca na Rf 0,1—0,3 ima spektar aktivacije i fluorescencije karakterističan za indole i aktivna je u »M« testu. Zona na Rf 0,6—0,9 u »M« testu ima malu inhibiciju (Sl. 26, 27). Kod ekstrakta internodije etiolirane prisutne su dvije supstance koje fluoresciraju pri 285/360 nm (Rf 0,1—0,2) i pri 290/360 nm (Rf 0,80—0,90). Uporedivanjem fluorescencije sa rezultatima dobivenim u »M« testu, uočava se samo djelimično podudaranje (Sl. 27).



Sl. 26. Rezultati spektrofotoflirimetske analize neutralne etarske frakcije različito tretiranih koleoptila i internodija. Ekstrahovano 175 fragmesta. Rastvarač br. 2.

Fig. 26. Results of the spectrophotofluorimetric analysis of differently treated coleoptiles and internodes from the neutral ether soluble fraction. Extracted 175 fragments. Solvent № 2.

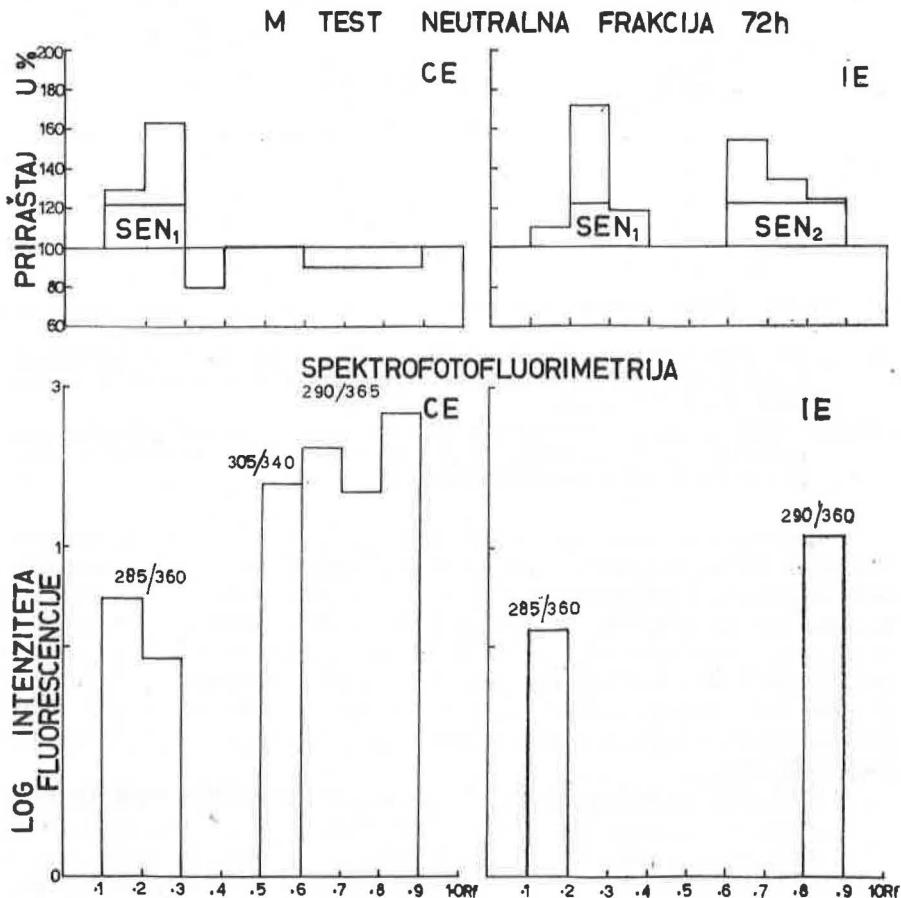
Koleoptil sa crvenoga svjetla imao je dvije zone fluorescencije (Rf 0,10—0,30, 285/360 nm, 0,80—1,0, 300/390 nm). Fluorescencija ovih supstanci i aktivnost u »M« testu se podudaraju, samo što su te zone uže od zone fluorescencije (Sl. 26, 28). Ekstrakt internodije sa crvenog svjetla imao je tri zone fluorescencije na hromatogramu pri 285/360 nm. Između fluorescencije ovih supstanci i aktivnosti u »M« testu nema velike sličnosti, osim kod supstance pri vrhu hromatograma gdje se mala stimulacija podudara sa fluorescencijom (26, 28).

U ekstraktu koleoptila sa plavog svjetla neutralne frakcije bilo je više zona sa fluorescencijom (Sl. 26). Ako ove rezultate upoređimo sa rezultatima iz »M« testa primijetićemo izvjesnu podudarnost u zonama ( $SEN_1$ ) Rf 0,0—0,20 i na Rf 0,50—0,60 gdje je prisutna stimulacija kao i u zoni 0,60—0,80 gdje se u »M« testu javlja inhibicija (Sl. 29). Na hromatogramu internodije sa plavog svjetla bilo je prisutno više zona fluorescencije. Zona fluorescencije Rf 0,10—0,30 (285/360) podudara se sa aktivnošću na istom mjestu u »M« testu kao i zona na Rf 0,6—0,80 sa istom fluorescencijom (Sl. 29).

Preračunavanjem auksina iz neutralne etarske frakcije na suhu težinu ekstrakta dobijaju se rezultati koji pokazuju stimulativan

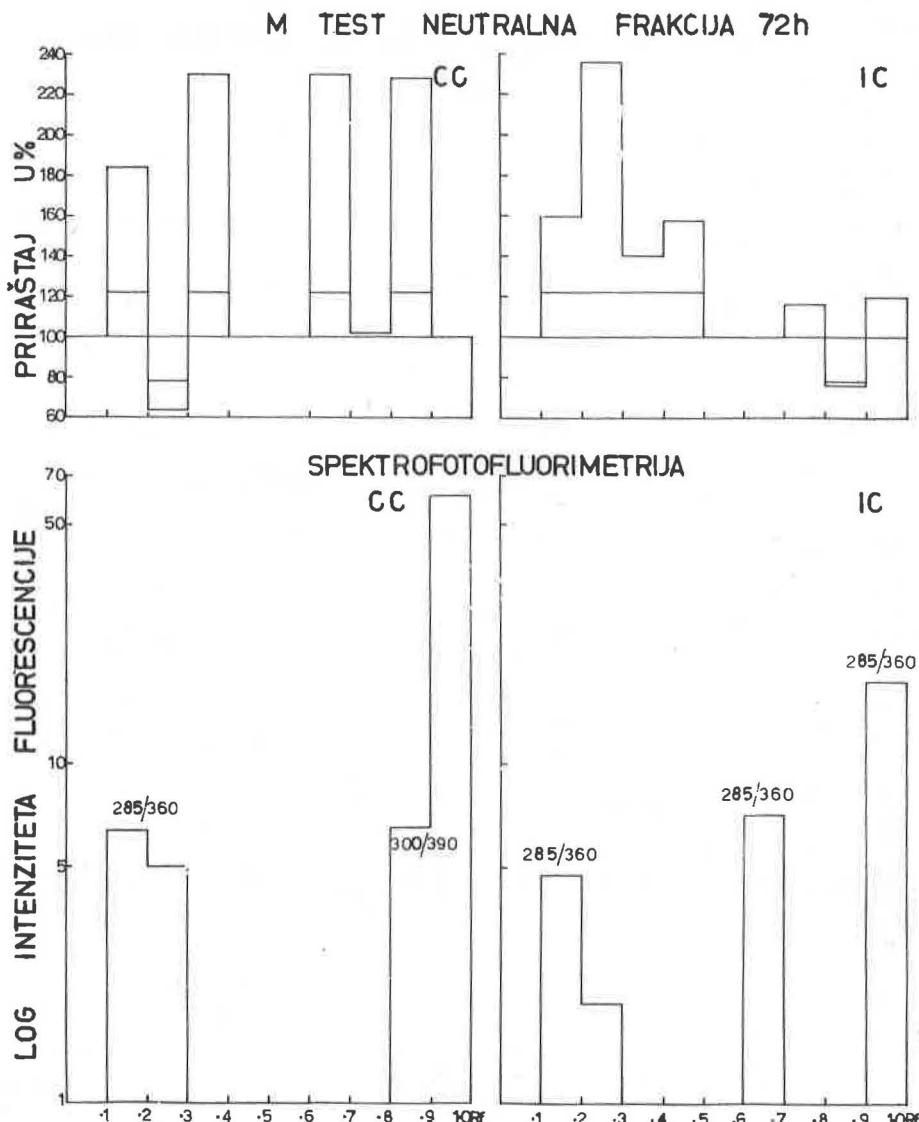
efekat svjetlosti na njihovu količinu. Slični rezultati se mogu dobiti preračunavanjem na broj biljaka i 1 cm dužine (Sl. 30).

U ekstraktu kisele etarske frakcije koleoptila etioliranog detektovane su dvije zone fluorescencije na Rf 0,10—0,30 i 0,60—1,00 (295/350 nm). Supstanca na Rf 0,1—0,3 nema aktivnosti u ovome testu. Druga zona fluorescencije pri vrhu hromatograma ima slične Rf vrijednosti i spektar aktivacije IAA. Ova zona hromatograma je vrlo slabo aktivna u »M« testu (Sl. 31, 32). Ekstrakt internodija etiolirane imao je tri supstance sa fluorescencijom na Rf 0,00—0,40.



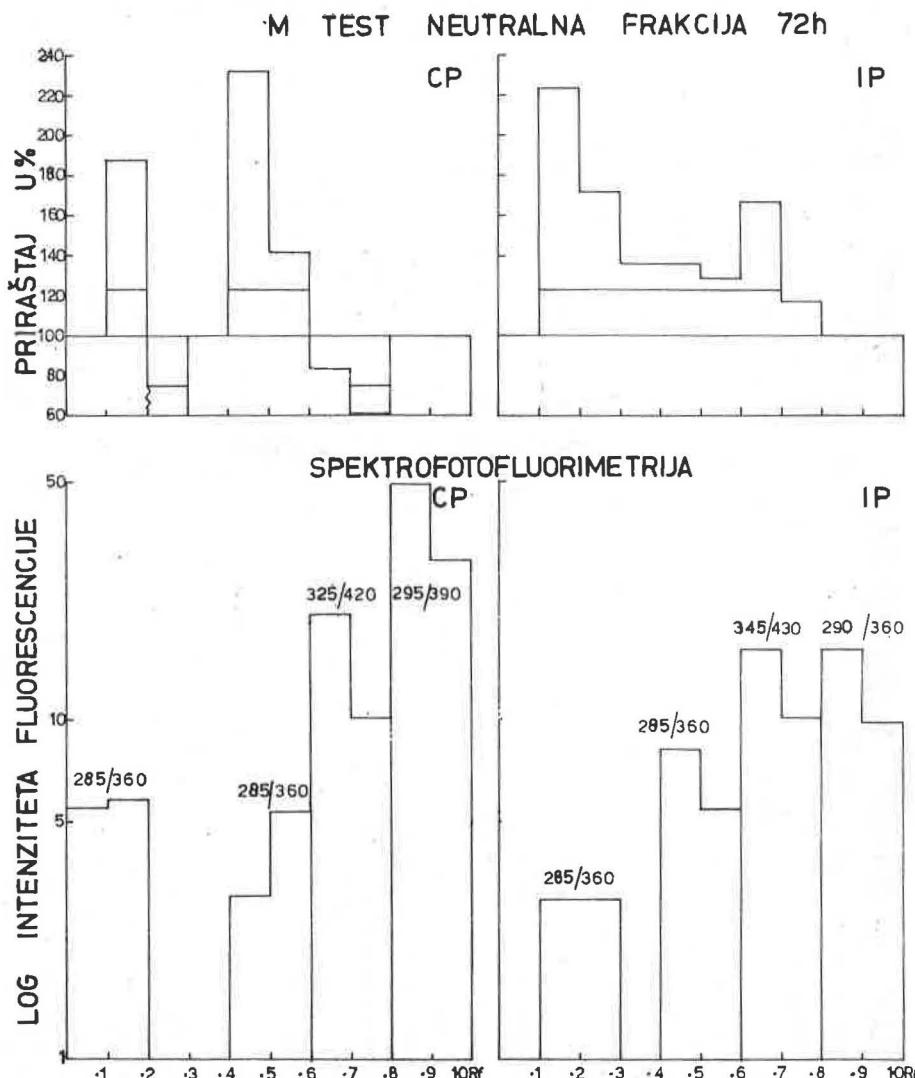
Sl. 27. Histogrami pokazuju intenzitet fluorescencije (dole) i aktivnost u »M« testu (gore) materija iz neutralne etarske frakcije koleoptila i internodija etioliranih. Ekstrahовано 175 фрагмената. Раствараč бр. 2. Сује тежине дате уз слику бр. 12.

Fig. 27. Histograms showing the fluorescence intensity (below) and activity in »M« test (above) of the substances from the neutral ether soluble fraction of the etiolated coleoptiles and internodes. Extracted 175 fragments. Solvent № 2. Dry weight given in Fig. 12.



Sl. 28. Histogram pokazuje intenzitet fluorescencije (dole) i aktivnost u »M« testu (gore) materija iz neutralne etarske frakcije koleoptila i internodija sa crvenog svijetla. Ekstrahovano 175 fragmenata. Rastvarač br. 2. Suhe težine date uz sl. 13.

Fig. 28. Histogram showing the fluorescence intensity (below) and activity in »M« test (above) of the substances from the neutral ether soluble fraction of coleoptiles and internodes grown in red light. Extracted 175 fragments. Solvent № 2. Dry weight given in Fig. 13.

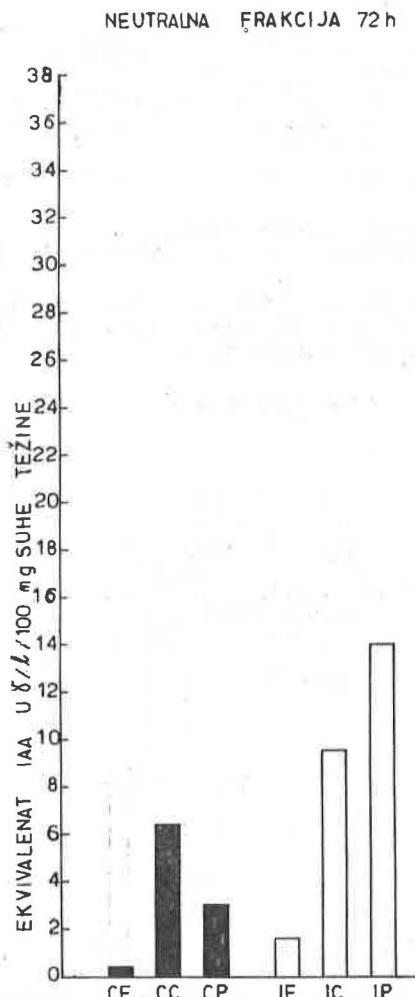


- Sl. 29. Histogram pokazuje intenzitet fluorescencije (dole) i aktivnost u »M« testu (gore) materija iz neutralne etarske frakcije koleoptila i internodija sa plavog svijetla. Ekstrahovano 175 fragmenata. Rastvarač br. 2. Suha težina data uz sliku 14.

Fig. 29. Histogram showing the fluorescence intensity (below) and activity in »M« test (above) of the substances from the neutral ether soluble fraction of coleoptiles and internodes grown in blue light. Extracted 175 fragments. Solvent № 2. Dry weight given in Fig. 14.

285/360, 0,50—0,80, 390/470 nm i na 0,80—0,90, 285/360 nm (Sl. 30). Fluorescencija i aktivnost u biološkom testu podudaraju se na Rf 0,20—0,40 gdje je prisutna stimulacija i na Rf 0,50—0,80 sa inhibicijom na istom mjestu, koja po Rf odgovara IAA (Sl. 32).

Koleoptil sa crvenog svjetla imao je više zona fluorescencije na hromatogramu (Sl. 31). Rezultati biološkog testa i fluorescenci-



Sl. 30. Ukupna količina materija rastenja iz neutralne etarske frakcije kod različito tretiranih koleoptila i internodija. Rezultati su preračunati u γ ekvivalentima IAA/100 mg suhe težine.

Fig. 30. The total content of the growth substances from of the neutral ether soluble fraction in differently treated coleoptiles and internodes. Results calculated into γ equivalents of IAA/100 mg dry weight.

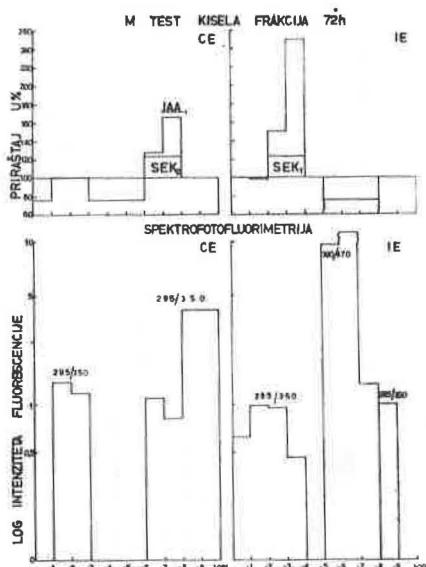
KISELA FRAKCIJA

	295 / 350			295 / 350	CE
315 / 420		285 / 360	329 / 420	285 / 360	CC
320 / 420	290 / 360		315 / 400	285 / 360	CP
	290 / 360			300 / 360 nm	
285 / 360		390 / 470		285 / 360	IE
285 / 360		390 / 470		285 / 360	IC
305 / 360	285 / 360	390 / 470		285 / 360 nm	IP

0 -4 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 10 Rf

Sl. 31. Rezultati spektrofotofluorimetrijske analize različito tretiranih koleoptila i internodija kisele etarske frakcije. Ekstrahovano 175 fragmenata. Rastvarač br. 2.

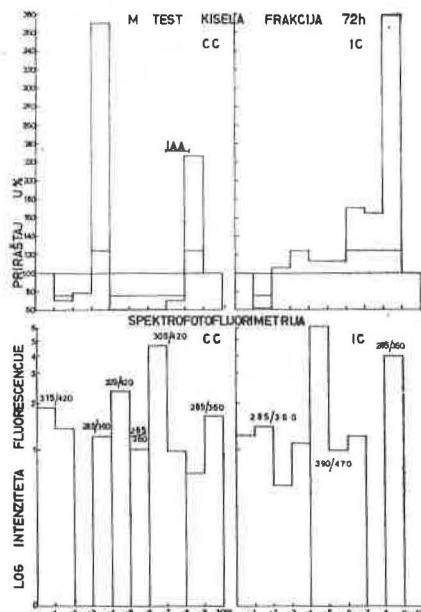
Fig. 31. Results of the spectrophotofluorimetric analysis of differently treated coleoptiles and internodes from the acid ether soluble fraction. Extracted 175 fragments. Solvent № 2.



Sl. 32. Histogram pokazuje intenzitet fluorescencije (dole) i aktivnost u »M« testu (gore) materija iz kisele etarske frakcije koleoptila i internodija etioliranih. Ekstrahovano 175 fragmenata. Rastvarač br. 2. Suha težina data uz sl. 12.

Fig. 32. Histogram showing the fluorescence intensity (below) and activity in »M« test (above) of the substances from the acid ether soluble fraction of etiolated coleoptiles and internodes. Extracted 175 fragments. Solvent № 2. Dry weight in Fig. 12.

je poklapaju se u skoro svim zonama hromatograma. U »M« testu na Rf 0,1—0,30 prisutna je inhibicija koja odgovara fluorescenciji pri 315/420 nm. Na Rf 0,30—0,40 prisutna je jaka stimulacija u »M« testu koja se u potpunosti podudara sa fluorescencijom pri 285/360



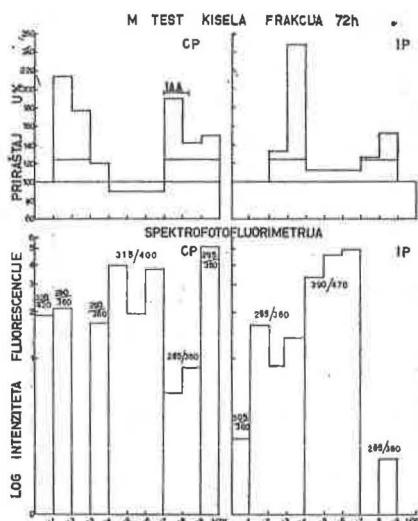
Sl. 33. Histogram pokazuje intenzitet fluorescencije (dole) i aktivnost u »M« testu (gore) materija kisele i etarske frakcije koleoptila i internodija sa crvenog svjetla. Ekstrahovano 175 fragmenata. Rastvarač broj 2. Suhe težine frakcije od 72 h date su uz sliku broj 13.

Fig. 33. Histogram showing the fluorescence intensity (below) and activity in »M« test (above) of the substances from the acid ether soluble fraction of coleoptiles and internodes from red light. Extracted 175 fragments. Solvent No. 2. Dry weight given in fig. 13.

nm (Sl. 33). Jedna materija, u skoro istoj zoni sa fluorescencijom pri 305/420 nm odgovara inhibiciji u »M« testu. Zona sa fluorescencijom 285/360 nm na Rf 0,80—1,00 je vrlo aktivna u »M« testu i po Rf odgovara IAA (Sl. 33). U ekstraktu internodije sa crvenog svjetla prisutna je fluorescencija na Rf 0,00—0,40 koja odgovara inhibiciji u »M« testu, zatim na Rf 0,40—0,70 koja takođe odgovara inhibiciji u »M« testu. Pri vrhu hromatograma prisutna je fluorescencija (290/360 nm) koja odgovara vrlo jakoj stimulaciji u »M« testu. Ova supstanca po Rf liči na IAA (Sl. 33).

Na hromatogramu koleoptila sa plave svjetlosti prisutno je više zona fluorescencije pni različitim talasnim dužinama (Sl. 31, 34). Ako upoređimo fluorescenciju sa stimulacijom u »M« testu uočavamo podudarnost na Rf 0,10—0,20, gdje je prisutna jaka stimulacija.

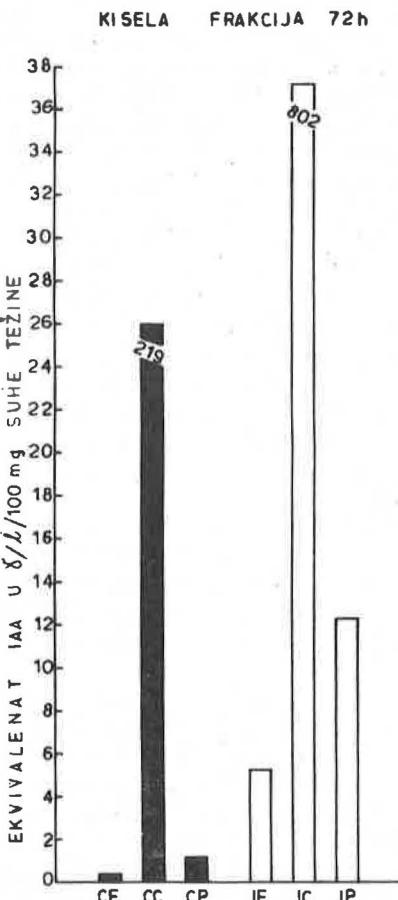
Na zoni 0,40—0,70 prisutna je jaka inhibicija, a na vrhu hromatograma na zoni Rf 0,90—1,0 prisutna je mala stimulacija u »M« testu koja odgovara fluorescenciji pri 295/360 nm (Sl. 34). Ekstrakt internodije sa plavog svjetla imao je više prisutnih supstanci na hromatogramu koje fluorescijaju. Rezultati dobiveni u »M« testu podudaraju se sa fluorescencijom na Rf 0,10—0,40 gdje je prisutna djelimična stimulacija, na Rf 0,40—0,70 gdje se javlja inhibicija i pri vrhu hromatograma gdje je uočena stimulacija (Sl. 34).



Sl. 34. Histogram pokazuje intenzitet fluorescencije (dole) i aktivnost u »M« testu (gore) materija iz ekstrakta kisele etarske frakcije koleoptila i internodija sa plavog svjetla. Ekstrahovano 175 fragmenata. Rastvarač broj 2. Suhe težine date uz sliku broj 14.

Iz dobivenih rezultata se uočava da su u ekstraktu kisele frakcije prisutne dvije aktivne materije ( $SEK_1$  i  $SEK_2$ ) koje su bile aktivne u »M« testu i imale maksimum aktivacije i fluorescencije pri 285/360 nm. Supstanca  $SEK_1$  je bila aktivna samo u ekstraktu osvjetljivanih coleoptila, dok je supstanca  $SEK_2$  kod etioliranih coleoptila u »M« testu bila vrlo slabo aktivna, dotele kod internodija iz mračka nije uopšte.  $SEK_2$  po Rf, maksimumu aktivacije i fluorescenciji liči na IAA.

Ako upoređimo kvantitativnu zastupljenost materija rastenja kod različito tretiranih coleoptila i internodija iz ekstrakta kisele frakcije, zapažamo veći sadržaj kod osvjetljivanih nego kod etoliranih biljaka. Favorizovanje biosinteze aktivnih materija naročito se primjećuje kod biljaka gajenih na crvenom svjetlu (Sl. 35). Ako se sadržaj auksina izrazi na broj biljaka i 1 cm dužine, dobijaju se slični odnosi kao i pri preračunavanju na suhu težinu.



Sl. 35. Ukupna količina materija rastenja kisele etarske frakcije kod različito tretiranih koleoptila i internodija. Rezultati su preračunati u  $\gamma$  ekvivalentima IAA/100 mg suhe težine.

Fig. 35. The total content concentration of the growth substances of the acid ether soluble fraction differently treated coleoptiles and internodes. Results calculated into  $\gamma$  equivalents of IAA/100 mg of dry weight.

## DISKUSIJA

Naša saznanja o interakciji svjetlosti i hormona nalaze se još uvijek na nivou hipoteza. Isto tako podaci iz literature o ovome problemu su dosta kontradiktorni. Jedan od najvećih uzroka kontradiktornosti o efektu svjetlosti na hormone je raznovrsna tehnička purifikacije i determinacije, koja navodi autore na donošenje

različitih sudova i zaključaka o ovome fenomenu. Rezultati dobiveni u našim ogledima pomoću dvije različite tehnike, najbolje pokazuju koliko je teško na osnovi samo jedne metode steti predstavu o mehanizmu dejstva svjetlosti na hormone. Analizom kvantitativne zastupljenosti triptofana metodom spektrofotofluorimetrije u ekstraktima različito tretiranih internodija od 72 h našli smo da je njegov sadržaj veći čak i do 100% kod osvjetljavanih nego kod etioliranih biljaka, dok »M« test ne pokazuje značajne razlike.

Analizom rezultata dobivenih pomoću »M« testa vidi se da sadržaj auksina kod etioliranih koleoptila i internodija sa starošću opada, naročito u ekstraktima vodene frakcije, u odnosu na osvjetljavane biljke. Ovakav opadajući trend u funkciji vremena možda nastaje zbog potrošnje aktivnih materija pri raznim biosinteza, ili zbog pojave inhibitora koji maskiraju njihovo prisustvo. Veliki sadržaj triptofana pri 18 h i njegovo opadanje sa vremenom, kako je pokazao »M« test, možda nastaje kao posljedica inkorporacije u odgovarajuće proteine, ili je, najvjerojatnije, njegovo prisustvo prikriveno inhibitorima.

I rezultati dobiveni spektrofotofluorimetrijskom analizom su pokazali da je sadržaj triptofana bio veći kod etioliranih nego osvjetljavanih koleoptila, za razliku od internodija gdje se javlja obrnut slučaj. Ovi rezultati pokazuju da organ koji raste ima manje triptofana od inhibiranog, što ukazuje na njegovu inkorporaciju u proteine.

Slaba aktivnost auksina u »M« testu, iz ekstrakta vodene frakcije koleoptila, a naročito internodija sa crvenog svjetla, najvjerojatnije je posljedica pojave inhibitora fenolne prirode, čija se biosinteza na svjetlosti, a naročito crvenoj, pospješuje. Manja aktivnost velikog uzorka u »M« testu najvjerojatnije nastaje zbog većeg prisustva inhibitora, koji koče aktivnost auksina, naročito kod osvjetljavanih biljaka. Iz rezultata »M« testa, gdje je sumarna aktivnost auksina preračunata na suhu težinu, kod uzorka koji su upotrebљavani za spektrofotofluorimetrijsku analizu, vidi se da je njihov sadržaj bio manji u svim frakcijama kod različito tretiranih koleoptila, nego odgovarajućih internodija. Manji sadržaj auksina kod koleoptila možda je uzrokovao njihovim bazipetalnim kretanjem.

Naši rezultati dobiveni pomoću »M« testa, naročito od 18 h, pokazuju da je auksina bilo mnogo manje kod osvjetljavanih nego kod etioliranih koleoptila. Samo ovi rezultati idu u prilog hipotezi po kojoj svjetlost visokoga intenziteta izaziva u koleoptilima fotoaksidaciju auksina (Curry i Thiman, 1961). Po ovim autorima važna supstanca koja učestvuje u procesu fotoaksidacije je riboflavin. U prilog ovoj hipotezi idu rezultati dobiveni *in vitro* od strane Galstonia i Bakera (1949) i Braunaera (1952). I stariji eksperimentalni podaci pokazuju da je sadržaj difundirajućih auksina bio manji kod osvjetljavanih koleoptila ovsa nego etioliranih. Mogu se navesti u prilog ove konstatacije (Went, 1928; Oppernoot, 1942). Najnoviji rezultati Zenka (1968) u vezi sa ovim problemom, koje je dobio na

osnovi analize fotooksidacije markirane nastilsirčetne kiseline (NAA —  $^{14}\text{C}$ ) idu u prilog hipotezi o fotoksidaciji auksina u koleoptilu. Autor je zaključio da je receptor za ovu fotodekarboksidaciju jedan nepoznati flavin čiji je sadržaj mogao veći u osnovi koleoptila nego pri vrhu. Međutim, analizirajući naše rezultate sa aspekta iznijete hipoteze, o fotooksidaciji, možemo doći do zaključka da svjetlost djeluje stimulativno na produkciju svih auksina, osim onih u vodenoj frakciji etioliranih biljaka, naročito od 18 h, gdje imamo njihov veći sadržaj nego kod osvjetljavanih, kako je pokazao »M« test. Samo ovi podaci išli bi u prilog hipotezi o fotooksidaciji auksina kod osvjetljavanih koleoptila. Međutim, svi ostali naši rezultati za auksine iz raznih frakcija: etarske, kisele i neutralne pokazuju da svjetlost djeluje stimulativno na produkciju auksina, a naročito kod internodija, što je u suprotnosti sa teorijom fotooksidacije. Pod pretpostavkom da i postoji proces fotooksidacije, iako je akceptor svjetlosti u ovome sistemu flavin, kako onda objasniti efekat crvene svjetlosti? Kada bi i postojao ovaj sistem, onda bi u tome slučaju trebalo očekivati različit efekat crvene i plave svjetlosti. Međutim, naši rezultati nisu pokazali neke bitne razlike u efektu ove dvije svjetlosti. Sve ovo kao i rezultati u našim ogledima upućuje na to da se efekat svjetlosti na fitohormone kanališe preko fitohroma koji igra vrlo važnu ulogu u ovim procesima.

Dobiveni rezultati o sadržaju auksina kod različito tretiranih internodija, idu u prilog konstatacije više autora da je internodija važna i da je više zavisna od auksina koji se stvaraju u nodusu nego u vrhu koleoptila (Mer, 1951; Ng i Audus, 1964; Yamaki i Fuyii 1968). Rezultati o stvaranju auksina pod uticajem crvene svjetlosti kod internodija, slažu se sa rezultatima Yamakia i Fuyii (1968) da crvena svjetlost ima vrlo važnu ulogu pri biosintezi auksina u tkivu nodusa.

Većina naših rezultata o uticaju svjetlosti na metabolizam auksina pokazuju da ona povećava njihov sadržaj. Ovi podaci se slažu sa konstatacijom više autora da svjetlost pospešuje produkciju auksina (Oppenoort, 1942; Biebel, 1942; Shen-Miller i Gordon, 1966; Yamaki i Fuyii, 1968). Naši rezultati ne pokazuju korelaciju između sadržaja auksina s jedne strane i izduživanja internodija i koleoptila s druge, nego čak nasuprot pokazuju da inhibirane internodije imaju više hormona. Ovi podaci idu u prilog rezultatima Sandmeiera i Nitscha (1963, 1966, 1967) dobivenih gajenjem fragmenata internodije ovsa koji su konstatovali da se inhibicija prve internodije na crvenom svjetlu javlja u prisustvu IAA i gibberelina. Sudeći po našim podacima može se doći do zaključka da inhibicija prve internodije nije posljedica deficit-a fitohormona, nego je, prije bi se reklo, uzrokovana njezinom neosjetljivošću na hormone, ili nekim drugim faktorom. Ovi rezultati se slažu sa rezultatima Yamakia i Fuyii (1968) koji su konstatovali da poslijе osvjetljavanja crvenom svjetlošću dolazi do povećavanja sadržaja auksina kod internodija, a

naročito nodusa. Autori prepostavljaju da inhibicija internodije dolazi zbog smanjivanja osjetljivosti internodija na auksine kao i zbog prisustva velike količine auksina koji se akumuliraju u nodusu, čija povećana koncentracija izaziva inhibiciju. Oni ovu akumulaciju auksina u nodusu smatraju glavnim uzročnikom inhibicije internodije kod intaktnih biljaka.

Kako objasniti prisustvo velike količine auksina kod inhibiranih internodija i koleoptila kada se zna da ove supstance stimuliraju rastenje? Ako pokušamo da interpretiramo navedeni fenomen, onda je moguće prepostaviti nekoliko alternativa: (1) da veća koncentracija auksina može djelovati inhibitorno, (2) da prisustvo inhibitora sprečava efekat povećane koncentracije fitohormona, (3) da možda nedostaje neophodni protein-medijator, ili neki drugi faktor koji aktivira supstance rastenja. Alternativa pod (1) za objašnjenje ovoga fenomena teško je prihvatljiva, jer su mnogi autori konstatovali da se povećane koncentracije ovih materija vežu za razne komplekse i tom prilikom postaju inaktivne. Druga alternativa, koja govori o inhibitornom dejstvu fenola, ne može se još uvijek bez rezerve primiti, jer nije poznat njihov efekat u sistemu *in vitro*. Najvjerojatnija je treća pretpostavka da svjetlost djeluje na medijator — protein ili neki drugi faktor koji je neophodno aktivirati da bi i sami hormoni bili aktivni. Međutim, uslijed deficitata ovog faktora dolazi do povećanog nivoa fiziološki inaktivnih formi hormona.

Inhibitoran efekat svjetlosti na prvu internodiju ovsu, jedino se može objasniti vrlo složenim mehanizmima svjetlosti i svih fitohormona i inhibitora. Najvjerojatnije je da svjetlost u ovom procesu igra ulogu tragera, a da kasnije, kao implikacija početnog stimulusa svjetlosti, nastaju reakcije tipa koakcije koje imaju za posljedicu inhibiciju prve internodije. Ova inhibicija je prije normalno reagovanje biljke na svjetlost, nego negativan odraz tog djelovanja. Svjetlost djeluje kao jedan vrlo važan parametar na ulazu u živi sistem biljke i kao posljedica tog djelovanja dešavaju se promjene preko složenih hormonalnih mehanizama, koji obezbjeđuju biljci normalan rast i razviće. Usporeno rastenje internodije na svjetlosti nastaje kao posljedica njezinog učešća u korelativnom mehanizmu od kojeg zavisi homeostatično stanje funkcionalnog integriteta biljke kao živog sistema. Problem interakcije svjetlosti i hormona je vrlo složen i nije isključena mogućnost da osim hormonalnog mehanizma postoje i neki drugi alternativni putevi djelovanja.

Naši rezultati o interakciji svjetlosti i auksina idu u prilog tezi da je biosinteza auksina pod kontrolom fitohroma. Isto tako oni se slažu sa konstatacijom drugih autora da plava svjetlost, kao i crvena, ima stimulativan efekat na aktivaciju fitohroma. (Siegelman i Firer, 1964; Loercher, 1966; Blaaw-Jansen, 1968 a, b.) Povećavanje količine auksina kod osvjetljavanih biljaka najvjerojatnije nastaje kao posljedica aktivacije fitohroma pod uticajem crvene (660 nm) i plave (440 nm) svjetlosti koje imaju jak efekat na fitohrom.

I na kraju može se izvesti zaključak da se interakcija svjetlosti i fitohormona ne može objasniti jednostavno, smanjivanjem ili povećanjem njihovog sadržaja kod biljaka. U prilog ovoj tezi mogu se navesti naši rezultati koji su pokazali da nema direktnе korelacije između količine auksina i rastenja različito tretiranih koleoptila i internodija. Ovi podaci upućuju na pretpostavku da je za aktivnost hormona neophodan neki medijatorni faktor koji je fotosenzibilan i bez čijeg prisustva hormoni, vjerovatno, ne mogu da indukuju rastenje bez obzira na njihovu količinu.

## REZIME

Pomoću više metoda (ekstrakcije, hromatografije na tankom sloju, mezokotil testa i spektrofotofluorimetrije) proučavali smo uticaj svjetlosti različitih talasnih dužina na rastenje ovsu i sadržaj hormona.

Plava, a naročito crvena, svjetlost djelovala je stimulativno na rastenje koleoptila, na pojavu primarnog lista, a inhibitorno na rastenje prve internodije. Paralelno sa ovim morfogenetskim promjenama pratili smo promjene u sadržaju auksina kod različito tretiranih koleoptila i internodija. Ekstrakciju biljaka vršili smo poslije osvjetljavanja od 18, 36 i 72 h. U ekstraktima vodene frakcije pomoću »M« testa otkrili smo tri stimulatora rastenja označena kao SV<sub>1</sub>, SV<sub>2</sub> i SV<sub>3</sub>. Supstanca SV<sub>1</sub> predstavlja triptofan, dok identitet ostale dvije nije dovoljno poznat, ali na osnovi maksimuma aktivacije i fluorescencije izgleda da su indolne prirode. Na osnovi kvantitativne zastupljenosti aktivnih materija u ekstraktima različito tretiranih koleoptila i internodija, kako je pokazao »M« test, može se zaključiti da je njihov sadržaj bio mnogo veći kod etioliranih koleoptila i internodija nego kod osvjetljavanih, a naročito pri 18 h. Međutim iz rezultata »M« testa sa malim uzorcima ekstrahovanog materijala, vidi se da je sadržaj auksina bio mnogo veći kod osvjetljivanih koleoptila i internodija. Ova razlika vjerovatno nastaje zbog povećane koncentracije inhibitora kod većeg uzorka koji sprečavaju efekat auksina. Karakteristično je da poslije 36 h dolazi do rapidnog opadanja auksina naročito kod etioliranih biljaka. Spektrofotofluorimetrijska analiza ekstrakta različito tretiranih koleoptila, pokazala je da je triptofana bilo više u ekstraktu etioliranog koleoptila nego osvjetljavanog, dok je njihov sadržaj kod koleoptila sa plavog i crvenog svjetla bio približno isti. Međutim, ova analiza je pokazala da je sadržaj triptofana bio značajno veći kod osvjetljivanih internodija nego kod etioliranih. Vjerovatno da ova razlika u količini triptofana dolazi uslijed njegove brže inkorporacije u proteine organa koji rastu.

U etarskoj frakciji pomoću »M« testa otkrivene su tri aktivne materije (SE<sub>1</sub>, SE<sub>2</sub>, SE<sub>3</sub>). Materija SE<sub>3</sub> po Rf je slična IAA, dok je

identitet druge dvije supstance nepoznat. Na osnovi kvantitativne analize aktivnih materija u ekstraktima etarske frakcije različito tretiranih koleoptila i internodija vidi se da se sa vremenom povećava njihov sadržaj u korist osvjetljavanih biljaka. Kisela etarska frakcija je imala dvije aktivne supstance ( $SEK_1$ ,  $SEK_2$ ). Maksimumi aktivacije i fluorescencije pokazuju da je supstanca  $SEK_1$  indolne prirode, dok  $SEK_2$  po Rf, spektru aktivacije i fluorescencije odgovara IAA. Kod neutralne etarske frakcije takođe se javljaju dva stimulatora u ekstraktu ( $SEN_1$ ,  $SEN_2$ ) za koje se, s obzirom na njihove maksimume aktivacije i fluorescencije, može zaključiti da su indolne prirode. Kvantitativna zastupljenost auksina iz ekstrakta kisele i neutralne frakcije, pokazuju da je njihov sadržaj veći kod osvjetljavanih koleoptila i internodija, a naročito na crvenoj svjetlosti.

Rezultati dobiveni pomoću »M« testa sa malim uzorcima, kao i rezultati spektrofotofluorimetrijske analize, pokazuju da je sadržaj triptofana i ostalih aktivnih materija iz svih frakcija veći kod internodija, naročito osvjetljavanih nego kod odgovarajućih koleoptila. Nije nađena direktna korelacija između rastenja i količine auksina.

## SUMMARY

Using different methodes (extraction, chromatography on the thin layer, mesocotil test and spectrophotofluorimetry) we tested the influence of the light of different wavelengths on the growth of oat and the hormone content.

Blue, and particularly red light had a stimulative effect on the coleoptile growth, the appearance of the primary leaf and on the first internode inhibition. During these morphological changes we also followed the variations of the auxin content of differently treated coleoptiles and internodes. The plants were extracted after the irradiation of 18, 36 and 72 hours. Three stimulators of the growth, marked as  $SV_1$ ,  $SV_2$ ,  $SV_3$ , were discovered in the water soluble fraction using »M« test. The substance  $SV_1$  is tryptophan, while the other two substances are not identified. However, judging by the maximum activation and fluorescence, they seem to be of an indolic nature. According to the quantitative content of the active substances in the extracts of differently treated coleoptiles and internodes — shown by »M« test — it is obvious that their content can be higher in the etiolated coleoptiles and internodes than in the irradiated ones, particularly those illuminated for 18 hours. The results of »M« test done on the small samples of the extracted material show that the auxin content was fairly higher in the irradiated co-

---

Ovaj rad je rađen u fitofiziološkoj laboratoriji Prirodno-matematičkog fakulteta u Sarajevu i Beogradu. Puno se zahvaljujem na pomoći i savjetima dr doc. M. Nešković.

coleoptiles and internodes. The difference is probably caused by the increased concentration of inhibitors at the larger sample of plants preventing the auxin effect. The characteristic is that after 36 hours, auxin decreases rapidly in the etiolated plants. The spectrophotofluorimetric analysis of the extracts of differently treated coleoptiles shows that there was more tryptophan in the extract of etiolated coleoptile than in the irradiated one, while its content in the coleoptile from blue and red light was approximately the same. The content of tryptophan, which was considerably higher in the illuminated internodes than in the etiolated ones, was also shown by this analysis. The difference of the tryptophan amount seems to be caused by its faster incorporation into the protein of the growing organs.

Using »M« test, three active substances ( $SE_1$ ,  $SE_2$ ,  $SE_3$ ) were found in the ether soluble fraction. The substance  $SE_1$  by Rf is similar to IAA, and the other two substances are not identified. The quantitative analysis of the active substances in the extracts of the ether fraction of differently treated coleoptiles and internodes shows that in course of time their content increases in behalf of the irradiated plants. The acid soluble fraction contained two active substances ( $SEK_1$  and  $SEK_2$ ). The maximum activation and fluorescence have revealed the indolic nature of the substance  $SEK_1$ , while  $SEK_2$  by Rf, and by the spectrum of activation and fluorescence, is adequate to IAA. In the neutral soluble ether fraction, there have also been two stimulators of the extract ( $SEN_1$  and  $SEN_2$ ) and with regard to their maxima of activation and fluorescence, they are of an indolic nature. The quantitative auxin content from the extract of the acid and neutral soluble fraction shows their higher content in the irradiated coleoptiles and internodes, particularly after the irradiation with red light.

The results obtained using »M« test with small samples, as well as the results of the spectrophotofluorimetric analysis show that the content of tryptophan and all other substances from all fractions is higher in the internodes, particularly in the irradiated ones, than in the respective coleoptiles. The direct coorelation between the growth and the auxin content has not been found.

#### LITERATURA

- Ballin, G. (1964): Dünnschichtchromatographische Trennung von Indolederivaten in neutralen Fliessmitteln. Jour. Chromatography, 16, 152—156.
- Biebel, J. P. (1942): Some effect of radiant energy in relation to etiolation. Plant Physiol. 17, 377—396.
- Blaaw, O. H., G. Blaauw-Jansen, W. J. Leeuwen (1968a): An irreversible red light-induced growth response in *Avena*. Planta, 82, 87—104.
- Blaauw-Jansen, G. O. H. Blaauw (1968b): Effect of red light on irreversible and reversible expansion of *Avena* coleoptile sections. Planta, 71, 291.

- Blaauw-Jansen, G. (1959): The influence of red and far red light on growth and phototropism of the *Avena* seedling. *Acta. Bot. Neerl.* 8, 139.
- Brauner, L. (1952): Über den Mechanismus der Photolyse des Heteroauxins. *Naturwiss.* 40, 23—25.
- Butler, V. L., S. R. Hendricks, H. W. Siegelman (1964): Action spectra of phytochrome in vitro. *Photochem. Photobiol.* 3, 521—528.
- Curry, G. M., K. V. Thimann (1961): Phototropism; the nature of the photoreceptor in higher and lower plants. In »Progress in Photobiology« Elsevier Publ. 127—134.
- Fletcher, R. A., S. Zalik (1964): Effect of light quality on growth and free indoleacetic acid content in *Phaseolus vulgaris*. *Plant. Physiol.* 39, 328—333.
- Fletcher, R. A., S. Zalik (1965): Effect of light several spectral bands on the metabolism of radioactive IAA in bean seedlings. *Plant. Physiol.* 40, 549—552.
- Fransson, P., T. Ingestad (1955): The effect of an antiauxin on the indoleacetic acid content in *Avena* coleoptile. *Physiol. Plantarum*, 8, 336—342.
- Galston, A. W., M. E. Hand (1949): Studies of the physiology of light action. I. Auxin and the light inhibition of growth. *Am. J. Bot.* 36, 85—94.
- Galston, A. W., R. S. Baker (1949): The photodynamic — action of riboflavin. *Am. J. Bot.* 36, 733—780.
- Hopkins, W. G., W. S. Hillmann (1966): Relationships between phytochrome state and photosensitive growth of *Avena* coleoptile segments. *Plant. Physiol.* 41, 593—598.
- Jepson, J. B. (1963): Indoles and related Ehrlich reactors »Chromatographic and electrophoretic techniques« Ed. J. Smith. Heinemann. London, 183—211.
- Kögler, F., A. J. Haagen Smith, H. Erxleben (1934): Über ein neues Auxin (»Heteroauxin«) aus Harn. *Heppe-Seil. Z.* 228, 90—103. Iz Audusa (1959) »Plant growth substances.«
- Krivokapić, K. (1967): Preliminarna ispitivanja auksina u ekstraktu stabla *Avena sativa* L. *Godišnjak Biol. inst.* 20, 41—49.
- Kuraishi, S. P., M. Muir (1964): Paper chromatographic study diffusible auxin. *Plant Physiol.* 1, 23—28.
- Loercher, L. (1966): Phytochrome changes on correlated to mesocotyl inhibition in etiolated *Avena* seedlings. *Plant Physiol.* 41, 932—937.
- Mer, C. L. (1951): A critical study of the auxin theory of growth regulation in the mesocotyl of *Avena sativa* Ann. Bot. 15, 179—204.
- Nakamura, T., I. Hiroyoshi (1962): Intercellular localisation of native auxin in *Avena* coleoptile. *Plant and Cell. Physiol.* 3, 149—156.
- Ng, E. K., J. L. Audus (1964): Growth regulator interaction in the growth of the shoot system of the *Avena sativa* seedlings I. *J. Exp. Bot.* 15, 67—96.
- Nešković, M., D. Burnett (1966): Identification of the tryptophan and indoleacetic acid in pea shoot extracts. *Arhiv. biol. nauka*, 18, 221—227.
- Nitsch, J. P., C. Nitsch (1956): Studies of the growth of the coleoptile and first internode sections. A new, sensitive, straight growth test for auxin. *Plant Physiol.* 31, 94—111.

- Oppenoorth, W. F. F. Jr. (1942): On the role of auxin in photopropism and light growth-reactions of Avena-coleoptiles. Rec. Trav. Bot. Neerl. 38, 287—372.
- Radts, E. H. Söding (1957): Chromatographische Untersuchungen über die Wuchsstoffe der Hafercoleoptile. Planta, 49, 47—60.
- Overbeek, J. van (1936): Growth hormone and mesocotyl growth. Rec. Trav. Bot. Neerl. 33, 333—340.
- Sandmeier, M., J. P. Nitsch (1963): Photobiologie du mesocotyle d'avoine I. Action de rouge clair et rouge sombre. Photochem. Photobiol. 2, 479—491.
- Sandmeier, M., J. P. Nitsch (1966): Photobiologie du mesocotyle d'avoine. II. Stimulation de l'elongation par la lumière rouge sombre en présence de diverses gibberellines. Photochem. Photobiol. 5, 75—81.
- Sandmeier, M., J. P. Nitsch (1967): Photobiologie du mesocotyle d'avoine III. Double effect de la lumière bleue. Photochem. Photobiol. 6, 269—285.
- Shen-Miller, S. A. Gordon (1966): Hormonal relation in the phototropism response. IV. Light induced — changes of endogenous auxins in the coleoptile. Plant Physiol. 41, 838—842.
- Siegelman, H. V., M. Firer (1964): Purification of phytochrome from oat seedlings. Biochemistry, 53, 418—423.
- Stahl, E. (1967): Dünnenschicht-Chromatography, 2 Aufl. Springer Verlag.
- Terpstra, W. (1953): Chromatographic identification of growth substances extracted from Avena coleoptile tips. Proc. Kon. Nedrl. Akad. Wet. 38, 206—213.
- Terpstra, W. (1955): Extraction and identification of growth substances, with special reference to the Avena coleoptile tip. Thesis Utrecht.
- Thomson, B. F. (1950): The effect of light on rate of development of Avena seedlings. Am. J. Bot. 37, 284—290.
- Thomson, B. F. (1954): The effect of light on cell division and cell elongation in seedlings of oats Amer. J. Bot. 41, 326—332.
- Weintraube, R. L., L. Price (1947): Developmental physiology of the grass seedling. II. Inhibition of mesocotyl elongation in various grasses by red and by violet light. Smithson Misc. Coll. 21, 1—15.
- Went, F. V. (1928): Wuchsstoff und Wachstum. Rec. Trav. Bot. Neerl. 25, 1—16. Iz Audusa (1959): »Plant growth substances«.
- Wildman, S. J., G. Bonner (1948): Observation on the chemical nature and formation of auxin in the Avena coleoptile. Amer. J. Bot. 35, 740—746.
- Winter, A., K. V. Thiman (1966): Bound indoleacetic acid in Avena coleoptiles. Plant Physiol. 41, 336—343.
- Witrow, R. B., W. H. Klein, V. B. Elstad (1957): Action spectra of photomorphogenic induction and its photoinactivation. Plant Physiol. 32, 453—462.
- Yamaki, T., T. Fuyii (1968): Effect of light on auxin transport through the node tissue of Avena seedling. In »Biochemistry and physiology of plant growth substances.« Internat. Confer. Ottawa. 1025—1036.
- Zenk, M. H. (1968): The action of light on metabolism of auxin in relation to phototropism. In »Biochemistry and Physiology of plant growth substances.« Internat. Confer. Ottawa. 1109—1128.



*RADULOVIC J. VASO i STEFANOVIC VITOMIR*

*Mikrobiološki laboratorij Poljoprivrednog fakulteta — Sarajevo  
Zavod za ekologiju šuma Šumarskog fakulteta — Sarajevo*

## **EKOLOŠKE I AZOTOFIKSACIONE OSOBINE JOHA ECOLOGICAL AND NITROGEN — FIXING CARACTERICTS OF ALNUS**

(Rad je finansirao Republički fond za naučni rad SRBiH)

### **UVOD**

Biološka fiksacija azota, pored značaja za poljoprivredu u čijem okviru je doskora jedino i proučavana, ima isti, ako ne i veći, značaj u obogaćivanju i drugih sredina ovim za živi svijet neophodnim asimilativom. Naime, dok je čovjek, zahvaljujući napretku industrije azotnih đubriva, u mogućnosti da podmiri danas samo 22% potreba u azotu (Mišulin, 1968) i to na oraničnim površinama, još uvek nema mogućnosti za njegovu širu primjenu i na ostale sredine. Otuda je posljednjih godina došlo do šireg interesovanja za ovu problematiku među naučnicima, a mišljenje da se 9/10 potreba u azotu i danas podmiruju mikrobiološkim putem (Bihovski, 1967) jasno govori o tome koliki je značaj azotofikacije u sredinama gdje je čovjekov uticaj neznatan.

U takve sredine, u koje je čovjek veoma malo u mogućnosti, sem u ogledne svrhe, da unosi azotna đubriva spadaju i šumska zemljišta. Otuda je i prirodno što se ovoj pojavi poklanja posebni značaj od strane šumara, a pogotovo mikrobiologa, pretežno zaokupljenih problemima stvaranja biljnih asimilativa, pa i azota u šumskim staništima. Intenzivnija ispitivanja provedena posljednjih godina (Bond 1958, 1963, Mišulin 1968, McKee 1962, Milojević 1963, Allen 1964. i dr.) pokazuju da se na šumskim staništima sreću svi oblici azotofiksacije poznate u poljoprivrednim zemljištima. Poznato je, takođe, da isti ekološki uslovi koji utiču i u šumskim staništima (Tešić 1949, Aleksandar 1962, Krasilnikov 1958, Posson 1958. i dr.). Međutim, raznim

oblicima azotofiksacije se još uвijek poklanja različita pažnja. Otuda s uв različite ocjene o ulozi pojedinih azotofiksatora u prevođenju atmosferskog azota u vezane oblike u šumskim sredinama. Među one oblike azotofiksacije kojima se pridaje poseban značaj spada simbiozna azotofiksacija do koje dolazi u kvržicama biljaka iz roda *Alnus*. Ovo je donekle i prirodno, poшто su pojedine vrste ovog roda veoma zastupljene na čitavoj severnoj polulopti (Fu勘rek 1969) i što dosadašnja ispitivanja pokazuju da se, zahvaljujući ovoj simbioznoj zajednici, prevodi i do 400 kg azota po hektaru godišnje (Allen 1964, Bond 1963). Nema sumnje da su: laka uočljivost centra — kvržice (Meyen 1829) — u kom dolazi do prevođenja atmosferskog azota u vezane oblike i relativno rano zapažanje mikroorganizama u kvržicama (Voronin 1867), kao i teška identifikacija uzročnika kvržičenja uticali na mnoge istraživače posljednjih 100 godina (Frank 1891, Nobbe et Hiltner 1904, Bottomley 1911, Brunchorst 1885, Hiltner 1896, Peklo 1910) da ovu pojavu proučavaju. Ispitivanja, pak, provedena posljednjih desetak godina (Bond 1963, Mišustin 1967, Allen 1964) doprinijela su da se sagleda značaj i uloga pojave za sredine u kojima ove biljke uspijevaju, a pogotovu za biljku domaćina.

Rezultatima istraživanja botaničara o rasprostranjenju i morfološko-sistematskim odlikama crne, sive i zelene johe — koja su ranije vršena (Beck-Menegetta, Adamović, Hirc, Vukotinović, Maly i dr. cit. po Stefanoviću, 1964), kao i novijim istraživanjima, zasnovanim na savremenim metodama proučavanja flore i vegetacije kod nas, došlo se do saznanja o nekim autoekološkim i biocenološkim svojstvima ovih vrsta. Šumarska istraživanja pružila su takođe dragocene podatke o njihovim uzgojnim, taksonomim i tehničkim osobinama (Horvat 1938, 1963, Dekanić 1959, Glavač 1959, 1960, 1962, Vukicević 1956, 1959, 1966, Jovanović 1967, Fukarek 1956, 1969, Anić 1960, Em 1964, Milinšek 1959, Stefanović 1964, Wraber 1960, 1969).

Naprijed rečeno samo donekle govori o značaju i pažnji koja se poklanja ispitivanju vrsta roda *Alnus* kao šumskih biljaka i o njihovoј sposobnosti da obogaćuju zemljište azotom. Takođe se iz citiranih podataka vidi da je o značaju i rasprostranjenosti ovih biljaka i kod nas dosta pisano i rađeno, te da su kao šumske kulture prilično ispitivane iz raznih aspekata. Međutim, njihovoј sposobnosti da u zajednici sa mikroorganizmima koji žive u kvržicama na njihovom korijenu i vezuju atmosferski azot ranije nije poklanjana pažnja, niti je o toj njihovoј osobini (izuzev u udžbeničkoj literaturi) pisano. Imajući to u vidu, i odazivajući se pozivu Komisije koja je pojavu azotofiksacije na neleguminozama posebno obrađivala u okviru Međunarodnog biološkog programa, postavili smo za cilj: ispitati osnovne ekološke i azotofiksacione osobine vrsta roda *Alnus* koje rastu u našoj zemlji.

Cilj nam je takođe bio i da podstaknemo dalja ispitivanja ovih pojava u našim uslovima, jer njihova rasprostranjenost i značaj kao

šumskih kultura, te njihova sposobnost da u zajednici sa mikroorganizmima koji žive na njihovom korijenju prevede atmosferski azot u vezani azot nameću takva ispitivanja.

## MATERIJAL I METODIKA

Kao materijal za ova ispitivanja iskorištavane su vrste roda *Alnus*, koji rastu u našim uslovima (*A. glutinosa*, *A. incana* i *A. Viridis*).

Ekološke osobine joha određivane su motodom uobičajenim za ovakva ispitivanja (Stefanović 1963). Za donošenje komačnih zaključaka o rasprostranjenosti pojedinih vrsta, iskorištavani su i podaci drugih istraživača koji su ispitivali ekološke osobine i značaj joha kod nas.

Metod koji je primjenjivan tokom utvrđivanja zastupljenosti kvržica na korjenu pojedinih vrsta joha potiče od Potkomiteta za biološku fiksaciju azota, nosioca projekta azotofiksacije kod neleguminoza (Bond 1966). Samim metodom se, prije svega, predviđa utvrđivanje postojanja, ili nepostojanje kvržica na pojedinim predstavnicima neleguminoza na kojima je poznato da se obrazuju kvržice.

Za ova ispitivanja, pored onog što je preporučeno u metodi Bonda (1966), iskorištavani su i pojedinačni podaci koji se navode u raznim monografijama (Allen 1958, M i š u s t i n 1968), kao i radovi samog Bonda (1958, 1963).

## REZULTATI TUMAČENJA

### A. CRNA JOHA (*Alnus glutinosa Gaertn.*)

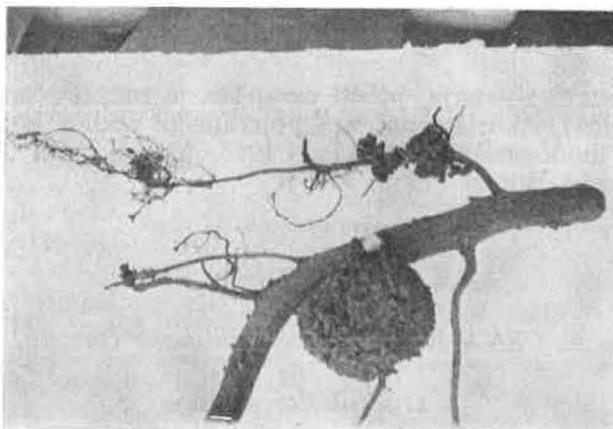
#### 1. Ekološke osobine

Među higrofilnim elementima naših šuma crnoj johi pripada značajno mjesto. Zauzima staništa u području riječnih dolina na aluvijalnim i mineralno-močvarnim (močvarno-oglejenim) zemljištim, koja su tokom cijele godine zasićena vodom, a djelimično i zamočvarena. Najveće površine crnojohovih sastojina nalaze se kod nas u Sloveniji i Hrvatskoj, dok su u ostalim dijelovima zemlje veoma ograničenog rasprostranjenja. U Pomurju (Ravensko) poznati su veći kompleksi šuma na aluvijalnim terasama. Ovdje se crna joha odlikuje izvanrednim prirastom i velikom drvenom masom — u 60. godini dostiže 34 m visine, godišnji prirast od 15 m<sup>3</sup> i zaliha od 520 m<sup>3</sup> (ha) (Mlinšek 1959). Značajni kompleksi crnojoho-

vih sastojina su u Podravini, gdje u predjelu Orni Jarci, Šumarije Đurđevac ima više od 2.000 ha površine (Anić 1960).

U Bosni se crnojohove cenoze nalaze u donjim tokovima većih rijeka i njihovih pritoka, gdje su se, u stvari, zadržale samo manje grupe ili fragmenti tzv. »jošici«. To su tereni na kojima voda stagnira, a stabla johe su čunjasto uzdignut na tlu, često džombastom, nastalom usporenim razlaganjem organske mase. Ovakvi jošici karakteristični su u Sarajevskom polju, te na potezu Sarajevsko polje — Zemička kotlina. Zapaženo je u novije vrijeme da crna joha izgrađuje i posebne fitocenoze u višoj — montanoj zoni i iznad 1.000 m nadmorske visine (Em 1964, Stefanović 1964, Fukařek 1969). U pitanju su razvojni stadiji vegetacije, većinom u pojasu bukovih šuma.

Među johovim cenozama koje pripadaju svezi šuma johe i poljskog jasena (*Alnion glutinosa Malc.*) najraširenije su zajednice: *Carice elegantea* — *Alnetum* (W. Koch) Bodeux i *Laucoi* — *Fraxinetum angustifoliae*, subas. *alnetosum* (Glavač 1950). Prva je šire rasprostranjena u srednjoj Evropi (Moor 1958), a kod nas se održala kao reliktna zajednica iz Postglacijsala na humusno-glejnim i tresetnim tlima u Podravini. Druga je karakteristična za vlaž-



Slika 1.

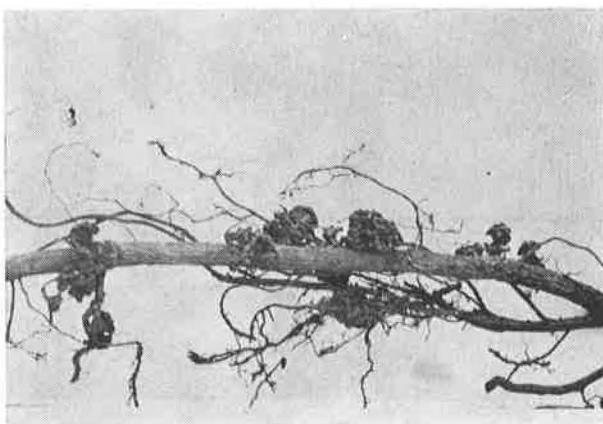
nija staništa Posavine, gdje se voda zadržava u depresijama, jer su staništa pod jakim uticajem podzemnih voda. Niz higrofilnih elemenata, koji produciraju veliku količinu organske mase, zastupljen je u ovoj cenozi. Ekološki bliska je zajednica poljskog jasena i crne johe u Baranji *Ulmesto* — *Fraxinetum alnetosum* (Antić et al. 1969).

U drugoj skupini higrofilnih šuma johe i lužnjaka (sveza *Alneto* — *Quercion roboris* (Horv.) joha izgrađuje na močvarnom, močvarno-oglejenom i tresetnom tlu posebnu cenuzu *Alnus glutinosa*

— *Carex brizoides* Horv. (*Alnetum glutinosae* Jov.). Veće površine se nalaze u Hrvatskoj, u Posavini. U Mačvi su opisane dvije varijante: vlažnija i suvlja (Vuković 1966). Posebnu cenuočini reliktna zajednica *Omorikae* — *Piceeto* — *Alnetum glutinosae* (Čolić et Gigo 1958) sa područja Tare. Pored šumsko-privrednog značaja crne johe kao vrste drveća naših poplavnih nizinskih šuma, ona ima izvanredno veliku biomeliorativnu ulogu u sukcesijama vegetacije hrastovog pojasa ravničarskih krajeva, kada, uslijed sječe, dođe do povišenja nivoa podzemne vode. Posmatrajući sa tog aspekta crnu johu, njoj pripada prvorazredna uloga (Ziani 1957). Prema ovom autoru, ona je dvostruki proizvođač azota — »azotosabirač putem korenja neposredno iz vazduha, a drugi dio azota vraća joha obilnim listincem i granjem koje se vrlo brzo razlaže.

## 2. Azotofiksacione osobine

Na sadašnjem stepenu poznавања односа микроорганизама и биљака, а посебно симбиотичких азотофиксатора и њихових домаћина, скоро је неподјелјено мишљење да до феномена преvoђења атмосferskog уvezane oblike азота долази у кврžicama. Полазећи од тога, испитивања црне јохе, као и осталих врста које код нас расту, односila су се на установљавање постојања кврžica на њиховом коријену.



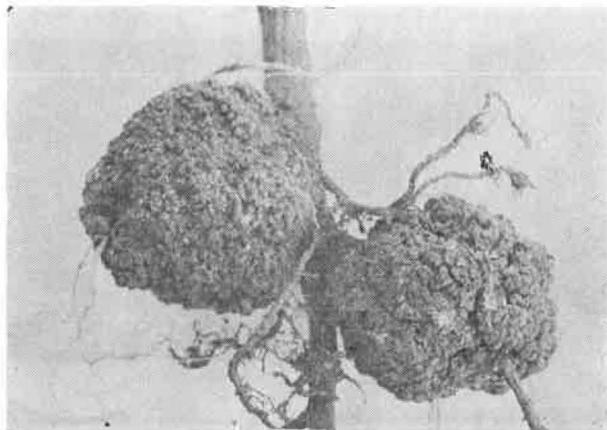
Slika 2.

У том циљу обухваћено је и доста широко подручје наше земље. Истинा, само утврђивање постојања кврžica van Bosne i Hercegovine односило се само на crnu johu, koja raste duž obala rijeka i potoka, a čiji je dio korijenovog sistema redovno vidljiv na graniči vode i zemljišta. Kvрžice su veoma uočljive na tom dijelu korijenova sistema, па и njihovo постојање nije teško utvrditi. На овај начин njihovo постојање констатовано је у свим krajevima где су испити-

vanja vršena (Slovenija, Hrvatska, Bosna i Hercegovina, Srbija, Crna Gora).

Ispitivanja i drugih soobina, osim prisustva kvržica, koje iniciraju intenzitet azotofiksacije, vršena su na crnoj johi u dolinama rijeka: Bosne i njemih pritoka, Gornje Neretve i Drine, kao i u okolini Tuzle. Ustanovljeno je mjesto obrazovanja na korijenu, njihov oblik i neke mikroskopske osobine, odnos debljine kvržice prema korijenu na kom je formirana, te rast korijena dalje od mesta obrazovanja kvržice.

Pošto se kvržice na johama bitno razlikuju i po građi i obliku od kvržica na korijenu leguminoznih biljaka, to ćemo opisati neke njihove osobine. Naime, na uzdužnom mikroskopskom presjeku kvržice jasno su vidljiva određena tkiva. Tako centralni cilindar (»stela«) zauzima centralni dio kvržice i izgrađen je od ćelijica koje se ne razlikuju od ćelijica istog tkiva korijena. Ovo tkivo se produžava čitavom dužinom kvržice. Oko centralnog cilindra nalazi se entodermalno tkivo, koje je ovdje izgrađeno od hipertrofiranih ćelijica ispunjenih endofitom. Posljednji sloj kvržice predstavlja parenhim, čije se ćelijice ne razlikuju od ćelijica istog tkiva korijena. Istimemo da su u osnovi svake kvržice ova tkiva skoro normalna i



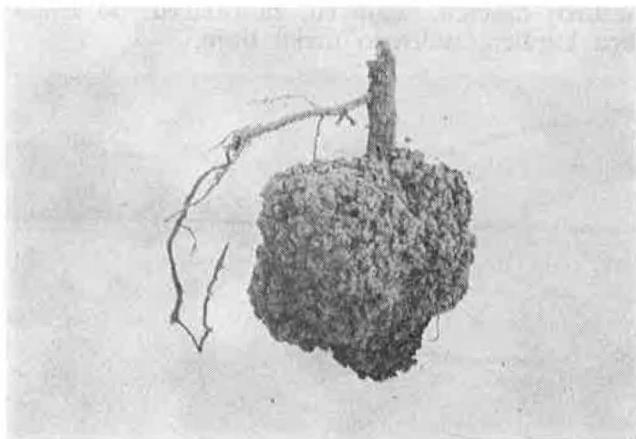
Slika 3.

zato smo ovo i označili kao kvržicu. Međutim, treba istaći da ovakve kvržice srećemo samo na jako mladom korijenu i to veoma rijetko. Može se smatrati kao redovna pojava da se istovremeno obrazuje po nekoliko ovakvih kvržica na istoj osnovi, što smo nazvali »rozeta« kvržica. Broj kvržica u rozeti može biti veoma različit, nalazili smo i do 17 kvržica, a skoro redovno ih ima od 3 — 9.

Kvržice u rozetama veoma su česte na mladom dvogodišnjem korijenu, koje nakon njihovog formiranja normalno raste ne mijene.

njajući oblik ni boju. Sreću se i na starijem i debljem korijenu, ali samo ako dio korijena na kome se formiraju pokazuje izrazite znake vitalnosti (crvenkasta boja i dosta aktivnih žilica sa dlačicama — Sl. 1. i 2). Na starijim, već potamnjelim žilama, rijetko se sreću. Treći tip kvržica, koje bi se prije nazvale gukama, jer, pored toga što su veoma krupne i sastavljene od po nekoliko stotina pravih kvržica, podsjećaju na guke koje uzrokuju patogene bakterije kod voćaka (Sl. 3). Ove kvrge su toliko krupne da po svom prečniku i po nekoliko puta premašuju prečnik žilice na kojoj se formiraju (Sl. 4).

Utvrđujući odnos prečnika ovih guka prema korijenu na kome su formirane, mogli smo konstatovati (od 130 koliko smo mjerili) da prečnik korijena prosječno iznosi 4,7 mm, a kvržice 37,6 mm. Interesantno je napomenuti da korijen nakon obrazovanja ovakvih guka naglo postaje tanji (Sl. 5). Tako je konstatovano da njegova prosječna debljina (računajući samo one kod kojih guka nije istovremeno i kraj korijenovog sistema) iznosi svega 2,5 mm. Ističemo, za razliku od mnogih autora (Mišustin 1967, 1968, Bond 1958, 1963, 1966, Allen 1964), da smo zaključili da korijen dalje ne raste (Sl. 6) i da postaje tanji (Sl. 5). Ukoliko se, pak, radi o veoma aktivnom korijenju, pa kad se na njemu obrazuju i krupne guke, ne dolazi do često isticanog, grananja korijenovog sistema dalje od mjesta izrastanja guke (Sl. 7).



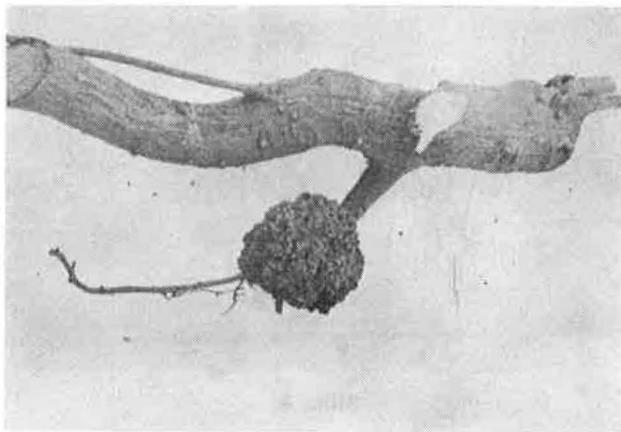
Slika 4.

Kada se radi o gukama, treba istaći i dosta rasprostranjenu pojavu da su one često sastavljene od kvržica ili rozeta obrazovanih u toku više godina. Tako se redovno može zapaziti, naročito na korijenovom sistemu koji raste u neposrednoj blizini vode (zona do 50 cm), da gornji dio kvrge (bliže stablu) počinje da trune, čak se i humifikuje. Srednji dio iste kvrge, zapravo kvržice koje ga sačinjava-

vaju počinju dobijati tamnu boju, dok su u posljednjoj trećini (vršni dio) kvržice jedre, pune i sa jasnom izraženošću crvenkaste boje, koju mnogi autori ističu i kod ovih azotofiksatora kao indikator aktivnosti (Bond 1958, Virtranen 1962).

Utvrđujući mjesto obrazovanja kvržica, mogli smo konstatovati da se one formiraju na svim dijelovima korijenovog sistema, osim njegova krajnjih dijelova koji čine otprilike njegov jednogodišnji prirast na kome su kvržice veoma rijetke. Rozete, iako postoje na jednogodišnjem korijenu, uglavnom su sastavljene od dvije do tri kvržice. Sasvim je drugi slučaj kad se radi o jednogodišnjim johama na kojima se, skoro redovno, na glavnom korijenu zapažaju rozete kvržica. Ova veoma česta, šta više i redovna, pojava postojanja kvržica na jednogodišnjim johama i veoma rijetko njihovo obrazovanje na korijenu iste starosti drugih biljaka upućuje na razmišljanje o virulentnosti endofita, kao na eventualno uspostavljanje ravnoteže između broja, a pogotovu veličine, kvržica i korijenove mase.

Kvrge, pogotovo one jako krupne (pojedine sačinjavaju i do 936 kvržica), uglavnom se nalaze na starijem korijenu kako na osnovnom tkaču i periferijskom. Ukoliko su na osnovnom korijenu, one skoro prilježu uz sam korijen, dok su one koje su obrazovane na sporednim žilama veoma različite veličine. Redovno su izdužene i često predstavljaju kraj rasta žile na kojoj se obrazuju. Ukoliko korijen i dalje raste on je redovno tanji, grana se u sitne žile i žilice sa bezbroj dlačica, koje su, za razliku od žilica na dijelu korijena, bez kvržica, redovno mrke boje.



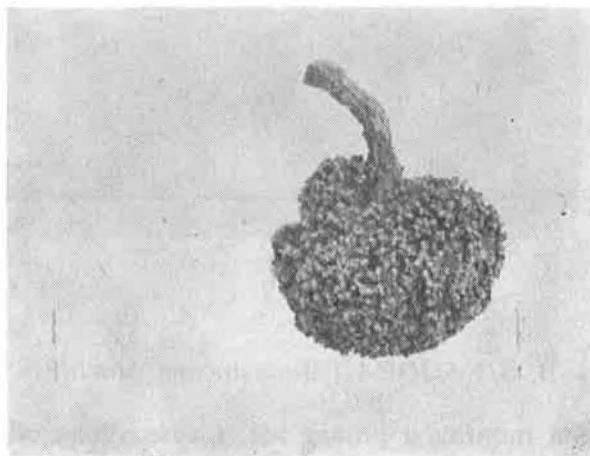
Slika 5.

Za razliku od mnogih autora, koji ovoj pojavi poklanjaju posebnu pažnju i često je ističu kao redovnu nakon izrastanja kvržica, mi bismo prije bili skloni da je vežemo za prilagođenost biljke na uslove u kojima raste, nego za uticaj materija koje se stvaraju u

kvržicama. Naime, pažljivim iskopavanjem korijena, ovu pojavu redovno smo zapažali u dijelu zemljišta do pola metra udaljenog od obale, odnosno mesta gdje se voda duže zadržava. Tu je zemljište skoro prožeto ovim žilicama i dlačicama (što bliže vodi to više). Za razliku od toga, u zemljištu udaljenijem od obale ovu pojavu veoma rijetko srećemo, čak i na korijenu iste biljke čije se žilice prostiru kako u plavom tako i u neplavnom zemljištu. Pored toga, i žile iste debljine i starosti, istina sa nešto manjim ali brojnijim kvržicama, pa i sa iste biljke, ako rastu u neplavnom zemljištu, ne samo da se poslije obrazovanja kvržica ne granaju nego i dalje normalno rastu, skoro su iste debljine prije i nakon izrastanja kvržice, a žile i žilice su im, za razliku od onih prema vodi, crvenkaste boje i daju jasnu sliku aktivnosti i vitualnosti (Sl. 1. i 2).

Sve ovo, nasuprot mišljenjima mnogih autora (Bond 1958, 1963, 1966, Allen 1964, Mc Kee 1962, Mišustin 1957, 1958), navelo nas je na razmišljanje da objašnjenje ove pojave vežemo eventualnom prilagođenošću biljke da se drži u ovakvim uslovima ili da do granjanja dolazi zbog uticaja vode i materije koje ona donosi, a ne samih kvržica. Ovo bi svakako trebalo dalje istraživati u širem obimu i u različitim uslovima.

Boja vrha kvržica je, skoro redovno, crvenkasta do mesta oda-kle se one račvaju, a zatim dobija boju korijena na kome je obrazovana, koji, takođe, ima jednu tamniju nijansu crvenkaste boje dok je aktivniji.

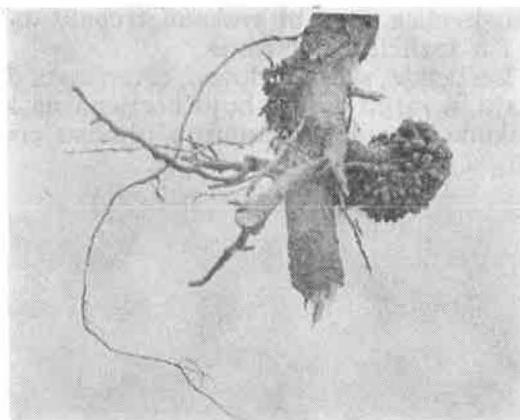


Slika 6.

Kod johe, kao i kod leguminoza, broj kvržica opada sa dubinom, tako da su već na dubini od 25 cm veoma rijetke, a na dubini od 40 cm (koliko smo najdublje izvršili iskopavanja) nalaze se samo u priobalnom zemljištu i to sasvim rijetko. Sa dubinom i veličinom kvržica znatno opada.

Mikroskopska ispitivanja odnosila su se više na građu kvržica nego na ustanavljanje osobina uzročnika njihovog obrazovanja. Međutim, potrebno je naglasiti da se i na osnovu naših ispitivanja može istaći da su ćelijice u endodermi redovno hipertrofirane, ispunjene vezikulama (zapravo pod mikroskopom vidljivim tjelešcima u obliku poluosmice), kao i da se pod fazi kontrast mikroskopom vide veliki plazmodi bjeličaste boje usred hipertrofiranih ćelijica.

Na kraju, kada se radi o crnoj johi, ističemo posebnu razlike u boji, strukturi zemljišta u njenoj rizosferi, od okolnog zemljišta. Naime, ako je okolno zemljište i pravi pseudoglej (okolina Tuzle), dio istog zemljišta na kome rastu johe redovno je i strukturnije i izrazito crne boje, čak i do dubine do 40 cm. Nažalost, njegov sastav nismo ispitivali, mada smatramo da bi to bilo interesantno i u pseudogleju, gdje je pojava zapažena, i u drugim tipovima zemljišta. Ovo tim prije, što zaista o tome postoji malo podataka, iako je pozitivan uticaj johe na poboljšanje strukture zemljišta jasno vidljiv u svim slučajevima gdje smo ispitivanja vršili.



Slika 7.

#### B. SIVA JOHA (*Alnus incana* Mnch.)

Ova vrsta montanog pojasa ide u veće visine od crne johe, naročito u kontinentalnom, unutrašnjem području naše zemlje. U Sloveniji i Hrvatskoj siva joha se nalazi u gornjim i srednjim tokovima Save, Drave i Krupe; ima je u Gorskem Kotaru, na Risnjaku, i to na relativno suvlijim staništima, takođe na aluvijalnim terasama, na pjeskovito-šljunkovitom zemljištu, sa dosta visokim nivoom podzemne vode. Ponegdje obrazuje cenozu sa crnom johom (*Alnetum glutinosae — incanae Br.-Bl.*). Najbolje joj odgovaraju vapnena, pjeskovito-aluvijalna, slabo humozna zemljišta.

U unutrašnjim krajevima Bosne njene sastojine se nalaze na nekim planinama u uskom rubu uz planinske potoke. Takav slučaj je na Trebeviću, gdje je opisana zajednica *Alnetum incanae* na verfenskim sedimentima (Stefanović 1964). Izgrađuju je manje sastojine uskih i isprekidanih površina na aluvijalno-deluvijalnim nanosima pretežno od verfenskog materijala. Sadrži i niz elemenata zajednice *Abieto-Fagetum sillicolum*, s obzirom da se nalazi pretežno u njenoj zoni.

U Podravini se često opstanak ove zajednice ugrožava meliorativnim radovima, koji prouzrokuju snižavanje nivoa podzemne vode. Na njenom mjestu, na šljunkovitim tlima, razvijaju se izvjesni progresivni stadiji bijelog bora ili drugih cenoza, već prema ekološkim prilikama (Tomažić 1942). Poznata je, takođe, i njena varijanta sa gorskim javorom *Alnetum incanae Aichinger et Siegrist*, 1930. *aceretosum* Wraber. Na Pohorju, kao i na Dravskom Kozjaku siva joha izgrađuje pionirske stadije vegetacije na silikatnoj podlozi (Wraber 1960).

Ekonomска vrijednost sive johe je znatno manja zbog slabije produkcije drvne mase i umanjenih tehničkih svojstava drveta. Međutim, ona ima izvanredan značaj kao azotofiksator u melioracijama degradiranih površina pri vezivanju i zaštiti zemljišta od erozije u području planinskih riječnih dolina (Ziani 1957).

Ispitivanja *azotofiksacionih osobina* sive johe odnosila su se, uglavnom, na utvrđivanje postojanja krvžica na korijenu. Za razliku od crne, kod nje smo, ne tako rijetko, malazili i biljaka, zapravo mnogo više korijena bez krvžica, čak i u slučajevima kada smo iskopavanja vršili veoma pažljivo. Ističemo da ovdje ne srećemo, ili srećemo vrlo rijetko, kako krupne tako i krupnije krvge. Kod njih, uglavnom, nalazimo krvžice u obliku rozeta sačinjenih od 5—6 krvžica. Kao i kod crne johe, i ovdje se one obrazuju na svim dijelovima korijena, sem njihovog jednogodišnjeg prirasta. Grananje korijenovog sistema nakon obrazovanja krvžica je nešto izrazitije nego kod crne johe, dok se boja krvžica ne razlikuje tako jasno od boje korijena, odnosno osnovne rozete.

#### C. ZELENA JOHA (*Alnus viridis D. C.*)

S obzirom na veoma uski disjunktni areal na jugu Evrope, zelena joha je značajna za nas flornogenetski i fitogeografski, javlja se isključivo u subalpinskoj zoni sa *Pinus montana var. mughus*, na vlažnim staništima iznad kiselih silikatnih stijena, najčešće na podzolastim zemljištima. Kod nas su poznate niske, gotovo polegnute i veoma guste sastojine zelene johe na Karavankama, na Vranici u centralnoj Bosni, na Staroj planini (tri Čuke) i na Šar-planini. Na Vranici, zelena joha izgrađuje sastojine na gornjoj gramoci šumske vegetacije na paleozojskim škriljcima. Ovdje je ona izrazito na

sjevernim padinama i oštro je odijeljena od klekovine i bora, te nije sasvim jasna njena sindinamska veza sa krivuljom (Fukarek 1958). Inače, na ostalim planinama, ona se javlja sekundarno poslije potiskivanja krivulja. Ponegdje se spušta i niže na rubove planinskih šuma i hladnijim udolinama kao inverzija vegetacije (Wraber 1954, Anić 1960). Interesantna je floristička, sigenetska i sindinamska individualnost zajednice *Saliceto-Alnetum viridis* Stare planine, kao njene krajnje enklave u jugoistočnom dijelu Balkanskog poluostrva (Čolić et al. 1963).

Zelena joha je od većeg značaja u sprečavanju usova tamo gdje ima veći kompaktni areal, jer korijenjem vrlo dobro veže zemljiste.

Prisustvo kvržica na zelenoj johi utvrđeno je samo u septembru 1969. godine na Vranici. Tom prilikom konstatovano je da su kvržice po obliku i veličini slične onima kod leguminoza. Naime, ovdje kvržice izrastaju na svim dijelovima jako razvijenog korijenovog sistema. Veoma su sitne i ne tako rijetke pojedinačne, samo im je vrh crvenkaste boje, a ostali dio ima boju korijena. Rozete, ukoliko se i pojavljuju, formirane su od 2—3 kvržice.

#### D. OSVRT NA AZOTOFIKSACIONE OSOBINE JOHA

Tokom ovih ispitivanja, kao što se naprijed vidi, nije utvrđivana ni azotofiksaciona spoosbnost, niti pak mikroorganizam — uzročnik obrazovanja kvržica u kojima dolazi do izražaja aktivnost ove simbiozne zajednice. Međutim, s obzirom na veoma protivrečne podatke o uzročniku kvržičenja, a isto tako i o količini prevedenog azota u vezane oblike, smatrali smo za potrebno da se osvrnemo na neka od najčešće isticanih mišljenja o ovim pojavama.

Mikroorganizmi — Da su uzročnici obrazovanja kvržica na johama mikroorganizmi zna se već više od 100 godina (Voronin 1866,) a o kvržicama kao o morfološkoj osobini korijena ovih biljaka govori se i znatno duže (Neyen 1829). Međutim, i do danas, u zavisnosti od primijenjenog metoda ispitivanja, kao uzročnici se navode i različite vrste i grupe mikroorganizama.

Glijivice — Glijivice kao uzročnike obrazovanja kvržica opisao je prvi puta Voronin (1866), navodeći da je to vrsta *Sehizia alni*. Međutim, isti autor je kasnije (1885) istakao da se radi o vrsti *Plasmodiophora alni*. Međutim, još i danas neki autori tvrde da je *Sehizia* uzročnik kvržičenja (Ziani 1957). Postoje i mišljenja da su glijivice, koje se nalaze u kvržici ili, bolje reći, kvrgi, pravi paraiziti (Allen 1964). Međutim, ni ova kao ni ona mišljenja, koja najčešće ističu botaničari, pa i šumari, da su uzročnici kvržičenja mikrozne glijivice, ne potvrđuju se primjenom modernih metoda ispitivanja, u prvom redu primjenom kultura tkiva (Bond 1963) i elektronske mikroskopije.

Pokušaji da se među bakterijama ustanovi uzročnik obrazovanja kvržica, koji takođe datiraju od kraja prošlog vijeka (Frank 1891), nisu unijeli više jasnoće u poznavanje uzročnika. Od tada do danas navodi se najčešće da su to bakterije slične kvržičnim. Pominju se vrste: *Pseudomonas radicicola* (*Rhizobium spp.* Bottolomley 1906), *Rhizobacterium* (Dangeard 1929). Allen (1954) ističe da su ovo prave kvržične bakterije ili njima jako slične (Semahanova 1967). Međutim, ni pomoću čistih kultura bakterija, kao ni ostalih mikroorganizama koji se pominju do danas kao uzročnici kvržičenja, nije se uspjelo dobiti kvržice na sterilno gajenim biljkama (Bond 1963). No, ipak, kad se imaju na umu inicijalne promjene na konijenu (Bond 1963) i spoljašnji indikator intenziteta azotofiksacije kod svih biljaka (Allen 1958), kao i značajna uloga drugih bakterija pri obrazovanju kvržica i kod leguminoza, skloni smo mišljenju da bi, ipak, uzročnika trebalo tražiti među bakterijama. Tim prije što i sve promjene u sredini utiču na aktivnost zajednice (Bond 1961, 1962) kao i kod kvržičnih bakterija.

Aktinomicete — Kao uzročnik kvržičenja aktinomicete se pominju veoma često, kako od strane botaničara tako i mikrobiologa (Tešić 1949, Aleksandar 1962) od prvih zapažanja u kvržicama ovih mikroorganizama (Peklo 1910) do danas (Mišustin 1968). Interesantno je napomenuti da većina onih koji aktinomicete navode kao uzročnik pominju samo jednu vrstu: *Actinomyces alni*. Međutim, ako bismo polazili od bioloških osobina aktinomiceta, pa i njih kao uzročnika raznih oboljenja kod biljaka, promjena koje one uzrokuju u tkivima domaćian, ne bi im se mogla pripisivati takva uloga.

Na kraju, kada je riječ o uzročnicima obrazovanja kvržica kod domaćina, bez sumnje treba usvojiti mišljenje (Allen 1958) da tu još uvijek vlada prilična konfuzija, i da se ni u kom slučaju ne radi samo o jednom mikroorganizmu, pogotovo u fazi prodiranja uzročnika u tkiva domaćina, nego se prije radi, kako to smatraju neki istraživači (Bond 1963), o učeštu šire mikropopulacije. Pri isticanju ovakvog stava, prije svega, polazimo od iskustva sa kvržičnim bakterijama, a i od mišljenja o rijetkom postojanju uzročnika i u drugim hipertrofiranim tkivima (Krestovnikova 1960).

Dok su podaci o uzročnicima veoma različiti i protivrječni, mišljenja o sposobnosti ove zajednice da prevodi atmosferski azot u vezane oblike su nepodijeljena. Ova činjenica je bezbroj puta konstatovana od kada je istaknuto da su kvržice proizvod simbiotskih, a ne parazitskih odnosa biljaka i mikroorganizama (Brucenhorst 1885) i da ta zajednica snabdijeva biljku i obogaćuje zemljiste azotom (Hiltner 1896). To potvrđuju mnogobrojni ogledi pri gajenju biljaka u bezazotnim sredinama (Bond 1963), kao i saznanja o povećanom procentu azota u kvržicama u odnosu na ostala biljna tkiva (Semahanova 1967), kao i to da taj azot u toku sezone prelazi 90% u ostala tkiva iz kvržica (Stewart 1962). Polazeći od

morfoloških osobina kvržica i njihovog mjesta obrazovanja, te odnosa pojedinih tkiva u kvržicama, može se pretpostaviti da i kod istraživanih vrsta Alnusa one igraju istu ulogu u snabdijevanju domaćina azotom. Ovo je moguće istaći, tim prije, što i ekološki uslovi kod nas nisu drugačiji, čak u izvjesnim slučajevima su i povoljniji od onih u kojima je konstatovano da fiksiraju i do 400 kg azota godišnje po hektaru (Bond 1963).

Potrebu daljih ispitivanja ove zajednice u našim uslovima namće kako prirast biljaka—njen ekonomski značaj, tako i pokazatelji koji iniciraju aktivnost zajednice azotofiksatora (Bond 1966).

Sigurno je da i u našim uslovima, kao i u drugim krajevima svijeta gdje su johe više ispitivane, one igraju značajnu ulogu ne samo u obezbjedivanju svojih potreba u azotu, već poboljšavaju azotnu ishranu drugih biljaka koje u istom području rastu. Za nas je u tom pogledu posebno interesantna veoma rasprostranjena crna joha, kojoj su njemački šumari pridavali poseban značaj tridesetih godina našeg vijeka (Bond, 1958) sadeći je između ostalih šumske kulture kao meliorativnu biljku i azotosabiratelja.

#### ZAKLJUČAK

Na osnovu vlastitih istraživanja i korištene literature o rasprostranjenosti joha u našoj zemlji i njihovoј azotofiksacionoj sposobnosti može se zaključiti:

- da je crna joha (*A. glutinosa*) veoma rasprostranjena biljka u svim područjima gdje su ispitivanja vršena;
- da dolazi do obrazovanja kvržica na njenom korijenu u svim područjima gdje su ispitivanja obavljana, te da veličina kvržica varira u zavisnosti od njihove starosti i mjesta obrazovanja na korijenu;
- da korijen od mjesta obrazovanja krupnih kvržica postaje mnogo tanji i da u značnom broju slučajeva obrazovana kvržica predstavlja i kraj korijena na kome je formirana;
- da do naglog i trajnog grananja korijenovog sistema nakon obrazovanja kvržica dolazi samo kada je korijenov sistem u neposrednom dodiru sa vodom, dok do takvog grananja ne dolazi nakon obrazovanja kvržica na korijenovom sistemu u zemljištu.

Na osnovu morfoloških karakteristika kvržica, njihove građe, mjesta obrazovanja i boje, može se zaključiti da je ova zajednica veoma aktivna u svim područjima gdje su ispitivanja vršena.

Na manje rasprostranjenim kod nas vrstama *Alnus viridis* i *A. incana* postoje kvržice, ali su dosta sitne i na osnovu morfoloških osobina samih kvržica, kao i njihove boje i mjesta obrazovanje ne bi se moglo zaključiti, bez daljih ispitivanja, da je ova zajednica aktivna.

(Rad je primljen u štampu 29. II 1972. god.)

## SUMMARY

Our investigations were performed on the area of water parting of the Adriatic and Black Sea water systems. This region is very rich in mountains, some of which are over 2,000 m high (Bjelašnica, Vranica), and in steep-sloped river valleys that fall down to 300 m. altitude. Geological and paedological structure of the region varies a lot. There is a great difference in climate too: while in the northern part there is a Continental climate with winter temperature falling down to  $-42^{\circ}\text{C}$ , in other parts the climate is Mediterranean. This, as well as a great number of mountain brooks and lakes, has conditioned the variety of the flora and the presence of the representatives of genus *Alnus*.

The presence of sub-genera *Eualnus* (*A. glutinosa* and *A. incana*) and *Alnaster* (*A. viridis*) has been noted on the investigated area.

*A. glutinosa*, which in lowland forms a separate association *Alneto Caricetum brizoides*, is found in highland up to 1,000 m. in the association *Caric elongatea-Alnetum*. It is frequently found as the only tree growing along brooks, and its spreading on the places where other forest plants formerly existed is characteristic.

*A. incana* is rarely found in lowland, but it is dominant along mountain brooks above the line of spreading of *A. glutinosa*, and can be found up to 1,700 m. height. It is dominant along mountain brooks that flow through the soil rich in  $\text{CaCO}_3$ , and on certain places it forms association *Alnetum incanae*.

*A. viridis* occupies the top level of the spreading of the species of genus *Alnus*. It is frequently found along brooks and round lakes on the heights that range from 1,300 m. to 1,800 m, where it takes form of a strip 10—20 meters distant from the bank. In the Vranica mountain it can be found over the height of 2,000 m. We emphasize this locality particularly since it is highest on which the presence of *A. viridis* and of the nodules on its roots have been noticed. But here it appears only in the form of bush.

The nodules were present on all species of genus *Alnus* and in all localities. The investigations were performed only during summer months. Morphologically the nodules differ a great deal. Older nodules and the nodules in thick roots have 20—40 balls (*A. glutinosa*), while younger nodules and the nodules on thin roots have only one ball (*A. incana* and *A. viridis*). It frequently occurs that on young side roots several nodules are coalesced thus forming a cover which is two times thicker than the root on which it grows (*A. glutinosa* and *A. incana*). In higher regions one, rarely two and only exceptionally three or more balls form one nodule (*A. viridis*). These nodules are usually very small (2—5 mm) and numerous (sometimes even 10 nodules on 1 cm.).

The number of nodules decreases with depth, so that on the surface part of the root they are very numerous, and on the roots that are deeper than 40 cm they appear very rarely. In cases where it was possible to dig out the plant with the complete root system and with even thin veins and root hairs, we noticed that, regardless of the position of the root, there as a layer 20—25 cm long (the youngest one) on which the nodules were not present. With certain reserve we are inclined to think that this is the annual accretion of the root and that on this part the microorganisms are not able to form the nodules during the vegetation period, the time when the investigations are performed. The nodules are most frequently pink with slightly richer red hue (*A. incana* and *A. viridis*), though it is not rare that they only slightly differ in colour from the root, the tops of some balls being lighter coloured (*A. glutinosa*). It is not rare that dark coloured nodules appear on all three species, especially on older roots.

Other characteristics of the nodules are the same or approximately the same as those most frequently described.

#### LITERATURA

1. Allen E. K. and Allen O. N. 1958: Biological aspects of symbiotic nitrogen fixation. Encyclopedia Plant Physiologie, 8, 48—118.
2. Allen E. K. and Allen O. N. 1964: Nonleguminous plant symbiosis. Microbiology and Soil Fertility. Proc. 28. Anual Biol. Colloquium, 77—106.
3. Anić M. 1960: Šumarska fitocenologija, II, Zagreb, 59—61.
4. Antić M., Jovanović B., Jović N. 1969: Fitocenološko-pedološka istraživanja u plavnom području Baranje. »Jelen«, 8, 99—113.
5. Bond G. 1958: Symbiotic Nitrogen fixation by Non-legumes. Nutrient of the legumes. London, pp. 359.
6. Bond G. 1963: The root nodules of non leguminous angiosperms. Symbiotic associations, 72—91.
7. Bond G. 1966: Explanation of proposed survey of root-nodule formation in non leguminous. Angiosperms, 6, pp.
8. Bond G. a Hewitt E. I. 1961: Molibdenum and the fixation of nitrogen in *Murica* root nodules. Nature, 190, 1033—1034.
9. Biakovskij V. 1967: Biologičeskie osnovy procvetanija relovečestva. Nauka i žiznj, 12, 27—30.
10. Bottomley V. B. 1911: The structure and physiological significance of the root nodules of *Myrica gale*. Roc. Ray. Soc. Lond. ser. 13, 84, 215—216.
11. Brunchorst I. 1885: Über einige Wurzelanschwellungen besonders diejenigen von *Alnus* und den Elaeagnaceen. Bot. Ins. Tübingen, Untersuch, 2:151—177 (cit. po Mc Kee, 1962.)

12. Čolić D., Mišić V., Popović M. 1963: Fitocenološka analiza visokoplaniinske šleske vrbe i planinske jove (Saliceto-Alnetum viridis ass. nova) na Staroj Planini. Biološki institut Srbije. Zbornik radova 5, 6, 4—26.
13. Čolić D. i Gigoj A. 1958: Asocijacija sa Pančićevom omorikom (Picea omorica Panč.) na močvarnom staništu. Biološki institut Srbije, 5, 1—130.
14. Danggaard P. A. a. Lechtova-Trnka M. 1929: Sur les phénomènes de symbiose chez le Myrica gale. Acad. Sci. Paris, 188, 1584—1588.
15. Dekanić I. 1959: Utjecaj podzemne vode na pridolazak i uspijevanje šumskog drveća u posavskim šumama kod Lipovljana. Glasnik za šumske pokuse, Zagreb, 15, 5—118.
16. Em H. 1964: Za zajednicite na evlata (Alnus glutinosa Gaertn.) vo Makedonija. Godišen Zbornik na zemjedelske - šumarski fakultet, Skopje, 12, 266.
17. Fletcher W. W. 1955: The development structure of the root nodules of Myrica gale L. With special reference of the nature of the endophyte. Ann. Bot. N. S. 19, 501—513.
18. Frank B. 1891: Über die auf Verdaung von Pilzen abzielenede Symbiose, der mit endotrophen Mykorrhizen begabten Pflanzen, sowie der Leguminosen und Erlen. Der. Dtsch. bot. Geselch. 9, 244—253.
19. Fukarek P. 1956: Nalazište alpske johe (Alnus viridis Chaix. D. C.) u Bosni. Narodni šumar, 9—12, 396—400.
20. Fukarek P. 1969: Prilog poznavanju biljno socioloških odnosa šuma i šibljaka nacionalnog parka »Sutjeska«. Akad. nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, XI, 3, 249.
21. Glavač V. 1959: O šumi poljskog jasena s kasnim drijemovcem (Leucoieto-Fraxinetum angustifoliae, ass. n.). Šumarski list, Zagreb, 1/3, 36—45.
22. Glavač V. 1960: Crna joha u Posavskoj i Podravskoj Hrvatskoj s ekološkog i šumsko-uzgojnog gledišta. Disertacija.
23. Glavač V. 1961: O vlažnom tipu šume hrasta lužnjaka i običnog graba (Querceto-Genistetum elatae Horv. Carpinetosum betuli, subsp. n.). Šumarski list 9/10, 317—329.
24. Glavač V. 1962: Osnovno fitocenološko raščlanjenje šuma u Posavini. Šumarski list 9/10, 317—329.
25. Hiltner L. 1896: Über die Bedeutung der Wurzelknölichen von Alnus glutinosa für die Stickstoffernährung dieser Pflanze. Landw. Versuchsstät., 46, 153—161.
26. Horvat I. 1938: Biljno-sociološka istraživanja šuma u Hrvatskoj. Glasnik za šumske pokuse, 6.
27. Horvat I. 1963: Šumske zajednice Jugoslavije. Šumarska enciklopedija, 2, 577—379.
28. Jovanović B. 1967: Dendrologija sa osnovima fitocenologije. Univerzitet u Beogradu, 346—350.
29. Krasilnikov N. A. 1950: Mikroorganizmy počvy i više rastenija. AN SSSR, pp. 463.
30. Krestovnikova V. A. 1960: Mikrobiologičeskoe izuchenia raskobyh opuholei. Moskva-Madgiz, pp. 188.

31. Mc Kee H. S. 1962: Nitrogen metabolism in plant. Oxford, pp. 728.
32. Meyen I. 1829: Über das Heraus wachsenparasitscher Gewächse aus den Wurzlen anderer Planzen. Flora (Jena), 12, 49—64.
33. Mišustin E. N., Silnikova V. K. 1958: Simbiotičeskaia fiksacija atmosferskogo azota. Nauka, pp. 532.
34. Milinšek D. 1959: Rast in gospodarska vrednost črne jelše. Posebno izdanje, Gozdarski vestnik, 3—32.
35. Moor M. 1958: Pflanzendesellschaften schweizerischer Flussauen Schweiz, Anstalt f. das forstliche Versuchswesen, Zürich, 34, 221—361.
36. Nobbe F. und Hiltner L. 1904: Ueber das Strickstofffasammlungsvermögen der Erlen und Elaeagnaceen. Natur. Z. Land. u. Forst, 2, 366—369. (cit. p. Allen, 1958.).
37. Pochon J., Barjak H. 1958: Traité microbiologie des sois. Dungd, pp. 685.
38. Peklo J. 1910: Die pflanzlichen Actinomykosen (Ein Physiologie der pathogenen Mikroorganismen). Centrbl. Bacter, 27, 451—579.
39. Radulović V. V. 1965: Uticaj Clostridium polymyxa i Bacterium radiobacter iz kvržica na virulentnost kvržičnih bakterija i aktivnost simbionzne zajednice. Naučno društvo BiH, 8, 243—295.
40. Schwartz W. 1959: Bakterien und Actinomyceten symbiosen. Enciclopedia of plant phösologi, 11, 546—576.
41. Shibata K. and Tahara M. 1917: Studies on the root nodules of non leguminous plants in Japan. Bot. Mag. (Tokyo), 31, 157—182. (cit. po Allen 1958.).
42. Stefanović V. 1963: Tipologija šuma, Sarajevo.
43. Stefanović V. 1964: Šumska vegetacija šireg područja Trebevića. Naučno društvo BiH, XXV, 7, 124—127.
44. Stevart V. D. P. 1962: A quantitative study of fiäatio and transfer of nitrogen in Alnus. I. Exp. Bot. 13, 28: 250—256.
45. Šemahanova N. M., Mišustin E. N. 1967: Simbiotičeskoe usvoenie azota v nebobovy rastenij. Biologičeskij azot i ego rol' v zemledelii, 177—204.
46. Tešić P. Ž. 1949: Mikrobiologija šumskog zemljista. Naučna knjiga.
47. Virtanen A. I. 1962: On the fixation of molecular nitrogen in nature. Comuns. Inst. Forest Fenicae, 55, 1—11.
48. Vukičević E. 1956: Prilog poznavanju lužnjakovih šuma sjeverozapadne Srbije. Glas. šuma fak. Beograd, 11, 217—245.
49. Vukičević E. 1959: Šumske fitocenoze bosutskog lovišta. Godišnjak Inst. za naučna istraž. u lovstvu, Beograd, IV, 5—41.
50. Vukičević E., Cincović T., Kojić M. 1966: Pregled šumskih i močvarnih fitocenoza Mačve. Glasnik Prirodjačkog muzeja, Beograd, serija B, 21, 23—36.
51. Woronin M. 1866: Über die bei der Schwartzerle (*Alnus glutinosa*) und der gewöhllichen Gartenlupine (*Lupinus mutabilis*) auftenden Wurzelschwellungen. Mem. Acad. imp. Sci. St. Petersb. ser. VII, 10 (6), 1—13.
52. Woronin M. 1885: Bemerkung zu dem Ausatze von Hern Möller Über Plasmodiophora Aln. i Ber. Dtsch. bot. Gesellsch. 3, 177—178.
53. Wraber M. 1960: Fitosociološka razčlanitev gozdne vegetacije v Sloveniji. Slov. Ak. zn. in umjet. Pos. odt. pp. 96.
54. Wraber M. 1969: Pflanzengeographische Stellung und Gliederung Sloweniens. Vegetatio Acta geobotanica, Vol. XVII, 17, Fasc. 1—6. 176—179.
55. Ziani P. 1957: Šumska melioracija jako podzoliranih degradiranih površina hrastovog kontinentalnog područja. Šumarski list 5/6, 169—205.

*RIZO SIJARIC,*

*Biološki institut Univerziteta u Sarajevu*

**ZNAČAJ EKOLOŠKIH PROUČAVANJA  
ZA SISTEMATIKU LEPIDOPTERA**

**THE SIGNIFICANCE OF ECOLOGICAL STUDIES FOR  
THE SYSTEMATICS OF LEPIDOPTERA**

(Rad je finansirao Republički fond za naučni rad SRBiH)

Značaj ekoloških karakteristika u proučavanju vrste naročito dolazi do izražaja kod proučavanja međusobno srodnih vrsta, posebno u okviru jednog roda. Pošto se tu radi, uglavnom, o mladim vrstama kod kojih proces diferencijacije nije jako izražen u pogledu stepena morfoloških razlika, takve vrste su prilikom prvobitnih morfoloških opisivanja postavljane u odnos vrsta — podvrsta. Takva shvatanja o pojedinim vrstama su se održala sve do današnjeg vremena.

Za proučavanje navedenih kategorija pogodne su populacije koje se nalaze u njihovom kontaktnom ili prelaznom području ili geografski najbližim lokalitetima gdje postoji mogućnost razmjene genetičkog materijala između dvije populacije, tj. gdje postoji mogućnost međusobnog miješanja ovih populacija. Međusobno poнаšanje takvih populacija u tim zonama najčešće govori i o njihovim međusobnim taksonomskim odnosima.

Analizom morfoloških karaktera populacija iz kontaktne zone, uz primjenu metoda varijacione statistike, posredno dolazimo do rezultata o njihovim međusobnim genetičkim odnosima. Na taj način kod vrste i podvrste redovno nalazimo u tim zonama totalne prelaze, dok se kod populacija koje se međusobno ne miješaju rezultati kreću samo u okvirima parcijalnih prelaza. Totalni prelazi su oni individui kod kojih su sve differentne oznake zastupane varijantama iz područja transgresije, dok je kod parcijalnih prelaza samo jedan broj differentnih oznaka iz područja transgresije, a drugi je izvan tog područja i pripada samo jednom od ispitanih taksona (Lorković 1953).

U tom pogledu su interesantni rezultati dobijeni proučavanjem nekih takvih vrsta Lepidoptera.

Vrste *Aricia artaxerxes* Fabr. (= *allous* Hbn.) je dugo smatra na podvrstom vrste *A. agestis* Schiff. zbog postojećih prividno malih morfoloških razlika, čak na prvi pogled neprimjetnih, i geografske vikarijantnosti. Međutim, bližim proučavanjem ova dva oblika došli smo do suprotnih rezultata. Iako su u novije vrijeme ove dvije vrste bile predmet mnogih proučavanja, definitivan zaključak nije mogao biti donesen, jer su proučavanja vršena na populacijama sa različitim i međusobno udaljenih područja, a rezultati genetičkih istraživanja dobiveni su laboratorijskim putem. Međutim, ekološka zapažanja, dobivena na osnovu posmatranja u samoj prirodi na biotopima koji se nalaze u njihovoj međusobnoj kontaktnoj zoni u okolini Sarajeva, ukazala su na značajnu ekološku diferencijaciju između ova dva oblika. *A. agestis* je po geografskom rasprostranjenju nizijska vrsta, a *A. artaxerxes* (= *allous*) planinska, ali na određenim visinskim zonama, gdje nizijsko područje naglo prelazi u planinsko, možemo naći lokalitet njihovog kontaktiranja. Za istraživanja ovih oblika odabran je lokalitet na padini iznad Darive u blizini Sarajeva koji naseljavaju obje vrste zajedno. Taj lokalitet, inače male površine, predstavlja pravu prirodnu laboratoriju i vrlo je pogodan za proučavanje njihovog međusobnog odnosa. Rezultati ovih istraživanja su objavljeni (Lorković — Sijarić, 1967) i pokazalo se da su ove vrste međusobno znatno ekološki odvojene. Imaju različito vrijeme javljanja i različit broj generacija, a razlikuje se i u odnosu prema ovipozicijskim biljkama.

Svestranom morfološkom analizom potvrđena je ekološka pretpostavka o njihovoj međusobnoj specijskoj diferencijaciji, jer je ustanovljena raznolikost, i to u više morfoloških karaktera, što je takođe jedna od važnih odlika vrste (istraženo je 14 morfoloških oznaka, uključujući i pojedine organe genitalnog aparata) i na kraju je donesen zaključak o njihovoj međusobnoj rasplodnoj izolaciji, jer u cijelokupnom istraženom materijalu (262 primjerka) nije nađen ni jedan primjerak koji bi predstavljao totalan prelaz između ova dva oblika.

Na taj način smo odvojili *A. artaxerxes* (= *A. allous*) u posebnu vrstu. Ispravnost ovog metoda u taksonomskim istraživanjima potvrđena je i eksperimentalno. Naime, diferencijacija ustanovljena na osnovu morfološko-ekološko-geografske izolacije i analize varijabilnosti u potpunosti je potvrđena međusobnim križanjem ova dva taksona koje je vršio prof. Lorković takođe sa kontaktne zone u području Plitvice (Lorković — Sijarić, 1967). Tom prilikom je ustanovljena i seksualna izolacija između *A. agestis* i *A. artaxerxes* (= *A. allous* Hbn.).

U toku su istraživanja o međusobnim odnosima između *Coenonympha tullia* Müller i *C. tullia occupata* Rbl. u Bosni i Hercegovini. *C. tullia*, koja ima široko srednje-evropsko rasprostranjenje, u Bosni

i Hercegovini je bila poznata samo sa dva lokaliteta u nekoliko prijeraka: Bosanski Brod, Jajce (Rebel, 1904). Tek u najnovije vrijeme našli smo je na Glamočkom i Livanjskom polju. Naprotiv, *C. tullia occupata* rasprostranjena je na visokim planinama Bosne i Hercegovine i Crne Gore. Planine okolo Glamočkog i Livanjskog polja su najbliži lokaliteti ovog oblika tipskoj formi.

Ono što prvo pada u oči je vrlo velika razlika u karakteru biotopa koje naseljavaju ova dva oblika. Ekološka razlika njihovih biotopa je znatno veća nego kod prethodne dvije vrste koje su već dokazane kao posebne, tako da kod ovih oblika ne možemo ni naći međusobne kontaktne zone u pravom smislu riječi, jer su odvojeni posebnim karakteristikama biotopa koje naseljavaju, pa zato možemo posmatrati samo populacije međusobno najbližih lokaliteta. Iz podataka o geografskom rasprostranjenju naziru se i jasno izražene razlike njihovih biotopa. *C. tullia* se nalazi na nižim, izrazito vlažnim, upravo močvarnim, livadama pored rijeka, jezera ili močvara. U Glamočkom polju kod Petrova Vrela, na visini od oko 950 m, nađena je u poplavnom pojusu Polja u biljnoj zajednici Sheretum nigricantis, a u Livanjskom polju, na visini oko 700 m, u njegovom najvlažnijem dijelu, Ždralovcu, koji je obično do sredine jula pod vodom, u biljnim zajednicama sveze Magnocaricion; tu je otkrivena vrlo brojna populacija ove vrste. Međutim, *C. tullia occupata* naseljava biotope različitih biljnih zajednica, ali uvijek suhih planinskih livada od oko 1200 m nadmorske visine do najviših vrhova. Nađena je u brojnim populacijama na planinskim rudinama, zatim u zajednicama Festucetum pungentis, Festucetum spadicae, Nardetum i Sesleriaetum — sve biljne zajednice izrazito suhih biotopa. Ne samo visina i vlažnost, nego i cijelokupni floristički sastav ovih biotopa je međusobno različit, pa, prema tome, ovi oblici moraju imati i različite ovipozicijske biljke, što je jedna od važnih ekoloških karakteristika mnogih vrsta Rhopalocera.

Budući da su ovi taksoni međusobno toliko ekološki izolovani, nigrde ne dolaze u kontakt i ako se nalaze blizu jedan drugoga, nameće se potreba eksperimentalnog proučavanja njihove međusobne seksualne i genetičke izolacije. No, ipak, analogno vrstama *A. agestis* i *A. artaxerxes* (= *A. allous*), koje su i eksperimentalno dokazane, primjenjujući isti metod istraživanja morfološke i ekološke diferencijacije, možemo i kod ovih taksona sa velikom vjerovatnoćom doći do pouzdanih zaključaka.

Osim toga, u prilogu valjanosti ove metode u taksonomskim istraživanjima možemo navesti niz primjera eksperimentalno dokazanih. Uzećemo samo jedan primjer vrlo karakterističan s obzirom na određen vid potpune izolacije. Naime, u taksonomskom proučavanju roda *Erebia*, Lorković je međusobno knižao dvije vrste koje su geografski potpuno izolirane, i to jednu vrstu s Alpa (*E. calcarius*) i jednu iz Irana — Demavend (*E. iranica*). U eksperimentalnim uslovima ove vrste su se međusobno križale, dakle među njima nije postojala seksualna izolacija (Lorković, 1958, 1961). Međutim,

zbog različitih ekoloških uslova koje vladaju na ovako daleko izoliranim geografskim prostorima, ove vrste su se toliko diferencirale da ne može ni biti sumnje u njihovu međusobnu specijsku diferencijaciju, jer među njima postoji i velika razlika u broju hromozoma (*E. calcarius* = 8, *E. iranica* = 51), pa se upravo zbog toga i smatraju posebnim vrstama. Zbog velike geografske udaljenosti, ove vrste nisu nikada imale mogućnosti međusobnog kontaktiranja, pa nije ni bilo selekcionog pritiska u pravou seksualne izolacije. Zato u eksperimentalnim uslovima dolazi do normalnog križanja, ali osnovno je da u prirodnim uslovima nikada ne dolazi do međusobnog miješanja, a to je i osnovni kriterij prilikom definisanja vrste (Mayr, 1965).

Sličnu pojavu nalazimo kod *C. tullia* i *C. tullia occupata* na našem području, samo s tom razlikom što se kod ovih taksona ne radi o potpunoj geografskoj, već o potpunoj ekološkoj izolaciji, tako da ni među ovim taksonima nema kontaktne zone u prirodi, pa ne možemo biti sigurni da li među njima postoji ili ne postoji genetička seksualna izolacija.

Dalja proučavanja odnosa između *C. tullia* i *C. tullia occupata* su u toku i cijelokupni rezultati biće naknadno saopšteni. Treba napomenuti da i dosadašnji rezultati morfološke analize, iako nisu kompletirani, potvrđuju prethodne pretpostavke, jer je diferencijacija vidna i jasno izražena, kako u pogledu veličine tako i u ostalim morfološkim oznakama.

### Zaključak

U okviru sistematskih proučavanja vrsta *Aricia artaxerxes* i *A. agestis*, te *Coenonympha tullia* i *C. tullia occupata* vršena su i određena ekološka istraživanja. Dok se *A. artaxerxes* i *A. agestis* međusobno razlikuju prema vremenu javljanja, broju generacija i prema ovipozicijskim biljkama, *C. tullia* i *C. t. occupata* su razdvojene potpuno različitim biotopima i biljnim zajednicama u kojima se nalaze. Kod ovako bliskih sistematskih kategorija ekološka diferencijacija je, prema tome, bitna kod njihova izdvajanja u posebne vrste.

### SUMMARY

Some ecological characteristics of the individual forms, having great importance for their right taxonomical definition, have been observed during the systematical investigations on Lepidoptera

carried out up to present. This ecological specific characteristic, if it is taken as a starting basis, can come in very useful in versatile systematical investigations and in coming to a realistic conclusion about the systematical category of the individual forms. The examples of the studies of *Aricia agestis* and *A. allous* and *Coenonympha tullia* and *C. tullia occupata* in Bosnia and Herzegovina are presented in this work. According to the results obtained by this investigations *Coenonympha tullia* Muller and *C. tullia occupata* R bl. show highly great ecological difference regarding the character of biotopes populating the territory of Bosnia and Herzegovina.

#### LITERATURA

- Lorković, Z., 1928: Analiza pojma i varijabiliteta vrste na osnovi ispitivanja nekih lepidoptera. Glasnik Hrvatskoga prirodoslovnoga društva, XXXIX i XL, 1—142, Zagreb.
- Lorković, Z., 1953: Specifička, semispecifička i rasna diferencijacija kod *Erebia tyndarus* Esp., JAZU, 294, 315—356, Zagreb.
- Lorković, Z., 1961: Abstufungen der reproduktiven Isolations-mechanismen in der *Erebia tyndarus*-Gruppe und deren Systematik. Verh. XI intern. Kongress für Entomologie, I, 134—142, Wien.
- Lorković, Z. — Sijarić, R., 1967: Stupanj morfološke i ekološke diferencijacije između *Aricia agestis* (Schiff.) i *A. allous* (Hbn.) u okolici Sarajeva. GZM, VI — Prirodne nauke, 129—170. Sarajevo.
- Mayr, E., 1965: Animal species and Evolution, Cambridge, Massachucetts.
- Rebel, H., 1903—04: Studien über die Lepidopterenfauna der Balkanländer, I, II, Annales des k. k. naturhistorischen Hofmuseums, XVIII, IX, Wien.

