

G O D I Š N J A K

BIOLOŠKOG INSTITUTA UNIVERZITETA U SARAJEVU

ANNAUL
OF THE
INSTITUTE OF BIOLOGY
— UNIVERSITY OF SARAJEVO

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

ANNUAIRE
DE
L'INSTITUT BIOLOGIQUE
DEL'UNIVERSITE A SARAJEVO

J A H R B U C H
DES
BIOLOGISCHEN INSTITUTES
DER UNIVERSITÄT IN SARAJEVO

ANNUAIO
DELL'
INSTITUTO BIOLOGICO DELL
UNIVERSITA DI SARAJEVO

ANUÁIRO
DEL INSTITUTO BIOLÓGICO DE
LA UNIVERSIDAD DE SARAJEVO

Odgovorni urednik:
Prof. dr Smilja Mučibabić

Članovi redakcionog odbora:
Prof. dr Tonko Šoljan, Prof. dr Vojislav Pavlović,
Prof. dr Tihomir Vuković, Prof. dr Radomir Lakušić,
Milutin Cvijović (tehnički urednik)

Tiraž: 500 primjeraka

SADRŽAJ — CONNTENU

Dizdarević, M. — Distribucija i dinamika gustine populacija nekih vrsta Symphyla i Pauropoda u ekosistemima Jahorine. Distribution and Population Dynamics of some Species Symphyla and Pauropoda in Ecosystems Mountain Jahorina.	5
Dizdarević, M. — Uticaj DDT-a na gustinu i dinamiku populacija nekih životinjskih grupa terestričnih organizama. The effect of DDT on the populations of some animal soil organisms.	21
Hadžiselimović, R. — Genetika sekrecije ABH antigena u stanovništvu SR Bosne i Hercegovine. Genetics of the ABH antigens secretion in the population of Eosnia and Herzegovina.	29
Krek, S. — Tri nove vrste Psychodinae iz Bosne (Psychodidae, Diptera). Drei neue Psychodinae — arten aus Bosnien (Psychodidae, Diptera).	105
Sofradžija, A. — Kariologija i citotaksonomija vrsta roda <i>Leuciscus</i> iz voda Bosne i Hercegovine. Caryology and cytotaxonomy of the <i>Leuciscus</i> Species from the waters in Bosnia and Herzegovina.	113
Tanasijević, M. — Dinamika populacije vrste roda <i>Baetis</i> Leach (Ephemeroptera) u rijeci Stavnji. Population dynamics of Species of the genus <i>Baetis</i> Leach (Ephemeroptera) in the river Stavnja.	213
Živadinović, J. — Ekologija vrste <i>Tullbergia affinis</i> Börner, 1902. (Collembola). Ecology of the Species <i>Tullbergia affinis</i> Börner, 1902. (Collembola).	259

1. The first part of the document is a list of names.

2. The second part of the document is a list of dates.

3. The third part of the document is a list of locations.

4. The fourth part of the document is a list of events.

5. The fifth part of the document is a list of activities.

DIZDAREVIĆ MUSO,

Prirodno-matematički fakultet u Sarajevu

DISTRIBUCIJA I DINAMIKA GUSTINE POPULACIJA
NEKIH VRSTA SYMPHYLA I PAUPOPODA
U EKOSISTEMIMA JAHORINE

DISTRIBUTION AND POPULATION DYNAMICS OF SOME
SPECIES SYMPHYLA AND PAUPOPODA IN ECOSYSTEMS
MOUNTAIN JAHORINE

Zbog svog karakterističnog položaja u okviru Dinarida, kao i zbog snažnih antropogenih uticaja, planina Jahorina izaziva posebni interes i pažnju svih istraživača živog svijeta. Na osnovu naših ranijih istraživanja (Dizdarević 1971, 1973), koja su bazirana na relativno malom broju lokaliteta, dati su rezultati o sastavu vrsta Symphyla i Pauropoda na ovom području. Nastavljanjem naših istraživanja, željeli smo dobiti potpuniju predstavu o sastavu vrsta Symphyla i Pauropoda u osnovnim ekosistemima Jahorine, te ustanoviti odgovarajuće zakonitosti distribucije i dinamike njihovih populacija.

MATERIJAL I METOD RADA

U toku trogodišnjih istraživanja (1973—1976) uzimane su probe zemljišta sa oko 45 lokaliteta na širem području Jahorine. Kod odabiranja lokaliteta vodilo se računa da se obuhvati što veći broj različitih tipova matičnog supstrata, zemljišta i biljnih zajednica na različitim nadmorskim visinama, s različitom ekspozicijom i nagibom. Na najvećem broju lokaliteta probe su uzete po jedanput u svakom godišnjem dobu u toku jedne ili dvije godine, a na 6 lokaliteta subalpskog pojasa (3 lokaliteta u zajednici *Aceri-Fagetum subalpinum* i 3 lokaliteta u zajednici *Aurantiaco-Nardetum*) probe su uzimane dva puta mjesečno u toku jedne godine. Sa površine od 1 m² uzimane su po tri probe veličine 10:10:10 cm (1.000 cm³ zemlje). Izdvajanje organizama iz zemljišta izvršeno je Tullgren-ovim aparatima. U obradi podataka iskorišćene su odgo-

varajuće statističke metode (standardna devijacija, koeficijent korelacije), a ustanovljavanje optimalnih kombinacija osnovnih ekoloških faktora za pojedine vrste na ovom području vršeno je na osnovu praćenja frekvencija i gustina njihovih populacija u pojedinim ekosistemima.

Podatke o vegetaciji ovoga područja iskoristio sam iz elaborata Ekologija životinjskih naselja na širem području Jahorine, autora Ž. Bjelčić, a podatke o karakteristikama podloge i zemljišta autora Č. Burlice, L. Manuševe i I. Vukorepa iz priloga istom elaboratu, te im na tome najtoplije zahvaljujem.

REZULTATI I DISKUSIJA

Sastav vrsta i biogeografska karakteristika

U ispitivanom području konstatovano je ukupno 16 vrsta, i to: 7 vrsta Symphyla i 9 vrsta Pauropoda. U ranijim istraživanjima (Dizdarević 1973), u čijem okviru su uzete probe zemljišta iz ograničenog broja biljnih zajednica sa područja Jahorine, konstatovane su samo 4 vrste Symphyla i jedna vrsta Pauropoda. Može se, dakle, zaključiti da su u toku sadašnjih istraživanja prvi put na širem području Jahorine konstatovane 3 vrste Symphyla (*Symphylella hintoni*, *Geophylella pyrenaica* i *Scutigeryella immaculata*) i 8 vrsta Pauropoda (*Stylopauropus pedunculatus*, *Pauropus furcifer*, *Allopauropus brevisetus*, *A. cordieri*, *A. cuenoti*, *A. gracilis*, *A. vulgaris* i *Brachipauropus hamiger*).

Većina konstatovanih vrsta Symphyla i Pauropoda (oko 80%) ima veoma široko rasprostranjenje, jer su konstatovane u cijeloj Evropi, a mnoge od njih i izvan Evrope. Od ostalih, dvije vrste imaju cirkummediteransko rasprostranjenje, a jedna vrsta je do sada bila konstatovana u Engleskoj, Švajcarskoj i u više područja Bosne i Hercegovine.

Distribucija vrsta u odnosu na nadmorsku visinu

Na ispitivanom području probe su uzimane na različitim nadmorskim visinama, i to od oko 750 do oko 1900 m. Od ukupno 16 vrsta Symphyla i Pauropoda 13 vrsta je konstatovano samo do 1650 m nadmorske visine, a samo tri vrste su nađene i na visinama do 1900 m. Upoređujući ove nalaze sa rezultatima ranijih istraživanja (na području Bosne i Hercegovine), zapaža se da je na Jahorini vrsta *Geophylella pyrenaica* nađena na visini do oko 1650 m, a u ranijim istraživanjima je konstatovana najviše do 1200 m, i da je vrsta *Symphylellopsis balcanica* nalažena na višim visinama nego vrsta *Symphylellopsis subnuda*, što ranije nije bio slučaj. Ako se prati distribucija gustina populacija ovih dviju vrsta na različitim nadmorskim visinama područja Jahorine, ova zakonitost se još jansije zapaža. Naime, iako je vrsta *S. subnuda* konstatovana

na nadmorskim visinama od oko 900 do oko 1650 m, ipak je najveća gustina konstatovana na pet lokaliteta čije su nadmorske visine između 900 i 1000 m. Kod vrste *S. balcanica* najveće gustine su konstatovane na šest lokaliteta od kojih se 4 nalaze na visinama iznad 1000 m (2 lokaliteta na visini 1300 m, jedan na visini oko 1400, a jedan na visini od oko 1650). Ove činjenice svakako ukazuju na određene specifičnosti distribucije i ekologije vrste *G. pyrenaica* i vrste *S. balcanica* u ekosistemima Jahorine u odnosu na druge planine Bosne i Hercegovine.

Distribucija vrsta u odnosu na matični supstrat i zemljište

Ako pratimo distribuciju vrsta Symphyla i Pauropoda u odnosu na matični supstrat, može se zapaziti da su sve vrste Symphyla konstatovane i na silikatnoj i na krečnjačkoj podlozi, a da od devet vrsta Pauropoda nađenih na ovom području četiri su konstatovane i na krečnjaku i na silikatu, a pet vrsta samo na silikatu. Moramo, međutim, istaći da je u ranijim istraživanjima na području Bosne i Hercegovine ovih 5 vrsta konstatovano i na krečnjaku. Pošto su četiri od ovih pet vrsta sada nađene samo na po jednom ili dva lokaliteta, to je na osnovi takvih nalaza teško bilo šta pouzdanije zaključivati. No, slučaj vrste *Allopauropus brevisetus* koja je nađena na 7 različitih lokaliteta, ali svaki put samo na silikatnoj podlozi, navodi na zaključak da, u zavisnosti od drugih ekoloških faktora, ekološka valenca jedne vrste u odnosu na matični supstrat može biti različita.

Pregled distribucije vrsta u različitim tipovima zemljišta dat je u tabeli 1. Želimo napomenuti da su u kisela smeđa zemljišta uključena: kisela smeđa zemljišta na verfenskim glincima, na verfenskim pješčarima i glincima, na verfenskim pješčarima, na željezovitim pješčarima i rožnjacima, kao i kisela smeđa zemljišta na permokarbonskim pješčarima, a u krečnjačke crnice: organogena, organomineralna, posmeđena i deluvijalna crnica. Kako broj lokaliteta na pojedinim tipovima zemljišta nije bio isti, to dobijeni rezultati o sastavu vrsta u pojedinim tipovima zemljišta ne odražavaju pravo stanje. Naime, daleko je veća mogućnost da se u kiselim smeđim zemljištima, na primjer, na kojima je bilo 10 lokaliteta nađe veći broj vrsta nego u smeđem zemljištu na kojemu su bila samo tri lokaliteta. Upravo je određena vrsta te pravilnosti i zapažena, što se može iz podataka u tabeli i uočiti. No, i pored toga, ostaje činjenica da su neke vrste nađene na zemljištima na kojima je bio samo po jedan lokalitet, a nisu nađene u zemljištu na kojemu je bilo čak 14 lokaliteta, što, do izvjesne mjere, opravdava pretpostavku i zaključke da je kod nekih vrsta jasno izražen afinitet prema određenim zemljištima. Nekada se takva zakonitost može uočiti praćenjem distribucije gustine populacija određene vrste. Tako je, na primjer, vrsta *S. subnuda* nađena u 4 različita tipa zemljišta, i to na silikatnoj i krečnjačkoj podlozi, ali najveću

Tabela 1. Distribucija vrsta Symphyla i Pauropoda u različitim tipovima zemljišta

Distribution of the Species of Symphyla and Pauropoda in Different Types of Soils

	Kiselo, smeđe zemljište	Ranker	Gvožđeviti podzol	Močvarno oglejeno zemljište	Crnice na krečnjaku	Smeđe zemljište na krečnjaku	Uimerizovano zemljište na krečnjaku
1. <i>Symphylella vulgaris</i>	+	+	+	+	+	+	+
2. <i>Symphylella hintoni</i>	+		+		+	+	+
3. <i>Symphylellopsis subnuda</i>	+	+			+	+	
4. <i>Symphylellopsis balcanica</i>	+	+		+	+		
5. <i>Geophylella pyrenaica</i>	+				+		
6. <i>Scutigeraella immaculata</i>	+				+	+	
7. <i>Hanseniella nivea</i>	+	+	+		+	+	
8. <i>Stylopauropus pedunculatus</i>							
9. <i>Pauropus furcifer</i>	+					+	
10. <i>Allopauropus brevisetus</i>	+		+				
11. <i>Allopauropus cordieri</i>	+				+		
12. <i>Allopauropus cuenoti</i>	+						
13. <i>Allopauropus danicus</i>	+						
14. <i>Allopauropus gracilis</i>	+				+		
15. <i>Allopauropus vulgaris</i>	+						
16. <i>Brachipauropus hamiger</i>	+				+		
Ukupan broj vrsta	16	4	4	2	10	6	2
Broj lokaliteta	19	1	1	1	14	3	1

gustinu je imala na pet lokaliteta koji su se nalazi na kiselo-smeđim zemljištima razvijenim na silikatnoj podlozi.

Distribucija vrsta Symphyla i Pauropoda u različitim vegetacijskim jedinicama

Ispitivano područje Jahorine obuhvata devet različitih vegetacijskih klasa. Broj nađenih vrsta Symphyla i Pauropoda u pojedinim klasama je različit (tabela 2). Najveći broj nađen je u klasama *Quercu-fagetea* (14) i *Vaccinio-Picetea* (12), a najmanji broj u klasi *Chenopodietea* (1). Interesantno je da su Pauropoda konstatovane samo u dvjema vegetacijskim klasama. Takođe se zapažaju značajne razlike u broju vegetacijskih klasa u kojima su nađene pojedine vrste Symphyla i Pauropoda. U pet ili više klasa konstatovane su samo 4 vrste Symphyla, a najveći broj je onih

koje su nađene samo u jednoj ili dvjema klasama. U ovom pogledu su naročito karakteristične vrste Pauropoda od kojih nijedna nije konstatovana u više od dvije vegetacijske klase. Ovi rezultati su u velikoj mjeri saglasni rezultatima naših ranijih istraživanja (Dizdarević 1967, 1970, 1971, 1975) i jasno potvrđuju da u pogledu širine ekološke valence pojedinih vrsta Symphyla i Pauropoda u odnosu na vegetacijske jedinice postoje krupne razlike.

Tabela 2. Distribucija vrsta Symphyla i Pauropoda u različitim vegetacijskim klasama

Distribution of the Species of Symphyla and Pauropoda in Different Vegetation Class

	Vaccinio-Piceetea	Caricetea curvulae	Elyno-Seslerietea	Quercu-fagetea	Betulo-Adenostyletea	Festuco-Brometea	Arlenatheretea	Nardo-Calunetea	Chenopodietea
<i>S. vulgaris</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>S. hintoni</i>	+	+		+		+			
<i>S. subnuda</i>	+			+			+	+	+
<i>S. balcanica</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>G. pyrenaica</i>	+			+					
<i>S. immaculata</i>	+			+					
<i>H. nivea</i>	+		+	+	+	+		+	
<i>S. pedunculatus</i>	+								
<i>P. furcifer</i>	+			+					
<i>A. brevisetus</i>	+			+					
<i>A. cordieri</i>				+					
<i>A. cuenoti</i>				+					
<i>A. danicus</i>	+								
<i>A. gracilis</i>	+			+					
<i>A. vulgaris</i>				+					
<i>B. hamiger</i>				+					

U okviru vegetacijske klase *Quercu-Fagetea* probe su uzimane iz dva različita vegetacijska reda, i to: iz reda *Fagetalia* i reda *Quercetalia robori-petreae*. Sedam vrsta Pauropoda, konstatovanih u ovoj vegetacijskoj klasi kao cjelini, bilo je karakteristično za red *Fagetalia*, dok su u probama iz vegetacijskog reda *Quercetalia robori-petreae* nađene samo dvije vrste. Ovakvi rezultati upućuju na zaključke da razlike između vegetacijskih redova u okviru iste vegetacijske klase prate i razlike u broju i sastavu vrsta Pauropoda u njima (tabela 3).

Do sličnih se zaključaka dolazi analizom sastava vrsta Symphyla i Pauropoda u različitim vegetacijskim svezama u okviru istog vegetacijskog reda. Tako su, na primjer, ustanovljene vrlo krupne razlike u sastavu vrsta Symphyla, a naročito Pauropoda, između vegetacijskih sveza *Piceion abietis* i *Pinion mugii* u okviru vegetacijskog reda *Vaccinio-Picetalia*. Dok je u probama iz vegetacije *Piceion abietis* konstatovano 7 vrsta Symphyla i 5 vrsta Pauropoda, na drugoj strani, u probama iz vegetacije *Pinion mugii* nađene su samo tri vrste Symphyla i nijedna vrsta Pauropoda (tabela 4).

Tabela 3. Distribucija vrsta Symphyla i Pauropoda u različitim vegetacijskim redovima

Distribution of the Species of Symphyla and Pauropoda in Different Vegetation Orders

	Vaccinio-Picetalia	Seslerietalia comosae	Crepidetalia dinaricae	Fagetalia	Quercetalia obori-petreo	Betulo-Adenostyletalia	Brometalia erecti	Arrhenatheretalia	Calunetalia	Chenopodietalia
<i>S. vulgaris</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>S. hintoni</i>	+	+		+	+		+			
<i>S. subnuda</i>	+			+	+			+	+	+
<i>S. balcanica</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>G. pyrenaica</i>	+			+						
<i>S. immaculata</i>	+			+	+					
<i>H. nivea</i>	+		+	+	+	+	+		+	
<i>S. pedunculatus</i>	+									
<i>P. furcifer</i>	+			+	+					
<i>A. brevisetus</i>	+			+	+					
<i>A. cordieri</i>				+						
<i>A. cuenoti</i>				+						
<i>A. danicus</i>	+									
<i>A. gracilis</i>	+			+						
<i>A. vulgaris</i>				+						
<i>B. hamiger</i>				+						

Analiza distribucije vrsta Symphyla i Pauropoda u pojedinim asocijacijama ukazuje da postoje vrlo krupne razlike u broju i sastavu vrsta Symphyla i Pauropoda u različitim asocijacijama (tabela 5). Naročito je značajna konstatacija da takve razlike postoje i u slučajevima kada asocijacije pripadaju, na primjer, istoj vegetacijskoj klasi. Tako je konstatovan veoma različit broj i sastav

vrsta u asocijacijama *Abieti-Picetum* (12 vrsta), *Picetum illyricum montanum* (5), *Junipero-Sempervivetum schlechani* (3) i *Pinetum mugii calcicolum* (2 vrste), iako sve ove asocijacije pripadaju istoj vegetacijskoj klasi. Slično stanje je konstatovano i pri analizi sastava vrsta Symphyla i Pauropoda u pet asocijacija u okviru vegetacijske klase *Quercu-Fagetea*: u asocijaciji *Aceri-Fagetum subalpinum* konstatovano je 13 vrsta Symphyla i Pauropoda, u asocijaciji *Abieti-Fagetum illyricum* 7 vrsta, u asocijaciji *Quercetum*

Tabela 4. Distribucija vrsta Symphyla i Pauropoda u različitim vegetacijskim svezama

Distribution of the Species of Symphyla and Pauropoda in Different Vegetation Alliance

	<i>Piceion abietis</i>	<i>Pinion mugii</i>	<i>Jasionion orbiculatae</i>	<i>Oxytropidion dinaricae</i>	<i>Festucion pungentis</i>	<i>Fagion mesiacae</i>	<i>Quercion roboris</i>	<i>Lusulo-Fagion</i>	<i>Betulo-Adenostylon</i>	<i>Bromion erecti</i>	<i>Cynosurion cespitosae</i>	<i>Deschampsion cespitosae</i>	<i>Plantaginion reniformis</i>
<i>S. vulgaris</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>S. hintoni</i>	+		+			+		+		+			
<i>S. subnuda</i>	+					+	+				+		+
<i>S. balcanica</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	
<i>G. pyrenaica</i>	+					+							
<i>S. immaculata</i>	+					+	+	+					
<i>H. nivea</i>	+	+		+		+	+	+	+	+			
<i>S. pedunculatus</i>	+												
<i>P. furcifer</i>	+					+		+					
<i>A. brevisetus</i>	+					+	+						
<i>A. cordieri</i>						+							
<i>A. cuenoti</i>						+							
<i>A. danicus</i>	+												
<i>A. gracilis</i>	+					+							
<i>A. vulgaris</i>						+							
<i>B. hamiger</i>						+							

montanum illyricum i asocijaciji *Lusulo-Fagetum carpinetosum betuli* po 6 vrsta, u asocijaciji *Fago-Abietetum* 4 vrste, a samo dvije vrste Symphyla su bile zajedničke za sve te asocijacije.

Analiza distribucije vrsta Symphyla i Pauropoda u pojedinim asocijacijama ukazuje da se u tom pogledu mogu izdvojiti tri vrste (*Symphylella vulgaris*, *Symphylellopsis balcanica* i *Hanseniella nivea*), koje pokazuju izrazito široku ekološku valencu u odnosu na

različite asocijacije. Iz ranijih naših istraživanja poznato je da sve ove tri vrste u okviru Bosne i Hercegovine pokazuju izrazitu euritopnost, naseljavajući veliki broj tipova matičnog supstrata i zemljišta, veliki broj biljnih zajednica, i to u okviru širokog dijapazona nadmorskih visina.

Na drugoj strani konstatovan je veliki broj vrsta koje su u svojoj distribuciji bile ograničene na samo jednu ili eventualno dvije asocijacije. Tako je, na primjer, vrsta *Geophyrella pyrenaica* nađena samo u dvjema asocijacijama, a čak 6 vrsta Pauropoda je konstatovano samo u po jednoj asocijaciji. Dakle, jasno proizilazi da su, pored vrsta sa izrazito širokom valencom, u odnosu na različite vegetacijske jedinice neke od njih, u ovom pogledu, ogra-

Tabela 5. Distribucija vrsta Symphyla i Pauropoda u različitim vegetacijskim asocijacijama

Distribution of the Species of Symphyla and Pauropoda in Different Vegetation Association

	Abieti-Picetum	Picetum illyricum montanum	Junipero-Sempervivum mont.	Pinetum mugii calcicolum	Aurantiaco-Nardetum	Corysifolio-Lilietum bosniace	Laevi Heliantemetum alpestris	Hypochoereto-Festucetum dur.	Abieti-Fagetum illyricum	Fago-Abietetum	Aceri-Fagetum subalpinum	Quercetum montanum illyricum	Lusulo-Fagetum carpinetosum betuli	Populo-Betuletum albae	Brachipodietum	Cynosuretum	Deschamstetum caespitosae	Calunetum	Plantagineto-Barbaretum illyr.
<i>S. vulgaris</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>S. hintoni</i>	+	+			+				+	+			+		+				
<i>S. subnuda</i>	+	+							+		+	+				+		+	+
<i>S. balcanica</i>	+		+		+		+	+			+	+	+				+	+	
<i>G. pyrenaica</i>	+										+								
<i>S. immaculata</i>	+	+							+		+	+	+						
<i>H. nivea</i>	+	+	+	+			+		+	+	+	+	+	+	+			+	
<i>S. pedunculatus</i>	+																		
<i>P. furcifer</i>	+								+		+		+						
<i>A. brevisetus</i>	+									+	+	+							
<i>A. cordieri</i>											+								
<i>A. cuenoti</i>											+								
<i>A. danicus</i>	+										+								
<i>A. gracilis</i>	+								+		+								
<i>A. vulgaris</i>											+								
<i>B. hamiger</i>											+								

ničene isključivo na određene asocijacije. Ako analizu distribucije vrsta Symphyla i Pauropoda nastavimo pratiti po pojedinim lokalitetima, onda možemo konstatovati da se veoma često javljaju slučajevi velikih razlika u broju i sastavu vrsta u različitim lokalitetima, čak u okviru istih asocijacija. Tako je, na primjer, u zajednici *Abieti-Picetum* konstatovano ukupno 12 vrsta Symphyla i Pauropoda od kojih su samo dvije bile zajedničke za svih 7 lokaliteta iz kojih su probe uzete. Ovo jasno ukazuje da na distribuciju vrsta Symphyla i Pauropoda bitno utiču drugi ekološki faktori, koji mogu značajno varirati u okviru iste biljne zajednice. Pošto su različiti lokaliteti u okviru istih asocijacija odabrani s obzirom na različitu podlogu, različit tip zemljišta, nadmorsku visinu ili ekspoziciju, to je svaki od ovih faktora u određenim slučajevima imao odgovarajući značaj za broj i sastav vrsta u pojedinim lokalitetima. Tako, na primjer, lokaliteti jedan i dva su u zajednici *Abieti-Picetum*, ali na lokalitetu 1 je kiselo smeđe zemljište na verfenskim pješčarima, visina oko 940 m, SO ekspozicija i nagib 20—30°, a na lokalitetu 2 je kiselo smeđe zemljište na verfenskim glincima, visina oko 100 m, N ekspozicija i nagib oko 20°. Na prvom lokalitetu je konstatovano 5 vrsta Symphyla i Pauropoda, a na drugom lokalitetu 6 vrsta, od kojih su samo 4 vrste bile zajedničke za oba lokaliteta.

Ovakvu predstavu o širini ekološke valence pojedinih vrsta u odnosu na određene ekološke faktore dobili smo, uglavnom, na osnovu kvalitativnih podataka, tj. na osnovu prisustva, odnosno odsustva vrste u ispitivanim lokalitetima. Međutim, da bismo bolje upoznali ekologiju tih vrsta, pratili smo frekvenciju javljanja i gustinu njihovih populacija u pojedinim lokalitetima, te tako pokušali odrediti optimalne kombinacije osnovnih ekoloških faktora za pojedine vrste na ovom području. Ovakvu analizu smo učinili za nekoliko vrsta, uglavnom onih koje su imale širu ekološku valencu u odnosu na ove faktore i koje su se u probama javljale sa većom frekvencijom. Kao optimalni lokaliteti su smatrani oni u kojima se vrsta javlja sa najvećom frekvencijom i najvećom gustinom.

Tako vrsta *S. vulgaris*, koja je inače konstatovana na nadmorskim visinama od oko 750 do 1900 m i nađena u 8 različitih tipova zemljišta i u 4 različite vegetacijske klase, najoptimalnije uslove nalazi na lokalitetima šireg područja Jahorine, tj. na tri lokaliteta u regionu Vrhprače u zajednici *Abieti-Picetum* i na jednom lokalitetu u Bistrici u zajednici *Picetum montanum illyricum*.

Vrsta *H. nivea*, koja ima veoma široku ekološku valencu u odnosu na ispitivane faktore, optimalnije uslove nalazi na lokalitetima čije su nadmorske visine između 1000 i 1600 m, na krečnjačkim crnicama i kiselo smeđem zemljištu, te u zajednicama *Abieti-fagetu illyricum*, *Abieti-Picetum* i *Brachipodietum*.

Vrsta *S. subnuda*, koja je na ovom području nađena na nadmorskim visinama od oko 900 do 1650 m, na krečnjačkoj i silikatnoj podlozi, u 4 različita tipa zemljišta i u 8 različitih asocijacija, optimalne uslove nalazi na lokalitetima čije su nadmorske visine između 900 i 1000 m, samo u kiselo smeđim zemljištima razvijenim na silikatnoj podlozi i u dvjema asocijacijama: *Abieti-Picetum silicolum* i *Quercetum montanum illyricum*.

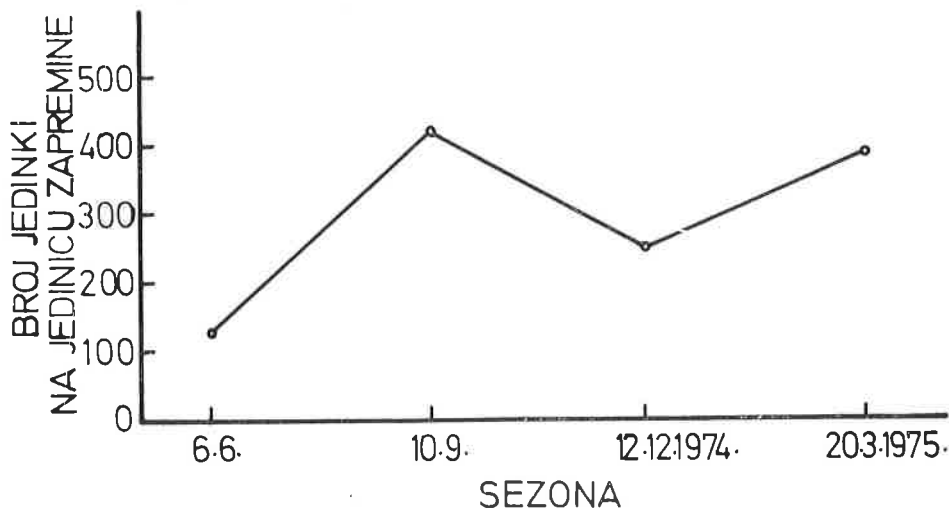
Vrsta *S. balcanica*, koja je u odnosu na ispitivane faktore imala širu ekološku valencu i od vrste *S. subnuda*, optimalne uslove je imala u dosta raznovrsnim kombinacijama podloge, zemljišta i vegetacije i sve to u okviru šireg dijapazona nadmorskih visina. Kao izrazita specifičnost za ovu vrstu, može se navesti sljedeća činjenica: od šest lokaliteta na kojima je imala najveću gustinu, četiri su bila u livadskim asocijacijama, što za vrste *Symphyla*, u pravilu, nije karakteristično.

Distribucija ovih dviju vrsta, kao i ekološki uslovi u kojima su imale najveće frekvencije i gustine, ukazuju na izražene specifične karakteristike njihovih ekoloških valenci na ovom području, a to se, u izvjesnoj mjeri, razlikuje od ranijih istraživanja (D i z d a r e v i ć 1971) koja su vršena na širem području Bosne i Hercegovine. Tako je vrsta *S. balcanica* na Jahorini konstatovana u 11 različitih asocijacija koje se nalaze u okviru 8 vegetacijskih klasa, dok je vrsta *S. subnuda* nađena u 8 asocijacija koje su u okviru 5 vegetacijskih klasa. Slični nalazi su i u pogledu nadmorskih visina. Naime, vrsta *S. balcanica* je na Jahorini konstatovana u okviru šireg dijapazona nadmorskih visina (780—1900 m) nego vrsta *S. subnuda* (880—1700 m). I, na kraju, treba istaći da je, pored zajedničke karakteristike za obje vrste da su nađene na relativno velikom broju različitih tipova zemljišta, vrsta *S. balcanica* konstatovana i na močvarno-oglejenom zemljištu, koje je, po pravilu, manje povoljno, te, uglavnom, slabo ili nikako naseljeno vrstama *Symphyla* uopšte. Iz svega se jasno vidi da je vrsta *S. balcanica* na Jahorini dalje otišla u osvajanju ekstremnih ekoloških uslova od vrste *S. subnuda*. Slijedeći jednu od opštih zoogeografsko-ekoloških zakonitosti: da upravo starije vrste u okviru jedne oblasti, po pravilu, treba da imaju širu ekološku valencu u odnosu na osnovne ekološke faktore, moglo bi se očekivati da je vrsta *S. balcanica* starija od vrste *S. subnuda*. Međutim, s obzirom da vrsta *S. subnuda* ima daleko veće opšte rasprostranjenje od *S. balcanica*, ipak je logičnija pretpostavka da je *S. subnuda* ishodišna vrsta, a da se vrsta *S. balcanica* u okviru jednog užeg područja uspješnije prilagodila ekstremnim uslovima staništa. Ove činjenice ukazuju da ekološke valence pojedinih vrsta mogu imati promjenljive vrijednosti u okviru areala datih vrsta, te da jedna vrsta u jednom arealu bude euritopnija od druge, a da u drugom dijelu areala stanje bude upravo obrnuto.

Ovakvi rezultati i pretpostavke upućuju i obavezuju na intenzivnija istraživanja distribucije i ekologije ovih vrsta i na drugim dijelovima, prije svega, Dinarida, kako bi potpunije mogli biti provjereni.

Dinamika populacija vrste *Symphylella vulgaris* u ekosistemima Jahorine

Sezonsku dinamiku populacija vrste *S. vulgaris* pratili smo na određenom broju lokaliteta u različitim visinskim zonama. U jednom slučaju smo uzeli prosječne gustine populacije ove vrste na deset lokaliteta (1 do 10), koji se nalaze na nadmorskim visinama od oko 950 do oko 1350 m, u četiri godišnja doba. Ovdje su ustanovljene značajne razlike gustine u različitim sezonama, pri čemu se jasno ispoljavaju dva maksimuma: jeseni i proljetni, što



Slika 1. Sezonska dinamika populacija vrste *Symphylella vulgaris* na deset lokaliteta do 1350 m nadmorske visine

Slika 1. Seasonal Population Dynamics of the Species *Symphylella vulgaris* in Ten Localities under 1350 m Sea Level

je najčešća karakteristika dinamike vrsta *Symphyla* u ovom visinskom pojasu (Sl. 1). U drugom slučaju smo pratili dinamiku brojnosti ove vrste na tri lokaliteta na nadmorskoj visini od oko 1600 m, i to na osnovu proba koje su uzimane dva puta mjesečno u toku jedne godine. Ovdje smo ustanovili da se javlja samo jedan

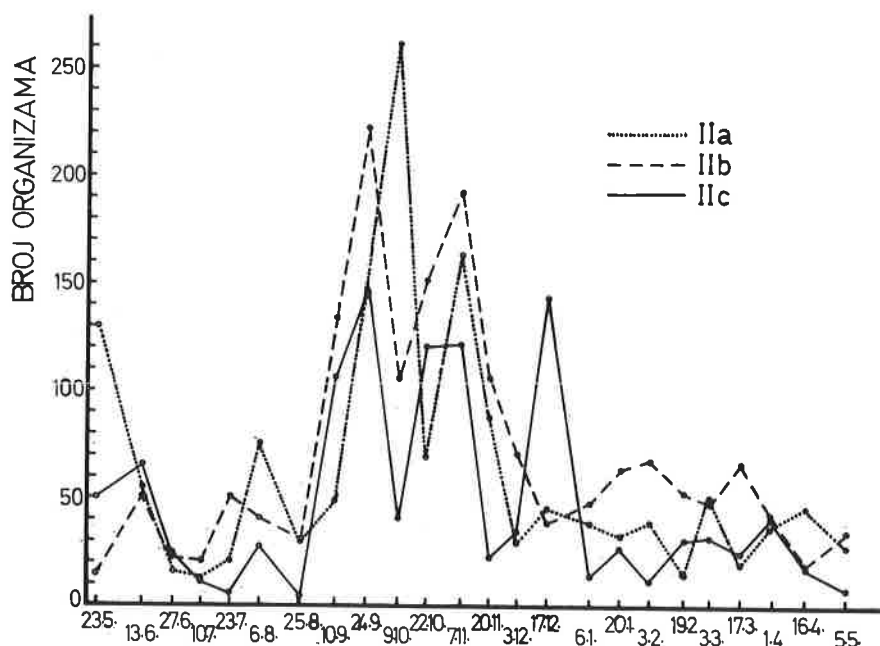
izrazitiji maksimum, i to u periodu od 10. IX do 20. XI, pa bi se mogao označiti kao jesenji. Pošto su ovo objedinjeni rezultati sa tri lokaliteta, pratili smo dinamiku brojnosti ove vrste za svaki od tih lokaliteta odvojeno (slika 2). Iako se uočavaju određena odstupanja u dinamici na ova tri lokaliteta, ipak je ustanovljena jasna korelacija koja je i statistički potvrđena. Naime, koeficijent korelacije r IIa i IIb = 0,485 r IIa, IIc = 0,763 a r IIb, IIc = 0,645.

$P < 0,05$

$P < 0,01$

$P < 0,01$

Sada smo mogli sa većom sigurnošću zaključiti da je dinamika brojnosti ove vrste na lokalitetima na nadmorskoj visini od



Slika 2. Dinamika populacije vrste *Symphylella vulgaris* na tri lokaliteta na 1650 m nadmorske visine

Slika 2. Population Dynamics of the Species *Symphylella vulgaris* in Three Localities on 1650 m Sea Level

oko 1600 m, u odnosu na dinamiku na lokalitetima nižih nadmorskih visina, nešto drugačija i specifična po tome što se izrazitije javlja jedan maksimum u toku godine. Na kraju želimo napomenuti da smo bili planirali praćenje dinamike ove vrste i na višim nadmorskim visinama od ovih. Naime, uzimane su probe na jednom lokalitetu u zajednici *Aurantiaco-Nardetum* na visini od oko 1850 m, ali se ova vrsta na ovom lokalitetu nije javljala.

REZIME

Osnovni cilj istraživanja je bio da se u najtipičnijim ekostisemima Jahorine ustanove broj i sastav vrsta Symphyla i Pauropoda, te da se ispituju odgovarajuće zakonitosti distribucije i dinamike njihovih populacija.

U toku trogodišnjih istraživanja uzimane su probe zemljišta sa oko 45 lokaliteta na širem području Jahorine. Pri odabiranju lokaliteta vodilo se računa da se obuhvati što veći broj različitih tipova matičnog supstrata, zemljišta i biljnih zajednica na različitim nadmorskim visinama, sa različitom ekspozicijom i nagibom. Na najvećem broju lokaliteta probe su uzete po jedanput u svakom godišnjem dobu u toku jedne ili dvije godine, a na 6 lokaliteta subalskog pojasa (3 lokaliteta u zajednici *Aceri-Fagetum subalpinum* i 3 lokaliteta u zajednici *Aurantiaco-Nardetum*) probe su uzimane dva puta mjesečno u toku jedne godine. Sa površine od 1 m² uzimane su po tri probe veličine 10:10:10 cm (1.000 cm³ zemlje). Izdvajanje organizama iz zemljišta izvršeno je Tullgren-ovim aparatom.

Na širem području Jahorine konstatovano je ukupno 16 vrsta, i to: 7 vrsta Symphyla i 9 vrsta Pauropoda. Od toga, 3 vrste Symphyla i 8 vrsta Pauropoda su u ovom području prvi put nađene.

Većina konstatovanih vrsta Symphyla i Pauropoda (oko 80%) imaju veoma široko rasprostranjenje, jer su konstatovane u cijeloj Evropi, a mnoge od njih i izvan Evrope. Od ostalih, 2 vrste imaju cirkummediteransko rasprostranjenje, a jedna vrsta je do sada bila konstatovana u Engleskoj i Švajcarskoj i u više područja Bosne i Hercegovine.

Od ukupno 16 vrsta Symphyla i Pauropoda, trinaest je konstatovano do 1650 m nadmorske visine, a samo tri vrste i na visinama do 1900 m. Osim toga, i najveće gustine populacija pojedinih vrsta konstatovane su na različitim nadmorskim visinama.

Sve vrste Symphyla su konstatovane i na silikatnoj i na krečnjačkoj podlozi, dok su četiri, od 9 vrsta Pauropoda, konstatovane i na krečnjaku i na silikatu, a 5 vrsta samo na silikatu.

Broj i sastav vrsta Symphyla i Pauropoda u različitim tipovima zemljišta bili su različiti. Neke vrste su nađene samo u određenim tipovima zemljišta ili su, pak, najveće gustine populacija konstatovane samo u određenim zemljištima u slučajevima kada je određena vrsta konstatovana u više različitih zemljišta.

Broj i sastav vrsta Symphyla i Pauropoda u pojedinim vegetacijskim jedinicama (klasama, redovima, svezama i asocijacijama) bili su različiti. Ustanovljene su, takođe, odgovarajuće razlike u broju i sastavu vrsta u različitim redovima u okviru iste klase, u različitim svezama u okviru istoga reda, u različitim asocijacijama u okviru iste sveze, pa čak i na različitim lokalitetima (koji se raz-

likuju s obzirom na različitu podlogu, zemljište, ekspoziciju, nagib ili nadmorsku visinu) u okviru iste asocijacije.

U okviru ispitivanog područja vrsta *Symphylelopsi balcanica* je imala širu ekološku valencu u odnosu na ispitivane ekološke faktre nego vrsta *Symphylelopsi subnuda*, što nije bio slučaj kada su ove vrste ispitivane na širem području Bosne i Hercegovine.

Konstatovani su različiti modeli dinamike populacija kod vrste *Symphylella vulgaris* u različitim visinskim zonama.

SUMMARY

The aim of the investigation was to find out the number and species composition of Symphyla and Pauropoda in the most typical ecosystems of mountain Jahorina and to study some regularity of their distribuion and population dynamics.

In the course of three years the soil samples were taken from 45 localities, including as more of different combination fundamental ecological factors (parent materijal, type of soil, plant community, all together on different elevations exposures and slopes) as possible. In the most of localities the soil samples were taken at evry season in a year or two years, but on six localities in the subalpine zone (three localities in the *Aceri-Fagetum subalpinum* and three localities in the *Aurantiaco-Nardetum*) the soil samples were taken two times monthly in a year. From the space 1 m² we took three samples 10:10:10 cm (1.000 cm³ soil). A modified Tullgren apparatus was used in separation of organisms from soil.

Total of 16 species was found in this region: 7 species of Symphyla and 9 species of Pauropoda. Out of the total, 3 species of Symphyla and 8 species of Pauropoda are first time found in this region. Most of these species (about 80%) have wide-spread, namely most of them live over the Europe but some of them live out of Europe too. Two species have Mediterranean distribution but one of them live in England, Switzerland and in different regions of Bosnia and Hercegovina.

Out of the total, 13 species are found to 1650 m elevation, but only three species reached the elevation of 1900 m.

The biggest population density for particular species of Symphyla and Pauropoda were on localities of different sea level.

All species of Symphyla were found both on lime and silicate rock, and out of 9 Pauropoda species 4 species were present both on lime and silicate rock but 5 species only on silicate rock.

Number and species composition of Symphyla and Pauropoda in different tipes of soil was different. Some of them were bound to a particular types of soil or the biggest population density some of them was bound to a particular type of soil.

Number and species composition in particular plant communities (Class, Order, Alliance and Association) was different. The significant differences in distribution of particular species were established within these communities: in different orders within the same class, in different alliances within the same order, in different associations within the same alliance and in some cases in different localities within the same association.

We could establish that in this region the species *Symphylellopsis balcanica* had wider ecological valence according to fundamental ecological factors than the species *Symphylellopsis subnuda*, although it was not case when we investigated their distribution in larger area of Bosnia and Hercegovina.

The results indicate that species *Symphylella vulgaris* had different population dynamics models in different altitude zones.

L I T E R A T U R A

- Cvijović M. (1976): Distribucija vrsta Acerentomoidea (Protura), Entomobryidae i Sminthuridae (Collembola) u zajednicama šireg područja planine Bjelašnice. Glasnik Zemaljskog muzeja, Sarajevo, Prirodne nauke, Vol. XV.
- Dizdarević M. (1967): Prilog ekologiji vrsta *Symphylella vulgaris* Hansen i *Symphylellopsis subnuda* Hansen. God. Biol. inst. Univerziteta u Sarajevu, XX, 17—24.
- (1970): Distribucija Symphyla u biljnim zajednicama Bosne i Hercegovine. Radovi Akademije nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine — Odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka, XXXIX, 11, 33—38.
- (1971): Distribucija, stratifikacija i sezonska dinamika populacija vrsta Symphyla i Pauropoda. God. Biol. inst. Univerziteta u Sarajevu, XXIV, 29—103.
- (1973): Fauna Symphyla i Pauropoda u Bosni i Hercegovini. Radovi Akademije nauka i umjetnosti BiH, Odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka, XLVI, 245—272.
- (1975): Symphyla i Pauropoda kao komponente biocenoza kraških polja u području Dinarida. God. Biol. inst. Univerziteta u Sarajevu, XXVIII, 65—81.
- (1976): Fauna Symphyla i Pauropoda u području planina Prenj, Čvrstica i Velež, sa posebnim osvrtom na ispitivanje najvažnijih nalazišta biljnih endema ovoga područja. Glasnik Zemaljskog muzeja, Sarajevo, Prirodne nauke, XV, 155—164.
- Mučibabić S., Bjelčić Ž., Vukorep I., Burlica Č., Manušev L., Dizdarević M., Živadinović J., Cvijović M., Mikšić S., Sijarić R. (1976): Ekologija životinjskih naselja na širem području Jahorine. — God. Biol. inst. Univerziteta u Sarajevu, XXIX, 111—121.
- Živadinović J. (1975): Distribucija vrsta Poduridae, Onychiuridae i Isotomidae (Collembola) na vertikalnom profilu Igmana i Bjelašnice. Glasnik Zemaljskog muzeja, Sarajevo, Prirodne nauke, XIV.

DIZDAREVIĆ MUSO,

Prirodno-matematički fakultet u Sarajevu

UTICAJ DDT-a NA GUSTINU I DINAMIKU POPULACIJA
NEKIH ŽIVOTINJSKIH GRUPA
TERESTRIČNIH ORGANIZAMA¹

THE EFFECT OF DDT ON THE POPULATIONS OF SOME
ANIMAL SOIL ORGANISMS

UVOD I CILJ ISTRAŽIVANJA

Procesi zagađivanja prirodnih ekosistema svakim danom postaju intenzivniji, a načini zagađivanja sve raznovrsniji, u čemu pesticidi imaju veoma krupan udio. Kao posljedica primjene pesticida, nastaju u prirodnim ekosistemima određene lako uočljive promjene, ali istovremeno i takve koje se teže zapažaju, ili se kasnije manifestuju, a po obimu, složenosti i posljedicama mogu biti, čak, daleko krupnije i opasnije.

Na osnovu brojnih ispitivanja koja su u toj oblasti izvršena, poznate su nam opšte zakonitosti dještva ovih sredstava na živi svijet uopšte, a brojni radovi (Ripper 1956, Menhinick 1962, Moore 1967, Barret 1968, Berge 1970, Gilbert 1971) ukazuju da su mehanizmi dještva tih sredstava, kao i reakcije organizama, do te mjere specifični i složeni, da je neophodno ispitivati i specifična dještva pojedinih preparata i specifične reakcije pojedinih organizama u konkretnim ekosistemima, da bi se mogla dobiti potpunija predstava o složenosti procesa koji narušavaju normalnu dinamiku prirodnih ekosistema. U tom kontekstu cilj naših istraživanja je bio da se ustanove promjene u gustini i dinamici populacija određenih grupa terestričnih organizama koje nastaju kao posljedica uticaja DDT-a u jednom ekosistemu.

¹ Ovaj rad predstavlja autorovu komponentu u okviru ostvarenih širih istraživanja na ovom planu, koja su vršena u Biološkom institutu Univerziteta u Sarajevu, a u njih su bili uključeni: 1 fitocenolog, 1 mikrobiolog i 3 pedozoologa, koji su radili na istraživanju zoološke komponente.

MATERIJAL I METODIKA

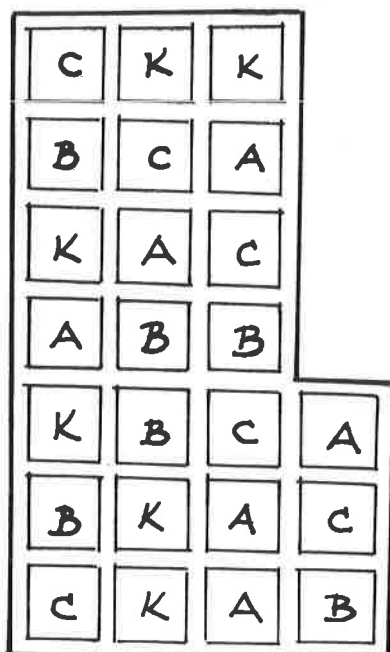
U jednoj livadi na imanju Zavoda za voćarstvo i stočarstvo »Betanija« u blizini Sarajeva odabrane su dvije grupe lokaliteta, i to: 18 lokaliteta na kojima je vršeno tretiranje raznim koncentracijama DDT-a i 6 kontrolnih lokaliteta, koji nisu tretirani DDT-jem.

Lokaliteti su određeni po principu slučajnog uzorka (slika 1). Veličina pojedinih parcela (lokaliteta) je 12 x 12 m, površine sa kojih su probe uzimane 10 x 10 m, a između parcela su međuprostori od po 2 m.

Za tretiranje zemljišta upotrijebljen je preparat diditin u emulziji sa 25% aktivne materije u tri različite koncentracije:

- A — tretman sa 1,2 kg/ha aktivne supstance DDT-a
- B — tretman sa 3,6 kg/ha aktivne supstance DDT-a
- C — tretman sa 7,2 kg/ha aktivne supstance DDT-a
- K — kontrolni lokaliteti (netretirani DDT-jem).

Odgovarajuće količine emulzije su rastvarane u po 100 litara vode i nanošene prskalicom na ogledne parcele. Ovako velika koli-



Slika 1. Šematski prikaz rasporeda lokaliteta na kojima su vršena istraživanja: A = tretirani sa 1,2 kg/ha aktivne supstance DDT-a; B = sa 3,6 kg/ha; C = sa 7,2 kg/ha; K = kontrolni, netretirani DDT-jem.

čina vode upotrebljavana je zato da bi se osiguralo što ravnomjernije nanošenje preparata po cijeloj parceli.

Tretiranje je izvršeno u dva maha, i to: 2. XII 1971. i 17. XI 1972. godine.

Probe organizama su, uglavnom uzimane u mjesečnim intervalima u periodu od 3. II 1971. do 25. X 1972. godine, i to tako da su prve probe uzete dva mjeseca poslije prvog tretiranja, a kod drugog tretiranja prve probe su uzete 7 dana nakon što je tretiranje izvršeno.

Uzimane su kvantitativne probe zemljišta sa 8 cm dubine i organizmi su izdvajani Tullgren-ovim aparatima.

Za analizu su uzete sljedeće sistematske grupe organizama: Nematoda, Oligochaeta, Isopoda, Pseudoscorpiones, Araneae, Acari, Symphyla, Paupoda, Diplopoda, Geophilomorpha; od insekata Apterygota Diplura; od Pterygota Hymenoptera, posebno Formicidae, kao i neki drugi Pterygota (larve pretežno iz reda Coleoptera).

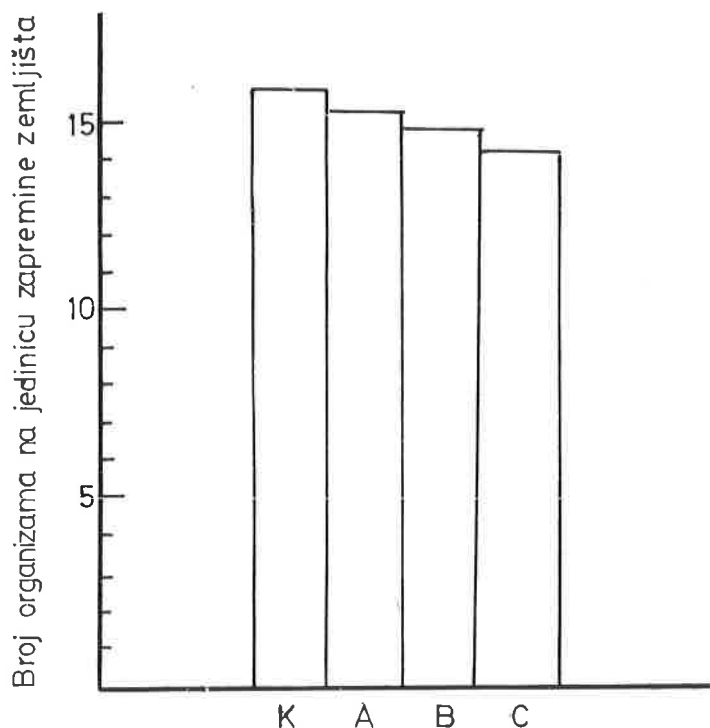
REZULTATI I DISKUSIJA

Ukupan broj organizama u četiri grupe lokaliteta (6 kontrolnih i 3 grupe po 6 koji su tretirani raznim koncentracijama DDT-a) bio

Tabela 1. Gustina populacija pojedinih grupa organizama u kontrolnim (K) i tretiranim lokalitetima (A = sa 1,2 kg/ha; B = sa 3,6 kg/ha; C = sa 7,2 kg/ha).

	Grupe lokaliteta			
	K	A	B	C
NEMATODA	0,140	0,260	0,240	0,250
OLIGOCHAETA	0,410	0,440	0,260	0,280
ISOPODA	0,015	0,030	0	0,003
PSEUDOSCORPIONES	0,008	0	0	0
ARANEAE	0,040	0,030	0,020	0,050
ACARI	49,810	62,780	51,100	50,310
SYMPHYLA	3,410	0,720	4,730	1,410
PAUPODA	0,720	0,360	0,120	0,120
DIPLOPODA	0,020	0,003	0,011	0,007
GEOPHILOMORPHA	0,080	0,100	0,090	0,020
DIPLURA	0,490	0,040	0,010	0,020
HYMENOPTERA (Formicidae)	2,750	1,660	1,470	2,260
OSTALI PTERYGOTA	6,980	3,680	2,960	2,920

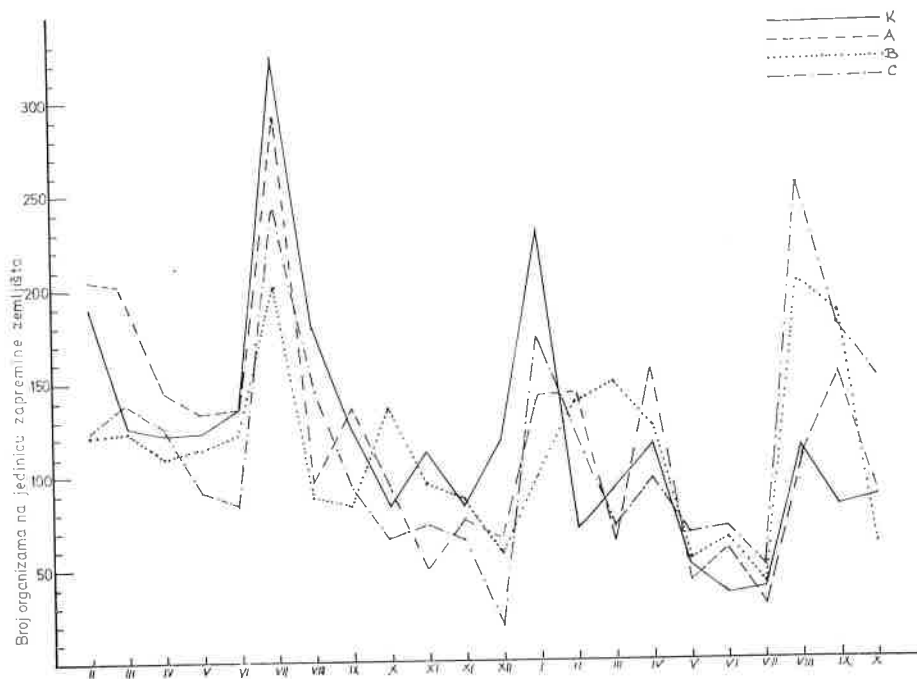
je različit, pri čemu je izražena pravilna tendencija opadanja ukupnog broja organizama od kontrolnih prema tretiranim, a u okviru tretiranih broj organizama opada sa porastom koncentracije DDT-a (diagram 1). Ako se prati dinamika gustina svih organizama kao cjeline po mjesecima, može se zapaziti da postoje određene razlike između kontrolnih i tretiranih lokaliteta (grafikon 1). Opažaju se, takođe, određene razlike i između samih tretiranih lokaliteta, i to



Slika 2. Broj organizama na jedinicu zapremine zemljišta u kontrolnim lokalitetima i u lokalitetima tretiranim različitim koncentracijama DDT-a: A = sa 1,2 kg/ha; B = sa 3,6 kg/ha; C = sa 7,2 kg/ha; K= kontrolni, netretirani DDT-jem.

u zavisnosti od primijenjene koncentracije DDT-a. Najveće razlike se zapažaju probama koje su uzete 40 dana nakon drugog tretiranja. U tim probama naročito je niska ukupna gustina organizama na lokalitetima koji su tretirani najvećom koncentracijom DDT-a (grafikon 2). Ovo jasno pokazuje da uneseni pesticid u znatnoj mjeri utiče na dinamiku gustine organizama u zemljištu. Analiza gustine populacija pojedinih grupa organizama ukazuje, pak, na određene specifičnosti svake od ovih grupa (tabela1). Generalno se u ovom pogledu mogu izdvojiti 3 grupe organizama, i to:

— organizmi kod kojih nije kontastovana jasnija pravilnost u odnosu broja organizama i određenih koncentracija DDT-a (Oligochaeta, Isopoda, Araneae, Symphyla, Diplopoda, Geophilomorpha, Hymenoptera-Formicidae);



Slika 3. Dinamika brojnosti organizama po mjesecima 1971. i 1972. god. u kontrolnim i u ukupno uzetim tretiranim lokalitetima.

— organizmi kod kojih se jasno opaža negativno dejstvo DDT-a na gustinu njihovih populacija (Pseudoscorpiones, Pauropoda, Diplura, ostala Pterygota koja ne pripadaju himenopterama);

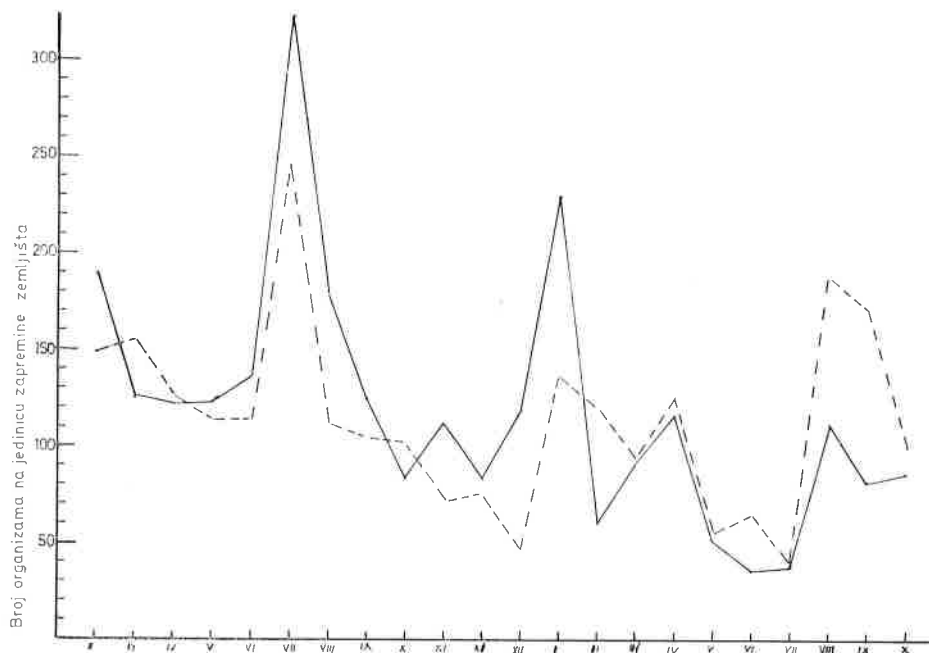
— organizmi kod kojih je gustina veća na tretiranim nego na kontrolnim lokalitetima (Nematoda, Acari).

Iako se kod organizama prve grupe ne zapaža jasna pravilnost u odnosu gustine i određenih koncentracija DDT-a, očito je da dolazi do određenih promjena njihove gustine kod različitih koncentracija pesticida, ali su te promjene u znatnoj mjeri modifikovane dejstvom biotičkih faktora, te se mogu smatrati kao posljedica posrednog uticaja DDT-a.

Na organizme druge grupe negativno dejstvo DDT-a je posve očigledno i skoro je sasvim izvjesno da je u ovom slučaju u pitanju upravo neposredno dejstvo pesticida, jer su i Pseudoscorpiones i ispitivani nehimenopterski Pterygota relativno krupni i u konkret-

nim uslovima praktično bili bez predatora, a kod Pauropoda i Dip-lura, koji su veoma nježni, gustina znatno opada sa povećanjem koncentracije DDT-a, iako se broj njihovih potencijalnih predatora smanjuje.

Gustina organizama treće grupe u tretiranim lokalitetima je nešto veća nego u kontrolnim, ali je zasad još nemoguće sa sigur-



Slika 4. Dinamika brojnosti organizama po mjesecima 1971. i 1972. god. u različitim lokalitetima, tj. kontrolnim i u izdvojeno uzetim tretiranim.

nošću reći da li je ovo povećanje vjerovatnije posljedica posrednog, nego li neposrednog uticaja pesticida, jer su poznati i slučajevi u kojima je povećavanje produkcije jaja kod određenih vrsta posljedica uticaja DDT-a (Hueck et all. 1952).

ZAKLJUČCI

1. DDT utiče na ukupnu brojnost životinjskih organizama razne sistematske pripadnosti u zemljištu, pri čemu je ustanovljena pravilna tendencija opadanja ukupnog broja organizama, i to zaviso od porasta koncentracije DDT-a.

2. DDT utiče na dinamiku brojnosti organizama u zemljištu i vremenski po mjesecima.

3. Svaka od ispitivanih grupa organizama razne sistematske pripadnosti reaguje na različite koncentracije DDT-a specifično: kod nekih vrsta se jasno opaža negativno djejestvo DDT-a na gustinu njihovih populacija, kod drugih vrsta je gustina veća na DDT-ijem tretiranim nego na kontrolnim lokalitetima, a kod treće grupe vrsta nije konstatovana jasnija pravilnost u odnosu broja organizama i određenih koncentracija pesticida.

SUMMARY

The effect of DDT on the density and dynamics of populations on some soil animal organisms was studied in 24 chosen localities of a meadow.

According to treatment the localities were devided in four groups:

- A — localities treated with 1.2 kg/ha of active DDT substance;
- B — localities treated with 3.6 kg/ha of active DDT substance;
- C — localities treated with 7.2 kg/ha of active DDT substance;
- K — control localities (withaut treatment).

DDT was applied twice, on 2—XII—1971 and 17—XI—1972.

Soil samples to the depth of 8 cm were taken every month.

We studied Nematoda, Oligochaeta, Isopoda, Pseudoscorpiones, Araneae, Acari, Symphyla, Pauropoda, Diplopoda, Geophilomorpha, Diplura, Hymenoptera (Formicidae) and from other Pterygota the larvae of Coleoptera. The total numbers of animals were largest in the control, while the treated localities showed the decrease of the total number of organisms with the increase of DDT concentration.

We also found difference in population dynamics between the control and the treated localities.

We noticed specific reactions of the animals belonging to different zoosystematic groups on the concentration of DDT. They may be divided in three groups:

- 1) No relationship between the number of organisms and the concentration of DDT (Oligochaeta, Isopoda, Araneae, Symphyla, Diplopoda, Geophilomorpha, Formicidae);
- 2) Negative effect of DDT concentration on the number of organisms (decrease) (Pseudoscorpiones, Pauropoda, Diplura and larvae from some Coleoptera);
- 3) Positive effect of DDT concentration on the number of animals (increase) (Nematoda, Acari).

L I T E R A T U R A

- Barret G. W. (1968): The effects of an acute insecticide stress on a semi-enclosed grassland ecosystem. *Ecology*, 49, 6: 1019—1035.
- Berge H. (1970): Diferentiation and evaluation of air pollution from a botanical point of view. *Environ. Pollut.* 1, 2: 141—147.
- Gilbert L. O. (1971): Some indirect effects of air pollution on bark-living invertebrates. *J. Appl. Ecology*, 8, 1: 77—84.
- Hueck H. J., Kuenen D. J., DeBoer P. J., and Jaeger — Eraafsel E. 1952): The increase of egg production of the red spider mite under influence of DDT. *Phys. Comp. et Ocea.* 2: 371—377.
- Menhinik F. E. (1962): Comparison of invertebrate population of soil and litter of mowed grasslands in areas treated and untreated with pesticides. *Ecology*, 43, 3: 556—561.
- Moore W. N. (1967): Synopsis of the Pesticide problem. *Advances in Ecological Research*, V 4, 75—129.
- Ripper E. W. (1956): Effect of pesticides on balance of arthropod populations. *Annu. Review of Ent.* 1: 403—438.

RIFAT HADŽISELIMOVIĆ,

Odjeljenje za genetiku i citotaksonomiju
Biološkog instituta Univerziteta u Sarajevu

GENETIKA SEKRECIJE ABH ANTIGENA
U STANOVNIŠTVU SR BOSNE I HERCEGOVINE
GENETICS OF THE ABH ANTIGENS SECRETION IN THE
POPULATION OF BOSNIA AND HERZEGOVINA

U V O D

1.

U okviru prirodnog evolucionog sistema, čovjekova evolucija teče međusobno povezanim i isprepletenim kolosijecima biološkog i socijalnog razvoja (Berberović 1961). Odatle je razumljivo da populacionogenetičke odlike savremenog čovječanstva (i njegovih pojedinih dijelova) neminovno stoje pod permanentnim neposrednim uplivom istorijskih činilaca razvoja društva. Njihova današnja slika je, stoga, rezultat dugotrajnog, dinamičnog i složenog međudjejtva prirodnog evolucionog sistema i produkata kulturno-istorijske evolucije. »Stvarajući i menjajući svoju životnu sredinu, koja **prema novim ljudskim generacijama** istupa kao selektivna snaga, kojoj moraju da se biološki prilagođavaju, čovek se u stvari uključuje u faktore svoje sopstvene životne sredine, a to znači u faktore promene svoga genotipa i svoga fenotipa, drugim rečima — čovek se uključuje u faktore svoje sopstvene evolucije, u faktore evolucije svoje biološke vrste« (Radoman 1971).

Čitav splet burnih istorijskih tokova na našem tlu značajno je uticao i na izvjesne sociobiološke odlike stanovništva SR Bosne i Hercegovine. Imajući u vidu naglašene osobenosti istorijske faze postojanja vrste *Homo sapiens*, povjesna sudbina pojedinih populacija dobija dimenzije presudnog determinatora u tekućim mikroevolucionim pojavama i procesima. Među najefikasnije savremene agense sociobioloških kretanja sa takvim efektima i u našim sredi-

nama svakako spadaju izvjesni prateći produkti opšteg razvoja društvene baze i nadgradnje, posebno povećana komunikativnost, migratorna aktivnost stanovništva, te društveni tokovi koji stimiliraju procese urbanizacije i konurbacije.

Međutim, i pored snažnog uticaja pomenutih (i nepomenutih) činilaca koji određuju sociobiološku strukturu našeg stanovništva, ona je sačuvala niz osobenosti, uvjetovanih istaknutim specifičnim istorijskim tokovima u Bosni i Hercegovini. Gledano sa stanovišta opšte koncepcije poduzetih populacionogenetičkih istraživanja, posebno je zanimljiv jedan od tih specifikuma: u genetičkom smislu u Bosni i Hercegovini postoje (još uvijek) prava »ostrva u kopnu«, sredine koje predstavljaju teritorijalno relativno jasno određene sisteme razmjene genetičkog materijala.

Tri najbrojnija naroda (Hrvati, Muslimani, Srbi) u Republici, globalno gledajući, imaju zajedničko (južnoslovensko) porijeklo, ali osobene tokove formiranja svog nacionalnog identiteta (Purivatra 1969, 1974). Iako, posebno u urbanom stanovništvu, učestalost nacionalno »mješovitih« brakova ima tendenciju porasta,¹ u određenim užim sredinama tradicionalna, nacionalna i religiozna osjećanja predstavljaju zapreku razmjeni genetičkog materijala među pojedinim dijelovima šire populacije. Imajući u vidu povijesni karakter kategorija religije i nacije (Marx 1891, Marx, Engels 1932, Lenjin 1913), kompleks socijalnih barijera panmiktičnim tokovima (tendencijama) ima takođe bitno historične dimenzije, tj. mijenja se kvantitativno i kvalitativno. Međutim, nema sumnje da nacionalnost, kao i religija, do današnjih dana zadržava ulogu mogućeg činioca izolacije (shvaćene u savremenom smislu kao kvantitativnog fenomena), odnosno činioca distinktnosti izvjesnih grupa.

Istaknute činjenice sugeriraju i odgovarajuće pristupe istraživanju genetičkih odlika savremenog stanovništva SR Bosne i Hercegovine. U vezi s tim, svakako, postoji čitav niz različitih i zanimljivih aspekata koji, sa stanovišta populacionogenetičke analize, imaju jedan primarni globalni imenitelj: prostornogeografska (unutarnacionalna i međunacionalna) varijacija proučavanih parametara genetičke strukture posmatranih dijelova bosanskohercegovačke populacije.

1.1. ABO(H) ANTIGENI: FIZIČKO-HEMIJSKA PRIRODA, GENETIČKA KONTROLA SINTEZE I LUČENJA

Neposredno nakon otkrića krvnih antigena ABO sistema (Landsteiner 1901), slijedili su nalazi da oni nisu isključivo vezani za eritrocite i da su široko rasprostranjeni u raznim tkivima ljud-

¹ Savezni zavod za statistiku, Beograd (1973—1974): Demografska statistika (1970—1972).

skog sistema. Moss (1910, iz Wiener 1943) je ove grupnospecifične supstance našao u serumu, Yamakami (1926, iz Wiener 1943) u pljuvački i sjemenoj tečnosti, a ubrzo nakon toga njihovo prisustvo je dokazano i u drugim tjelesnim izlučevinama (znoj, suze, mlijeko, želučani sok, mokraćna, gnoj, izmet, itd.). Lehrs (1930) i Putkonen (1930) su (istovremeno), nezavisno jedan od drugog, utvrdili da, u pogledu sposobnosti lučenja antigena ABO sistema u pljuvačku, postoji jasan dimorfizam; na osnovu toga oni su ljudsku populaciju podijelili na »sekretore« i »nesekretore« ovih antigena. Schiff i Sasaki (1932) su, nakon analize 68 rodoslova i po 36 parova jednojajnih i dvojajnih blizanaca, postulirali tezu da se ovaj dimorfizam nasljeđuje kao jednostavni mendelijanski karakter. Sposobnost lučenja antigena ABO sistema u pljuvačku, prema ovim autorima, određuje jedan autosomalni alelogen (S), koji je kompletno dominantan nad svojom (recesivnom) alternacijom (s). Danas su u literaturi za odgovarajuće alele prihvaćeni simboli *Se* i *se*, koje je predložio Levine (1954).

Friedenreich i Hartmann (1938) su odgovarajućim analizama došli do veoma zanimljivih podataka o fizičko-hemijskoj prirodi antigena ABO sistema. Oni, naime, s obzirom na vrstu otapala ovih supstanci, razlikuju dva njihova oblika: ABO antigene rastvorljive u vodi i one koji se otapaju u alkoholu. Istovremeno, Friedenreich i Hartmann (1938) su konstatovali da su u vodi topivi antigeni ABO sistema rasprostranjeni u većini tjelesnih izlučevina i tkiva (osim krvi!) »sekretora«, dok se alkoholom rastvorljive antigene tvari istog sistema nalaze u svim tjelesnim tkivima (posebno u krvi!), sem mozga, ali se nikad ne pojavljuju u sekretima.

Dugo se mislilo da je krvna grupa O, po standardnoj klasifikaciji mutagena — amorf (pa, prema tome, obligatni »nesekretor«), odnosno da ne posjeduje ni jednu antigenu supstancu ABO sistema. Međutim, Morgan i Watkins (1948) u eritrocitima i u pljuvački »sekretora« determinišu antigen označen sa H i razvijaju, danas opšteprihvaćenu, tezu o osnovnim karikama u lancu sinteze ABO(H) antigena, smatrajući pritom H supstancu neposrednim supstratom za djelovanje enzima čiju sintezu kontrolišu aleli lokusa I (aktivni I^A i I^B , neaktivni I^O).

Grubb (1948) je prvi primijetio da postoji izvjesna veza u pojavi ABH i Lewis antigena u tjelesnim izlučevinama. Njegove nalaze i objašnjenja ovog fenomena nakon toga je detaljno razradio Ceppellini (1955, 1959), izloživši pritom i danas važeću tezu o odnosima u složenom sistemu sinteze ABO(H) — Lewis antigena i o genetičkoj određenosti pojave ovih tvari u tjelesnim sekretima. Njihova interpretacija ABO(H) — Lewis — sekretor kompleksa kvalitativne polimorfnosti potvrđena je nizom (bio)hemijskih analiza H, A, B, Le^a i Le^b grupnospecifičnih supstanci koje se pojavljuju u tjelesnim izlučevinama (Watkins 1966).

Pomenute studije su otkrile da je grupno-specifična svojstvenost ABO(H) i Lewis antigena topivih u vodi vezana za glikoproteine visoke molekulske težine u kojima su kratki lanci karbohidrata povezani sa bjelančevinskom komponentom. Nakon separacije (alkoholnom hidrolizom) ovih dviju sekvenci nađeno je da njihovu antigenu specifičnost određuje struktura ugljikohidrata. Finije analize te strukture su pokazale da ABO(H) i Lewis antigeni u osnovi imaju četvoročlani niz triju šećera (D-galaktoza, N-acetilglukozamin i N-acetilgalaktozamin), čija aktivnost odgovara prekursoru H supstance.

Nosioci pojedinih antigenih specifičnosti su determinirani uporednom analizom aglutinogene aktivnosti prirodnih supstanci iz sekreta i izvjesnih prostih šećera. Tako je otkriveno da bočnim vezivanjem fukoze za terminalni šećer (D-galaktoza) prekursora, pomenuta ugljikohidratna sekvenca poprima antigenu aktivnost H. Pojavom ovog šećera samo na drugoj karici prekursornog lanca (N-acetilglukozamin) nastaje Le^a supstancica, a prisustvo fukoze na oba pomenuta položaja opredjeljuje Le^b grupnu specifičnost. Antigena aktivnost A posljedica je terminalnog vezivanja N-acetilgalktozamina za vršni šećer (D-galaktoza) H supstance, dok B antigen mjesto ovog aminošećera na istom položaju ima D-galaktozu.

Priroda biohemijskog djelovanja *Se* alelogena (funkcionalna varijanta gena na lokusu koji je odgovoran za sekrecije ABH antigena) još uvijek nije dovoljno poznata. Obično se pretpostavlja da je pod njegovom kontrolom produkcija represorne supstance u procesu sinteze u vodi topivih (ali ne i eritrocitarnih, topivih u alkoholu) antigena ili da dodaje još neodređenu hemijsku grupu, neophodnu za djelovanje alelogena *H* (aktivna varijanta gena koji kontrolišu katalizu vezivanja fukoze za terminalni šećer odgovarajućeg prekursora). Treba istaći da već postoje izvjesni dokazi da je sposobnost sekrecije ABH antigena povezana sa prisustvom topivog enzima koji katalizira pomenutu reakciju. Međutim, ovi nalazi, kao ni rezultati novijih istraživanja, još uvijek nisu dali odgovor na pitanje da li *Se* alel neposredno proizvodi odgovarajući enzim ili, pak, supstancu koja kontroliše aktivnost tog enzima (prema: Cavalli-Sforza, Bodmer 1971).

Specifičnost eritrocitarnih antigena H, A i B određuje sastav ugljikohidratne komponente u vodi nerastvorljivih glikolipida. Mada hemijska struktura ovih nosilaca antigene aktivnosti nije pouzdano određena, smatra se da oni po tome nisu različiti od antigena topivih u vodi. Posebna diferencijalna osobenost interakcije *Se* i *H* gena u sintezi antigena topivih u vodi je u tome što se u ovom procesu, suprotno onom koji se dešava u produkciji eritrocitarnih nosilaca specifičnosti (topivi u alkoholu), antigeno aktivne grupe mogu povezati sa različitim strukturama bjelančevinske komponente (sa kojom su karbohidrati, kao primarni nosioci grupne specifičnosti, povezani).

Ukratko, izgleda da geni I^A , I^B , H , Le , a možda i Se , determinišu sintezu enzima koji su odgovorni za dodavanje odgovarajućih monosaharidnih ostataka prekursorom ugljikohidratnom lancu glikoproteina, odnosno glikolipida. Druga od prihvatljivih alternativa hipotetične sheme sinteze i lučenja ABH i Lewis antigena, koja ne djeluje ništa manje uvjerljivo, pretpostavlja da je alel Se strukturni gen enzima koji dodaje terminalnu fukožu šećeru sekretiranih antigena, a da neki drugi gen (Y) kontroliše odgovarajuću katalizu u eritrocitima. Prema ovoj hipotezi, H alelogen djeluje na nekom ranijem stadijumu, vjerovatno dodajući terminalnu fukožu, dok neaktivni alel h možda »pokušava« da na odgovarajući prekursor fuzionise ovaj šećer u pogrešnoj konfiguraciji. I^A , I^B , Se i Y ne mogu djelovati ako je individualni genotip hh , jer su I^A i I^B neaktivni u odsustvu terminalne fukoze (Ceppellini 1959).

Uprošćenost pomenutih hipoteza o genetičkoj kontroli pojedinih etapa u lancu sinteze ABO(H) i Lewis antigena, između ostalog, ilustruje i podatak da su literaturi poznate jedinice koje u potomstvo prenose genetičku osnovu za » A_2B « antigensku kombinaciju. Smatra se, naime, da pojedini njihovi gameti nose » $I^A I^B$ « alele koji nastaju rijetkim rekombinacijama u normalnom $I^A I^B$ heterozigotu (Race, Sanger 1968). Ova pojava može da znači da su I^A i I^B u stvari mutantni aleli različitih cistrona (prema: Cavalli-Sforza, Bodmer 1971).

Pojednostavljeni prikaz ovog kompleksa komplementarne interakcije nealelnih gena je jedan iz galaksije primjera složene povezanosti genetičke determinacije naoko nezavisnih fenotipskih sistema, čak i onda kada oni nisu određeni neposrednim proizvodom gena — enzimom (proteinom). Između ostalog, ovaj sistem ističe i činjenicu da antigenski fenotip zavisi i od endofenotipske mikrookoline, odnosno ćelijske i histološke sredine.

Od petnaest genskih lokusa (četnaest autosomalnih i jedan polno vezani; prema: McKusick 1971), koji determinišu sintezu antigena isto toliko (do sada opisanih) fenotipskih sistema, lokus odgovoran za lučenje ABH antigena vezan je samo sa genskim lokusom koji određuje produkciju Lutheran grupnospecifičnih supstanci. Analizom učestalosti rekombinacije fenotipova sekrecije ABH antigena i Lutheran krvnih grupa u potomstvu pojedinih tipova braka, utvrđeno je da su genski lokusi, koji kontrolišu pomenute sisteme individualne polimorfnosti, na odgovarajućem autosomu međusobno udaljeni oko 15 mapnih jedinica po Morganu (Sanger, Race 1958). Nedavno su saopšteni podaci koji čine vrlo vjerovatnom pretpostavku da se na istom hromosomu nalazi i genski lokus koji kontroliše Gm sistem antigene polimorfnosti antitijela (Chautard-Freire-Maia 1974). Pored toga, potrebno je istaknuti i činjenicu da se, koliko je dosada poznato, osim ABH i Lewis antigena (biološkim nasljeđem određeno), u pljuvački pojavljuju samo Sd^a grupnospecifična supstanca (MacVie et al. 1967) i jedna antigena

tvar, još uvijek nedefinisane grupe pripadnosti, uslovno označeno kao Cb (Balding, Gold 1973).

Dosada nije primijećeno da bilo koji selekcionarni agens favorizuje neku od dviju alternativnih varijanti (ne)sposobnosti lučenja ABH antigena u tjelesne sekrete.

1.2. STEPEN ISTRAŽENOSTI SEKRECIJE ABH ANTIGENA U STANOVNIŠTVU JUGOSLAVIJE

Tek na pragu XX stoljeća u Bosni i Hercegovini se osjećaju značajnije refleksije opštesvjetskog istraživačkog zamaha u proučavanju bioloških odlika humanih populacija. U relativno kratkom periodu, u domaćoj i stranoj literaturi, pojavljuje se niz publikacija koje govore o fizičkoantropološkim odlikama savremenog bosanskohercegovačkog stanovništva i o osteološkim nalazima (individualno ili institucijski organizovanih) iskopavanja tragova njegovih minulih generacija.

Novi značajniji val fizičkoantropoloških istraživanja (u prvom redu kvantitativne varijacije) stanovništva Bosne i Hercegovine uslijedio je tek nakon II svjetskog rata, pedesetih godina ovog vijeka.

Slobodno se, međutim, može reći da su genetičke odlike bosanskohercegovačkog (kao i jugoslavenskog, uostalom) stanovništva sve doskora ostale gotovo sasvim nepoznate; šezdesetih godina se pojavljuju prvi značajniji prilozi poznavanju njegovog genetičkog sastava. U toku protekle decenije, nizom organizovanih istraživanja opisani su osnovni parametri genetičke strukture našeg stanovništva, s obzirom na znatan broj fizičkih i biohemijokofizioloških oblika nasljedne individualne varijacije (Bošković 1965, Bučić 1966, Berberović 1967, 1969a, 1969b, Berberović, Hadžiselimović 1971, Berberović et al. 1973a, 1973b, Bubalo-Veseličić et al. 1973, itd.).

Iznesene impresije o stepenu istraženosti genetičkih karakteristika stanovništva Jugoslavije u podjednakoj mjeri se odnose i na »honorarnu krvnu grupu« (prema: McKusick 1971), fenomen sekrecije ABH antigena u neke tjelesne tečnosti izvan krvi. Istina, pojedini jugoslavenski centri za transfuziju krvi u svojim evidencijama imaju i orijentacione procjene (dobijene analizom relativno malih uzoraka) učestalosti »sekretora« i »nesekretora« na teritoriji svoje aktivnosti, ali gotovo sasvim nedostaju publikacije koje detaljnije studiraju sekreciju ABH antigena u pojedinim dijelovima našeg stanovništva. Jedan od izuzetaka je saopštenje o učestalosti ABH antigenih tvari u pljuvački Slovenaca i prekomurskih Roma (Hočevar 1965). Nedavno su se, kao integralni dio preliminarnih istraživanja u okviru ovog rada, pojavile i prve informacije o učestalosti alternativnih fenotipova (ne)sposobnosti lučenja ABH antigena u pljuvačku, dobijene analizom nekoliko uzoraka bosanskohercegovačkog

stanovništva (Berberović, Hadžiselimović 1973, Berberović et al. 1973b, 1974, 1975).

Ovaj rad, prema tome, predstavlja prvi kompleksan pristup genetici sekrecije ABH antigena u stanovništvu Jugoslavije.

1. 3. CILJ RADA

Ovdje će biti izloženi izvjesni aspekti populacionogenetičke analize podataka o učestalosti »sekretora« i »nesekretora« u 22 (pod)uzorka (sa 12 lokaliteta) stanovništva SR Bosne i Hercegovine, ostvarenih odgovarajućim pretragama pljuvačke 9521 osobe iz 1945 različitih užih porodica. I letimičan pogled na raspoloživi materijal stvara utisak da u jednom ovakvom radu ni izdaleka nije moguće obuhvatiti sve (u ovom času, možda, teško sagledive) potencijalne prilaze njegovoj analizi.

Centralni problem poduzetih istraživanja je populacionogenetička analiza frekvencije prisustva ABH antigena u pljuvački individua obuhvaćenih slučajnim uzorcima stanovništva Bosne i Hercegovine; uzorci su uzeti iz populacija posebno odabranih užih teritorijalnih regiona Republike. Analiza obrađenog materijala je usmjerena u nekoliko osnovnih pravaca, obuhvatajući (1) učestalost alternativnih fenotipova sekrecije ABH antigena (i njihovih genetičkih determinatora), (2) sistem sklapanja brakova i (3) distribuciju fenotipova u potomstvu pojedinih tipova braka. Pomoću utvrđenih parametara proučeni su populacionogenetički odnosi dviju sukcesivnih generacija i (4) odgovarajuće relacije među pojedinim prostorno-geografski i etnički definiranim dijelovima bosanskohercegovačkog stanovništva.

Između ostalog, veoma je značajno istaći da upoznavanje i analiza učestalosti pojedinih ABH antigena u pljuvački mogu poslužiti i kao ishodište inovacija u istraživačkoj metodologiji genetike ABO sistema krvnih antigena. Standardnim hematološkim metodima, naime, veoma teško se ostvaruju dovoljno veliki uzorci kompletnih porodičnih podataka o učestalosti ABO krvnih grupa, neophodni za detaljnu populacionogenetičku analizu. Vođen tom idejom i činjenicom da je u dosadašnjim istraživanjima mogućnost ovakvog pristupa potpuno previđana, ovaj rad periferno zahvata i izvjesne aspekte genetike ABO sistema krvnih grupa u stanovništvu SR Bosne i Hercegovine.

Iako su Lehrs (1930) i Putkonen (1930) prije četiri i po decenije otkrili da u pogledu lučenja ABO antigena u pljuvačku postoji jasan dimorfizam, metodika razdvajanja »sekretora« i »nesekretora« još uvijek nije dovoljno razrađena. U tom pogledu osobito nedostaju odgovarajući metodi za primjenu u obimnijim populacionogenetičkim istraživanjima. Metodološka razmatranja i iskustva stečena u ovom radu, mogu da ukažu na jedan od mogućih

pravaca ka bržoj i jednostavnijoj (ali dovoljno pouzdanoj) diskriminaciji alternativnih fenotipova sposobnosti lučenja ABH antigena.

Ovaj rad se poglavito bavi pitanjima opšteg (naučnofundamentalnog i naučnodeskriptivnog) značaja, ali njegovi rezultati mogu steći i praktičnu vrijednost, posebno u domenu medikolegalne i medikoprognostičke primjene.

2. MATERIJAL I METODIKA

2.1. OSNOVNI PRINCIPI IZBORA UZORAKA

Analizirani uzorci stanovništva SR Bosne i Hercegovine potiču iz dvanaest užih teritorijalnih regiona Republike. U planiranju mreže ostvarenih uzoraka striktno je poštovano nekoliko osnovnih principa: svi oni potiču iz sredina za koje su karakteristični (1) izrazito niska imigracija stanovništva i (2) prostorno, relativno, jasno ograničen sistem sklapanja brakova. Težilo se da obuhvaćeni uzorci budu (3) što ravnomjernije distribuirani po teritoriji Republike i da pritom (4) što vjernije odražavaju karakterističnu nacionalnu strukturu s obzirom na brojnije etničke elemente stanovništva Bosne i Hercegovine (Hrvati, Muslimani, Srbi). (5) Svi uzorci su ostvareni primjenom identičnih metoda prikupljanja i obrade materijala. Centri za prikupljanje uzoraka pljuvačke bile su lokalne osnovne škole, čiji su učenici bili neprocjenjivo vrijedni pomagači u pribavljanju pljuvačke članova njihovih užih porodica. (6) Kao baza izvedenih analiza poslužili su »kompletni podaci« (vidi odjeljak 2.5.1.); ni u jedan aspekt analize nisu uključeni skupovi informacija koji potiču iz uzoraka (ili njihovih različito definiranih kategorija) manjih od 50.

Podobnost pojedinih uzoraka okvirima usvojenih principa njihovog izbora, može se ustanoviti u nizu priloga koji slijede (sl. 1, tab. 1 i 2).

Izloženi podaci rječito govore o osnovnim zajedničkim odlikama ispitanih uzoraka (određenih, prije svega, uvažavanjem pomenutih kriterijuma), koje su primarno usmjerile puteve analize rezultata rada.

(1) Izrazito visoka učestalost brakova sklopljenih unutar stanovništva pojedinih užih područja otkriva relativno visok stepen izolovanosti posmatranih dijelova šire populacije. Razumljivo je da se (gotovo zanemarljivo) male grupe porodica u kojima ni jedan od roditelja ne potiče iz jedne »matične« populacije, u genetičkom smislu ne mogu smatrati njenim integralnim dijelom, pa su odgovarajući podaci o njima isključeni iz finanlnih analiza. Niska uče-

stalost ove kategorije brakova (najviše 2%, izuzimajući Veliku Kladušu — 9%), kao i onih u kojima je samo jedan supružnik pripadnik određene populacije (od 0,86% — Grabovica do 9,93% —



Sl. 1: Lokaliteti
Localities

Miljevina) daljnja su indikacija beznačajnih imigracionih tokova u ove krajeve.

(2) Lokaliteti sa kojih potiču posmatrani uzorci mozaično i dosta homogeno su raspoređeni po teritoriji Republike (sl. 1), a podaci iz tabele 2. pokazuju da (3) mreža ostvarenih uzoraka obuhvata većinu karakterističnih nacionalnih struktura bosanskohercegovačkog stanovništva.

(4) Nacionalni sastav testiranih učenika (prema očekivanju) dobro odgovara nacionalnom sastavu populacija iz kojih potiču. Ovo potvrđuje i letimičan pregled podataka izloženih u tabeli 2. Odgovarajući (orijentacioni!) podaci o lokalnim populacijama dobijeni su na osnovu rezultata popisa stanovništva 1971. godine, nji-

hovim specijalnim prilagođavanjem za školska područja. Naime, pošto se školska područja i popisne jedinice teritorijalno ne podudaraju, bilo je neophodno da se u ovim procjenama rezultati popisa orijentaciono grupišu u cjeline koje što realnije pokrivaju naselja na području pojedinih škola.

Tab. 1: Orijentaciona procjena stepena propagacijske izolovanosti posmatranih lokalnih populacija

Degree of propagational isolation of the local population studied

Lokaliteti Localities	N	2%	1%	(2+1)%	
Bosanska Bijela	524	98,86	0,76	99,62	
Hutovo	358	95,81	2,79	98,60	
Memići	478	96,96	3,14	100,00	
Miljevina	Miljevina	534	87,45	9,93	97,38
	Kozja Luka	272	95,96	3,68	99,64
	Ukupno Total	806	90,32	7,82	98,14
Modran	541	98,71	1,11	99,82	
Odžak	459	93,68	5,45	99,13	
Orahova	453	96,91	2,65	99,56	
Prekraja	296	97,30	2,36	99,66	
Rakitno	370	98,38	1,35	99,73	
Šiprage	Šiprage	499	95,99	2,01	98,00
	Grabovica	232	99,14	0,86	100,00
	Ukupno Total	731	96,99	1,64	98,63
Velika Kladuša	887	89,97	0,90	90,87	
Župča	298	92,95	4,70	97,65	

2 = Oba roditelja iz lokalne populacije
Both parents from the local population

1 = Jedan roditelj iz lokalne populacije
One parent from the local population

(5) U dvjema neposredno posmatranim generacijama obuhvaćenih dijelova bosanskohercegovačkog stanovništva zabilježena je zanemarljivo niska frekvencija »mješovitih« brakova s obzirom na nacionalnost supružnika (u većem dijelu uzoraka takvih brakova uopšte nema). Ova pojava je zahtijevala da se u jednom dijelu populacionogenetičke analize (testiranje gentičke ravnoteže, odjeljak

3.1) nacionalno definirane kategorije pojedinih uzoraka tretiraju kao međusobno nezavisni poduzorci.

Imajući u vidu istaknute odrednice, u pojedinim uzorcima je izvršena detaljnija analiza sistema sklapanja brakova, s obzirom na lokalno porijeklo supružnika. Tom prilikom su u dva od njih (Šiprage i Miljevina) nađene po dvije grupe naselja sa izrazito češćim sklapanjem bračne veze unutar »subpopulacija«, nego među

Tab. 2: Nacionalni sastav lokalnih populacija (a)* i grupâ testiranih učenika (b)

Ethnical composition of the local populations (a)* and the respective samples (b)

Lokaliteti Localities	Hrvati Croats		Muslimani Moslems		Srbi Serbs		Ostali Others			
	a	b	a	b	a	b	a	b		
Bosanska Bijela	71	74	—	—	29	26	—	—		
Hutovo	94	95	2	3	2	2	2	—		
Memići	—	—	83	83	15	17	2	—		
Miljevina	Miljevina		1	—	52	56	45	43	2	1
	Kozja Luka		—	—	71	68	29	32	—	—
Modran	54	58	—	—	45	40	1	2		
Odžak	5	5	7	8	87	82	1	—		
Orahova	2	1	93	95	4	3	1	—		
Prekrajâ	—	—	—	—	100	100	—	—		
Rakitno	100	100	—	—	—	—	—	—		
Šiprage	Šiprage		—	—	53	55	46	45	1	—
	Grabovica		—	—	2	3	98	97	—	—
Velika Kladuša	?	—	99	98	?	2	?	—		
Župča	?	—	95	91	?	8	?	1		

* Orientacioni podaci, dobijeni specijalnom prilagodbom (za školska područja) rezultata popisa stanovništva, 1971. godine

Broadly based on the 1971 census data (adapted for the respective school areas)

pripadnicima različitih grupa. Tako, na primjer, u uzorku Šiprage, proučavanjem grupe roditelja testiranih učenika, u mjestu Grabovica (i obližnjim naseljima) nađeno je da 99% roditeljskih parova posmatrane generacije potiče iz mjesnog (šipraško-grabovačkog) područja, a u desetak kilometara udaljenim Šipragama i njihovoj okolini ta učestalost iznosi 96%. Na području Grabovice je nađeno

2,59% brakova u kojima je jedno od supružnika iz užeg područja Šipraga, dok u Šipragama i njima gravitirajćim selima ima svega 3,61% roditeljskih parova sa jednim Grabovčaninom, odnosno Grabovčankom. Slični nalazi i u miljevinskom kraju su potakli da se uzorci Šiprage i Miljevina razdvoje na »poduzorke« (Šiprage: Šiprage i Grabovica, Miljevina: Miljevina i Kozja Luka), kao primjere u analizi genetičkih sličnosti i razlika među blisko susjednim dijelovima stanovništva.

Izloženim kriterijumima formiranja proučenih uzoraka i opisanim tretmanom, ukupni fond raspoloživih podataka o prisustvu ABH antigena u pljuvački stanovništva Bosne i Hercegovine podijeljen je na dvadeset i dvije cjeline (Hrvati — pet, Muslimani — sedam, Srbi — deset). Međutim, ako se Šiprage i Miljevina tretiraju kao integralni uzorci, ukupno uzevši, pomenute genetičke odlike hrvatskog stanovništva su proučene u pet, muslimanskog u šest, a srpskog u osam (ukupno devetnaest) teritorijalno definiranih dijelova bosanskohercegovačke populacije.

2.2. PRIKUPLJANJE I ČUVANJE MATERIJALA

Uzorci su ostvareni primjenom specifičnih varijanti dva klasična načina prikupljanja podataka u humanoј genetici: »direktnim posmatranjem« (»by direct observation«) i »pomoću upitnika« (»by questionnaire«).

Prema standardnoj proceduri populacionogenetičke analize, ovakav postupak podrazumijeva međusobno poređenje polaznih podataka dobijenih primjenom različitih načina prikupljanja informacija. Svi raspoloživi podaci (ukupno 15 238) o individualnoj (ne)sposobnosti lučenja ABH antigena u pljuvačku (dobijeni odgovarajućim laboratorijskim pretragama, vidi odjeljak 2.3), sistematizirani su po proceduri koja je opisana u odjeljku 2.5.1, a zatim su međusobno upoređene ($t\%$ test) procentualne učestalosti »nesekretora« u dijelovima uzoraka koji su ostvareni »direktnim posmatranjem« i »pomoću upitnika«. Pritom se imalo na umu da je korektnost postupka u ovim poređenjima djelimično ograničena genetičkom zavisnošću posmatranih frakcija ispitanih (pod)uzoraka. Specificiranjem podataka koji su ostvareni »pomoću upitnika« na generacijski i polno određenje kategorije, ta ograničenja su (koliko je to bilo moguće) minimizirana. Drugi nivo kategorizacije (»kompletni« i »nekompletni« podaci), baziran na (ne)kompletnosti porodičnih podataka, opisuju kriterijumi izloženi u odjeljku 2.5.1.

Izloženi podaci i rezultati njihovog poređenja jasno izdvajaju dva osnovna zaključka. (1) U »kompletnim podacima« ni u jednom od ispitanih (pod)uzoraka nema statičkih značajnih razlika u poređenim parametrima među dijelovima (pod)uzoraka koji su prikupljeni »direktnim posmatranjem« i »pomoću upitnika« (ova konsta-

tacija se odnosi na poređenje prvih sa svim kategorijama potonjih); najveće razlike su nađene u uzorku Hutovo, poređenjem »direktno« dobijenih podataka o ženama sa odgovarajućim podacima o muškarcima II generacije, pribavljenim »pomoću putnika« ($0,10 > p > 0,05$). U fondu »nekompletnih podataka« odgovarajuća poređenja su pokazala značajne razlike samo u dva slučaja (Memići — Srbi, Orahova — Muslimani). (2) Izložene činjenice daju afirmativan odgovor na pitanje u vezi sa ekvivalencijom primijenjenih varijanti prikupljanja informacija, ali i opredjeljuju posmatrača na veće povjerenje »kompletnim podacima«. S obzirom na potencijalne mogućnosti provjere podataka (vidi odjeljak 2.4), ovakav nalaz predstavlja logičan epilog izvedenih uporedbi. Respektujući ta dva osnovna zaključka, rezultati ovog rada i diskusija o njima baziraju se na analizi uzoraka formiranih od porodica gdje je utvrđen fenotip oba roditelja i najmanje jednog potomka (»kompletni podaci«).

U prikupljanju uzoraka pljuvačke iskorišteno je iskustvo medikolegalne prakse, stečeno razvijanjem metoda za determinaciju ABO(H) antigena u tragovima pojedinih tjelesnih izlučevina. Naime, pošto je planirane uzorke bilo (iz tehničkih i finansijskih razloga) praktično gotovo nemoguće ostvariti primjenom klasičnih metoda prikupljanja native pljuvačke (Wiener 1943), materijal je sa terena dobavljen na papirnim trakama, u suhom stanju.

Primijenjeni metod uzimanja pljuvačke je u preliminarnim istraživanjima podvrgnut objektivnoj provjeri. U uzorku od 301 studenta Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Sarajevu, individualna pripadnost krvnim grupama ABO sistema je određena rutinskim metodom aglutiniranja na pločici, a zatim su fenotipovi sekrecije ABH antigena u pljuvačku kod svih tih osoba određeni na dva načina: analizom native pljuvačke (Wiener 1943) i odgovarajućim prepariranjem sušene pljuvačke na papiru. Imajući u vidu i dobro poznatu kvantitativnu individualnu varijaciju izlučenih antigena, rezultati provjere metoda su bili, gotovo u iznenađujućoj mjeri, pozitivni. Naime, ni kod jedne osobe nije konstatovana diskordantnost fenotipa određenog različitim metodima. Ova konstatacija se podjednako odnosi, kako na fenotipove (ne)sposobnosti lučenja ABH antigena, tako i na vrstu izlučenog antigena kod »sekretora«.

Izloženi rezultati preliminarnih istraživanja bili su sasvim čvrsta osnova za usavršavanje izvjesnih detalja u metodici prikupljanja materijala. Da bi se u raspoloživom asortimanu papira pronašao onaj koji najlakše prima i otpušta tečnost, testirano je nekoliko standardnih kvaliteta papira (upijajuća hartija, filter papir, »pelir« i »ciklostil«). Od svih upotrebljenih papira, »ciklostil« se pokazao najpogodnijim, pa je u nastavku rada pljuvačka uzimana natapanjem papirnih traka ovog kvaliteta (»cyklostil« 80 g/m², proizvodnja: »Zagrebačka tvornica papira«). Sve trake su poticale iz istog pakovanja, što pretpostavlja njihovu ujednačenu kakvoću.

U daljem toku prethodnih metodoloških analiza nađeno je da tri kapi pljuvačke (koliko je dovoljno za primarnu pretragu i eventualnu kontrolu) ovlaže 6 cm^2 ($4 \times 1,5 \text{ cm}$) papirne trake. Zbog toga je papir mašinski izrezan na parčad dimenzija $5 \times 1,5 \text{ cm}$ ($1,5 \text{ cm}^2$ za obilježavanje i prihvatanje prilikom uzimanja pljuvačke). Papir je čuvan u odgovarajućim kutijama, a prije upotrebe je sterilisan u aparatu za suhu sterilizaciju (dva sata na 120°C).

I pored istaknutih pozitivnih rezultata provjere primijenjenog metoda prikupljanja materijala, nedvojbeno je da u determinaciji individualne pripadnosti alternativnim fenotipovima sekrecije ABH antigena veće povjerenje treba imati u analizu native pljuvačke. Međutim, sa nekoliko svojih prednosti, metod uzimanja pljuvačke na papirne trake može biti znatno preferiran u obimnijim (populacionogenetičkim) studijama sekrecije ABH antigena. Te prednosti se ispoljavaju, prije svega, kao (1) tehnički jednostavnije uzimanje pljuvačke, (2) ogromna ušteda u vremenu i materijalu, (3) testirane osobe (čak i sasvim upućene!) nerado daju pljuvačku u epruvetu i (4) prikupljena pljuvačka na papirnim trakama zauzima neporedivo manje prostora i lakše se čuva nego u epruvetama.

Centri za prikupljanje materijala u pojedinim regionima Republike bile su lokalne osmorazredne osnovne škole. Uzorci pljuvačke su uzimani od svih prisutnih učenika (ukupno 6 034) od trećeg do osmog razreda. U svim školama su formirani osnovni spiskovi u koje je, pored rednog broja svakog učenika i oznake za nacionalnu pripadnost, upisano mjesto rođenja njihovih roditelja i podatak da li u školi (koju pohađaju) ima članova njihove uže porodice (braća i sestre).

Svaki učenik je pljuvačkom dobro ovlažio dvije trećine pripremljene papirne trake koja je nosila oznaku razreda, redni broj davaoca i godinu njegovog rođenja. Ovlašeni papirići su pincetom ulagani među predmetne pločice za mikroskopske preparate i, razvrstani po razredima, odlagani u »portabl« frižider. Nakon toga je svaki učenik dobio potrebni broj odgovarajuće obilježenih papirnih traka za članove najuže porodice (otac, majka, braća i sestre). Učenicima su date instrukcije kako da objasne cilj uzimanja pljuvačke, a zatim im je stavljeno u zadatak da na papirne trake upišu godinu rođenja svakog člana porodice. Članovi najuže porodice učenikâ trebalo je da pljuvačkom ovlaže papiriće koji su im namijenjeni, na isti način kao što su to oni učinili u školi. Pljuvačkom natopljene papiriće je, nakon toga, trebalo osušiti, strogo vodeći računa da se oni tom prilikom međusobno ne dotiču. Suve papirne trake su učenici stavljali u sveske ili knjige; pritom je svaki papirić morao biti sam među susjednim listovima. Narednog dana papirići su prikupljeni od učenika i uloženi u naročite sveske; sveske i trake sa uzorcima pljuvačke samih učenika deponovane su u terenski »portabl« frižider.

U laboratoriji su uzorci pljuvačke (do odgovarajuće pretrage) čuvani u škrinji za duboko hlađenje, na (oko) -20°C . Imajući u vidu dobro poznatu termostabilnost ABO(H) antigenih supstanci, a posebno izrazitu stabilnost njihove strukture na niskim temperaturama, ovakav način čuvanja potpuno je obezbjeđivao trajnost prikupljenog materijala.

2.3. LABORATORIJSKA OBRADA MATERIJALA

Fond osnovnih podataka za analizu ostvaren je kvalitativnom diskriminacijom alternativnih fenotipova sekrecije ABH antigena u pljuvačku, slijedeći u glavnim crtama recepturu koju je preporučio Wiener (1943).² Ova metoda se zasniva na inhibiciji zgrušavanja eritrocita odgovarajućim serumskim antitijelima.

Originalna procedura počinje uzimanjem native pljuvačke u čistu staklenu posudu iz koje se zatim presipa u epruvetu. Enzimi se inaktiviraju denaturacijom, koja se postiže desetminutnim držanjem pljuvačke (u epruveti, naravno) u vodenom kupatilu sa ključalom vodom. Nakon toga slijedi centrifugiranje sadržaja epruvete i dekantiranje tečnosti iznad eventualnog ugruška. Epruveta se na odgovarajući način obilježi i, ako je neophodno duže čuvanje uzorka pljuvačke, pohrani se u hladilo za duboko zamrzavanje (u ovim uslovima upotrebna vrijednost pljuvačke je, vremenski, praktično neograničena).

Za dokazivanje prisustva, odnosno odsustva, ABH antigena u pljuvački, po Vineru (Winer 1943), potrebno je i pljuvačku i odgovarajuće test-serume (anti-A, anti-B i anti-H) fiziološkim rastvorom (0,86% NaCl) razrijediti u omjeru 1:10.

U neposrednoj determinaciji individualne pripadnosti alternativnim fenotipovima »sekretor« i »nesekretor«, pripreme se četiri epruvete sa sljedećim sadržajem:

- (1) kap razrijeđene pljuvačke i kap razrijeđenog anti-B seruma,
- (2) kap razrijeđene pljuvačke i kap razrijeđenog anti-A seruma,
- (3) kap fiziološke otopine i kap razrijeđenog anti-B seruma,
- (4) kap fiziološke otopine i kap razrijeđenog anti-A seruma.

Sadržaj epruveta se drži na sobnoj temperaturi najmanje deset minuta, a zatim se u epruvete 1 i 3 doda po jedna kap (2—3%) suspenzije B eritrocita u fiziološkom rastvoru, a u epruvete 2 i 4 se stavi po kap (2—3%) suspenzije A eritrocita u istom medijumu.

² Iako su osnove »Vinerove metode« i ranije bile opisivane, a njeni pojedini detalji kasnije usavršeni ili modifikovani, i danas se u rutinskoj praksi (a često i u literaturi) kao njen autor pominje A. S. Wiener, jedan od najistaknutijih istraživača (klasika) na polju transfuzologije i genetike krvnih grupa.

Jedan sat nakon toga, na osnovu prisustva, odnosno odsustva, aglutinacije u pojedinim epruvetama, registruje se prisustvo ili odsustvo A i B antigena u tretiranom uzorku pljuvačke.

Na osnovu sastava sadržaja epruveta 3 i 4 može se zaključiti da su one kontrolne i da u njima (ako su serumi i eritrociti na odgovarajući način pripremljeni) mora doći do aglutinacije. Aglutinacija u epruveti 1, a njeno odsustvo u epruveti 2, govori da analizirana pljuvačke pripada sekretoru krvne grupe A. Prisustvo B antigena u pljuvački dokazuje zgrušavanje crvenih krvnih zrnaca u epruveti 2, uz istovremenu negativnu reakciju u epruveti 1. Odsustvo aglutinacije u obje epruvete (1 i 2) znači da se u posmatranoj pljuvački nalaze i A i B antigeni (AB sekretor), a ako se aglutinacija pojavi i u jednoj i u drugoj, onda je riječ o O sekretoru (H supstance) ili preparirana pljuvačka pripada nesekretoru nepoznate pripadnosti jedoj od krvnih grupa ABO sistema. Diskriminacija ovih alternativa se obavlja tako da se u jednu epruvetu (eksperimentalnu) stavi kap razrijeđene rezervne pljuvačke i kap razrijeđenog anti-H seruma, a u drugoj (kontrolna), pomiješaju se kap fiziološkog rastvora i kap razrijeđenog anti-H seruma. Slijedi polčasovno inkubiranje na sobnoj temperaturi, a, nakon toga, sadržajima ovih epruveta se dodaje po kap 2—3% suspenzije (u fiziološkom rastvoru) eritrocita krvne grupe O. Epruvete se zatim drže jedan sat na sobnoj temperaturi, a onda se očitavaju rezultati interakcije komponenti njihovog sadržaja. U kontroli (epruveta 2) trebalo bi obavezno da dođe do aglutinacije; eventualni izostanak aglutinacije u ovoj epruveti ukazuje na grešku u nekoj od tačaka opisane procedure i upućuje na ponavljanje čitavog postupka. Odsustvo zgrušavanja u epruveti 1 jznači da je u pljuvački prisutan H antigen (O sekretor), dok pojava aglutinacije u ovoj epruveti dokazuje da tretirana pljuvačka pripada nesekretoru neke (ovim metodom, još uvijek, neodređive) krvne grupe ABO sistema.

Opisana originalna klasična metoda određivanja fenotipova (ne)sposobnosti lučenja ABH antigena tokom rada je izmijenjena nizom modifikacija u pojedinim tačkama postupka.

Sušena pljuvačka sa papira je ekstrahovana dvadesetčetvorčasovnim močenjem sitno izrezane parčadi papira u fiziološkom rastvoru. Od papirne trake (50×15 mm), na parčad dimenzija 15×1 — 2 mm, oštrim makazama je rezano 3 cm^2 ($2 \times 1,5$ cm) papira. Usitnjeni papir je pincetom stavljen u odgovarajuće epruvete zapremine oko 5 cm^3 , sa promjerom otvora oko 10 mm. Nakon toga, papir je natapan sa četiri kapi fiziološkog rastvora, a zatim je u ovom medijumu gnječen staklenim štapićem. Da bi se pospješilo oslobađanje (eventualno prisutnih) antigenih supstanci sa papira, u toku narednih dvadeset i četiri sata ovaj postupak je nekoliko puta ponavljan.

U postupku kojim se određuje prisustvo, odnosno odsustvo, A i B antigena u pljuvački, sadržaj pojedinih epruveta (promjer

otvora 7 mm, zapremina 5 cm³) je komponovan na isti način i istim slijedom kao što preporučuje originalna procedura. Nakon 30 minuta provedenih na sobnoj temperaturi, epruvetama 1 i 3 je davana po kap suspenzije (1—2%) B eritrocita, a epruvetama 2 i 4 po kap 1—2% suspenzije A eritrocita u fiziološkom rastvoru. U toku narednog sata, sadržaj epruveta je nekoliko puta mućkan (karakterističnim pomjeranjem odgovarajućih stalaka), a zatim je centrifugiran (3 minute na 3 500 obrtaja/minut; centrifuga »Janetzki T 32c«). Rezultati su očitavani kao i u originalnoj (već opisanoj) proceduri. Saglasno tim uputama, razdvajani su i sekretori H supstance od nesekretora nepoznate fenotipske pripadnosti u ABO sistemu. U ovom dijelu postupka izmijenjeno je trajanje inkubacije nakon I etape i bilo je fiksirano na 30 minuta. Pored toga, uvedeno je i centrifugiranje (koje originalna receptura ne smatra neophodnim) sadržaja epruveta (3 minute, na 3 500 obrtaja/minut).

Dnevno je određivana individualna pripadnost fenotipu »sekretor« ili »nesekretor« za 32—96 osoba, a za cjelokupni jednodnevni blok pretraga rađena je samo jedna kontrolna serija.

2.4. PRIMIJENJENI KRITERIJUMI DISKRIMINACIJE FENOTIPOVA

Za diskriminaciju fenotipova u opisanim reakcijama (odjeljak 2.3), upotrebljavani su odgovarajući eritrociti, stari 1—3 dana. Nakon determinacije njihove grupno-specifične pripadnosti u ABO sistemu (na pločici), iz 2—3 cm³ krvi (tretirane antikoagulansom) su izdvajani eritrociti »pranjem« u 10 cm³ fiziološkog rastvora. Nakon temeljitog mućkanja, centrifugiranjem su crvena zrnca taložena, a supernatant je dekantiran. Opisani postupak je ponavljan tri puta, a zatim je pripravljana 1—2% suspenzija eritrocita A, B i O krvne grupe (u fiziološkom rastvoru).

Upotrebljene anti-A i anti-B test-serme za određivanje A i B antigena, proizveo je »Zavod za transfuziju krvi, Ljubljana«, a anti-H serum (biljnog porijekla) potiče iz »Centre national de transfusion sanguine, Paris«. Uobičajenim serijskim razblaživanjem osnovnih seruma, svakodnevno je određivan njihov titar i to pomoću odgovarajućih eritrocita, upotrebljivanih određenog dana. Na osnovu jačine pojedinih seruma, izvršeno je njihovo ađustiranje, dodavanjem osnovnog seruma ili fiziološkog rastvora. Step en razblaživanja pojedinih seruma u toku rada se kretao od 1:2 do 1:16.

Za diskriminaciju »sekretora« od »nesekretora« serumi su razblaživani do jačine kada u kontroli (kontaktirajući sa odgovarajućim eritrocitarnim antigenima) aglutiniraju u stepenu koji se u rutinskoj hematološkoj praksi označava sa »+« ili »+++«. Imajući u vidu naprijed pomenutu kvantitativnu individualnu varijabilnost izlučenih antigena kod »sekretora«, kao pozitivan nalaz

je registrovana svaka pretraga u kojoj se aglutinacija mogla opisati sa »+« do »++++«. Sumnjivi slučajevi (s obzirom na prisustvo aglutinacije), kao i probe u kojima se aglutinacija označava sa »+/-«, provjerani su.

Pretragom rezervnog materijala (određenog za kontrolu) provjereni su svi podaci o porodicama u kojima su se, bilo po ABO sistemu krvnih grupa, bilo s obzirom na sekreciju ABH antigena, pojavile kombinacije roditelji — potomstvo, koje se ne mogu očekivati prema važećim teorijama o nasljeđivanju ovih sistema kvalitativne individualne varijacije.

2.5. POPULACIONOGENETIČKA I STATISTIČKA ANALIZA PODATAKA

Razmišljanja o rezultatima ovog rada, koja će ovdje biti izložena, u prvom redu su nastala pod uticajem njihove analize osnovnim klasičnim i specijalnim statističkim i populacionogenetičkim metodima. Odgovarajućim tretmanom su obuhvaćeni svi (teritorialno, nacionalno, generacijski i polno definisani) (pod)uzorci veličine $N \geq 50$. Nivo statističkog značaja konstatovanih razlika u pojedinim poređenjima određen je prema odgovarajućim tablicama (Fisher 1950, Snedecor, Cochran 1967).

2.5.1. Pripreme podataka za analizu: evidentiranje i sistematizacija

U toku laboratorijske obrade materijala (za svaki lokalitet posebno) vođen je dnevnik dobijenih nalaza, čime je bila izbjegnuta mogućnost miješanja podataka različite lokalne pripadnosti. Svaki pojedinačni podatak o individualnom fenotipu sekrecije ABH antigena i ABO sistema krvnih grupa (među »sekretorima«), imao je šifriranu oznaku potrebnih informacija o testiranoj osobi. Na primjer, slijed 3A5 ♀ B je značio da se radio o učenici III^a razreda (uvedenoj u osnovni spisak pod rednim brojem 5), »sekretoru« B antigena. Odgovarajući podaci o njenom ocu bili su zapisni šifrom 3ApoA (»sekretor« A supstance), o majci — 3a5m — (»nesekretor«), o bratu — 3A5bO (»sekretor« H antigena) i o sestri — 3A5sAB (AB »sekretor«).

Rezultati laboratorijske obrade materijala su iz dnevnika prenijeti u matične zapisnike, pri čemu su bili razvrstani po razredima i porodicama. Uviđajem u osnovni spisak testiranih učenika jedne škole (vidi odjeljak 2.2), registrovani su učenici iste porodične pripadnosti i podaci o njima su unošeni na odgovarajuće (zajedničko) mjesto. U rubriku »Opaska« pomenutog zapisnika unijeta je oznaka nacionalnosti (H — Hrvat, M — Musliman, S — Srbin) pripadnika

svake porodice i (eventualno) neka dodatna zapažanja o fenotipu učenika.

U svim kategorijama podataka su, zatim, vizuelno upoređene ostvarena i moguća distribucija potomaka svakog pojedinačnog roditeljskog para (ili jednog poznatog roditelja), imajući pritom u vidu fenotipove sekrecije ABH antigena i ABO sistema krvnih grupa (među »sekretorima«). Slučajevi u kojima su se u potomstvu određenog tipa braka (ili jednog roditelja) pojavili fenotipovi koji se ne očekuju prema važećim teorijama o mehanizmu nasljeđivanja antigena ABO(H) sistema i njihove sekrecije, podvrgnuti su dopunskom tretmanu, opisanom u odjeljku 2.3. Nakon toga, podaci (ukupno 15 238) su kategorizirani na »kompletne« (poznat fenotip oba roditelja i najmanje jednog potomka — 9521 podatak) i »nekompletne« (poznat fenotip najviše jednog roditelja i najmanje jednog potomka — 5717 podataka). Na bazi nacionalne kategorizacije ispitanih uzoraka, »kompletni« podaci su uvršteni u odgovarajuće zbirne tabele; tako urađene zbirne tabele će u daljoj analizi služiti kao polazni izvori informacija o raspodjeli (apsolutnih frekvencija) tipova braka i fenotipova u njihovom potomstvu (s obzirom na kombinaciju ABO krvnih grupa sa »sekretorima« i »nesekretorima« ABH antigena). Respektujući, međutim, samo fenotipove lučenja ABH antigena, 25 tako definiranih mogućih tipova braka svodi se na samo četiri (Se x Se, Se x se, se x Se, se x se; tab. 5). U finalne analize uključeni su samo »kompletni podaci« (vidi odjeljak 2.5.1), koji, uz odgovarajuće teorijske obrasce i modele, predstavljaju bazu svih daljih populacionogenetičkih i statističkih pretraga.

2.5.2. *Teorijski parametri i modeli genetičke strukture populacije*

Relativne frekvencije alelogena koji determinišu individualnu pripadnost fenotipovima sekrecije ABH antigena izračunate su po opštepoznatim obrascima (prema: Li 1965, Berberović 1971).

Na osnovu relativnih frekvencija glavnih ABO krvnih grupa, standardnom procedurom je nađena proporcija alelogena (I^A , I^B , I^O) koji određuju individualnu antigenu specifičnost po ovom sistemu (prema: Li 1965, Berberović 1971). Ađustiranje polaznih vrijednosti parametara p, q i r teorijskom zbiru (=1) izvršeno je po Bernštajnovom postupku (Bernstein 1930). Uvrštavanjem nađenih vrijednosti u odgovarajuće obrasce dobijena je teorijska distribucija glavnih krvnih grupa ABO sistema i očekivana raspodjela fenotipova u potomstvu pojedinih tipova braka (prema: Li 1965, Berberović 1971).

Stepen podudarnosti genetičke strukture posmatranih (pod) uzoraka sa odgovarajućim teorijskim modelima, koji opisuju stanje i ravnotežnim populacijama, analiziran je, pored ostalog, po-

smatranjem sistema sklapanja brakova i distribucije fenotipova u njihovom potomstvu. Skup primijenjenih postupaka u izračunavanju teorijskih vrijednosti prikazan je u tabeli 3.

Tab. 3: Skupni pregled primijenjenih postupaka za izračunavanje parametara genetičke strukture populacije (prema: Berberović 1971)

Computations applied in the analysis of the genetical structure of the population (after: Berberović 1971)

Tip braka Type of mating	Teorijska proporcija tipa braka Theoretical proportion of mating type	Teorijske proporcije fenotipov u ukupnom potomstvu Theoretical proportion of phenotypes in the whole proge		Teorijske proporcije recesivno fenotipa u potomstvu iz pojed. tipova braka («Snajderove reli Theoretical proportion of the recessive phenotype in the pr of different types of mating
		Se	se	
1	2	3		4
Se x Se	$p^2(1+q)^2$	$p^2(1+2q)$	p^2q^2	$S_2 = \frac{q^2}{(1+q)^2}$
Se x se	$pq^2(1+q)$	pq^2	pq^3	$S_1 = \frac{q}{1+q}$
se x Se	$pq^2(1+q)$	pq^2	pq^3	
se x se	q^4	0	q^4	
Zbir Total	1,00	p^2+2pq	q^2	
		1,00		

Teorijska distribucija tipova braka (s obzirom na njihov fenotipski sastav) u svakom od ispitanih (pod)uzoraka, izračunata je na dva načina: (a) kao složena vjerovatnoća slučajnog susreta pojedinih fenotipova očeva i majki i (b) na osnovu vrijednosti parametara p_{se} i q_{se} u roditeljskoj generaciji (tab. 3, kolona 2).

Teorijska raspodjela fenotipova u ukupnom potomstvu izračunata je na osnovu vrijednosti parametara p_{se} i q_{se} potomaka (tab. 3, kolona 3). Uvrštavanjem ovih veličina u odgovarajuće obrasce dobijene su i teorijske frekvencije recesivnog fenotipa u potomstvu brakova u kojima učestvuje roditelj sa dominantnom fenotipskom oznakom, u literaturi poznate kao »Snajderove relacije« S_1 (učestalost recesivnog fenotipa u potomstvu brakova u kojima samo jedan od roditelja ima dominantni fenotip) i S_2 (učestalost recesivnog fenotipa u potomstvu dviju osoba sa dominantnom fenotipskom oznakom; Snyder 1934).

2.5.3. Poređenje nezavisnih procenata

Genetička ravnoteža u analiziranim uzorcima (populacijama) testirana je i posmatranjem sinhronične i alohronične (vidi odjeljak 2.6) distribucije vrijednosti osnovnih parametara genetičke strukture populacije. Unutargeneracijska i međugeneracijska poređenja procentualne učestalosti recesivnog fenotipa izvršena su t% testom (Garrett 1962).

Na isti način je utvrđen i statistički značaj konstatovanih razlika među procentualnim učestalostima »nesekretora« u pojedinim (pod)uzorcima.

2.5.4. Poređenje stvarnih i teorijskih distribucija

Statistički značaj konstatovanih razlika između stvarnih i očekivanih raspodjela učestalosti pojedinih tipova braka i fenotipova u njihovom potomstvu (uključujući i »Snajderove relacije«), utvrđen je χ^2 testom (prema: Snedecor, Cochran 1967). Isti test je poslužio i za ocjenu signifikantnosti razlika između stvarne i teorijske raspodjele glavnih krvnih grupa ABO sistema i njihovih genetički determinatora.

2.5.5. Procjena unutargrupne i međugrupne varijacije

Unutargrupna i međugrupna varijacija osnovnih pokazatelja genetičkog sastava populacije ocjenjivane su t% testom (vidi odjeljak 2.5.3), standardizovanom Valundovom varijansom alelogenskih frekvencija za populacije u genetičkoj ravnoteži (Wahlund 1928, transformacija: Cavalli-Sforza, Bodmer 1971) i koeficijentom varijabilnosti relativne učestalosti recesivnog alelogena (prema: King 1973).

Homogenost varijanase je proučavana dvostranim F-testom, a nivo signifikantnosti konstatovane heterogenosti pojedinih nizova podataka određen je specijalnom transformacijom t raspodjele (prema: Snedecor, Cochran 1967).

2.6. SIMBOLIKA I TERMINI

Da bi se pojednostavilo saopštavanje ovog rada, u tekstu i priložima su upotrebljeni neki standardni simboli i skraćenice ili, pak, njihove transformacije:

N = veličina (pod)uzorka, generacije ili njenih polno određenih kategorija,

Se = dominantni alel (određuje sposobnost lučenja ABH antigena),

- se = recesivni alel («odgovoran» za odsustvo ABH antigena u tjelesnim izlučevinama),
 Se = dominantna fenotipska oznaka («sekretor»),
 se = recesivna fenotipska oznaka («nesekretor»),
 p_{se} = proporcija dominantnog alelogena (Se),
 q_{se} = proporcija recesivnog alelogena (se),
 A, B, AB, O = glavne krvne grupe ABO sistema,
 p = relativna frekvencija alelogena I^A ,
 q = relativna frekvencija alelogena I^B ,
 r = relativna frekvencija alelogena I^O ,
 u = utvrđena (nađena, stvarna, posmatrana) distribucija frekvencija,
 o = očekivana (teorijska) distribucija frekvencija.

Daljnji pokušaj u smislu jasnijeg izlaganja učinjen je usvajanjem izvjesnih termina koji se u literaturi relativno rijetko susreću, iako jednostavnije i preciznije izražavaju značenje odgovarajućih pojmova i odnosa nego neki sinonimni, odnosno po značenju slični, ali komplikovaniji ili duhu jezika slabije prilagođeni nazivi.

Kao *sinhronična varijacija* tretirana je unutargeneracijska (horizontalna) grupna varijacija, odnosno varijacija proučenih parametara u skupovima lokalno, nacionalno i polno određenih kategorija (pod)uzoraka iste generacijske pripadnosti.

Kao *alohronična (dijahronična) varijacija* analizirana je međugeneracijska (vertikalna) grupna varijacija, odnosno varijacija proučenih parametara u skupovima lokalno i etnički određenih (pod)uzoraka različite generacijske pripadnosti.

U ovom radu *uzorci* predstavljaju grupe jedinki iz teritorijalno definiranih dijelova šire populacije; *poduzorci* su nacionalno homogene grupe jedinki u uzorcima (nacionalno određene kategorije uzoraka). Uzorci i poduzorci obuhvataju odgovarajuće podatke o dvjema sukcesivnim generacijama posmatranog dijela stanovništva SR Bosne i Hercegovine (*II generacija* — direktno testirani učenici, njihova braća i sestre; *I generacija* — roditelji testiranih učenika).

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Ukupni rezultati ovog rada su proizvod odgovarajućih pretraga pljuvačke 9521 osobe iz dvanaest užih teritorijalnih regiona SR Bosne i Hercegovine, i analize tako dobijenih podataka standardnim i specijalnim populacionogenetičkim i statičkim metodama. Imajući u vidu stanove osobenosti ispitanih uzoraka, posebno one opisane u uvodnom izlaganju i odjeljcima 2.1, 2.2. i 2.5, bilo je

neophodno da se smjer analize rezultata odredi poštovanjem nekoliko osnovnih principa. Saglasno njima, opisi praćenih populacionogenetičkih odnosa u stanovništvu Bosne i Hercegovine, proizašli su posmatranjem rezultata rada na bazi (1) prostornogeografskog i (2) nacionalnog kategorisanja ispitanih dijelova šire populacije. (3) Uvažavanjem rezultata i zaključaka prethodnog postupka (vidi odjeljak 2.2), u ovu analizu su uključeni samo »kompletni podaci« (vidi odjeljak 2.5.1); uzorci sastavljeni od pojedinačnih slučajeva u kojima je poznat fenotip oba roditelja i najmanje jednog potomka (ukupno 9521 osoba). Kao što je već ranije istaknuto (odjeljak 2.1), izloženim kriterijumima definirana su ukupno 22, međusobno i u odnosu na širu populaciju (manje ili više) genetički nezavisna (pod)uzorka (Hrvati — pet, Muslimani — sedam, Srbi — deset) iz dvanaest užihih teritorijalnih regiona Republike.

Opšti fond raspoloživih informacija nudi širok izbor pristupa analizi ostvarenih rezultata. Međutim, osnovnim konceptom preduzetih populacionogenetičkih istraživanja (vidi odjeljak 1.3) stanovništva Bosne i Hercegovine, zaokružena je cjelina od nekoliko tema u kojoj centralno mjesto zauzimaju: testiranje genetičke ravnoteže u posmatranim dijelovima šire populacije, prostornogeografska i međunacionalna varijacija osnovnih parametara genetičkog sastava populacije, te distribucija glavnih krvnih grupa ABO sistema među »sekretorima«.

3.1. TESTIRANJE GENETIČKE RAVNOTEŽE U POSMATRANIM UZORCIMA (POPULACIJAMA)

Model genetičke ravnoteže poslužio je kao teorijska baza za proučavanje genetičke strukture populacije, polazeći od osobina uzoraka stanovništva Bosanske Bijele, Hutova, Memića, Miljevine, Modrana, Odžaka, Orahove, Prekaje, Rakitna, Šipraga, Velike Kladuše i Župče. Empirijski podaci testirani su analizom sinhronične i dijahronične raspodjele genskih i fenotipskih frekvencija, sistema sistema sklapanja braka i distribucije fenotipova u njihovom potomstvu. Odgovarajuće teoreske vrijednosti izračunate su po procedurama opisanim u odjeljku 2.5.2.

Distribucija fenotipskih i genskih frekvencija, kao osnovni indikator stepena podudarnosti neke stvarne genetičke strukture sa odgovarajućom teorijskom (karakterističnom za populacije u genetičkoj ravnoteži), posmatrana je po generacijama i polovima svakog od 22 ispitna (pod)uzorka stanovništva Bosne i Hercegovine. Statistički značaj različitosti procentualnih frekvencija »neskretora« utvrđen je untrageneracijskim poređenjem polno određenih kategorija i međusobnom uporedbom dva posmatrana sukcesivna pokoljenja (ukupno). Utvrđeni pokazatelji genetičke strukture ispi-

tanih uzoraka (populacija), prikazani su u nizu tabela od 4.1. — 4.22.

Globalno gledajući, ishod sprovedenih uporedbi ukazuje na homogenost distribucije osnovnih populaciono-genetičkih pokazatelja unutar pojedinih (pod)uzoraka. Naime, u svim ispitivanim (pod)uzorcima, izuzev Velike Kladuše (signifikantna razlika među generacijama: $0,05 > p > 0,02$), nađene su statistički beznačajne untageneracijske i međugeneracijske razlike u vrijednosti poređenih parametara. Ovaj nalaz može biti prva i osnovna indicija da su u posmatranim populacijama prisutni ravnotežni genetički odnosi. Izuzetni primjer bi mogao da bude posljedica određenih efekata slučajnosti u formiranju uzorka. Sličnu pojavu u stanovništvu Nigerije opisuju (i tako je objašnjavaju) Lawler et al. (1960). Međutim, pojavu ispoljenih razlika u uzorku Velika Kladuša mogao je izazvati i osjetno manji prosječni broj potomaka (2,86) brakova tipa $se \times se$ od onog koji je zabilježen u potomstvu brakova sa najmanje jednim »sekretorom« ABH supstance (3,34 — 3,74).

3.1.2. Sistem sklapanja braka

Među osnovne postupke testiranja genetičke ravnoteže u nekoj posmatranoj populaciji spada analiza stvarne i teorijske (bazirane na konceptu slučaja) distribucije tipova braka, po fenotipu (ili genotipu) supružnika. Budući da raspoložive tehnike dokazivanja prisustva ABH antigena u pljuvački »sekretora« (dominantni fenotip) nisu u stanju da razluče (dominantne) homozigote ($SeSe$) od hiterozigota ($Sese$), tipovi braka se svode na četiri različite fenotipske veze, uzimajući u obzir recipročne varijante ($Se \times Se$, $Se \times se$, $se \times Se$, $se \times se$).

Kao što je ranije istaknuto (odjeljak 2.5), u posmatranim (pod)uzorcima (koji obuhvataju najmanje 50 roditeljskih parova) izvršena su po dva poređenja stvarne i teorijske distribucije frekvencija (%) tipova braka. U jednoj seriji poređenja teorijska raspodjela je izračunata uvrštavanjem alelogenskih frekvencija roditeljske generacije u odgovarajuće obrasce modela genetičke ravnoteže (tab. 3), a u drugoj ta distribucija je prikazana kao složena vjerovatnoća slučajnog susreta pojedinih fenotipova očeva i majki. Rezultati tih poređenja izloženi su u tabelama 5.1 — 5.17.

Očevidno je da rezultati ovih uporedbi predstavljaju daljnju potvrdu ranije iskazane pretpostavke da u posmatranim populacijama vladaju ekvilibrijalni genetički odnosi. Od ukupno 34 izvedene komparacije, ni u jednoj nisu utvrđene statistički značajne razlike između stvarne i očekivane raspodjele učestalosti tipova braka.

Ovi nalazi potvrđuju hipotezu da efektivna veličina i struktura populacije u posmatranim cjelinama bosanskohercegovačkog stanovništva isključuje pojavu značajnijeg djelovanja inbridinga i

autbridginga, kao potencijalnih činilaca remećenja genetičke ravnoteže (do sada nisu primijećene ni pojave da neki biološki, psihološki ili socijalni agens izaziva asortativno sklapanje brakova, s obzirom na posmatranu osobinu). Efekat ostalih glavnih faktora (selekcija, mutacija, genetički drift, migracija) remećenja genetičkog ekvilibrijuma, uopšte je teško zamjetljiv u sistemu parenja jedne jedine generacije.

U nekim ranijim analizama je nađeno da se pojedini tipovi braka sklapaju u statistički značajno različitoj čestoti od one koja se očekuje (Lawler et al. 1960, na primjer). Međutim, svjesni činjenice da se radi o nedovoljno velikim i po izvoru podataka (obično heterogenim uzorcima, autori ovih saopštenja nađene razlike pripisuju specifičnostima određenih skupova informacija.

3.1.3. *Distribucija fenotipova u potomstvu*

Empirijski podaci o fenotipskom sastavu druge od dviju posmatranih sukcesivnih generacija, u ispitanim (pod)uzorcima upoređeni su sa teorijski očekivanim veličinama, koje proizilaze iz modela ponašanja autosomalne monogenske osobine u mendelijanskoj populaciji.

Ova analiza obuhvata (pod)uzorke sa najmanje 50 roditeljskih parova. Sprovedena je proučavanjem distribucije fenotipova u (1) ukupnom potomstvu (II generacija), po tipovima braka (I generacija) i (2) u potomstvu brakova u kojima se pojavljuje bar jedan roditelj sa dominantnom fenotipskom oznakom («Snajderove relacije», Snyder 1934). U oba niza poređenja testirana je podudarnost (χ^2 test) stvarne i teorijske distribucije (teorijska dobijena uvrštavanjem parametara p_{se} i q_{se} II generacije u odgovarajuće obrasce, prikazane u tabeli 3). U slijedu tabela od 6.1 — 6.17. (po pojedinim uzorcima) su upoređene stvarna i očekivana raspodjela fenotipova u ukupnom potomstvu (po tipovima braka).

Rezultati odgovarajućih komparacija u ovoj etapi populacionogenetičke analize otkrivaju statistički značajne razlike samo u jednom od ispitanih uzoraka (Miljevina: Kozja Luka — Muslimani), dok sve ostale uporedbe konstatuju podudarnost stvarne i teorijske distribucije fenotipova u ukupnoj generaciji potomaka.

«Snajderovi odnosi» («Snyder's ratios») koji, pored ostalog, predstavljaju i procjenu heterozigotnosti parentalne generacije, direktno mjere relativno učešće recesivnog fenotipa u potomstvu roditelja od kojih bar jedan ima dominantnu fenotipsku oznaku (Snyder 1934). Stvarni i teorijski odnosi u ovom dijelu potomstva ispitanih (pod)uzoraka bosanskohercegovačkog stanovništva međusobno su upoređeni; rezultati tih komparacija mogu se slijediti u tabelama 7.1. — 7.17.

Izvršene uporedbe u dva slučaja (Orahova — Muslimani i Šiprage: Šiprage — Muslimani) otkrivaju signifikantne razlike između stvarne i očekivane raspodjele fenotipova u potomstvu dvaju

fenotipski dominantnih roditelja, odnosno u tri slučaja (Miljevina: Kozja Luka — Muslimani, Orahova — Muslimani i Rakitno — Hrvati) su takve razlike nađene pri poređenju stvarne i očekivane distribucije fenotipova među potomcima brakova sa samo jednim »sekretorom« ABH antigena. U svim ostalim poređenjima odgovarajućih raspodjela, konstatovane su statistički neznačajne razlike (tab. 7.1. — 7.17).

Rezimirajući ove rezultate, treba istaći dojam da oni predstavljaju novi prilog slijedu dokaza ravnotežnog stanja šire populacije. Ovakvu konstataciju podjednako nameću posmatranja ukupne II generacije, kao i njenog dijela koji potiče iz brakova sa najmanje jednim supružnikom dominantnog fenotipa. Konstatovana statistički značajna različitost poređenih distribucija u nekim podzorcima najvjerovatnije je posljedica nejednake prosječne veličine obuhvaćenog potomstva pojedinih tipova braka.

Ravnotežni genetički odnosi u posmatranoj generaciji potomaka bili su očekivana pojava, na osnovu znanja o genetici lučenja ABH antigena i rezultata prethodnih nivoa populacionogenetičke analize (odjeljci 3.1.1, 3.1.2).

Slični odnosi su nađeni u većini ranije preduzetih analiza uzoraka stanovništva različitih dijelova svjetske populacije (Moharrem 1943, Race et al. 1949, Andersen 1952, Sneath, Sneath 1959, Bianco et al. 1949, Andersen 1952, Sneath, Sneath 1959, Bianco et al. 1960, Greenwalt 1961). Međutim, u jednom dijelu dosad proučenih uzoraka pažljivija posmatranja otkrivaju značajne razlike između nađene i očekivane raspodjele »sekretora« i »nesekretora« u ukupnom potomstvu i u njegovim pojedinim frakcijama (Ceppellini et al. 1959, Lawler et al. 1960). Zanimljivo je da autori tih saopštenja pomenutoj pojavi ne poklanjaju potrebnu pažnju. U centru interesovanja tih analiza je, prije svega, mehanizam nasljeđivanja prisustva ABH antigena u pljuvački, pa nije jasno zašto u njima nisu uključeni i (komplementarni) populacionogenetički metodi.

Konačno, zaokružujući rezultate testiranja genetičke ravnoteže u posmatranim dijelovima bosanskohercegovačke populacije treba istaći da su statističke i populacionogenetičke analize utvrdile da, sudeći po proučenim sinhroničnim i dijahroničnim odnosima u dvjema sukcesivnim generacijama ovih populacija, u njima postoji genetička ravnoteža. Ovaj zaključak počiva na činjenici da su u svim pomenutim poređenjima kao teorijska baza služili modeli koji vrijede za genetički ravnotežnu populaciju, u kojoj se posmatra jedna autosomalna monogenska odlika među čijim je genetičkim determinatorima prisutan odnos potpune dominantnosti — recisivnosti.

Iako se neka ranija saopštenja po svojoj koncepciji (i nalazima) međusobno razlikuju, uopšte uzevši, ekvilibrijalni odnosi (s obzirom na sekreciju ABH antigena) su nađeni i posmatranjem genetičke strukture različitih dijelova svjetske populacije (Mo-

harram 1943, Race et al. 1949, Andersen 1952, Sneath, Sneath 1959, Bianco et al. 1960, Greenwalt 1961).

Mjestimično zapažena značajna nepodudarnost stvarnih i teorijskih distribucija, koja po mjerilima objektivnih statističkih metoda nije slučajna, ipak je najvjerojatnije posljedica nedovoljne veličine i izvjesnih osobnosti uzoraka u kojima je primijećena.

Tab. 4: Učestalost »nesekretora (se) i recisivnog alelogena (q_{se}) u nacionalno, generacijski i polno određenim kategorijama ispitanih uzoraka

Recessive phenotype frequency (se) and the respective gene proportion (q_{se}) in the subgroups of samples

4. 1: Bos. Bijela: Hrvati
Croats

Generacija Generation		N	se		q_{se}
			Br. No.	%	
I	Očevi Fathers	97	13	13,40	0,37
	Majke Mothers	97	13	13,40	0,37
	Ukupno Total	194	26	13,40	0,37
II	Sinovi Sons	106	18	16,98	0,41
	Kćerke Daughters	123	24	19,51	0,44
	Ukupno Total	229	42	18,34	0,43

4.2: Bos. Bijela: Srbi
Serbs

I	Očevi Fathers	34	7		
	Majke Mothers	34	7		
	Ukupno Total	68	14	20,59	0,45
II	Sinovi Sons	36	6		
	Kćerke Daughters	36	5		
	Ukupno Total	72	11	15,28	0,39

4.3: Hutovo (samo Hrvati)
(Only Croats)

I	Očevi Fathers	150	34	22,66	0,48
	Majke Mothers	150	43	28,67	0,54
	Ukupno Total	300	77	25,67	0,51
II	Sinovi Sons	232	52	22,41	0,47
	Kćerke Daughters	235	56	23,83	0,49
	Ukupno Total	467	108	23,13	0,48

4.4: Memići: Muslimani
Moslems

Generacija Generation			N	se		q _{se}
				Br. No.	%	
I	Očevi	Fathers	101	25	24,75	0,50
	Majke	Mothers	101	24	23,76	0,49
	Ukupno	Total	202	49	24,26	0,49
II	Sinovi	Sons	157	49	31,21	0,56
	Kćerke	Daughters	163	44	26,99	0,52
	Ukupno	Total	320	93	29,06	0,54

4.5: Memići: Srbi
Serbs

I	Očevi	Fathers	27	6		
	Majke	Mothers	27	9		
	Ukupno	Total	54	15	27,78	0,53
II	Sinovi	Sons	37	10		
	Kćerke	Daughters	40	10		
	Ukupno	Total	77	20	25,97	0,51

4.6: Miljevina (Miljevina): Muslimani
Moslems

I	Očevi	Fathers	102	19	18,63	0,43
	Majke	Mothers	102	22	21,57	0,46
	Ukupno	Total	204	41	20,10	0,45
II	Sinovi	Sons	150	28	18,67	0,43
	Kćerke	Daughters	135	25	18,52	0,43
	Ukupno	Total	285	53	18,60	0,43

4.7: Miljevina (Miljevina): Srbi
Serbs

I	Očevi	Fathers	60	16	26,67	0,52
	Majke	Mothers	60	15	24,59	0,50
	Ukupno	Total	120	31	25,83	0,51
II	Sinovi	Sons	64	14	21,88	0,47
	Kćerke	Daughters	57	13	22,81	0,48
	Ukupno	Total	121	27	22,31	0,47

4.8: Miljevina (Kozja Luka): Muslimani
Moslems

Generacija Generation	N	se		q _{se}	
		Br. No.	%		
I	Očevi Fathers	56	13	23,21	0,48
	Majke Mothers	56	11	19,64	0,44
	Ukupno Total	112	24	21,43	0,46
II	Sinovi Sons	87	17	19,54	0,44
	Kćerke Daughters	85	18	21,18	0,46
	Ukupno Total	172	35	20,35	0,45

4.9: Miljevina (Kozja Luka): Srbi
Serbs

I	Očevi Fathers	33	6		
	Majke Mothers	33	8		
	Ukupno Total	66	14	21,21	0,46
II	Sinovi Sons	47	8		
	Kćerke Daughters	59	11	18,64	0,43
	Ukupno Total	106	19	17,92	0,42

4.10: Modran: Hrvati
Croats

I	Očevi Fathers	112	25	22,32	0,47
	Majke Mothers	112	27	24,11	0,49
	Ukupno Total	224	52	23,21	0,48
II	Sinovi Sons	135	29	21,48	0,46
	Kćerke Daughters	144	26	18,06	0,42
	Ukupno Total	279	55	19,71	0,44

4.11: Modran: Srbi
Serbs

I	Očevi Fathers	59	14	23,73	0,49
	Majke Mothers	59	11	18,64	0,43
	Ukupno Total	118	25	21,19	0,46
II	Sinovi Sons	62	17	27,42	0,52
	Kćerke Daughters	71	20	28,17	0,53
	Ukupno Total	133	37	27,82	0,53

4.12: Odžak: Hrvati
Croats

Generacija		N	se		q _{se}
Generation			Br. No.	%	
I	Očevi Fathers	20	6		
	Majke Mothers	20	3		
	Ukupno Total	40	9		
II	Sinovi Sons	30	9		
	Kćerke Daughters	22	10		
	Ukupno Total	52	19	36,54	0,60

4.13: Odžak: Srbi
Serbs

I	Očevi Fathers	139	31	22,30	0,47
	Majke Mothers	139	32	23,02	0,48
	Ukupno Total	278	63	22,66	0,48
II	Sinovi Sons	124	26	20,97	0,46
	Kćerke Daughters	118	18	15,25	0,39
	Ukupno Total	242	44	18,18	0,43

4.14: Orahova: (samo Muslmani)
(Only Moslems)

I	Očevi Fathers	101	25	24,75	0,50
	Majke Mothers	101	26	25,74	0,51
	Ukupno Total	202	51	25,25	0,50
II	Sinovi Sons	160	37	23,13	0,48
	Kćerke Daughters	133	28	21,05	0,46
	Ukupno Total	293	65	22,18	0,47

4.15: Prekraja: (samo Srbi)
(Only Serbs)

I	Očevi Fathers	127	31	24,41	0,49
	Majke Mothers	127	29	22,83	0,48
	Ukupno Total	254	60	23,62	0,49
II	Sinovi Sons	127	28	22,05	0,47
	Kćerke Daughters	109	20	18,35	0,43
	Ukupno Total	236	48	20,34	0,45

4.16: Rakitno: (samo Hrvati)
(Only Croats)

Generacija Generation		N	se		q _{so}
			Br. No.	%	
I	Očevi Fathers	87	22	25,28	0,50
	Majke Mothers	87	25	28,73	0,54
	Ukupno Total	174	47	27,01	0,52
II	Sinovi Sons	148	33	22,29	0,47
	Kćerke Daughters	136	28	20,58	0,45
	Ukupno Total	284	61	21,47	0,46

4.17: Šiprage (Šiprage): Muslimani
Moslems

I	Očevi Fathers	122	34	27,87	0,53
	Majke Mothers	122	26	21,31	0,46
	Ukupno Total	244	60	24,59	0,50
II	Sinovi Sons	261	67	25,67	0,51
	Kćerke Daughters	187	46	24,60	0,50
	Ukupno Total	448	113	25,22	0,50

4.18: Šiprage (Šiprage): Srbi
Serbs

I	Očevi Fathers	98	29	29,59	0,54
	Majke Mothers	98	29	29,59	0,54
	Ukupno Total	196	58	29,59	0,54
II	Sinovi Sons	203	68	33,50	0,58
	Kćerke Daughters	184	57	30,98	0,56
	Ukupno Total	387	125	32,30	0,57

4.19: Šiprage (Grabovica): (samo Srbi)
(Only Serbs)

I	Očevi Fathers	60	13	21,67	0,47
	Majke Mothers	60	19	31,67	0,56
	Ukupno Total	120	32	26,67	0,52
II	Sinovi Sons	105	31	29,53	0,54
	Kćerke Daughters	97	22	22,68	0,48
	Ukupno Total	202	53	26,24	0,51

4.20: Velika Kladuša: (samo Muslimani)
(Only Moslems)

Generacija		N	se		
Generation			Br. No.	%	q _{se}
I	Očevi Fathers	208	41	19,71	0,44
	Majke Mothers	208	45	21,63	0,46
	Ukupno Total	416	86	20,67	0,45
II	Sinovi Sons	396	61	15,40	0,39
	Kćerke Daughters	351	58	16,52	0,41
	Ukupno Total	747	119	15,93	0,40

4.21: Župča: Muslimani
Moslems

I	Očevi Fathers	143	31	21,68	0,47
	Majke Mothers	143	35	24,48	0,49
	Ukupno Total	286	66	23,08	0,48
II	Sinovi Sons	196	43	21,92	0,47
	Kćerke Daughters	202	50	24,75	0,50
	Ukupno Total	398	93	23,37	0,48

4.22: Župča: Srbi
Serbs

I	Očevi Fathers	29	7		
	Majke Mothers	29	4		
	Ukupno Total	58	11	18,97	0,44
II	Sinovi Sons	41	11		
	Kćerke Daughters	40	11		
	Ukupno	81	22	27,16	0,52

Tab. 5: Stvarna i teorijska distribucija tipova braka u ispitanim (pod)uzorcima

Observed and expected mating types frequency in the (sub)samples

5.1: Bos. Bijela: Hrvati
Croats

Tip braka Type of mating	u		o ^o		χ^2
	N	%	a	b	
Se x Se	74	76,29	75,00	74,49	$\chi^2_a=1,2337$; $0,80 > p > 0,70$
Se x se	10	10,31	11,60	11,82	
se x Se	10	10,31	11,60	11,82	$\chi^2_b=1,2252$; $0,80 > p > 0,70$
se x se	3	3,09	1,80	1,87	
Ukupno Total	97	100,00	100,00	100,00	

5.2: Hutovo: (samo Hrvati)
(Only Croats)

Se x Se	82	54,66	55,16	54,75	$\chi^2_a=0,0698$; $p > 0,99$
Se x se	34	22,67	22,17	19,24	
se x Se	25	16,67	16,17	19,24	$\chi^2_b=1,0425$; $0,80 > p > 0,70$
se x se	9	6,00	6,50	6,77	
Ukupno Total	150	100,00	100,00	100,00	

5.3: Memići: Muslimani
Moslems

Se x Se	57	56,44	57,37	57,75	$\chi^2_a=0,2564$; $0,98 > p > 0,95$
Se x se	19	18,81	17,88	18,24	
se x Se	20	19,80	18,87	18,24	$\chi^2_b=0,2974$; $0,98 > p > 0,95$
se x se	5	4,95	5,88	5,77	
Ukupno Total	101	100,00	100,00	100,00	

a = Teorijska distribucija, izračunata na osnovu odgovarajućih genskih proporcija (tab. 3, kolona 2)

Theoretical distribution based upon respective gene proportions (tab. 3, column 2)

b = Teorijska distribucija, izračunata na osnovu odgovarajućih fenotipskih proporcija

Theoretical distribution based upon respective phenotype proportions

5.4: Miljevina (Miljevina): Muslimani
Moslems

Tip braka Type of mating	u		o%		χ^2
	N	%	a	b	
Se x Se	66	64,71	63,82	63,60	$\chi^2_a=0,3033;$ $0,98 > p > 0,95$
Se x se	17	16,67	17,55	16,15	
se x Se	14	13,72	14,61	16,15	$\chi^2_b=5578;$ $0,95 > p > 0,90$
se x se	5	4,90	4,02	4,10	
Ukupno Total	102	100,00	100,00	100,00	

5.5: Miljevina (Miljevina): Srbi
Serbs

Se x Se	33	55,00	55,30	54,75	$\chi^2_a=0,0090;$ $p > 0,99$
Se x se	11	18,33	18,03	19,24	
se x Se	12	20,00	20,11	19,24	$\chi^2_b=0,0756;$ $p > 0,99$
se x se	4	6,67	6,56	6,77	
Ukupno Total	60	100,00	100,00	100,00	

5.6: Miljevina (Kozja Luka): Muslimani
Moslems

Se x Se	35	62,50	61,71	62,16	$\chi^2_a=0,2264;$ $0,98 > p > 0,95$
Se x se	8	14,28	15,08	16,68	
se x Se	10	17,86	18,65	16,68	$\chi^2_b=0,6036;$ $0,90 > p > 0,80$
se x se	3	5,36	4,56	4,48	
Ukupno Total	56	100,00	100,00	100,00	

5.7: Modran: Hrvati
Croats

Se x Se	64	57,14	58,95	59,23	$\chi^2_a=1,0328;$ $0,80 > p > 0,70$
Se x se	23	20,54	18,73	17,73	
se x Se	21	18,75	16,94	17,73	$\chi^2_b=1,1480;$ $0,80 > p > 0,70$
se x se	4	3,57	5,38	5,31	
Ukupno Total	112	100,00	100,00	100,00	

5.8: Modran: Srbi
Serbs

Se x Se	36	61,02	62,05	62,16	$\chi^2_a=0,3866;$ $0,95 > p > 0,90$
Se x se	9	15,25	14,22	16,68	
se x Se	12	20,34	19,31	16,68	$\chi^2_b=2118;$ $0,80 > p > 0,70$
se x se	2	3,39	4,42	4,48	
Ukupno Total	59	100,00	100,00	100,00	

5.9: Odžak: Srbi
Serbs

Tip braka Type of mating	u	o%			χ^2
Se x Se	82	58,99	59,81	59,23	$\chi^2_a=0,2150;$ $0,98 > p > 0,95$
Se x se	26	18,70	17,89	17,73	
se x Se	25	17,99	17,17	17,73	$\chi^2_b=0,2425;$ $0,98 > p > 0,95$
se x se	6	4,32	5,13	5,31	
Ukupno Total	139	100,00	100,00	100,00	

5.10: Orahova: (samo Muslimani)
(Only Moslems)

Se x Se	56	55,45	55,88	56,25	$\chi^2_a=0,05119;$ $p > 0,99$
Se x se	20	19,80	19,37	18,75	
se x Se	19	18,81	18,38	18,75	$\chi^2_b=0,0858;$ $p > 0,99$
se x se	6	5,94	6,37	6,25	
Ukupno Total	101	100,00	100,00	100,00	

5.11: Prekraja: (samo Srbi)
(Only Serbs)

Se x Se	71	55,91	58,33	57,75	$\chi^2_a=1,8019;$ $0,70 > p > 0,50$
Se x se	25	19,68	17,26	18,24	
se x Se	27	21,26	18,84	18,24	$\chi^2_b=1,8620;$ $0,70 > p > 0,50$
se x se	4	3,15	5,57	5,77	
Ukupno Total	127	100,00	100,00	100,00	

5.12: Rakitno: (samo Hrvati)
(Only Croats)

Se x Se	44	50,57	53,25	53,23	$\chi^2_a=1,8371;$ $0,70 > p > 0,50$
Se x se	21	24,14	21,47	19,73	
se x Se	18	20,69	18,02	19,73	$\chi^2_b=2,1700;$ $0,70 > p > 0,50$
se x se	4	4,60	7,26	7,31	
Ukupno Total	87	100,00	100,00	100,00	

5.13: Šiprage (Šiprage): Muslimani
Moslems

Se x Se	68	55,74	56,76	56,25	$\chi^2_a=0,3086;$ $0,98 > p > 0,95$
Se x se	20	16,39	15,37	18,75	
se x Se	28	22,95	21,93	18,75	$\chi^2_b=1,3270;$ $0,80 > p > 0,70$
se x se	6	4,92	5,94	6,25	
Ukupno Total	122	100,00	100,00	100,00	

5.14: Šiprage (Šiprage): Srbi
Serbs

Tip braka Type of mating	u		o%		χ^2
	N	%	a	b	
Se x Se	47	47,96	49,58	50,18	$\chi^2_a=0,6045;$ $0,90>p>0,80$
Se x se	22	22,45	20,83	20,66	
se x Se	22	22,45	20,83	20,66	$\chi^2_b=0,6260;$ $0,90>p>0,80$
se x se	7	7,14	8,76	8,50	
Ukupno Total	98	100,00	100,00	100,00	

5.15: Šiprage (Grabovica): (samo Srbi)
(Only Serbs)

Se x Se	31	51,67	53,52	53,23	$\chi^2_a=0,9397;$ $0,90>p>0,80$
Se x se	16	26,66	24,81	19,73	
se x Se	10	16,67	14,81	19,73	$\chi^2_b=3,6844;$ $0,30>p>0,20$
se x se	3	5,00	6,86	7,31	
Ukupno Total	60	100,00	100,00	100,00	

5.16: Velika Kladuša: (samo Muslimani)
(Only Moslems)

Se x Se	129	62,02	62,92	63,60	$\chi^2_a=0,3020;$ $0,98>p>0,95$
Se x se	38	18,27	17,37	16,15	
se x Se	34	16,35	15,45	16,15	$\chi^2_b=0,4537;$ $0,95>p>0,90$
se x se	7	3,36	4,26	4,10	
Ukupno Total	208	100,00	100,009	100,00	

5.17: Župča: Muslimani
Moslems

Se x Se	83	58,04	59,15	59,23	$\chi^2_a=0,3860;$ $0,95>p>0,90$
Se x se	29	20,28	19,17	17,73	
se x Se	25	17,48	16,37	17,73	$\chi^2_b=0,6262;$ $0,90>p>0,80$
se x se	6	4,20	5,31	5,31	
Ukupno Total	143	100,00	100,00	100,00	

Tab. 6: Stvarna i teorijska distribucija fenotipova u ukupnom potomstvu prema tipovima braka u ispitanim (pod)uzorcima

Observed and expected distribution of phenotypes in the progeny of different mating types in (sub)samples

6.1: Bos. Bijela: Hrvati Croats					N=229
Tip braka Type of mating	Se		se		χ^2
	u%	o%	u%	o%	
Se x Se	62,88	60,43	9,17	6,01	$\chi^2=3,8126;$ $0,80 > p > 0,70$
Se x se	11,35	10,54	2,62	4,53	
se x Se	7,43	10,54	3,93	4,53	
se x se	—	—	2,62	3,42	
Ukupno Total	81,66	81,51	18,34	18,49	

6.2: Hutovo: (samo Hrvati) (Only Croats)					N=467
Tip braka Type of mating	Se		se		χ^2
	u%	o%	u%	o%	
Se x Se	48,61	53,00	6,42	6,23	$\chi^2=2,7891;$ $0,90 > p > 0,80$
Se x se	15,42	11,98	5,99	5,75	
se x Se	12,85	11,98	3,64	5,75	
se x se	—	—	7,07	5,31	
Ukupno Total	76,88	76,96	23,12	23,04	

6.3: Memići: Muslimani Moslems					N=320
Tip braka Type of mating	Se		se		χ^2
	u%	o%	u%	o%	
Se x Se	42,50	44,01	9,06	6,17	$\chi^2=3,2620;$ $0,80 > p > 0,70$
Se x se	14,38	13,42	4,38	7,24	
se x Se	14,06	13,42	8,75	7,24	
se x se	—	—	6,87	8,50	
Ukupno Total	70,94	70,85	29,06	29,15	

6.4: Miljevina (Miljevina): Muslimani Moslems					N=285
Tip braka Type of mating	Se		se		χ^2
	u%	o%	u%	o%	
Se x Se	57,54	60,43	6,32	6,01	$\chi^2=0,8860;$ $0,99 > p > 0,98$
Se x se	12,98	10,54	4,56	4,53	
se x Se	10,88	10,54	3,86	4,53	
se x se	—	—	3,86	3,42	
Ukupno Total	81,40	81,51	18,60	18,49	

6.5: Miljevina (Miljevina): Srbi
Serbs

N=121

Tip braka Type of mating	Se		se		χ^2
	u%	o%	u%	o%	
Se x Se	47,93	54,50	5,79	6,20	$\chi^2=2,9245;$ $0,90 > p > 0,80$
Se x se	15,70	11,71	6,61	5,50	
se x Se	14,05	11,71	4,96	5,50	
se x se	—	—	4,96	4,88	
Ukupno Total	77,68	77,92	22,32	22,08	

6.6: Miljevina (Kozja Luka): Muslimani
Moslems

N=172

Se x Se	47,09	57,47	5,81	6,13	$\chi^2=15,1996;$ $0,02 > p > 0,01$
Se x se	20,35	11,14	2,33	5,01	
se x Se	12,21	11,14	4,07	5,01	
se x se	—	—	8,14	4,10	
Ukupno Total	79,65	79,75	20,35	20,25	

6.7: Modran: Hrvati
Croats

N=279

Se x Se	48,03	58,96	5,01	6,07	$\chi^2=8,3929;$ $0,30 > p > 0,20$
Se x se	18,28	10,84	5,38	4,77	
se x Se	13,98	10,84	5,38	4,77	
se x se	—	—	3,94	3,75	
Ukupno Total	80,29	80,64	19,71	19,36	

6. 8: Modran: Srbi
Serbs

N=133

Se x Se	40,60	45,51	8,27	6,20	$\chi^2=4,2342;$ $0,70 > p > 0,50$
Se x se	15,04	13,20	9,02	7,00	
se x Se	16,54	13,20	4,51	7,00	
se x se	—	—	6,02	7,89	
Ukupno Total	72,18	71,91	27,82	28,09	

6.9: Odžak: Srbi
Serbs

N=242

Se x Se	52,48	60,43	4,96	6,01	$\chi^2=4,8907;$ $0,70 > p > 0,50$
Se x se	15,70	10,54	4,96	4,53	
se x Se	13,64	10,54	4,13	4,53	
se x se	—	—	4,13	3,42	
Ukupno Total	81,82	81,51	18,18	18,49	

6.10: Orahova: (samo Muslimani)
(Only Moslems)

N=293

Tip braka Type of mating	Se		se		χ^2
	u%	o%	u%	o%	
Se x Se	43,34	54,50	8,87	6,20	$\chi^2=9,5386;$ $0,20 > p > 0,10$
Se x se	18,77	11,71	5,12	5,50	
se x Se	15,70	11,71	4,44	5,50	
se x se	—	—	3,76	4,88	
Ukupno Total	77,81	77,92	22,19	22,08	

6.11: Prekraja: (samo Srbi)
(Only Serbs)

N=236

Se x Se	50,00	57,47	6,36	6,13	$\chi^2=5,1906;$ $0,70 > p > 0,50$
Se x se	12,29	11,14	6,36	5,01	
se x Se	17,37	11,14	4,23	5,01	
se x se	—	—	3,39	4,10	
Ukupno Total	79,66	79,75	20,34	20,25	

6.12: Rakitno: (samo Hrvati)
(Only Croats)

N=284

Se x Se	42,25	55,99	6,34	6,17	$\chi^2=12,0588;$ $0,10 > p > 0,05$
Se x se	19,72	11,42	5,98	5,26	
se x Se	16,55	11,42	4,23	5,26	
se x se	—	—	4,93	4,48	
Ukupno Total	78,52	78,83	21,48	21,17	

6.13: Šiprage (Šiprage): Muslimani Moslems

N=448

Se x Se	44,64	50,00	9,60	6,25	$\chi^2=4,4413;$ $0,70 > p > 0,50$
Se x se	14,29	12,50	5,36	6,25	
se x Se	15,84	12,50	6,25	6,25	
se x se	—	—	4,02	6,25	
Ukupno Total	74,77	75,00	25,23	25,00	

6.14: Šiprage (Šiprage): Srbi
Serbs

N=387

Se x Se	39,28	39,57	8,27	6,01	$\chi^2=2,7837;$ $0,90 > p > 0,80$
Se x se	14,47	13,97	8,01	7,96	
se x Se	13,95	13,97	9,56	7,96	
se x se	—	—	6,46	10,56	
Ukupno Total	67,70	67,51	32,30	32,49	

6.15: Šiprage (Grabovica): (samo Srbi)
(Only Serbs)

N=202

Tip braka Type of mating	Se		se		χ^2
	u%	o%	u%	o%	
Se x Se	41,58	48,50	5,94	6,25	$\chi^2=5,6106;$ $0,50 > p > 0,30$
Se x se	20,30	12,74	6,44	6,50	
se x Se	11,88	12,74	6,44	6,50	
se x se	—	—	7,42	6,77	
Ukupno Total	73,76	73,98	26,24	26,02	

6.16: Velika Kladuša: (samo Muslimani)
(Only Moslems)

N=747

Se x Se	58,77	64,80	5,89	5,76	$\chi^2=2,5879;$ $0,90 > p > 0,80$
Se x se	13,12	9,60	3,88	3,84	
se x Se	12,18	9,60	3,48	3,84	
se x se	—	—	2,68	2,56	
Ukupno Total	84,07	84,00	15,93	16,00	

6.17: Župča: Muslimani
Moslems

N=398

Se x Se	53,02	53,00	8,29	6,23	$\chi^2=1,4334;$ $0,98 > p > 0,95$
Se x se	13,57	11,98	4,77	5,75	
se x Se	10,05	11,98	5,53	5,75	
se x se	—	—	4,77	5,31	
Ukupno Total	76,64	76,96	23,36	23,04	

Tab. 7: Stvarne i teorijske vrijednosti »Snajderovih relacija« u ispitanim (pod)uzorcima

Snyder's ratios in (sub)samples; observed and theoretical values

7.1: Bos. Bijela: Hrvati
Croats

»Snajderove relacije« Snyder's ratios	u		o%	χ^2	p
	se / N	%			
S ₂	21/165	12,73	9,04	1,6559	0,20—0,10
S ₁	15/58	25,86	30,07	0,8429	0,50—0,30

7.2: Hutovo: (samo Hrvati)
(Only Croats)

»Snajderove relacije« Snyder's ratios	u se /N	%	o°%	χ^2	p
S ₂	30/257	11,67	10,52	0,1405	0,80—0,70
S ₁	45/177	25,42	32,43	2,2425	0,20—0,10

7.3: Memići: Muslimani
Moslems

S ₂	29/165	17,58	12,30	2,5844	0,20—0,10
S ₁	42/133	31,58	35,06	0,5319	0,50—0,30

7.4: Miljevina (Miljevina): Muslimani
Moslems

S ₂	18/182	9,89	9,04	0,0878	0,80—0,70
S ₁	24/92	26,09	30,07	0,7533	0,50—0,30

7.5: Miljevina (Miljevina): Srbi
Serbs

S ₂	7/65	10,77	10,22	0,0626	0,90—0,80
S ₁	14/50	28,00	31,97	0,7247	0,50—0,30

7.6: Miljevina (Kozja Luka): Muslimani
Moslems

S ₂	10/91	10,99	9,63	0,2126	0,70—0,50
S ₁	11/67	16,42	31,03	10,1296	0,01—0,001*

7.7: Modran: Hrvati
Croats

S ₂	14/148	9,46	9,34	0,0017	0,98—0,95
S ₁	30/120	25,00	30,56	1,4568	0,30—0,20

7.8: Modran: Srbi
Serbs

S ₂	11/65	16,92	12,00	2,2923	0,20—0,10
S ₁	18/60	30,00	34,54	0,9116	0,50—0,30

7.9: Odžak: Srbi
Serbs

»Snajderove relacije« Snyder's ratios	u		o/o	χ^2	p
	se /N	%			
S ₂	12/137	8,76	9,04	0,0096	0,95—0,90
S ₁	22/93	23,66	30,07	1,9540	0,20—0,10

7.10: Orahova: (samo Muslimani)
(Only Moslems)

S ₂	26/153	16,99	10,22	4,9951	0,05—0,02*
S ₁	28/129	21,71	31,97	4,8401	0,05—0,02*

7.11: Prekraja: (samo Srbi)
(Only Serbs)

S ₂	15/133	11,28	9,63	0,3128	0,70—0,50
S ₁	25/95	26,32	31,03	1,0365	0,50—0,30

7.12: Rakitno: (samo Hrvati)
(Only Croats)

S ₂	18/138	13,04	9,93	1,0814	0,30—0,20
S ₁	29/132	21,97	31,51	4,2172	0,05—0,02*

7.13: Šiprage (Šiprage): Muslimani
Moslems

S ₂	43/243	17,70	11,11	4,3975	0,05—0,02*
S ₁	52/187	27,81	33,33	1,3712	0,30—0,20

7.14: Šiprage (Šiprage):
Serbs

S ₂	32/184	17,39	13,18	1,5489	0,30—0,20
S ₁	68/178	38,20	36,31	0,1545	0,70—0,50

7.15: Šiprage (Grabovica: (samo Srbi)
(Only Serbs)

S ₂	12/96	12,50	11,41	0,1175	0,80—0,70
S ₁	26/91	28,57	33,77	1,2090	0,30—0,20

7.16: Velika Kladuša: (samo Muslimani)
(Only Moslems)

»Snajderove relacije« Snyder's ratios	u se /N	%	o%	χ^2	p
S ₂	44/483	9,11	8,16	0,1204	0,80—0,70
S ₁	55/244	22,54	28,57	1,7817	0,20—0,10

7.17: Župča: Muslimani
Moslems

S ₂	33/244	13,52	10,52	0,9561	0,50—0,30
S ₁	41/135	30,37	32,43	0,1937	0,70—0,50

3.2. PROSTORNOGEOGRAFSKA I MEĐUNACIONALNA VARIJACIJA OSNOVNIH PARAMETARA GENETIČKOG SASTAVA POPULACIJE

Prostornogeografska i međunacionalna raspodjela učestalosti fenotipova (ne)posobnosti lučenja ABH antigena u pljuvačku i njihovih genetičkih determinatora, proučavana je uporednim posmatranjem odgovarajućih parametara u 22 (pod)uzorka stanovništva Bosne i Hercegovine, koji potiču iz 12 dijelova šire populacije. Pri tom je osnovna pažnja posvećena ukupnoj i unutar nacionalnoj varijaciji analiziranih pokazatelja u prostoru, a pojedinačna međunacionalna poređenja su izvršena samo među ovako definiranim dijelovima stanovništva iste lokalne pripadnosti. Opšta procjena unutar nacionalne i međunacionalne varijacije (i odnosa među njima) učestalosti »nesekretora« u stanovništvu Bosne i Hercegovine, izvršena je analizom varijanse alelogenskih frekvencija, njenom specijalnom prilagodbom za populacije koje su u genetičkoj ravnoteži (Valundova varijansa; Wahlund 1928). Dopunske informacije o stepenu unutar grupne i međugrupne heterogenosti dobijene su sistemom poređenja procentualne učestalosti »nesekretora« ABH supstanci (t% test) i posmatranjem koeficijenta varijabilnosti proporcije recesivnog alela u proučenim nizovima (pod)uzoraka.

Preduzete analize su sprovedene paralelno u oba sukcesivna pokoljenja posmatranog dijela bosanskohercegovačke populacije. Tabele 8. i 9. pokazuju učestalost recesivnog fenotipa (»nesekretor«) i recesivnog alelogena (q_{se}) u dvjema sukcesivnim generacijama ispitanih uzoraka (po nacijama i ukupno), a slike 2 — 5. ilustruju specijalnu distribuciju vrijednosti parametra q_{se} .

Raspon variranja učestalosti recesivnog fenotipa u I generaciji grupe ukupnih (isključivo lokalno određenih) uzoraka ograničavaju vrijednosti 15%³ (Bos. Bijela) i 27% (Rakitno i Šiprage), a u nizovima poduzoraka granične vrijednosti su: kod Hrvata 13% (Bos. Bijela) i 27% (Rakitno), kod Muslimana 20% (Miljevina) i 25% (Orahova i Šiprage), a kod Srba 19% (Župča) i 30% (Šiprage). U generaciji potomaka učestalost »nesekretora« u ukupnim uzorcima se kreće od 16% (Velika Kladuša) do 28% (Memići i Šiprage); u hrvatskom stanovništvu od 18% (Bos. Bijela) do 37% (Odžak), u muslimanskom od 16% (Velika Kladuša) do 29% (Memići) i u srpskom od 15% (Bos. Bijela) do 32% (Šiprage).

Zanimljivo je da se u lokalno, nacionalno i generacijski određenim serijama podataka o učestalosti »nesekretora« ABH antigena nazire tendencija grupisanja nađenih vrijednosti unutar određenih karakterističnih granica.

Izvan karakterističnog raspona variranja frekvencije »nesekretora« u I generaciji hrvatskog stanovništva (23—27%), stoji Bos. Bijela sa statistički značajno nižom vrijednošću ovog parametra (13%). Kod Muslimana, u istoj generaciji, učestalost recesivnog fenotipa se kreće od 20—25%, pa u tom pogledu među pojedinim poduzorcima anema signifikantnih razlika. Karakteristično grupisanje učestalosti »nesekretora« u I generaciji posmatranog dijela srpskog stanovništva zapaža se u dva područja (19—22% i 25—29%) odgovarajuće skale. Među njima se, u izvjesnom smislu, ističe samo Župča, kao područje sa nešto (statistički neznajčajno) rjeđim pojavljivanjem ovog fenotipa (19%).

Adekvatan pristup analizi II generacije unekoliko mijenja (odnosno dopunjuje) izložene opservacije. U ovom pokoljenju iz svojstvenog raspona variranja učestalosti »nesekretora« kod Hrvata (18—23%), izdvaja se samo Odžak (37%); zbog nedovoljne veličine uzorka, I generacija nije analizirana). Poduzorak odžačkih Hrvata se pritom statistički značajno razlikuje od svih poduzoraka ove grupe. U istoj generaciji karakteristični dijapazon variranja frekvencije recesivnog fenotipa među poduzorcima Muslimana je 19—25%; iz njega se izdvajaju samo uzorci Velika Kladuša (16%) i Memići (29%). Velikokladušani se, po ovom parametru, signifikantno razlikuju od Memićana (29%), Orahovljana (22%), Šipražana (25%) i Župčana (23%), a Memićani i od stanovnika miljevinskog kraja: Miljevina (19%) i Kozje Luke (20%). Po poređenom parametru u II generaciji međusobno (značajno) se razlikuju i poduzorci Muslimana iz Miljevina (19%) i Šipraga (25%). U grupi poduzoraka srpskog stanovništva (II generacija) recesivni fenotip se češće javlja u rasponima od 15—23% i 26—28%. Iz ovih granica (višom frekvencijom »nesekretora«) izdvaja se poduzorak Srba iz

³ Da bi se tekst »rasteretio« suvišnih brojeva, u daljem toku ovog odjeljka procenti su zaokruženi na bližu jedinicu.

Šipraga (32%), koji se po vrijednosti ovog pokazatelja značajno razlikuje od poduzoraka Bos. Bijela (15%), Miljevina (22%), Kozja Luka (18%), Odžak (18%) i Prekraja (20%). Odžak (18%) se signifikantno razlikuje od (pomenutih) Šipraga (32%), Grabovice (26%), i Modrana (28%).

Međusobno je upoređena i procentualna učestalost »nesekretora« ABH antigena u nacionalno definiranim poduzorcima stanovnika republičkih regiona sa mješovitom nacionalnom strukturom. U ovom dijelu analize, od ukupno petnaest izvedenih poređenja (sedam u prvoj, osam u drugoj generaciji), u roditeljskom pokoljenju ni u jednom od poređenja nisu nađene signifikantne razlike; u II generaciji statistički značajne razlike su konstatovane samo međusobnim poređenjem odgovarajućih vrijednosti koje su zabilježene kod odžačkih Hrvata i Srba ($0,01 > p > 0,001$), te šipraških Muslimana i Srba ($0,05 > p > 0,02$).

Imajući u vidu upravo komentarisanu promjenljivost učestalosti »nesekretora« po pojedinim nacionalno određenim grupama poduzoraka i među različitim nacijama iste lokalne pripadnosti, gotovo iznenađuje izrazita homogenost genetičke strukture u I generaciji dvanaest analiziranih dijelova bosanskohercegovačke populacije (odnosno uzoraka; tab. 9). Iz relativno uskog dijapazona grupisanja vrijednosti posmatranog pokazatelja (21—27% »nesekretora«) u generaciji roditelja značajno se izdvaja samo uzorak stanovništva Bos. Bijele (15%), a u generaciji potomaka (osobeni raspon variranja frekvencije »nesekretora« — 19—24%) značajno nižim vrijednostima se odlikuju uzorci Bos. Bijela (18%) i Velika Kladuša (16%), a višim — Šiprage (28%) i Memići (28%). Po značajno nižoj učestalosti »nesekretora« u I generaciji ukupno testiranog stanovništva Bos. Bijele (15%), ovaj uzorak se ne razlikuje samo od uzorka Velika Kladuša, koji se, međutim, po poređenom parametru signifikantno razlikuje od Šipraga (27%). U tom smislu se II generacija Velikokladušana (16%) značajno razlikuje od stanovnika svih ostalih lokalnih pripadnosti, izuzev Bijeljana (18%), Miljevinaca (20%) i Prekajaca (20%). U ovoj generaciji grupe posmatranih uzoraka Bos. Bijela (18%) se značajno razlikuje od Memića (28%), Šipraga (28%) i Župče (24%). Šipraški kraj (28%) se (pored pomenutih: Bos. Bijele i Velike Kladuše) signifikantno razlikuje i od uzoraka miljevinskog područja (20%), Modrana (22%), Odžaka (21%), Orahove (22%), Prekaje (20%) i Rakitna (21%), a Memići (28%) od svih tih uzoraka, izuzev Orahove.

Relativnu prostornogeografsku homogenost genetičke strukture posmatranog dijela bosanskohercegovačkog stanovništva, kao jedinstvenog genetičkog sistema, dokumentuje podatak o distribuciji fenotipova sekrecije ABH antigena u ukupno ispitanom dijelu šire populacije (I generacija: 77% »sekretora«, 23% »nesekretora«; II generacija: 78% »sekretora«, 22% »nesekretora«). Od ove raspodjele, tretirane kao teorijske, značajno ne odstupaju ni uzorci koji

se od nje po tome najviše razlikuju (Bos. Bijela — I generacija: $0,10 > p > 0,05$; Velika Kladuša — II generacija: $0,20 > p > 0,10$). Međunacionalnu homogenost genetičke strukture posmatranog dijela našeg stanovništva ilustruje, pak, sasvim ujednačena učestalost recesivnog fenotipa u ukupnim fondovima podataka o pojedinim nacijama (I generacija: Hrvati i Muslimani po 23%, Srbi — 24%; II generacija: Hrvati — 22%, Muslimani — 21%, Srbi — 24%; tab. 8.1 — 8.3). Očito je da se sumarni podaci za tri najbrojnije nacije u Republici, u pogledu frekvencije alternativnih varijanti posmatranog sistema kvalitativne individualne varijacije (i njegovih genetičkih determinatora), ne razlikuju statistički značajno ni među sobom, niti od zbira podataka za sve uzorke.

Nakon proučavanja međusobnih sličnosti i razlika u genetičkom sastavu pojedinih uzoraka, grupisanih po nacionalnoj i lokalnoj pripadnosti (unutar pojedinih kategorija poređenja su izvršena po sistemu »svako sa svakim«), pažnja je bila usmjerena na ocjenu ukupne unutargrupne i međugrupne varijacije posmatranih parametara. Ove dimenzije različitosti posmatranih skupova (pod)uzoraka proučene su poređenjem koeficijenata varijabilnosti relativne učestalosti recesivnog alelogena (q_{sc}) i analizom varijanse alelogenskih frekvencija, prilagođene za populacije u genetičkoj ravnoteži. Wahlund (1928) je, naime, primijetio da se nakon zbrajanja odgovarajućih podataka o nezavisnim subpopulacijama u dobijenom skupu (poredeći ga sa inkorporirajućim uzorcima) pojavljuje opšti manjak heterozigota. Prema Valundu, to smanjenje je jednako dvostrukoj varijansi alelogenskih frekvencija i predstavlja direktnu mjeru ukupne genetičke heterogenosti analiziranih populacija. Ta mjera se, međutim, ne može raščlaniti na pojedinačne (subpopulacijske) relativne doprinose ostvarenoj genetičkoj divergenciji sastavnica posmatranog skupa. Standardizovana Valundova varijansa (varijansa alelogenskih frekvencija podijeljena sa umnoškom srednjih vrijednosti parametara p i q u ispitivanom nizu subpopulacija), predstavlja jednu od najneposrednijih mjera heterogenosti neke proučavane grupe izolovanih dijelova (sa nezavisnim driftom) šire populacije (Cavalli-Sforza, Bodmer (1971).

Dvostrani F-test relacija između unutargrupne (unutarnacionalne) i međugrupne (međunacionalne) varijacije, izveden analizom standardizovane Valundove varijanse alelogenskih frekvencija, otkriva njihovu izrazitu homogenost u svim poređenjima lokalno i nacionalno definiranih nizova podataka. Heterogenost varijansi (na nivou 5%) uočena je samo poređenjem prve generacije Hrvata i Muslimana (tab. 11.1). Testiranje značaja te različitosti, međutim, pokazuje da varijanse ova dva skupa nisu signifikantno heterogene ($t' = 1,7812$; $t'_{0,05} = 3,1000$).

Koeficijent varijabilnosti relativne frekvencije recesivnog alelogena (I generacija: 4,17% — Muslimani do 12,77% — Hrvati; II generacija: 7,96% — ukupni uzorci do 12,83% — Hrvati), logično,

preslikava pomenute relacije, opisujući ih u jedinicama procentne skale. U tabeli 11 prikazane su unutargrupne varijanse alelogenskih frekvencija u analiziranim skupovima (pod)uzoraka i njihove međusobne relacije (F-testom homogenosti varijanse, naravno, obuhvaćeni su samo indeksi veći od 1), a u tabeli 12 su standardni pokazatelji varijacije učestalosti alela se.

Uporedbom mjera unutargrupne varijacije posmatranog parametra u dvjema sukcesivnim generacijama, uočava se da je u svim serijama (pod)uzoraka Valundova varijansa veća u potomstvu nego u pokoljenju koje mu neposredno prethodi. Ova pojava može da ima nekoliko osnovnih i najčešćih izvora. Od onih čije se prisustvo može matematički dovoljno precizno definisati, treba pomenuti direktnu genetičku međuzavisnost dvaju posmatranih pokoljenja, odnosno multiplikaciju genetičkog materijala (i razlika) u proizvodnji fonda gameta za drugu generaciju, imajući u vidu konstatovanu nejednaku prosječnu fertilnost pojedinih tipova braka u većem dijelu uzoraka. Takve efekte imaju i genetički drift i imigracije. O relativnom učešću pomenutih činilaca u ostvarenju ispoljenog fenomena biće diskutovano nešto kasnije. Uopšte uzevši, poznato je da u ovakvim analizama odgovarajuće odlike roditeljskog pokoljenja, u principu, predstavljaju bliže i pouzdanije pokazatelje stvarne genetičke strukture neke posmatrane populacije. Izloženi nalazi analize varijanse alelogenskih frekvencija uvrstavaju rezultate ovog rada u afirmativne priloge pomenutim teorijskim pretpostavkama, potvrđujući time, indirektno, i validnost proučenih uzoraka stanovništva Bosne i Hercegovine.

Ukupna analiza prostornogeografske i međunacionalne grupne varijacije posmatranih pokazatelja genetičkog sastava populacije, omogućava jedan (značajan) opšti zaključak: međunacionalne razlike u grupi obuhvaćenih uzoraka, u tom pogledu, nisu veće od unutarnacionalnih. Nacionalno definirani uzorci iste lokalne pripadnosti, po poređenim parametrima se, naime, manje (ili jednako) razlikuju od pripadnika iste (ili druge) nacije sa drugih lokaliteta. Čak se i blisko susjedni dijelovi stanovništva iste etničke pripadnosti (šipraški i grabovački Srbi, na primjer) u tom pogledu međusobno više razlikuju nego svaki (ili jedan) od njih u poređenju sa nekim poduzorcima drugih nacija iz drugog (ili istog) dijela šire populacije. Sinhronična i alohronična varijacija učestalosti »nesekretora« u pojedinim uzorcima je često veća od međunacionalne (tab. 4, 8).

Poduprti relativno širokom i bogatom faktografskom bazom, rezultatima objektivnih populacionogenetičkih i statističkih analiza, kao i nekim ranijim iskustvima (Berberović, Hadžiselimović 1974, Berberović et al. 1974), ovi nalazi dobijaju dimenzije jakog argumenta protiv bilo kakvih nagovještaja međusobne genetičke različitosti pojedinih naših etničkih skupina u cjelini.

Koliko je nezahvalno i nekorektno uopštavanje međugrupnih razlika uočenih posmatranjem samo jednog parametra genetičkog sastava populacije, govori i niz apsurdna sa liste uporedbi učestalosti »nesekretora« u skupu ispitanih uzoraka i u nekim drugim dije-lovima jugoslavenskog i svjetskog stanovništva (tab. 8, 9, 10). Tako, recimo, prema posmatranom pokazatelju, dvije grupe uzoraka ostvarenih u ovom radu više se razlikuju međusobno nego bilo koja od njih u poređenju sa pojedinim uzorcima engleskog stanovništva; treća više liči mongoloidima ili negroidima, četvrta . . .

Ove činjenice idu u prilog nekim ranije iskazanim ličnim opredjeljenjima u vezi sa mogućnošću procjene međusobne genetičke različitosti pojedinih dijelova ljudske populacije. Posmatranjem istorijskog aspekta sinhronične i dijahronične raspodjele relativnih frekvencija dva alelogena u ljudskim populacijama, zaključeno je da se, praćenjem isključivo ovih ili sličnih parametara, vrlo teško mogu pouzdano sagledati mikroevolucionari procesi (njihovi uzroci i posljedice) i u manjim (etnički definisanim, na primjer), a kamo li u velikim (rasnim) aglomeracijama vrste *Homo sapiens* (Berberović, Hadžiselimović 1974). Međutim, nikako ne treba ispustiti iz vida da u kompleksu populacionogenetičkih (i drugih antropoloških) istraživanja rezultati analize pojedinih osobina mogu da daju značajan doprinos osvjetljavanju pomenutih problema. Savremeni metodi mjerenja genetičke distance među populacijama se, uostalom, i razvijaju u pravcima koji obligatno podrazumijevaju raspolaganje odgovarajućim podacima o čitavom kompleksu fenotipskih sistema (Sanghvi 1953, Cavalli-Sforza, Edwards 1957, Cavalli-Sforza, Bodmer 1971, Nei 1972, Nei, Roychoudhury 1972, 1973, 1974, itd.).

Ukupno uzevši, učestalost »nesekretora« u analiziranim uzorcima bosanskohercegovačke populacije uklapa se u dijapazon variranja vrijednosti ovog pokazatelja u prezentiranoj grupi uzoraka svjetskog stanovništva (tab. 10). Na skali raspona posmatrane varijacije osjeća se izrazito grupisanje uzoraka u području od 20—30%, koje se može smatrati karakterističnim i za skup uzoraka ostvarenih u ovom radu. Najniža frekvencija (0—1%) recesivnog fenotipa u ovom fondu podataka zabilježena je u nekim indijanskim plemenima, a najviše kod polinezijskih otočana sa Kapinge (49%). Među izloženim podacima teško je uočiti bilo kakvu (narodnosnu ili rasnu) karakterističnu učestalost »nesekretora«. Manipulišući relativno širokom faktografskom bazom, ovu činjenicu su nedavno argumentovano istakli Nei et al. (1974), našavši da prosječna heterozigotnost »sekretora« u kavkazoidnim populacijama iznosi $0,500 \pm 0,000$, u negroidnim $0,500 \pm 0,002$, a u mongoloidnim $0,496 \pm 0,001$.

U do sada ispitanim uzorcima stanovništva Jugoslavije, ABH antigeni najrjeđe odsustvuju u pljuvački prekomurskih Roma (11%; Hočevar 1967), a najčešće kod Hrvata iz okoline Glamoča (uzorak Odžak: 37%); ovi uzorci se, po učestalosti »nesekretora«, nalaze

u ekstremnim područjima odgovarajuće skale prikazanih uzoraka svjetske populacije (tab. 10).

Saopšteni podaci i rezultati prethodnih analiza jasno nameću pitanje izvora ispoljenih genetičkih razlika među pojedinim posmatranim dijelovima bosanskohercegovačke populacije. Neke indicije upućuju posmatrača da se ova pojava, na prvom mjestu, razmotri u svjetlu mogućih efekata genetičkog drifta.

Kada se ističu (ponekad drastične) razlike u genetičkom sastavu nekih »malih« ljudskih populacija (one su konstatovane analizom prostornogeografske distribucije fenotipova niza individualnih odlika različite genetičke determinacije), kao jedan od njihovih presudnih izazivača pominje se genetički drift (Glass 1954). Prihvatajući klasični pogled na genetički drift, kao jedan od najefikasnijih i najčešćih faktora genetičkih razlika među savremenim ljudskim grupama, nije suvišno istaknuti dva osnovna aspekta djelovanja ovog činioca, čije se nijansiranje relativno često ispušta iz vida. Te nijanse se lako mogu diferencirati i na aktuelnom primjeru u kome se traže uzroci prostornogeografskog variranja vrijednosti osnovnih pokazatelja genetičkog sastava populacije.

Globalno uzevši, u proučenim dijelovima šire populacije konstatovani su ravnotežni genetički odnosi. Mjestimično ispoljena značajna odstupanja nađenih parametara genetičke strukture populacije od odgovarajućih teorijskih vrijednosti, kako je to analiza pokazala (odjeljak 3.1), mogu se argumentovano pripisati izvjesnim specifičnostima sastava uzoraka u kojima su takve pojave zapažene. I pored toga, ostaje otvoreno pitanje da li (ili koliko) je genetički drift u toku minulih pokoljenja uticao na dinamiku promjena genetičkog sastava ovih populacija. Opštepoznato je, naime, da se nakon prestanka djelovanja nekog od faktora koji remete genetički ekvilibrijum, kada je riječ o autosomalnim monogenskim osobinama, ravnotežni odnosi uspostavljaju u jednoj jedinjoj generaciji (Ventvord-Remikov princip, prema: Berberović 1971). Isto tako je notorno da nema argumenata koji bi mogli da potvrde ili opovrgnu prisustvo značajnijih uticaja genetičkog drifta nakon »konstituisanja« posmatranih grupa Bosanaca i Hercegovaca kao izolovanih populacija. Takav uticaj drifta (klasično definisanog kao činioca koji remeti genetičku ravnotežu u slučajevima kada genski fond naredne generacije ne proizvodi cijela populacija nego samo njen izvjestan dio) su, na primjer, mogle ostvariti velike epidemije ili, recimo, ratni pohodi koji su u prošlosti često pustošili naše krajeve. Pouzdani podaci o njihovim posljedicama u Bosni i Hercegovini, posebno u područjima iz kojih potiču ispitani uzorci, nedostaju, pa bi, stoga, procjene efekata tih činilaca kao potencijalnih uzročnika genetičkog drifta mogle biti sasvim proizvoljne. Bez odgovarajućih podataka o ovim i sličnim agensima koji izazivaju vertikalna fluktuiranja alelogenskih frekvencija u populaciji, izgleda opravdanije da se, kao mogući determinator konstatovanih razlika

u genetičkoj strukturi posmatranog dijela stanovništva Bosne i Hercegovine, izolacija pomene prije genetičkog drifta. Ovako shvaćanje, prije svega, opredjeljuje činjenica da se eventualno djelovanje izolacionih efekata drifta u »malim« ljudskim populacijama javlja kao *posljedica*, a ne kao *uzrok* njihove izolovanosti. Drugim riječima, razlika u genetičkim odlikama »novih« populacija tada nastaju kao rezultat slučaja u formiranju strukture genskog fonda izolovanih grupa. Vjerovatnoća pojave i veličina genetičkih razlika među tim grupama u obrnutoj su srazmjeri sa veličinom »matične« populacije i njenih izolata, a zavise i od početnog odnosa alelogenskih frekvencija posmatranog lokusa.

Individualne razlike u viđenju pomenutih aspekata genetičkog drifta nerijetko dovode do nesporazuma u komuniciranju, pa se čini da bi, bar sa metodskog stajališta, dva tipa efekata drifta bilo korisno terminološki razdvojiti na »izolacione« i »generacijske«. Pritom »izolacioni« efekti genetičkog drifta primarno proizilaze iz slučajnosti fenogentipskog sastava novoizolovanih grupa, dok »generacijski« efekti obuhvataju oblike vertikalnog fluktuiranja alelogenskih učestalosti u populaciji, koji primarno proizilaze iz slučajnosti fenogentipskog sastava reproduktivno aktivnog dijela populacije.

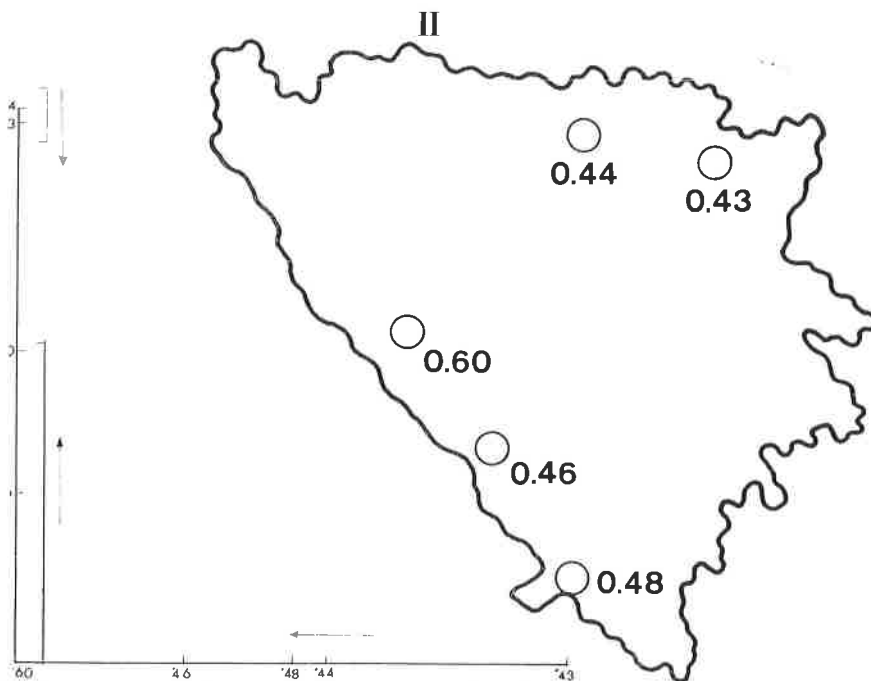
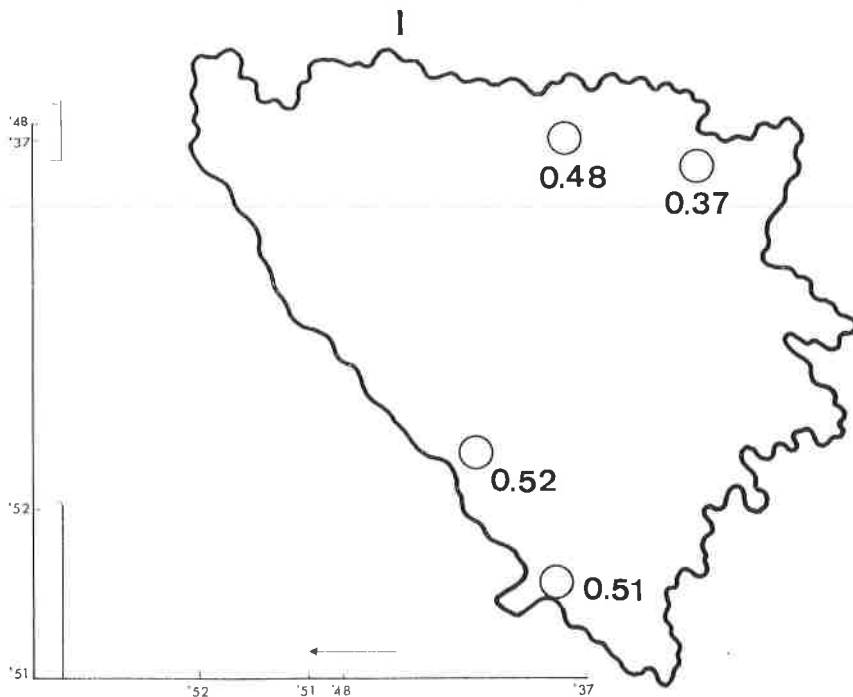
Vraćajući se raspoloživom materijalu i podacima iz literature, možemo pretpostaviti da su uočene razlike među pojedinim dijelovima našeg stanovništva, prije svega, rezultat izolacionih efekata genetičkog drifta. Ovaj zaključak se sasvim čvrsto oslanja na činjenicu da su ekstremne učestalost u svjetskoj (u nekim plemenima sjevernoameričkih indijanaca nema »nesekretora«, a na polinezijskom stolu Kapinga ima ih 49%; tab. 10) i našoj (prekomurski Romi 11%, Hrvati iz okoline Glamoča 37% »nesekretora«) populaciji nađene u propagacijski relativno izolovanim sredinama. Konstatovani ekstremi u ovom radu potiču iz regiona koje, uz sasvim zanemarljive imigratorne tokove, karakteriše izrazito ograničen krug razmjene genetičkog materijala, a apostrofirane Hrvate iz okoline Glamoča, vjerovatno, i mala efektivna veličina populacije.

Međutim, kao što je to već ranije istaknuto, analiza Valundove varijanse u posmatranom skupu populacija otkriva i tragove »generacijskih« efekata drifta. Porast vrijednosti varijanse u II generaciji kompleksno je uslovljen, pa kvantificiranje tih efekata drifta nailazi na teškoće koje nije lako premostiti. Smatra se, međutim, da je relativno učešće genetičkog drifta u determinaciji porasta heterogenosti neke grupe populacija u funkciji vremena (mjereno generacijama) aproksimativno određeno izrazom $t/2N$ (t = broj generacija, N = konstantna veličina populacije; Cavalli-Sforza, Bodmer 1971). Pretpostavljajući njegovu korektnost, nađeni su očekivani iznosi relativnog djelovanja »generacijskog« drifta u posmatranim skupovima. Pošto su oni relativno mali (Hrvati — 0,0005, Muslimani — 0,0002, Srbi — 0,0003), i dalje ostaje otvoreno pitanje

prijekla povećanja varijanse u II generaciji. Dio ostatka međugeneracijske razlike u grupnom varijabilitetu sa dosta logike se može pripisati uticajima pomenute genetičke zavisnosti sukcesivnih pokoljenja (odnosno nejednakoj veličini njihovih proučenih dijelova i ostvarenoj diferencijalnoj fertiliteti pojedinih tipova braka), i, iako zanemarljivog, ipak prisutnog, imigracionog dotoka genetičkog materijala. Gledana u svjetlu činjenice da je ukupni uticaj kompleksa pomenutih (i nepomenutih) činilaca toliko mali da ne remeti ravnotežne genetičke odnose u posmatranim (pod)uzorcima, specifikacija efekata pojedinih činilaca povećanja diversifikacije u II generaciji posmatranih serija (pod)uzoraka poprima sasvim spekulativan karakter.

Gradijent učestalosti recesivnog alelogena u posmatranom dijelu šire populacije tražen je po geografskoj dužini i širini. Utvrđena je relativna međusobna udaljenost obuhvaćenih lokaliteta po ove dvije odrednice njihovog geografskog položaja, a zatim su na svaku lokaciju upisane odgovarajuće vrijednosti parametra q_{se} . Ovi prikazi geografske distribucije učestalost recesivnog alelogena priloženi su uz karte na slikama 2 — 5. Informacije iz pomenutih priloga naznačavaju izvjesno prostornogeografsko grupisanje uzoraka po karakterističnoj relativnoj čestoci pojave alela *se*. Tako se među poduzorcima hrvatskog stanovništva izdvajaju »sjeverna« grupa, sa prosječno nižom, i »južna« grupa, sa nešto višom frekvencijom recesivnog alelogena. Kod Muslimana i Srba, međutim, naslućuje se jedna centralnobosanska grupa poduzoraka sa, za nijansu, većom vrijednošću posmatranog pokazatelja nego u perifernim dijelovima Republike. Hercegovački i centralnobosanski ukupni uzorci se odlikuju nešto višom frekvencijom alela *se*.

Pomenuta grupisanja su rezultat vizuelnog osjećanja posmatranih odnosa i, kao što se može zapaziti, baziraju na krajnje labavim kriterijumima. Ipak, ne bi bilo iznenađujuće, ako buduća istraživanja (u koja će se uključiti gušća i bogatija mreža lokaliteta) pokažu da u stanovništvu Bosne i Hercegovine postoje takve ili slične klinalne tendencije u distribuciji učestalosti genetičkih determinatora sekrecije ABH antigena u pljuvačku. Najlogičnija objašnjenja ovog fenomena trebalo bi potražiti u opisanim odlikama ispitanih uzoraka (odjeljak 2.1) posmatranim u svjetlu nekih ranijih istaknuta (Wright 1943, Glass 1954, Kimura, Weis 1964), koja posebno ističu prostornu distribuciju uzoraka i ulogu prostora kao prepreke slobodnoj razmjeni genetičkog materijala, a, s tim u vezi, i opadanje genetičke korelacije sa distancom. Ovi činioci u sadržaju sa izvjesnim sociobiološkim odlikama našeg stanovništva (vidi poglavlje 1) nesumnjivo čine značajan kompleks agenasa u determinaciji genetičkih sličnosti i razlika među pojedinim prostornogeografski određenim skupinama Bosanaca i Hercegovaca.

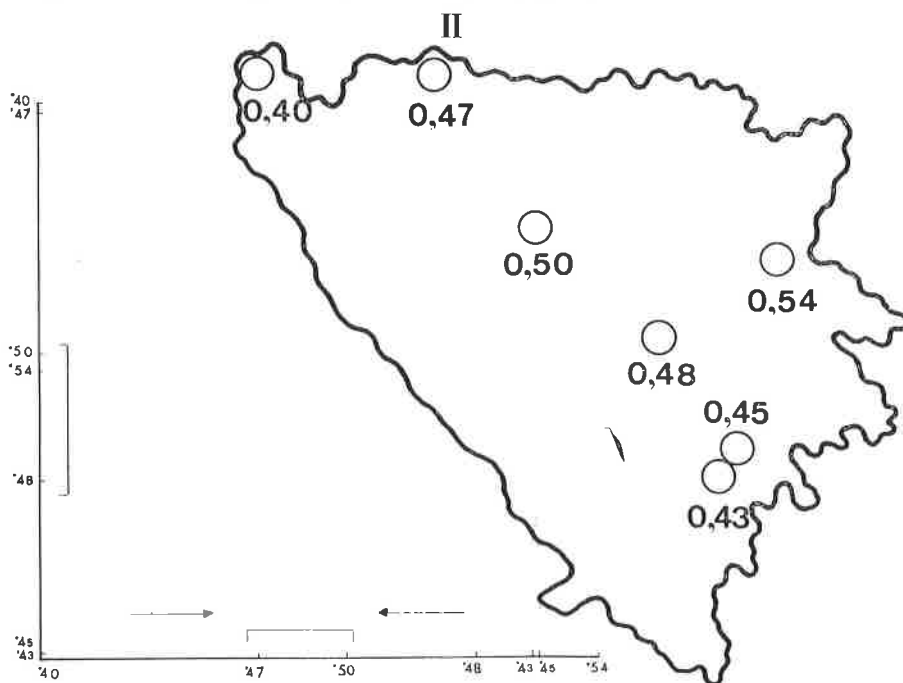
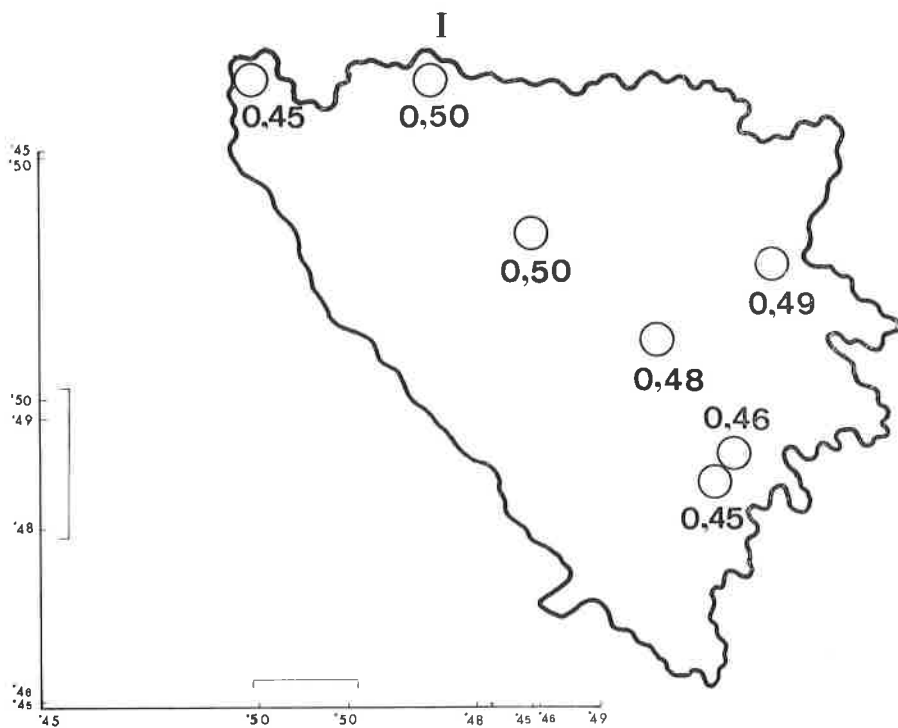


Sl. 2: Prostorna distribucija relativne učestalosti recesivnog alelogena (q_{se}):
Hrvati

I = I generacija II = II generacija

Spatial distribution of the recessive gene proportion (q_{se}): Croats

I = I generation II = II generation

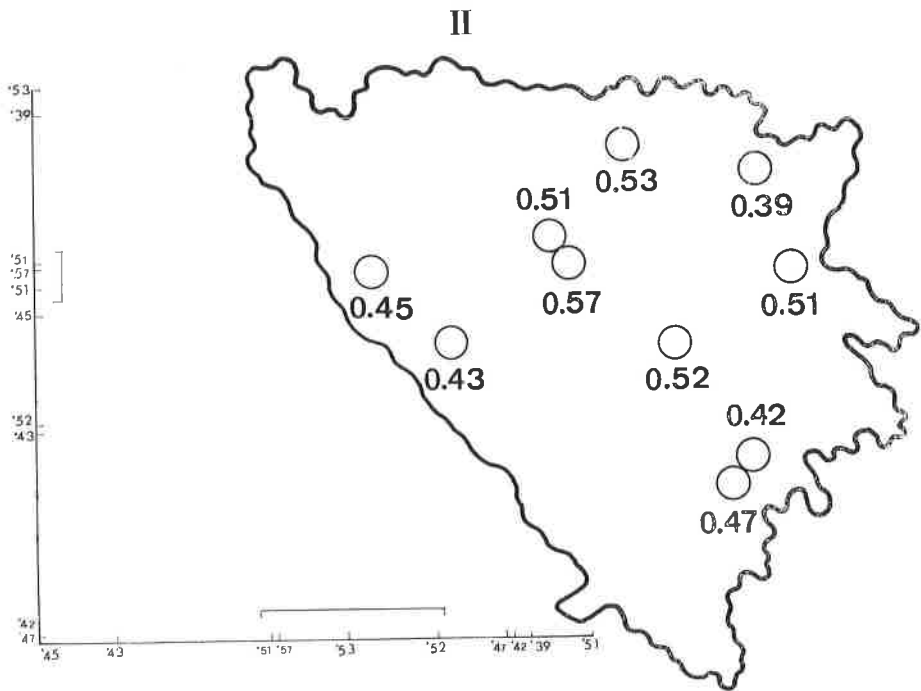
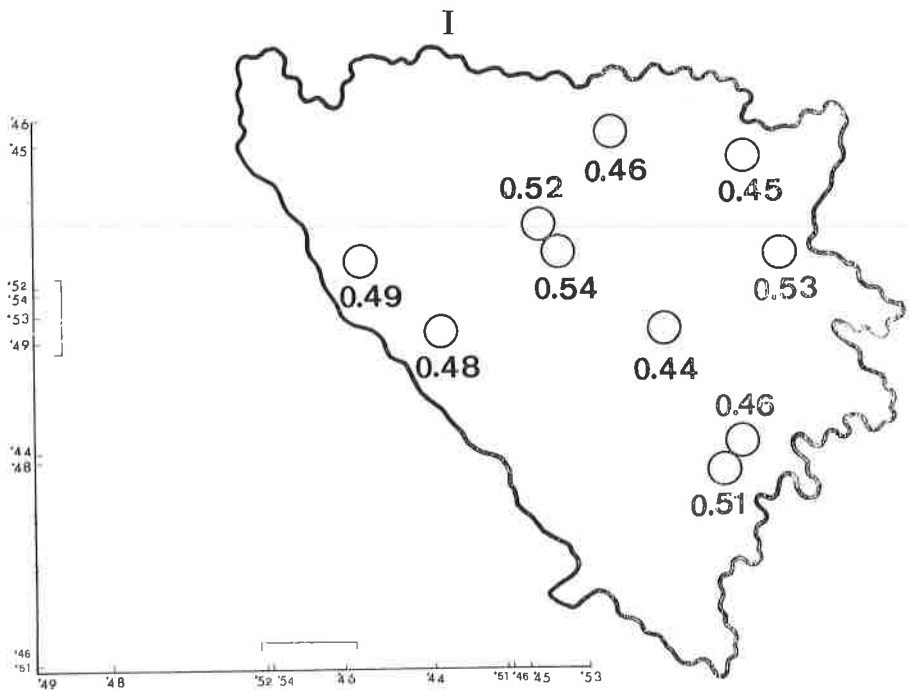


S: 3: Prostorna distribucija relativne učestalosti recesivnog alelogena (q_{se}): Muslimani

I = I generacija II = II generacija

Spatial distribution of the recessive gene proportion (q_{se}): Moslems

I = I generation II = II generation

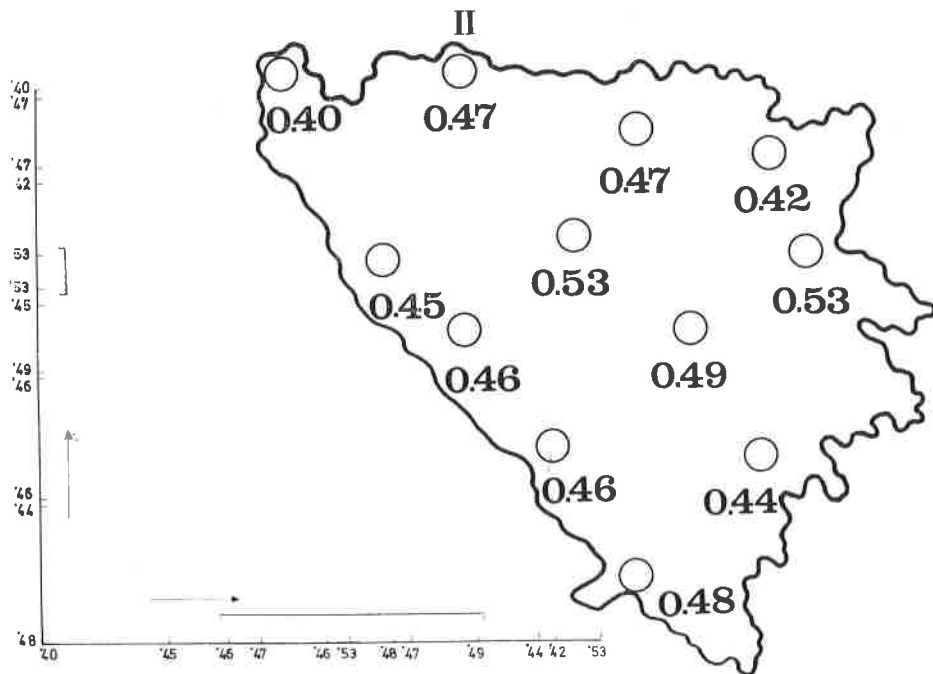
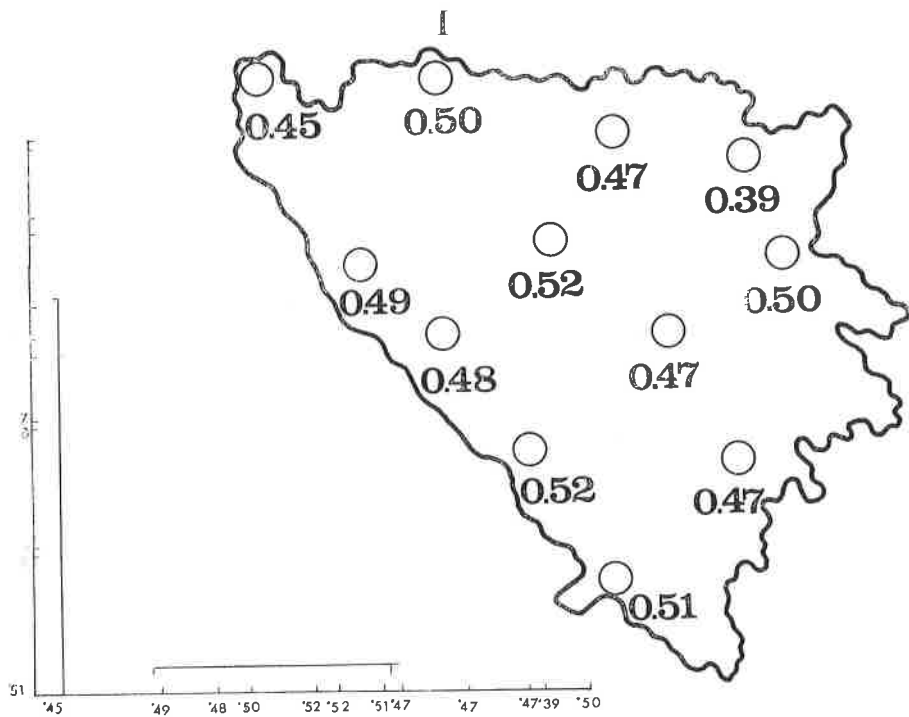


Sl. 4: Prostorna distribucija relativne učestalosti recesivnog alelogena (q_{se}):
 Srbi

I = I generacija II = II generacija

Spatial distribution of the recessive gene proportion (q_{se}): Serbs

I = I generation II = II generation



Sl. 5: Prostorna distribucija relativne učestalosti recesivnog alelogena (a_2):
 ukupni uzorci
 I = I generacija II = II generacija
 Spatial distribution of the recessive gene proportion (a_2): total samples
 I = I generation II = II generation

Tab. 8: Učestalost »nesekretora« (se) i recesivnog alelogena (q_{se}) u nizovima nacionalno definiranih poduzoraka

Recessive phenotype frequency (se) and respective gene proportion (q_{se}) by nations

8.1: Hrvati
Croats

Lokalitet Locality	I generacija I generation			II generacija II generation		
	N	se %	q_{se}	N	se %	q_{se}
Bosanska Bijela	194	13,40	0,37	229	18,34	0,43
Hutovo	300	25,67	0,51	467	23,13	0,48
Modran	224	23,21	0,48	279	19,71	0,44
Odžak	—	—	—	52	36,54	0,60
Rakitno	174	27,01	0,52	284	21,47	0,46
Ukupno Total	892	22,65	0,48	1311	21,74	0,47

8.2: Muslimani
Moslems

Memići	202	24,26	0,49	320	29,06	0,54
Miljevina	204	20,10	0,45	285	18,60	0,43
Kozja Luka	112	21,43	0,46	172	20,35	0,45
Orahova	202	25,25	0,50	293	22,18	0,47
Šiprage	244	24,59	0,50	448	25,22	0,50
Velika Kladuša	416	20,67	0,45	747	15,93	0,40
Župča	286	23,08	0,48	398	23,37	0,48
Ukupno Total	1666	22,63	0,48	2663	21,44	0,46

8.3: Srbi
Serbs

Bosanska Bijela	68	20,59	0,45	72	15,28	0,39
Memići	54	27,78	0,53	77	25,97	0,51
Miljevina	120	25,83	0,51	121	22,31	0,47
Kozja Luka	66	21,21	0,46	106	17,92	0,42
Modran	118	21,19	0,46	133	27,82	0,53

Nastavak 8. 3:

Lokalitet Locality	I generacija I generation			II generacija II generation		
	N	se %	q _{se}	N	se %	q _{se}
Odžak	278	22,66	0,48	242	18,18	0,43
Prekraj	254	23,62	0,49	236	20,34	0,45
Šiprage	196	29,59	0,54	387	32,30	0,57
Grabovica	120	26,67	0,52	202	26,24	0,51
Župča	58	18,97	0,44	81	27,16	0,52
Ukupno Total	1332	24,25	0,49	1657	24,50	0,49

Tab. 9: Učestalost »nesekretora« (se) i recesivnog alelogena (q_{se}) u ukupnim uzorcima lokalnih populacija

Recessive phenotype frequency (se) and respective gene proportion (q_{se}) in total samples of the local populations

Lokalitet Locality	I generacija I generation			II generacija II generation			
	N	se %	q _{se}	N	se %	q _{se}	
Bosanska Bijela	262	15,27	0,39	301	17,61	0,42	
Hutovo	300	25,67	0,51	467	23,13	0,48	
Memići	256	25,00	0,50	397	28,46	0,53	
Miljevina	Miljevina	324	22,22	0,47	406	19,70	0,44
	Kozja Luka	178	21,35	0,46	278	19,42	0,44
Ukupno Total	502	21,91	0,47	684	19,59	0,44	
Modran	342	22,51	0,47	412	22,33	0,47	
Odžak	278	22,66	0,48	294	21,43	0,46	
Orahova	202	25,25	0,50	293	22,18	0,47	
Prekraj	254	23,62	0,49	236	20,34	0,45	
Rakitno	174	27,01	0,52	284	21,47	0,46	
Šiprage	Šiprage	440	26,82	0,52	835	28,50	0,53
	Grabovica	120	26,67	0,52	202	26,24	0,51
Ukupno Total	560	26,79	0,52	1037	28,06	0,53	
Velika Kladuša	416	20,67	0,45	747	15,93	0,40	
Župča	344	22,38	0,47	479	24,01	0,49	
Ukupno Total	3890	23,32	0,48	5631	22,41	0,47	

Tab. 10: Učestalost »nesekretora« i recesivnog alelogena u odabranim uzorcima svjetskog stanovništva
 »Nonsecretors« frequency and recessive gene proportion in the selected samples of human population

10.1: Uzorci dviju sukcesivnih generacija (I, II)
 Samples of the two successive generations (I, II)

Zemlja (populacija, uzorak) Population (Ethnic group)		N	se %	q _{sc}	Izvor Reference
Danska: Kopenhagen	I	308	19,48	0,44	Andersen 1952
Denmark: Copenhagen	II	370	21,35	0,46	
Egipat: Kairo	I	118	27,97	0,53	Moharram 1943
Egypt: Cairo	II	207	22,71	0,48	
Italija: Ferrara	I	130	21,54	0,46	Bianco et al. 1960
Italia: Ferrara	II	177	21,47	0,46	
Kanada: Alberta indijanci	I	60	0,00	0,00	Chown, Lewis 1955a
Canada: Alberta Indians	II	115	0,87	0,09	
Nigerija: Fulani, Habe	I	56	25,00	0,50	Lawler et al. 1960
Nigeria:	II	60	13,33	0,37	
Njemačka	I	136	29,41	0,54	Schiff, Sasaki 1932
Germany	II	351	17,66	0,42	
U S A	Milvoki	I	146	19,18	Greenwalt 1965
	Milwaukee	II	342	23,68	
U S A	Crnci Negroes	I	76	22,37	Ceppellini et al. 1959
		II	161	18,63	
Velika Britanija	Engleska England	I	104	23,08	Sneath, Sneath 1959
		II	109	26,61	
Great Britain	London	I	76	27,63	Race et al. 1949
		II	81	30,86	

10. 2: Slučajni uzorci stanovništva
 Ranrom samples of human population

Austrija		1257	19,57	0,44	Mayr 1970
Austria	Beč Vienna	137	29,20	0,54	Speiser et al. 1954
Brazil		?	19,89	0,45	Chautard - Freire - - Maia 1974
Danska Denmark		?	26,00	0,51	Levine 1954
Finska Finland		196	16,00	0,40	Boyd 1950
Indija: Bombaj India: Bombay		244	17,01	0,41	Randeria, Bhatia 1971

Zemlja (populacija, uzorak) Population (Ethnic group)	N	se %	q _{se}	Izvor Reference
Japan	424	24,29	0,49	
Ljubljana	425	17,41	0,42	
Jugosla- vija Murska Sobota	132	18,18	0,43	Hočevar 1965
Yugo- slavia Romi (Prekomurje) Gipsies (Prekomurje)				
Sarajevo	301	12,62	0,36	Berberović et al. 1973
Kanada »Stoney« (indijanci)	60	0,00	0,00	Chown, Lewis 1955b
Canada »Sarcee« (Indians)	45	0,00	0,00	
Njemačka: Berlin Germany	363	22,00	0,47	Boyd 1950
Kapinga otočani Kapinga Islanders	46	49,00	0,70	Simmons et al. 1955
Polinezija Kuk otočani Polynesia Cook Islanders	267	17,20	0,41	
Maori Maoris	447	29,00	0,54	
	88	21,59	0,46	Boyd 1950
Vašington Washington	4137	24,00	0,49	Van Arsdel 1958
Bijelci Whites	8664	25,43	0,50	Schreffler et al. 1971
	464	28,45	0,53	
USA Crnci Negroes	433	28,87	0,54	Wiener et al. 1972
Kinezi Chinese	218	20,18	0,45	
Jute Ute	79	0,00	0,00	Matson, Piper 1947
Navaho	69	1,45	0,12	Boyd, Boyd 1949

Zemlja (populacija, uzorak) Population (Ethnic group)	N	se %	q _{se}	Izvor Reference
Velika Engleska England	?	25,00	0,50	Levine 1954
Britanija Great Essex	669	22,80	0,48	Glyn et al. 1959
Britain Liverpool Liverpool	1118	22,72	0,48	Race, Sanger 1962

Tab. 11: Relativne vrijednosti Valundove varijanse alelogenskih frekvencija ($\sigma^2/\bar{p}_{se} \bar{q}_{se}$) u posmatranim grupama lokalnih uzoraka

Relative values of Wahlund's variance of genes frequencies in the observed groups of local samples

11.1: I generacija
I generation

Skup lokalnih uzoraka Group of local samples		$\sigma^2/\bar{p}_{se} \bar{q}_{se}$	H=1	M=1	S=1	U=1
Hrvati Croats	(H)	0,0145	1,00	9,06*	3,02	3,02
Muslimani Moslems	(M)	0,0016	0,11	1,00	0,33	0,33
Srbi Serbs	(S)	0,0048	0,33	3,00	1,00	1,00
Ukupni uzorci Total samples	(U)	0,0048	0,33	3,00	1,00	1,00

11.2: II generacija
II generation

Skup lokalnih uzoraka Group of local samples		$\sigma^2/\bar{p}_{se} \bar{q}_{se}$	H=1	M=1	S=1	U=1
Hrvati Croats	(H)	0,0152	1,00	2,11	1,31	2,71
Muslimani Moslems	(M)	0,0072	0,47	1,00	0,62	1,29
Srbi Serbs	(S)	0,0116	0,76	1,61	1,00	2,07
Ukupni uzorci Total samples	(U)	0,0056	0,37	0,78	0,48	1,00

* Nehomogenost varijanse na nivou 5% (statistički neznačajna: $t' = 1,7812$; $t'_{0,5} = 3,1000$)

Variance nonhomogeneity on 5% level (statistically insignificant: $t' = 1,7812$; $t'_{0,5} = 3,1000$)

Tab. 12: Srednja vrijednost relativne učestalosti recesivnog alelogena (\bar{q}_{sc}), standardna devijacija (σ) i koeficijent variranja (v) u posmatranim skupovima lokalnih uzoraka

Mean values of recessive gene proportion (\bar{q}_{sc}), standard deviation (σ) and coefficient of variation (v) in the observed groups of local samples

Skup lokalnih uzoraka Group of local populations	I generacija I generation			II generacija II generation			Δv (II-I)
	\bar{q}_{sc}	σ	v	\bar{q}_{sc}	σ	v	
Hrvati Croats	0,47	0,0600	12,77	0,48	0,0616	12,83	0,06
Muslimani Moslems	0,48	0,0200	4,17	0,47	0,0424	9,02	4,85
Srbi Serbs	0,49	0,0346	7,06	0,48	0,0539	11,23	4,17
Ukupni uzorci Total samples	0,48	0,0346	7,21	0,47	0,0374	7,96	0,75

3.3. DISTRIBUCIJA GLAVNIH KRVNIH GRUPA ABO SISTEMA MEĐU »SEKRETORIMA«

Iako ovaj aspekt analize raspoloživog materijala jednim dijelom izlazi iz neposrednog toka razmišljanja o genetici sekrecije ABH antigena u stanovništvu Bosne i Hercegovine, ovdje će biti izloženi neki osnovni populaciono-genetički nivoi posmatranja frekvencije ABO krvnih grupa. Ideja vdilja razmatranjima koja slijede, bilo je uvjerenje da ona mogu da posluže kao primjer jednog od mogućih (do sada zanemarivanih) prilaza populacionoj genetici krvnih grupa ABO sistema.

U kategoriji »kompletnih podataka« (vidi odjeljak 2.5.1) u svakom uzorku je među »sekretorima« I i II generacije utvrđena učestalost A, B, AB i O krvnih grupa, a zatim je odgovarajućim postupkom izračunata relativna frekvencija njihovih genetičkih determinatora (aleli I^A , I^B , I^O ; tab. 13). Prilagođene vrijednosti ovih parametara (teorijskoj jednakosti: $p+q+r=1$) poslužile su kao polazni podaci za izračunavanje očekivane distribucije ABO krvnih grupa u svakom od ispitanih uzoraka. Ove raspodjele su, zatim, upoređene sa odgovarajućim stvarnim vrijednostima.

Pošto u osnovni pravac poduzetih istraživanja nije uključeno posmatranje genetičke distance među pojedinim uzorcima stanov-

nika Bosne i Hercegovine na bazi frekvencije fenotipova ABO sistema, t \acute{e} se relacije u ovom dijelu analize mogu samo naslutiti na osnovu poređenja stvarne distribucije u svakom od ispitanih uzoraka sa odgovarajućom (teorijskom) raspodjelom koja je utvrđena u najvećem od dosada opisanih uzoraka stanovništva Bosne i Hercegovine (blizu 55 000 podataka; Bošković 1965, Berberović 1969c). Pomenutim poređenjima su paralelno obuhvaćene raspodjele fenotipskih i alelogenskih frekvencija u dvije posmatrane generacije.

Navedeni podaci ukazuju da su, prema analiziranim pokazateljima, u obje generacije svi uzorci genetički homogeni, odnosno u svim izvedenim poređenjima stvarna i očekivana (na osnovu vrijednosti p, q, r) raspodjela glavnih krvnih grupa ABO sistema se statistički neznajčajno razlikuju. Međutim, odgovarajuća poređenja stvarnih distribucija sa onom koja je nađena u široj populaciji (teorijska: A—42,21%, B—14,34%, AB—7,27%, 0—36,18%; Bošković 1965, Berberović 1969c), u jednom dijelu analize su rezultirala nalazom signifikantnih razlika. Takva neslaganja nađene i teorijske raspodjele u obje generacije primijećena su u uzorcima Bos. Bijela — Hrvati, Memići — Muslimani, Kozja Luka — Muslimani i Srbi, Modran — Hrvati, Prekaja — Srbi, Šiprage — Srbi, Grabovica — Srbi i Župča — Muslimani; samo u generaciji roditelja pomenutim poređenjem signifikantne razlike su otkrivene u uzorcima Bos. Bijela — Srbi, Hutovo — Hrvati, Miljevina — Muslimani i Srbi, Modran — Srbi, Odžak — Srbi i Šiprage — Muslimani. Osobnost distribucije glavnih fenotipova ABO krvnih antigena u pomenutim (i svim ostalim) (pod)uzorcima testirana je i poređenjem odnosa u njihovom genskom fondu sa odgovarajućim relacijama u široj populaciji. Poređenjem pojedinih stvarnih raspodjela sa teorijskom (bosanskohercegovačkom: p = 28,84%, q = 11,43%, r = 59,73%; Bošković 1965, Berberović 1969c) distribucijom procentualnih učestalosti alelogena $I^A(p)$, $I^B(q)$ i $I^O(r)$, uočen \acute{e} razlike se djelimično smanjuju i gube signifikantnost u I generaciji poduzoraka Miljevina — Muslimani, Modran — Hrvati i Srbi, te Odžak — Srbi.

Porijeklo utvrđenih razlika se mora potražiti pod svjetlom nekoliko osnovnih odlika proučenih uzoraka. Eventualnu metodsku grešku u determinaciji tipa izlučene supstance ABO(H) sistema isključuju rezultati paralelnih laboratorijskih analiza različitih uzoraka. Pod identičnim uslovima u proceduri diskriminacije fenotipova sekrecije ABH antigena i tipa (eventualno) izlučene supstance, primijećeno je da u jednoj grupi uzoraka stvarna distribucija ABO fenotipova među »sekretorima« značajno odstupa od odgovarajuće raspodjele u široj populaciji, dok se u drugoj grupi uzoraka poređene distribucije međusobno podudaraju. Drugi pozitivan prilog ovom rezonovanju je pojava da se na račun relativnog manjka krvne grupe O, koji je konstatovan u većini pomenutih dijelova našeg stanovništva, u različitim (pod)uzorcima ne povećava frekventnost određene (druge) krvne grupe. Konačno, ne treba zaboraviti da pre-

duzeti test genetičke homogenosti ispitanih uzoraka nedvojebno dokazuje njihovu validnost.

Oslanjajući se na korektnost primijenjenog metoda diskriminacije izlučenih ABH antigena, rezultati izvršenih uporedbi su nametnuli potrebu (za jednu stepenicu) dubljeg ulaska u analizu genetičkih odnosa među dvjema neposredno posmatranim sukcesivnim generacijama. U tom cilju je proučena distribucija ABO krvnih grupa u potomstvu pojedinih brakova, tipiziranih po fenotipu supružnika. Pažljivim posmatranjem obuhvaćenih uzoraka, utvrđeno je da bi bilo razumno da se ovi odnosi posmatraju u potomstvu tipova braka koji se u pojedinim uzorcima pojavljuju najmanje deset puta (računajući i mogućnost recipročnog kobinovanja). Stvarna raspodjela fenotipova u potomstvu obuhvaćenih tipova braka (AxA, AxO, AxB i BxO) upoređena je sa odgovarajućim teorijskim vrijednostima, izračunatim na osnovu parametara p, q i r u II generaciji aktuelnih poduzoraka. Rezultati tih poređenja (ukupno 34) pokazuju da se signifikantne razlike među poređenim raspodjelama javljaju samo u poduzorcima Bos. Bijela — Hrvati i Hutovo — Hrvati (brak AxA), Odžak — Srbi, Siplage — Muslimani i Rakitno — Hrvati (brak AxO), te Bos. Bijela — Hrvati i Hutovo — Hrvati (brak AxB). Globalno gledajući, ovi rezultati bi mogli da budu indicija da je, s obzirom na ABO sistem krvnih grupa, u posmatranim dijelovima šire populacije prisutna genetička ravnoteža. S druge strane, nađeni odnosi među dvjema sukcesivnim generacijama (i u njihovom genskom fondu) idu u prilog ideji da se genetika krvnih grupa ABO sistema može studirati i na osnovu fenotipova određenih analizom pljuvačke »sekretora«.

Nađenu frekventnost značajnih odstupanja utvrđenih parametara genetičkog sastava ispitanih uzoraka od odgovarajućih vrijednosti u široj populaciji teško je pouzdano objasniti raspoloživim informacijama o njenim posmatranim dijelovima. Sasvim je moguće da su takve razlike, kao što se to često dešava, posljedica djelovanja prostorne izolacije i genetičkog drifta, ali ne treba zamariti ni činjenicu da su u ovom dijelu analize veličine obuhvaćenih uzoraka značajno okrnjene isključenjem »nesekretora« i kategorizacijom po generacijskoj pripadnosti. Može se povjerovati i u to da se pojedini dijelovi stanovništva Bosne i Hercegovine međusobno razlikuju i po količini izlučenih antigena; individualna varijacija u tom pogledu odlikuje (manje ili više) čitav sistem ABO(H) grupno-specifičnih supstanci, svaku posebno ili njihove moguće kombinacije. Individualna različitost u kvantitetu izlučenih antigena nesumnjivo utiče na njihovu detektibilnost metodima kvalitativnog razdvajanja pripadnika jedne populacije na »sekretore« i »nesekretore« ovih supstanci, posebno kada je riječ o »nesigurnim« i »aberantnim« fenotipovima (McNeil et al. 1957). Provjera ove hipoteze načinje novu grupu problema, koji izlaze iz domena interesovanja ovog rada. Od planiranih istraživanja u tom pravcu, očekuje se

da prodube neke od ovdje saopštenih nalaza i da pokušaju naći odgovor na izvjesna pitanja koja su otvorili izloženi pogledi na genetiku sekrecije ABH antigena u stanovništvu SR Bosne i Hercegovine.

Tab. 13: Distribucija glavnih krvnih grupa ABO sistema i njihovih genetičkih determinatora među »sekretorima« dviju sukcesivnih generacija (I, II) ispitanih dijelova bosansko-hercegovačkog stanovništva
Basic ABO blood group distribution and the respective genes proportion in the »secretor« phenotype (two successive generations) in the samples of the population of Bosnia and Herzegovina

(Pod)uzorak (Sub)sample		N _{se}	A	B	% AB	O	p	q	r
Bos. Bijela:	I	168	41,07	23,22	13,69	22,02	0,3270	0,2055	0,4675
Hrvati Croats	II	187	49,20	18,18	11,23	21,39	0,3722	0,1603	0,4675
Bos. Bijela:	I	54	40,74	27,78	9,26	22,22	0,2972	0,2095	0,4933
Srbi Serbs	II	61	49,18	14,75	9,84	26,23	0,3592	0,1314	0,5094
Hutovo (samo Hrvati)	I	233	57,85	14,35	6,28	21,52	0,4064	0,1105	0,4831
(Only Croats)	II	329	53,48	13,37	7,52	25,63	0,3770	0,1109	0,5121
Memići:	I	153	57,52	9,80	7,19	25,49	0,4060	0,0889	0,5051
Muslimani Moslems	II	227	58,15	8,37	4,85	28,63	0,3970	0,0693	0,5337
Miljevina:	I	163	57,05	9,82	5,52	27,61	0,3894	0,0802	0,5304
Muslimani Moslems	II	232	55,60	9,48	6,04	28,88	0,3808	0,0809	0,5383
Miljevina:	I	89	57,30	10,11	6,74	25,85	0,4009	0,0882	0,5109
Srbi Serbs	II	94	52,13	9,57	7,45	30,85	0,3626	0,0887	0,5487
Kozja Luka:	I	88	67,04	9,09	4,55	19,32	0,4723	0,0715	0,4562
Muslimani Moslems	II	137	61,31	5,11	5,84	27,74	0,4248	0,0560	0,5192
Kozja Luka:	I	52	57,69	7,69	7,69	26,93	0,4094	0,0796	0,5110
Srbi Serbs	II	62	58,06	16,13	9,68	16,13	0,4380	0,1406	0,4214
Modran:	I	172	54,65	14,53	8,14	22,68	0,3939	0,0939	0,5122
Croats Hrvati	II	224	59,82	15,18	7,59	17,41	0,4361	0,1232	0,4407
Modran:	I	93	56,99	15,05	4,30	23,66	0,3892	0,1184	0,4924
Serbs Srbi	II	96	54,17	13,54	7,29	25,00	0,3812	0,1108	0,5080

Tab. 13: Nastavak
Continued

(Pod)uzorak (Sub)sample	N _{se}	A	B	% AB	O	p	q	r	
Odžak:	I	215	55,82	10,23	7,44	26,51	0,3935	0,0925	0,5140
Srbi Serbs	II	198	53,03	14,14	5,56	27,27	0,3596	0,1048	0,5356
Orahova (samo Muslimani)	I	151	45,03	15,23	5,30	34,44	0,2966	0,1090	0,5944
(Only Moslems)	II	228	44,30	17,54	7,02	31,14	0,3036	0,1319	0,5645
Prekaja (samo Srbi)	I	194	62,89	11,85	7,73	17,53	0,4626	0,1042	0,4332
(Only Serbs)	II	188	62,24	14,89	5,32	17,55	0,4400	0,1090	0,4510
Rakitno (samo Hrvati)	I	127	50,39	13,39	3,94	32,28	0,3269	0,0916	0,5815
(Only Croats)	II	223	47,09	11,66	7,62	33,63	0,3256	0,1012	0,5732
Šiprage:	I	184	58,70	11,96	5,43	23,91	0,4049	0,0920	0,5031
Muslimani Moslems	II	335	49,55	13,73	5,67	31,05	0,3324	0,1027	0,5649
Šiprage:	I	138	64,49	13,77	8,70	13,04	0,4913	0,1217	0,3870
Srbi Serbs	II	262	60,31	17,56	5,34	16,79	0,4253	0,1252	0,4495
Grabovica	I	88	77,27	5,68	2,27	14,78	0,5552	0,0412	0,4036
(samo Srbi) (Only Serbs)	II	149	67,11	8,05	4,70	20,14	0,4729	0,0664	0,4607
Velika Kladuša	I	330	41,82	18,18	11,52	28,48	0,3150	0,1605	0,5245
(samo Muslimani) (Only Moslems)	II	628	43,47	19,75	9,71	27,07	0,3163	0,1604	0,5233
Župča:	I	220	69,55	8,64	6,36	15,45	0,5291	0,0810	0,3899
Muslimani	II	350	64,59	7,21	6,89	21,31	0,4658	0,0732	0,4610

4. REZIME

Analizirani aspekti genetike lučenja ABH antiglena u pljuvačku stanovnika Bosne i Hercegovine proučeni su posmatranjem 22 »dvogeneracijska« (pod)uzorka (iz 12 užih teritorijalnih regiona Republike), koji obuhvataju 9 521 podatak o individualnoj pripad-

nosti fenotipovima (ne)spособnosti sekrecije grupno specifičnih supstanci ABO(H) sistema.

Smjerovi populacionogenetičke i statističke analize raspoloživog materijala i razmišljanja o njihovim rezultatima bili su određeni problemima koje obuhvataju tri osnovne grupe tema: testiranje genetičke ravnoteže u posmatranim dijelovima bosanskohercegovačke populacije, prostornogeografska i međunacionalna varijacija osnovnih pokazatelja genetičkog sastava populacije, te raspodjela glavnih krvnih grupa ABO sistema među »sekretorima«.

4.1. GENETIČKA STRUKTURA POSMATRANIH POPULACIJA

Stvarni odnosi u genetičkoj strukturi ispitanih uzoraka upoređeni su sa teorijskim modelima koji opisuju odgovarajuće relacije u mendelijanskoj populaciji u kojoj se posmatra jedna autosomalna monogenska odlika individualnog fenotipa, među čijim genetičkim determinatorima postoji odnos kompletne dominantnosti — recesivnosti. U ovoj etapi analize prikupljenih informacija posmatrana je sinhronična i alhronična distribucija učestalosti recesivnog fenotipa, sistem sklapanja braka i raspodjela fenotipova u ukupnom potomstvu (po tipovima braka) i u njegovim pojedinim dijelovima (»Snajderove relacije« S_2 i S_{II}).

4.1.1. Zapažena je opšta homogenost sinhronične i dijahronične distribucije učestalosti »neskretora« (po polno i generacijski određenim kategorijama) ispitanih (pod)uzoraka. Statistički značajno različite procentualne učestalosti recesivnog fenotipa jedino su konstatovane poređenjem dviju sukcesivnih generacija stanovništva Velike Kladuše ($0,05 > p > 0,02$).

4.1.2. Serija stvarnih distribucija brakova, tipiziranih po fenotipskoj strukturi, u pojedinim uzorcima je paralelno upoređena sa dva tipa teorijskih raspodjela. U jednom nizu poređenja teorijska distribucija je izračunata na osnovu vrijednosti parametara p_{se} i q_{se} I generacije, a u drugom je izražena kao složena vjerovatnoća slučajnog susreta pojedinih fenotipova (po polovima) roditelja.

Ni u jednom od 34 izvršena poređenja nije konstatovana statistički značajna nepodudarnost stvarne i teorijske distribucije tipova braka .

4.1.3. Ukupno uzevši, zabilježen je i visok stepen podudarnosti stvarne i teorijske očekivine (izračunata na osnovu vrijednosti p_{se} i q_{se} II generacije) distribucije fenotipova u ukupnom potomstvu (po tipovima braka) analiziranih uzoraka. Od odgovarajuće raspodjele teorijskih vrijednosti statistički značajno odstupa samo nađena distribucija fenotipova u potomstvu Muslimana iz Kozje Luke ($0,02 > p > 0,01$).

4.1.4. Stvarna raspodjela fenotipova u potomstvu brakova tipa $Se \times Se$, $Se \times se$ i $se \times Se$ upoređena je sa odgovarajućim teorijskim predviđanjima (»Snajderove relacije« S_2 i S_1 , izračunate na osnovu vrijednosti p_{Se} i q_{se} u ukupnom potomstvu). Rezultati tih poređenja pokazuju da se u skupu posmatranih uzoraka stvarna distribucija fenotipova u potomstvu roditelja koji (oba) luče ABH antigene (S_2) signifikantno razlikuje od očekivane samo u Orahovoj ($0,05 > p > 0,02$) i Šipragama (Muslimani — $0,05 > p > 0,02$). Potomci brakova u kojima je samo jedan od roditelja »sekretor« neke od ABH supstanci (S_1) po fenotipovima nisu teorijski raspodijeljeni u (pod)uzorcima Miljevina: Kozja Luka — Muslimani ($0,01 > p > 0,001$), Orahova ($0,05 > p = 0,02$) i Rakitno ($0,05 > p > 0,02$).

4.1.5. Pošto su kao teorijska baza svih poduzetih poređenja nađenih distribucija u ovom dijelu analize poslužili važeći modeli populacionogenetičke strukture u mendelijanskoj populaciji, opšti zaključak je da u posmatranim uzorcima egzistiraju odnosi koji su karakteristični za populacije u genetičkoj ravnoteži. Sporadične osporavajuće argumente ovog zaključka, naime, značajno »ublažavaju« raspoložive informacije o izvjesnim specifičnostima ispitanog skupa uzoraka, posebno one o ostvarenoj diferencijalnoj fertilitnosti pojedinih tipova braka.

4.2. SPACIJALNA DISTRIBUCIJA OSNOVNIH PARAMETARA GENETIČKOG SASTAVA POPULACIJE

Proučavanjem specijalne raspodjele učestalosti »nesekretora« (i recesivnog alelogena) paralelno su obuhvaćene unutarnacionalna i međunacionalna varijacija ovih parametara, kao i gradijent prostornogeografskog rasprostiranja njihovih vrijednosti u dvije sukcesivne generacije analiziranog dijela bosanskohercegovačkog stanovništva.

4.2.1. U grupi od dvanaest (ukupnih) uzoraka različite lokalne pripadnosti, učestalosti recesivnog fenotipa u I generaciji se kreće od 15,27% ($q = 0,39$; Bos. Bijela) do 27,01% ($q = 0,52$; Rakitno); odgovarajuće vrijednosti većine ispitanih uzoraka nalaze se u rasponu od 21% ($q = 0,46$) do 27% ($q = 0,52$).

Najniža učestalost recesivnog fenotipa i alelogena *se* u ukupnoj generaciji potomaka zabilježena je u uzorku Velika Kladuša (15,93%; $q = 0,40$), a najviše u Memićima (28,46%; $q = 0,53$). Pritom se osjeća značajna koncentracija ispitanih uzoraka u rasponu variranja ovih vrijednosti od 19% ($q = 0,44$) do 24% ($q = 0,49$).

Niža procentualna učestalost »nesekretora« u ukupnoj ispitanj I generaciji stanovnika Bos. Bijele i okoline statistički značajno se razlikuje od odgovarajuće vrijednosti u svim ostalim uzorcima, izuzimajući Veliku Kladušu, koja se, međutim, po tome značajno

razlikuje od Šipraga. Po ovom parametru (njegovoj nižoj vrijednosti), II generacija Velikokladušana se signifikatno ne razlikuje od uzoraka Bos. Bijela, Miljevina i Pekraja, a ovo pokoljenje stanovništva Bos. Bijeke manjkom »nesekretora« se značajno razlikuje od Memića, Šipraga i Župča. Češćom pojavom ABH antigena u pljuvački, Šipražani se (pored pomenutih Bos. Bijeke i Velike Kladaše) signifikatno razlikuju i od stanovnika Miljevine, Odžaka, Orahove, Prekraje i Rakitna, e Memići od svih tih uzoraka, izuzev Orahove.

4.2.2. Relativnu prostornogeografsku homogenost genetičke strukture posmatranog dijela našeg stanovništva ističe i činjenica da se utvrđena distribucija »sekretora« i »nesekretora« ABH antigena ni u jednom od obuhvaćenih uzoraka ne razlikuje značajno od one koja je konstatovana u ukupno ispitanom dijelu bosansko-hercegovačke populacije (i tretirana kao teorijska).

4.2.3. U nacionalno određenim nizovima podataka, raspodjela učestalosti »nesekretora« i recesivnog alelogena je paralelno posmatrana u dvije sukcesivne generacije.

Tri četvrtine (pod)uzoraka I generacije hrvatskog stanovništva se nalazi u grupi sa karakterističnim dijapazonom variranja frekvencije »nesekretora« od 23—27%, koja ne obuhvata samo Bos. Bijelu. Ovaj (pod)uzorak se, nižom vrijednošću ovog parametra (13%), signifikatno razlikuje od svih ostalih iz pomenute grupe. U istoj generaciji Muslimana učestalost recesivnog fenotipa se kreće od 20—25%, pa se, očigledno, pojedini lokalno određeni dijelovi ove nacionalnosti međusobno značajno ne razlikuju. Na skali ukupnog opsega variranja učestalosti »nesekretora« u roditeljskoj generaciji srpskog stanovništva (19—30%) uočavaju se dva polja koncentracije vrijednosti ovog parametra: grupe poduzoraka sa nižom (19—22%) i višom (25—29%) frekventnošću recesivnog fenotipa.

U drugom pokoljenju Hrvata svojstvene granice variranja učestalosti »nesekretora« ABH antigena (koje obuhvataju 60% uzoraka odgovarajućeg niza) 18 i 23% »ispuštaju« samo Odžak (okolina Glamoča), kao područje sa signifikatno češćom pojavom recesivnog fenotipa (37%). Karakteristični dijapazon grupisanja učestalosti »nesekretora« (16—29%) u nizu podataka o Muslimanima iste generacije (19—25%) uključuje preko 70% ovog slijeda. Iz njega se, nižom čestoćom recesivnog fenotipa izdvaja Velika Kladaša, a višom — Memići. Velikokladušani se po ovom parametru značajno razlikuju od Memićana, Orahovljana, Šipražana i Župčana, a Memićani i od poduzoraka muslimanskog stanovništva miljevinskog kraja: Miljevina i Kozje Luke. Miljevina se po tome signifikatno razlikuje i od Šipraga. Izrazitije grupisanje vrijednosti analiziranih pokazatelja genetičkog sastava populacije na skali njihovog variranja (15—32%) u II generaciji srpskog sta-

novništva zapaža se u rasponima 15—23% i 26—28%. Šiprage, grupni ekstrem po većoj čestoti recesivnog fenotipa (32%), značajno se razlikuju od poduzoraka Bos. Bijela, Miljevina, Kozja Luka, Odžak i Prekraja, a Odžak i od Grabovice i Modrana.

4.2.4. Procentualne učestalosti recesivnog fenotipa u nacionalno definiranim poduzorcima stanovništva iste lokalne pripadnosti međusobno su značajno različite samo u dva poređenja odgovarajućih podataka o II generaciji (Hrvati i Srbi iz okoline Glamoča; uzorak Odžak, te Muslimani i Srbi iz Šipraga).

4.2.5. Nalazi koji su pomenuti u zaključcima 4.2.3. i 4.2.4. zajednički govore da, globalno uzevši, konstatovane razlike među prostornogeografski određenim poduzorcima iste nacije u najmanju ruku dostižu nivo razlika među nacionalno definiranim kategorijama iste lokalne pripadnosti.

4.2.6. Međunacionalnu homogenost analizirane genetičke strukture posmatranog dijela našeg stanovništva potvrđuje i izrazito ujednačena učestalost »nesekretora« u ukupnim fondovima podataka o pojedinim nacijama (I generacija: Hrvati i Muslimani po 23%, Srbi — 24%; ukupno — 23%; II generacija: Hrvati — 22%, Muslimani — 21%, Srbi — 24%; ukupno — 22%). Sumarni podaci za tri najbrojnije nacije u Republici, u pogledu učestalosti fenotipova posmatranog sistema kvalitativne varijacije (i njegovih genetičkih determinatora), ne razlikuju se signifikantno ni među sobom, niti od odgovarajućih parametara genetičkog sastava ukupno ispitanog dijela bosanskohercegovačke populacije.

4.2.7. Rezultati proučavanja sinhronične i alhronične varijacije posmatranih parametara genetičke strukture populacije, analiza standardizovane (Valundove) varijanse alelogenskih frekvencija, kao i nalazi izvršenih unutargrupnih i međugrupnih pojedinačnih poređenja, jasno ističu zaključak da se, kad je riječ o bosanskohercegovačkoj populaciji, može govoriti samo o prostornogeografskoj (a nikako o ukupnoj međunacionalnoj) različitosti česte pojave fenotipova sekrecije ABH antigena u njenim pojedinim dijelovima.

4.2.8. Analizom varijanse alelogenskih frekvencija u dva sukcesivna pokoljenja zapažen je njen (teorijski očekivani) porast u II generaciji analiziranih nizova (pod)uzoraka. Najznačajniji njegov dio, vjerovatno, izazivaju uticaji genetičkog drifta, imigracije i ostvarenih nejednakih prosječnih veličina poroda pojedinih tipova braka.

4.2.9. Uporednim posmatranjem rezultata analize raspoloživog materijala i odgovarajućih podataka iz literature, ne može se zapaziti bilo kakvo karakteristično grupisanje učestalosti »nesekretora« u etnički i raso određenim dijelovima svjetske populacije.

4.2.10. Analizom gradijenta rasprostiranja vrijednosti parametra q_{sc} (proporcije recesivnog alelogena), primijećeno je da se u grupi uzoraka hrvatskog stanovništva provizorno izdvajaju »južna« cjelina, sa višom, i »sjeverna«, sa nešto nižom prosječnom vrijednošću q_{sc} . Među uzorcima muslimanskog i srpskog žvlja, generalno govoreći, naslućuju se srednjobosanske grupe, u kojima je prosječna vrijednost posmatranog parametra za nijansu viša nego u perifernim regionima Republike. Tendencija klinalnog grupisanja se ispoljava i u analizi distribucije učestalosti recesivnog alelogena u grupi od dvanaest ispitanih lokalnih populacija (ukupnih uzoraka). Hercegovački i centralnobosanski uzorci se odlikuju nešto višom frekvencijom alelogena *se*.

4.2.11. Može se pretpostaviti da je konstatovana spacijalna varijacija učestalosti fenotipova (ne)spособnosti sekrecije ABH antigena (i njihovih genetičkih determinatora) u ispitanom dijelu bosanskohercegovačke populacije u najvećoj mjeri posljedica izolacionih efekata genetičkog drifta.

4.3. OSNOVNE KRVNE GRUPE ABO SISTEMA MEĐU »SEKRETORIMA«

Osnovni nivoi populacionogenetičke analize učestalosti glavnih fenotipova ABO sistema u ovom radu su prikazani kao primjer jednog od mogućih (s obzirom na izvor polaznih podataka) pristupa ovom problemu. U grupi »sekretora« dviju posmatranih generacija utvrđena je distribucija osnovnih ABO krvnih grupa, a zatim je testirana homogenost genetičke strukture pojedinih (pod)uzoraka, stepen podudarnosti nađene raspodjele fenotipova (i njihovih genetičkih determinatora) sa odgovarajućim odnosima u široj populaciji, te distribucija fenotipova u potomstvu tipova braka čija učestalost u pojedinim (pod)uzorcima nije manja od 10.

4.3.1. Stvarna raspodjela A, B, AB i O krvnih grupa u pojedinim (pod)uzorcima upoređena je sa odgovarajućim teorijskim vrijednostima, izračunatim na osnovu relacija u njihovom genskom fondu (parametri p , q , r). Stepem podudarnosti poređenih distribucija dokazuje izrazitu genetičku homogenost svih ispitanih dijelova bosanskohercegovačke populacije. Ova konstatacija se podjednako odnosi na oba posmatrana sukcesivna pokoljenja analizom obuhvaćenih (pod)uzoraka.

4.3.2. Nađene distribucije glavnih krvnih grupa ABO sistema u dvije generacije analiziranih (pod)uzoraka, paralelno su upoređene i sa raspodjelom koja je konstatovana u najvećem od dosada ispitanih uzoraka stanovništva Bosne i Hercegovine. Od ove distribucije, koja je tretirana kao teorijska, u I generaciji signifikantno ne odstupaju samo odgovarajuće vrijednosti nađene u uzorcima

Orahova, Rakitno i Velika Kladuša. U generaciji potomaka adekvatna poređenja su mnogo rjeđe rezultirala nalazom statistički značajnih razlika; takve razlike su nađene u uzorcima Bos. Bijela — Hrvati, Memići — Muslimani, Kozja Luka — Muslimani i Srbi, Modran — Hrvati, Prekraj, Šiprage — Srbi, Grabovica i Župča.

4.3.3. Poređenjem procentualnih alelogenskih frekvencija u široj populaciji (teorijske) sa odgovarajućim raspodjelama u svakom od ispitanih uzoraka (po generacijama) konstatovane razlike (zaključak 4.3.2) se blaže ispoljavaju; signifikantnost »gube« u I generaciji poduzoraka Miljevina — Muslimani, Modran — Hrvati, Srbi i Odžak — Srbi.

4.3.4. Od ukupno 34 poređenja stvarne i očekivane raspodjele krvnih grupa ABO sistema u potomstvu tipova braka, koji se u pojedinim (pod)uzorcima pojavljuju najmanje 10 puta (računajući i recipročne kombinacije), statistički značajne razlike su uočene samo u sedam komparacija (brak AxA: Bos. Bijela — Hrvati i Hutovo; AxO: Odžak — Srbi, Šiprage — Muslimani i Rakitno; AxB: Bos. Bijela — Hrvati i Hutovo).

Globalno gledajući, nađeni odnosi među dvjema sukcesvnim generacijama, kao i rezultati pomenuti u zaključku 4.3.1, idu u prilog ideji da se genetika krvnih grupa ABO sistema može studirati i na osnovu fenotipova određenih pretragom pljuvačke »sekretora«.

4.3.5. Primijećena odstupanja stvarne raspodjele glavnih krvnih grupa ABO sistema (i njihovih genetičkih determinatora) u pojedinim ispitanim (pod)uzorcima od odgovarajućih odnosa u široj populaciji teško je pouzdano osvijetliti raspoloživim informacijama o analiziranom materijalu. Mogu je da se objašnjenje ovih razlika nalazi negdje na linijama (alternativno ili u njihovom sjecištu) djelovanja genetičkog drifta i izolacije, te nedovoljne veličine uzoraka i kvantitativne (unutargrupne i međugrupne) varijacije izlučenih antigenih tvari ABO(H) sistema.

SUMMARY

Genetics of the ABH antigens secretion in the population of Bosnia and Herzegovina has been studied by observing two successive generations in 12 local samples. Total of 9521 (two consecutive generations: parental — 3890, filial — 5631) individuals belonging to 22 subsamples) defined by local and national adherence) have been tested. The analysis includes (1) testing of the genetic equilibrium in the samples, (2) spatial and national distribution of genetic parametres regarding ABH antigens secretion, and (3) frequency of basic ABO blood groups in the »secretor« phenotype.

Genetic equilibrium was tested studying the recessive phenotype (and respective gene) frequency in the synchronic and achronic groups of samples (by locality, nation, generation and sex), as well as the mating types frequency and distribution of phenotypes in their progeny. Generally, this analysis indicates that there is a genetic equilibrium in all local populations; the results could be interpreted as supporting the hypothesis of simple mendelian inheritance for the observed phenotypic system.

Spatial (synchronic) distribution of the basic phenotypes of salivary secretion of ABH antigens and the corresponding alleles have been studied in two successive generations. The variation of same parameters in the national (Croats, Moslems and Serbs, respectively) subgroups constituting the samples has been studied also. The overall frequencies of »nonsecretor« phenotype in local samples of population of Bosnia and Herzegovina vary from 15,27% to 27,01% (I generation), and 15,93% to 28,06% (II generation). The observed differences in the recessive phenotype frequency in the samples originating from different localities are found to be significant only in a minority of comparisons. Generally, the national groups from the same locality do not differ between themselves in this respect. The described spatial and national differences might be attributed to the genetic drift effects and to the obviously high degree of propagational isolation of the studied local populations. The recessive phenotype frequency in total samples of Croats, Moslems and Serbs is quite homogenous (I generation: both Croats and Moslems — 23%, Serbs — 24%, total 23%; II generation: Croats — 22%, Moslems — 21%, Serbs — 24%, total — 22%). The analysis of the standardized Wahlund's variance of respective alleles frequency shows no significant intragroup (i. e. within nations) or intergroup (i. e. between nations) differences in variation of the observed parameters. In the comparative review of the »non-secretors« frequency in the selected samples of world population ethnically and racially characteristic values of this parameter could not be revealed.

Results of the study of ABO(H) antigens frequency in »secretors« show that this phenotype is to be considered as a good random sample for the purposes of population genetic analyses of the ABO blood groups.

5. LITERATURA

- Andersen A. (1952): Investigations in the inheritance of the characters secretor and non-secretor. *Acta Path. Microbiol. Scand.* 31: 448—461.
- Bagding P., Gold E.R. (1973): A »new« saliva substance, probably inherited, and serologically independent of ABH, Lewis, and Sd^a blood group substances. *Med. Genet.* 10 (4): 323—327.

- Berberović Lj. (1961): The evolutionary systems: human, natural, and cultural. *Bull. Sci., Section A* 6 (3): 68—69.
- 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. (1969c): Teorijske frekvencije alelogena I^A , I^B i I^0 u populaciji SR Bosne i Hercegovine. *Acta Med. Iug.* 23 (1—2): 62—74.
- Berberović Lj. (1971): *Uvod u teorijsku genetiku populacija* (autorizovana skripta). Univerzitet u Sarajevu, Sarajevo.
- Berberović Lj., Hadžiselimović R. (1971): Populaciono-genetička analiza frekvencije oblika ušne resice u četiri uzorka stanovništva SR BiH. *Godišnjak Biološkog instituta Univerziteta u Sarajevu* 24: 5—18.
- Berberović Lj., Hadžiselimović R. (1973): Populacionogenetička analiza sekrecije ABH antigena u uzorku stanovništva Bosne i Hercegovine. II jugoslavenski simpozijum iz humane genetike (Sarajevo), Rezimea referata: 41.
- Berberović Lj., Hadžiselimović R., Hadžić A. (1973a): The ability of tasting phenyl-thyo-carbamide (PTC) in a group of school-children from Banja Luka (Bosnia, Yugoslavia). *Bull. Sci., Section A* 18 (4—6): 82—83.
- Berberović Lj., Hadžiselimović R., Lastrić S. (1973b): Frequency of the ABH antigens secretion in a sample of inhabitants of Sarajevo (Bosnia, Yugoslavia). *Bull. Sci., Section A* 18 (10—12): 233.
- Berberović Lj., Hadžiselimović R., Marić C. (1974): Populacionogenetička analiza učestalosti sekrecije ABH antigena u dva uzorka Bosanske krajine. IV kongres biologa Jugoslavije (Sarajevo), Rezimea referata: 248.
- Berberović Lj., Hadžiselimović R., Marić C., Popović M., Sofradžija A. (1975): Populacionogenetička analiza učestalosti sekrecije ABH antigena u uzorku stanovnika Hutova i okoline. *God. Biol. inst. Univ. Sarajevo* 28: 39—48.
- Bernstein F. (1930): Fortgesetzte Untersuchungen aus der Theorie der Blutgruppen. *Z. ind. Abstamm. Vererb. — Lehre* 56: 400—426.
- Bianco I., Silvestroni E., Lawler S. D., Marshall R., Siniscalco M. (1960): Further contributions to the study of Lewis and secretor characters. *Vox. Sang.* 5: 337—348.
- Bošković S. (1965): Rasprostranjenost krvnih grupa ABO-sistema kod stanovništva Bosne i Hercegovine. *Naučno društvo BiH, Radovi* 27, *Odj. med. nauka* 11: 195—201.
- Boyd W. C. (1950): *Genetics and the Races of Man*. Little, Brown and Company, Boston.
- Boyd W. C., Boyd L. G. (1949): The blood groups and types of the Ramah Navaho. *Am. J. Phys. Anthropol.* 7: 569—574.
- Bubalo-Veseličić A., Winterhalter M., Jadrić S., Perić B. (1973): Distribucija haptoglobinskih tipova kod novorođenčadi sarajevskog regiona. II jugoslavenski simpozijum iz humane genetike (Sarajevo), Rezimea referata: 43.
- Bučić M. (1966): Biološke odlike krvi u dokazivanju očinstva kod nas. *Medicinski arhiv* 20 (1): 9—13.
- Cavalli-Sforza L. L., Bodmer W. F. (1971): *The Genetics of Human Populations*. W. H. Freeman and Company, San Francisco.

- Cavalli-Sforza L. L., Edwards A. W. F. (1967): Phylogenetic analysis: models and estimation procedures. *Am. J. Hum. Genet.* 19: 233—257.
- Ceppellini R. (1955): On the genetics of secretor and Lewis characters: a family study. *Proc. 5th Congr. int. Soc. Blood Transf. (Paris)*: 207—211.
- Ceppellini R. (1959): Physiological genetics of human blood factors (in Wolstenholme G. E. W., O'Conner C. N.: *Ciba Foundation Symposium on Biochemistry and Human Genetics*: 242).
- Ceppellini R., Dunn L. C., Innella F. (1959): Immunogenetica II. Analisi genetica formale dei caratteri Lewis con particolare riguardo alla natura epistatica della specificità serologica Le^b. *Folia hered. path.* 8: 261—296.
- Chautard-Freire-Maia E. A. (1974): Linkage relationships between 22 autosomal markers. *Ann. Hum. Genet.* 38 (2): 191—198.
- Chown B., Lewis M. (1955a): The inheritance of the blood group and secretor genes in the Blood Indians of Alberta, Canada. *Amer. J. Phys. Anthropol.* 13: 473—478.
- Chown B., Lewis M. (1955b): The blood group and the secretor genes of the Stoney and Sarcee Indians of Alberta, Canada. *Am. J. Phys. Anthropol.* 13: 181—189.
- Fisher R. A. (1950): *Statistical Methods for Research Workers*, Oliver and Boyd, Edinburgh, London.
- Friedenreich V., Hartmann G. (1938): Über die Verteilung der Gruppenantigene im Organismus der sogenannten »Ausscheider« und »Nichtausscheider«. *Z. Immunforsch.* 92: 141—151.
- Garrett H. E. (1962): *Elementarna statistika*. Psihološki bilten (specijalno izdanje), Beograd.
- Glass B. (1954): Genetic changes in human populations, especially those due to gene flow and genetic drift. *Adv. Genet.* 6: 95—139.
- Glynn A. A., Glynn L. E., Holborow E. J. (1950): Secretion of blood group substances in rheumatic fever. A genetic requirement for susceptibility? *Brit. Med. J.* 11: 266—270.
- Greenwalt T. J. (1961): Confirmation of linkage between the Lutheran and secretor genes. *Amer. J. Hum. Genet.* 13: 69—88.
- Grubb R. (1948): Correlation between Lewis blood group and secretor character in man. *Nature* 162 (4128): 933.
- Hočevar M. (1965): Die Verteilung der Blutgruppen bei einem Zigeunerisolat. *Proc 10th Congr. int. Soc. Blood Transf. (Stockholm)*: 312—319.
- Kimura M., Weiss G. (1964): The stepping-stone model of population structure and the decrease of genetic correlation with distance. *Genetics* 49: 561—576.
- King R. C. (1973): *Genetika*. »Vuk Karadžić«, Beograd.
- Landsteiner K. (1901): Agglutinationserscheinungen normalen menschlichen Blutes. *Wien. klin. Wschr.* 14: 1132—1134.
- Lawler S. D., Marshall R., Roberts D. F. (1960): The Lewis and secretor characters in the Fulani and Habe. *Ann. Hum. Genet.* 24: 271—282.
- Lehrs H. (1930): Über gruppenspezifische Eigenschaften des menschlichen Speichels. *Z. Immunforsch.* 66: 175—192.
- Lenjin V. I. (1913): Kritičke bilješke o nacionalnom pitanju (Marks — Lenjin: *Nacionalno pitanje*, »Svjetlost«, Sarajevo, 1975).
- Levine Ph. (1954): The genetics of the newer human blood factors. *Adv. Genet.* 6: 184—234.
- Li C. C. (1955): *Population Genetics*. The University of Chicago Press, Chicago.

- MacVie S. I., Morton J. A., Pickles M. M. (1967): The reactions and inheritance of a new blood group antigen, Sd^r. *Vox. Sang.* 13: 485—492.
- Marx K. (1891): *Kritika gotskog programa (Marks — Engels — Lenjin: Nacionalno pitanje, »Svjetlost«, Sarajevo, 1975).*
- Marx K., Engels F. (1932): *Nemačka ideologija (K. Mark — F. Engels: Nemačka ideologija, Kultura, Beograd, 1964).*
- Matson G. A., Piper C. L. (1947): Distribution of the blood groups, MN, Rh types and secretors among the Ute Indians of Utah. *Am. J. Phys. Anthropol.* 5: 357—368.
- Mayr W. R. (1970): Studies on the correlation between the secretor system and the Gc serum system. *Hum. Hered.* 20: 287—289.
- McKusick A. V. (1971): *Mendelian Inheritance in Man.* The Johns Hopkins Press, Baltimore, London.
- McNeil C., Trentelman E. F., Fullmer C. D., Kreutzer V. O., Orlob R. B. (1957): The significance of blood group conflicts and aberrant salivary secretion in spontaneous abortion. *Amer. J. Clin. Path.* 28: 469—480.
- Moharram I. (1943): The group properties in the saliva of the Egyptian population. *Laboratory and Medical Progress* 4: 1—13.
- Morgan W. T. J., Watkins W. M. (1948): The detection of product of the blood group O gene and the relationship of the so-called O substance to the agglutinogens A and B. *Brit. J. Exp. Path.* 29: 159.
- Nei M. (1972): Genetic distance between populations. *Am. Nat.* 106 (949): 283—292.
- Nei M., Roychoudhury A. (1972): Gene differences between Caucasian, Negro and Japanese populations. *Science* 177: 434—436.
- Nei M., Roychoudhury A. (1973): Sampling variances of heterozygosity and genetic distance. *Genetics* 76: 379—390.
- Nei M., Roychoudhury A. (1974): Genetic variation within and between the three major races of man, Caucasoids, Negroids, and Mongoloids. *Am. J. Hum. Genet.* 26 (4): 421—443.
- Purivatra A. (1969): *Nacionalni i politički razvitak Muslimana.* »Svjetlost«, Sarajevo.
- Purivatra A. (1974): O nacionalnom fenomenu bosanskohercegovačkih Muslimana. *Pregled* 64 (10): 1019—1029.
- Putkonen T. (1930): Über die gruppenspezifischen Eigenschaften verschiedener Körperflüssigkeiten. *Acta Soc. Med. Fen., Doudecim A* 14 (2): 1—107.
- Race R. R., Sanger R. (1962): *Blood Groups in Man.* Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Race R. R., Sanger R., Lawler S. D., Bertinshaw D. (1949): The Lewis blood groups of 79 families. *Brit. J. Exp. Path.* 30: 73—83.
- Radoman P. (1971): *Teorija organske evolucije.* Zavod za izdavanje udžbenika SR Srbije, Beograd.
- Randeria K. J., Bhatia H. M. (1971): Quantitative inhibition studies on the ABH and Lewis antigens in saliva. *Ind. J. Med. Res.* 59: 1737—1753.
- Sanghvi L. D. (1953): Comparison of genetic and morphological methods for a study of biological differences. *Amer. J. Phys. Anthropol.* 11: 385—404.
- Schiff F., Sasaki H. (1932): Der Ausscheidungstypus, ein auf serologischem Wege nachweisbares mendelndes Merkmal. *Klin. Woch.* 34: 1426—1429.

- Schrefler D. C., Sing C. F., Neel J. V., Gershowitz H., Napier J. (1971): Studies on genetic selection in a completely ascertained Caucasian population. I. Frequencies, age and sex effects, and phenotype associations for 12 blood group systems. *Amer. J. Hum. Genet.* 23 (2): 150—167.
- Simmons R. T., Graydon J. J., Semple E. N. M., Fry E. I. (1955): A blood group genetical survey in Cook islanders, Polynesia, and comparisons with American Indians. *Am. J. Phys. Anthropol.* 13: 667—690.
- Sneath J. S., Sneath P. H. A. (1959): Adsorption of blood group substances from serum on to red cells. *Brit. Med. Bull.* 15: 154—157.
- Snedecor G. W., Cochran W. G. (1967): *Statistical Methods*. The Iowa State University Press, Ames.
- 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.
- Speiser P., Baumgarten K., Kaserer O. (1954): Untersuchungen über die Sekretion von Blutgruppensubstanzen im Speichel und in Tumorfliissigkeiten. *Z. Immunforsch.* 111: 168—176.
- Van Arsdel P. P. (1958): The usefulness of the plant-lectin, *Ulex europaeus* in a large-scale blood group study. *Vox. Sang.* 3: 448—455.
- Wahlund S. (1928): Zusammensetzung von Populationen und Korrelationserscheinungen von Standpunkt der Vererbungslehre aus betrachtet. *Hereditas* 11: 65—106.
- Watkins W. M. (1966): Blood group substances. *Science* 152: 172—181.
- Wiener A. S. (1943): *Blood Group and Blood Transfusion*. C. C. Thomas, Springfield.
- Wiener A. S., Socha W. W., Gordon E. B. (1972): The relationship of the H specificity to the A-B-O blood groups. *Ann. Génét.* 15 (2): 75—78.
- Wright S. (1943): Isolation by distance. *Genetics* 31: 114—138.

KREK SALIH

TRI NOVE VRSTE PSYCHODINAE IZ BOSNE
(PSYCHODIDAE, DIPTERA)

DREI NEUE PSYCHODINAE — ARTEN AUS BOSNIEN
(PSYCHODIDAE, DIPTERA)

Posljednjih godina proučavan je sastav naselja nekoliko grupa akvatičnih insekata u tekućicama zapadne, sjevero-zapadne i centralne Bosne.* Tom prilikom je prikupljen relativno bogat materijal odraslih oblika Psychodidae iz različitih tipova tekućica koje pripadaju slivovima rijeka: Une, Vrbasa i Bosne. Determinacijom kolekcioniranih mužjaka Psychodidae konstatovane su za sva tri ispitivana sliva određene faunističke karakteristike, što će biti prikazano u jednoj od narednih publikacija. Isto tako, ustanovljen je i izvjestan broj vrsta novih za nauku. Tri od tih vrsta su predmet ovog rada; dati su njihovi kratki opisi i crteži pojedinih dijelova tijela, istaknute morfološke karakteristike prema kojima ih je moguće razlikovati od njima srodnih oblika. Sve tri vrste pripadaju rodu *Panimerus* i vezane su, kako izgleda, svaka za tekućice samo jednog od tri spomenuta sliva. Jedna od tih vrsta (*P. unae n. sp.*) pripada podrodu *Panimerus Vaillant*, dok preostale dvije (*P. bosnicus n. sp.* i *verbassicus n. sp.*) pokazuju odlike podroda *Krekiella Vaillant*.

Panimerus unae n. sp.

Mužjaci ove vrste (Tab. 1, sl. 1 i 2; Tab. 2, sl. 3; Tab. 3, sl. 4) ispoljavaju nekoliko morfoloških karakterera zajedničkih sa vrstom *P. goetghebuerei* (Tonnoir): razmak između očnih lukova je kod obje vrste približno jednak; oblik i raspored askoida su, također, vrlo slični, zatim odnos dužine prva dva antenska članka, oblik, veličina i položaj kornikula, središnji krilni ugao, oblik i veličina bazistila

* Ova istraživanja je finansirala Republička zajednica za naučni rad SRBiH. naučni rad SRBiH.

i dististila, te broj retinakla na cerckopodima, su skoro identični kod obje vrste. Ipak, nova vrsta se može lako razlikovati od *P. goetghebueri* po sljedećim karakteristikama antena i genitalnog aparata mužjaka: broj i raspored čekinja na pedicelusu nove vrste su različiti od onih kod upoređivane vrste, dok unutrašnji lobusi kompleksnog sklopa edeagusa, zatim spatula edeagusa, gonapofize i sternalni most nove vrste imaju drugačiji oblik, odnosno građu od odgovarajućih dijelova vrste *P. goetghebueri*.

Ostale morfološke karakteristike vrste *P. unae n. sp.* Očni lukovi su formirani od četiri potpuna reda faceta; razmak između očnih lukova doseže veličinu 2,5 prečnika facete, sa 26 interokularnih bodlji. Prvi antenski članak ima približno tri puta veću dužinu od širine; drugi antenski članak asimetričan, sa distalnim ispupčenjem na spoljašnjoj strani, koje ima nekoliko gusto inseriranih čekinja; osim toga, čekinje su raspoređene u pravilnom nizu i duž spoljašnje strane drugog antenskog članka. Skapus skoro 1,8 puta duži od pedicelusa. Antenski članci od trećeg do petnaestog nose po jedan par cilindričnih askoida. Odnos dužine kornikula prema širini glave iznosi 0,56. Krilo: odnos između najveće dužine i širine krila: 2,09; središnji ugao krila: 184°—189°; dužina krila: 2,4 mm. Genitalije: središnji dio sternalnog mosta jako proširen; dististili su masivni, postepeno se sužavaju prema svom distalnom kraju, otprilike 1,5 puta duži od bazistila; cerckopodi nose po 6, odnosno 7 retinakla; gonapofize su u središnjem dijelu jako zakrivljene, tako da je njihova distalna polovina skoro okomita na proksimalnu polovinu. Lateralne ivice spatule edeagusa

Tab. 1: *Panimerus unae n.sp.*, *Panimerus bosnicus n.sp.* und *Panimerus verbassicus n.sp.*

Taf. 1: *Panimerus unae n.sp.* *Panimerus bosnicus n.sp.* und *Panimerus verbassicus n.sp.*

Sl. 1 i 2: *Panimerus unae n.sp.*

Fig. 1 und 2: *Panimerus unae n.sp.*

Sl. 1: Genitalije, dorzalno,

Fig. 1: Genitalien, dorsal.

Sl. 2: Desni kompleksni sklop edeagusa i jedan dio unutarnjeg hitiniziranog mosta, dorzalno

Fig. 2: Rechte komplexe Bildung des Aedeagus und ein Teil der inneren chitinösen Brücke, dorsal

Sl. 6: *Panimerus bosnicus n.sp.*

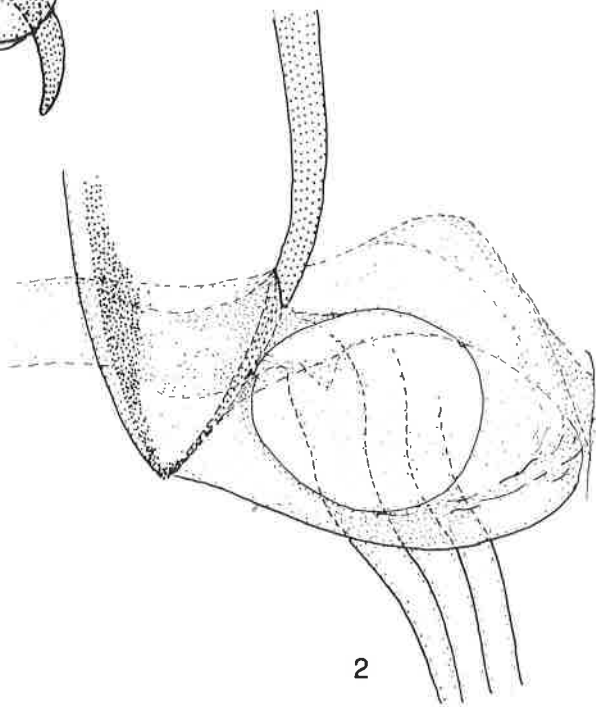
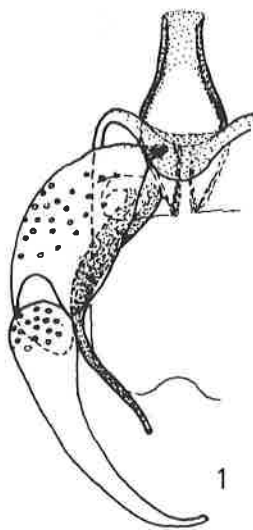
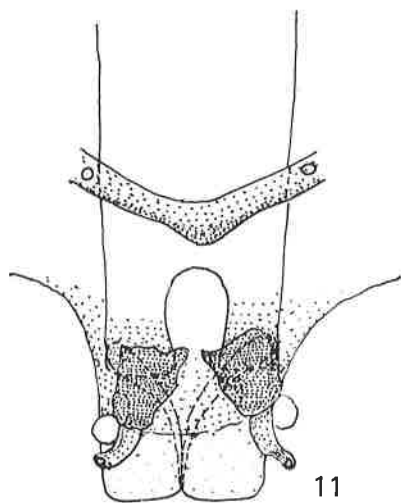
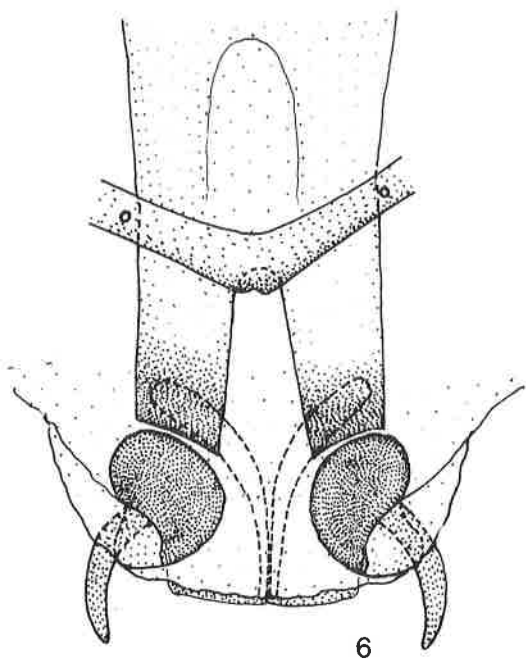
— Nadgenitalna ploča i distalni dio edeagusa, dorzalno,

— Susgenitalplatte und distaler Teil des Aedeagus, dorsal.

Sl. 11: *Panimerus verbassicus n.sp.*

— Nadgenitalna ploča i distalni dio edeagusa, dorzalno,

— Susgenitalplatte und distaler Teil des Aedeagus, dorsal.



su jače hitinizirane od ostalog dijela i skoro po cijeloj dužini uočljivo pigmentirane.

Holotip mužjaka *P. unae* n. sp. je 26. 6. 1976. godine sakupljen na obali rijeke Une, nekoliko kilometara uzvodno od Bihaća, na nadmorskoj visini od oko 190 m i nalazi se u zbirci autora, Prirodno-matematički fakultet u Sarajevu.

Panimerus bosnicus n. sp.

Mužjaci ove vrste se približavaju mužjacima zapadnoevropske vrste *P. morulus* (Eaton), zatim zapadnoalpske vrste *P. gressicus* Vaillant, a naročito novoopisanim mužjacima bosanskohercegovačke vrste *P. verbassicus* n. sp. Zajednička odlika ove grupe vrsta ogleda se u zadebljanju prednjih ivica unutarnjih lobusa genitalnog aparata mužjaka koje igraju ulogu prividne, udvojene furke. Inače, *P. bosnicus* n. sp. se može lako razlikovati od spomenutih vrsta: bilo po obliku gonapofiza i dorzalnih lamela kompleksnog sklopa genitalnog aparata, bilo po obliku ventralnog hitiniziranog mosta.

Ostale morfološke odlike mužjaka (*P. bosnicus* n. sp. Tab. 1, sl. 6; Tab. 2, sl. 5 i 9; Tab. 3, sl. N i 8). Glava: Razmak između očnih lukova, sa 13—16 interokularnih bodlji, iznosi oko 2,3 prečnika facete. Prvi antenski članak je oko 2,5 puta duži nego širi; drugi antenski članak loptast, skoro tri puta kraći od prvog; antenski članci od trećeg do šesnaestog nose po jedan par tankih, cilindričnih askoida i po nekoliko sporednih askoida. Odnos dužina

Tab. 2: *Panimerus unae* n.sp., *Panimerus bosnicus* n.sp. i *Panimerus verbassicus* n.sp.

Taf. 2: *Panimerus unae* n.sp., *Panimerus bosnicus* n.sp. und *Panimerus verbassicus* n.sp.

Sl. 3: *Panimerus unae* n.sp.

— Lijevi kompleksni sklop edeagusa i jedan dio unutaršnjeg hitiniziranog mosta, ventralno

— Linkes komplexes Gebilde des Aedeagus und ein Teil der inneren chitinösen Brücke, ventral

Sl. 5 i 9: *Panimerus bosnicus* n.sp.

Figg. 5 und 9: *Panimerus bosnicus* n.sp.

Sl. 5: Genitalije, dorzalno

Fig. 5: Genitalien, dorsal

Sl. 9: Podgenitalna i analna valvula, ventralno

Fig. 9: Subgenitalvalve und Analvalve, ventral

Sl. 10 i 14: *Panimerus verbassicus* n.sp.

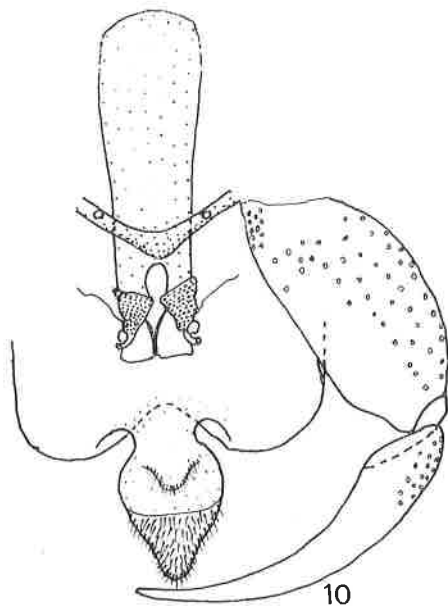
Figg. 10 und 14: *Panimerus verbassicus* n.sp.

Sl. 10: Genitalije, dorzalno

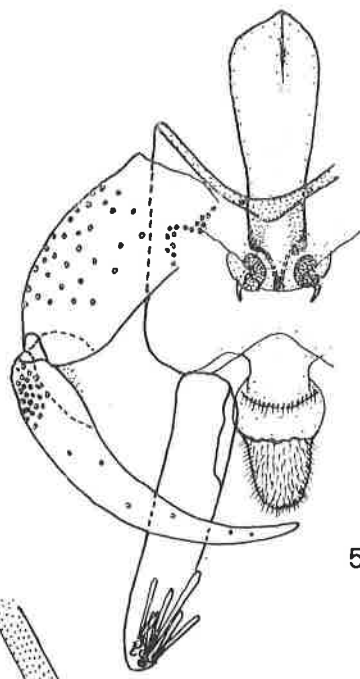
Fig. 10: Genitalien, dorsal

Sl. 14: Distalni dio lijevog cercopoda, dorzalno

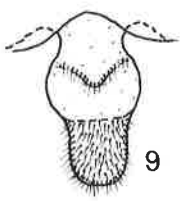
Fig. 14: Distaler Teil des linken Cercopoden, dorsal.



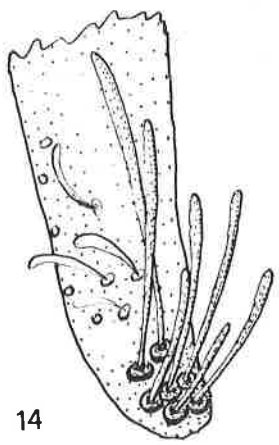
10



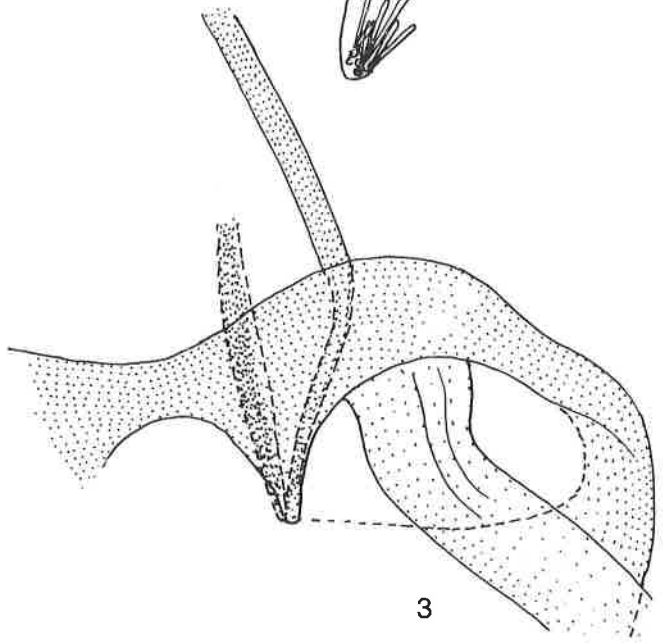
5



9



14



3

antenskih članaka: 58—20—25—23—28—29—30—30—30—31—30—29—28—24—23—23. Relativna dužina članaka palpi: 31—38—37—44. Krilo: odnos između najveće dužine i širine krila je 2,58—2,62; središnji ugao krila: 146°—150°. Krilni nervi u nivou račve r_{2+3} pokazuju jasno zadebljanje. Dužina krila: 2,2—2,3 mm. Genitalije: središnji dio sternalnog mosta blago proširen; dististili masivni, slabo zakrivljeni, postepeno se sužavaju prema svom distalnom kraju. Svaki cercopod nosi po 7 retinakla. Gonapofize su kratke i prema unutra blago savijene, slične onima od vrste *P. morulus* (Eaton). Proksimalni dio spatule edeagusa zaobljen, sa izraženom medijalnom linijom; bočni rubovi spatule blago konvergiraju idući prema njenom distalnom kraju. Distalni dijelovi bočnih ogranaka edeagusa i dorzalne lamele kompleksnog sklopa genitalnog aparata su jako pigmentirani. Nadgenitalna ploča prekriva u vidu tanke prozračne membrane cijeli distalni dio edeagusa, izuzev distalne polovine gonapofiza.

Holotip i jedan paratip mužjaka *P. bosnicus* n. sp. sakupljeni su na priobalnoj vegetaciji izvorišta rijeke Bioštica, pritoke Krivaje (sastavnice Bosne), 17. 5. 1977. godine, i nalaze se u kolekciji autora, Prirodno-matematički fakultet u Sarajevu.

Panimerus verbassicus n. sp.

Mužjaci ove vrste su, sudeći prema nekoliko morfoloških karakterata pojedinih tjelesnih regiona, vrlo bliski mužjacima vrsta

Tab. 3: *Panimerus unae* n.sp., *Panimerus bosnicus* n.sp. i *Panimerus verbassicus* n.sp.

Taf 3: *Panimerus unae* n.sp., *Panimerus bosnicus* n.sp. i *Panimerus verbassicus* n.sp.

Sl. 4: *Panimerus unae* n.sp.

— Prva dva članka desne antene, dorzalno

— Die zwei ersten Glieder des rechten Fühlers, dorsal

Sl. 7 i 8: *Panimerus bosnicus* n.sp.

Fig. 7 und 8: *Panimerus bosnicus* n.sp.

Sl. 7: Distalni dio edeagusa i srednji dio unutrašnjeg hitiniziranog mosta, ventralno

Fig. 7: Distaler Teil des Aedeagus und mittlerer Teil der inneren chitinösen Brücke, ventral

Sl. 8: Prva dva članka desne antene, dorzalno

Fig. 8: Die zwei ersten Glieder des rechten Fühlers, dorsal

Sl. 12 i 13: *Panimerus verbassicus* n.sp.

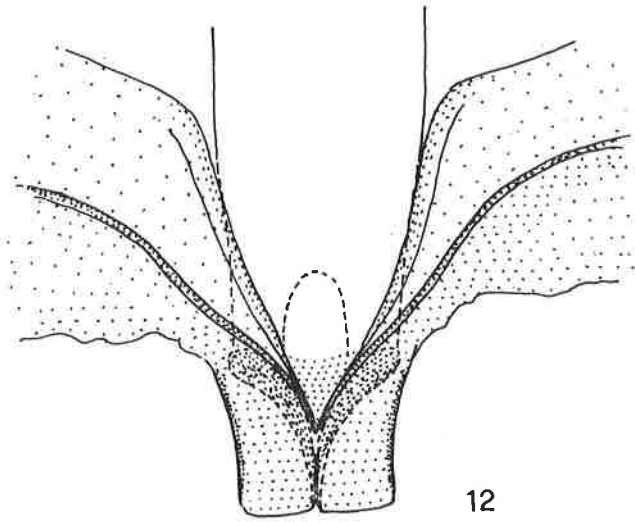
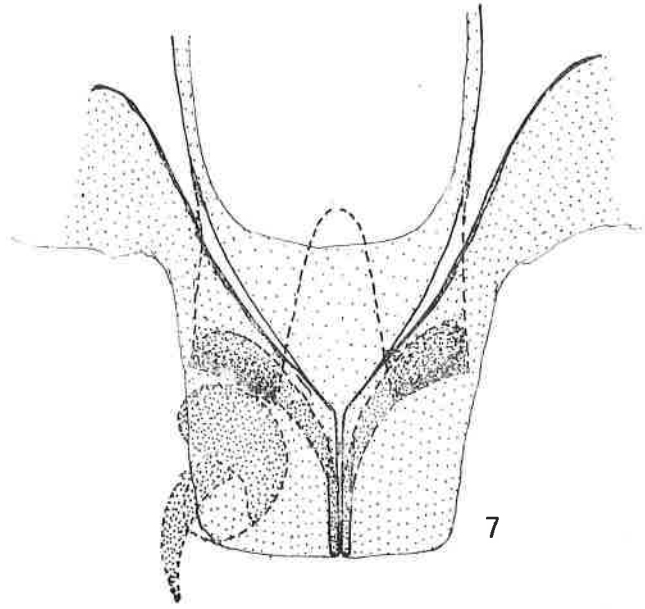
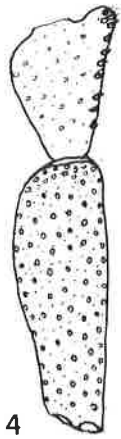
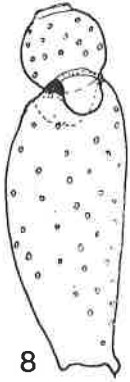
Fig. 12 und 13: *Panimerus verbassicus* n.sp.

Sl. 12: Distalni dio edeagusa i srednji dio unutrašnjeg hitiniziranog mosta, ventralno

Fig. 12: Distaler Teil des Aedeagus und mittlerer Teil der inneren chitinösen Brücke, ventral

Sl. 13: Prva dva članka lijeve antene, dorzalno

Fig. 13: Die zwei ersten Glieder des linken Fühlers, dorsal



P. morulus (Eaton), *P. gressicus* Vaillant, kao i mužjacima prethodne vrste, *P. bosnicus* n. sp. U stvari, krupne razlike između ovih vrsta ispoljavaju se jedino u građi nekih dijelova njihovog genitalnog aparata, ali i u nekim karakteristikama glave i krila. Već su istaknute neke od morfoloških odlika po kojima se *P. bosnicus* n. sp. može razlikovati od ove vrste; iste odlike se mogu koristiti i za diferenciranje ove vrste od preostala dva spomenuta speciosa.

Morfološke karakteristike mužjaka *P. verbasicus* n. sp. (Tab. 1, sl. 11; Tab. 2, sl. 10 i 14; Tab. 3, sl. 12 i 13). Glava: razmak između očnih lukova varira od 2,0—2,4 prečnika facete; broj interokularnih bodlji se kreće od 7—10. Prvi antenski članak više od 2,7 puta duži nego širi; drugi antenski članak loptast, preko 3,3 puta kraći od prvog. Antenski članci od trećeg do šesnaestog nose po jedan par prstastih, glavnih askoida i po nekoliko tankih, sporednih askoida. Odnos dužina antenskih članaka: 60—18—25—24—28—30—34—31—31—31—31—29—29—26—24—22. Relativna dužina članaka palpi: 30—37—35—44. Krilo: odnos između dužine i širine krila: 2,40—2,58. Središnji ugao krila varira između 146° i 184°, a najčešće je iznad 170°. Proksimalni dio nerva m_2 , distalni dio Cu i nervi u nivou račve r_{2+3} zadebljani; Cu bez jasne veze sa rubom krila. Dužina krila 2,30—2,48 mm. Genitalije: središnji dio sternalnog mosta jako proširen; nježna, prozirna nadgenitalna ploča proteže se samo do sredine dorzalnih lamela. Gonapofize, vrlo sitne, zakrivljene su skoro okomito u pravcu dorzalne strane tijela. Spatula edeagusa, proksimalno zaobljena, ima međusobno skoro paralelne lateralne rubove. Dorzalne lamele kompleksnog sklopa genitalnog aparata su jako pigmentirane. Cerkopodi sa po 6, odnosno 7 retinakula.

Holotip i pet paratipova mužjaka *P. verbasicus* n. sp. su sakupljeni na obali Koprivnice, pritoke Vrbasa, 18. 5. 1975. godine, i nalaze se u zbirci autora, Prirodno-matematički fakultet u Sarajevu. Jedan primjerak ove vrste, determiniran ranije kao *P. morulus* (Eaton), (Krek, 1977), ulovljen je 25. 5. 1968. godine na jednom malom izvoru, na obali rijeke Perućice, na cca 1000 m nadmorske visine.

ZUSAMMENFASSUNG

Drei neue Panimerus-Arten wurden aus Bosnien beschrieben und die morphologischen Merkmale angeführt durch die sie sich von ähnlichen Arten unterscheiden.

LITERATURA

- Krek, S., 1977: *Panimerus (Krekiella) ramae* — nova vrsta Telmatoscopini Vaillant iz Bosne i Hercegovine. Glas. Zem. Muz. XVI, Sarajevo.
Vaillant, F., 1972: Psychodidae Psychodinae in: E. Lindner: Die Fliegen der palaarktischen Region, 9 d.

AVDO SOFRADŽIJA,

Odjeljenje za genetiku i citotaksonomiju
Biološkog instituta Univerziteta u Sarajevu

KARIOLOGIJA I CITOTAKSONOMIJA VRSTA RODA *LEUCISCUS* IZ VODA BOSNE I HERCEGOVINE

CARYOLOGY AND CYTOTAXONOMY OF THE *LEUCISCUS*
SPECIES FROM THE WATERS IN BOSNIA AND HERZEGOVINA

U V O D

Biosistematska istraživanja riba u Jugoslaviji, a posebno u Bosni i Hercegovini, poprimila su posljednjih godina karakter kompleksnosti i sveobuhvatnosti. Ovo se ogleda, prije svega, u aplikaciji veoma različitih metoda i različitog metodološkog pristupa u rješavanju konkretnih problema biosistematske riba. Zahvaljujući takvoj koncepciji i orijentaciji, ostvareni su na ovom planu zapaženi rezultati (Šoljan i Vuković 1970, 1973). Evidentna je, međutim, činjenica da u sistematici familije *Cyprinidae*, naročito nekih rodova, stoje neriješena brojna pitanja. U tom pogledu se posebno ističe rod *Leuciscus*, za koga se obično kaže da je nedovoljno proučen i da njegovi mnogobrojni oblici imaju problematičan sistematski položaj i rang. I pored toga što je u prošlosti iz ovoga roda izdvojen u druge rodove znatan broj vrsta, on je još uvijek sačuvao karakter voluminoznog »lineovskog« rod. Poznavanje infraspecijske diferencijacije je posebno značajno za sagledavanje filogenetskih i mikroevolucionih procesa unutar *Leuciscus* roda. Upoznavanje endemičnih oblika ovog roda od posebne je važnosti za rasvjetljavanje pomenutih problema. Mora se konstatovati, međutim, da su klijenovi sa sistematskog stanovišta najslabije izučeni, a poznato je da oni daju karakter endemičnoj ihtiofauni Dinarskog područja.

Prema podacima koje pruža raspoloživa literatura (Gas 1970, Cyldenholm and Scheel 1971, Berberović i Sofradžija 1972, Nikol'

skij i Vas'ilev 1973, Kirpichnikov 1973), može se zaključiti da su vrste roda *Leuciscus* i u kariološkom pogledu nedovoljno istražene.

U ovom radu su preuzeta kariološka i citotoksonomska istraživanja oblika roda *Leuciscus*, koji žive u vodama Bosne i Hercegovine, sa ciljem da se na temelju dobijenih rezultata pruži prilog rasvjetljavanju sistematskih odnosa. Obuhvaćeni su sljedeći oblici roda *Leuciscus*: *L. cephalus cephalus*, *L. cephalus albus*, *L. idus*, *L. leuciscus*, *L. souffia agassizi*, *L. turskyi tenellus* i *L. svallize svallize*.

1.2. KARIOLOGIJA CIPRINIDA I NIVO KARIOLOŠKE ISTRAŽENOSTI RODA *LEUCISCUS*

U savremenoj ihtiološkoj literaturi nalazimo veoma različite podatke koji se odnose na ukupni broj opisanih ribljih vrsta. Najčešće se operiše sa količinom između 12 i 25 hiljada vrsta (u jednom uglednom muzeju u Đenovi postoji podatak da broj ribljih vrsta iznosi čak 40 hiljada!). Ne ulazeći u korektnost ovih (ili sličnih) podataka, očigledno je da se radi o najmnogobrojnijoj grupi među kičmenjacima, koja po svom broju vrsta prevazilazi sve druge kičmenjake zajedno. Zbog svog ogromnog značaja, ribe su odavno obuhvaćene veoma različitim pravcima naučnog istraživanja, posebno sa stanovništva njihove evolucije, kao i evolucije svih ostalih kičmenjaka. I pored toga, međutim, mora se konstatovati da su one još uvijek nedovoljno istražene. Tako, na primjer, tek tridesetih godina ovoga vijeka, po prvi put u naučnoj literaturi, nalazimo podatke koji se odnose na ispitivanje hromosoma riba. Broj publikacija koje tretiraju ovu problematiku do šezdesetih godina je, međutim, neznatan. Početkom šezdesetih godina, u raznim krajevima svijeta, javlja se veliko interesovanje za probleme kariologije riba. Do danas je, prema pristupačnim podacima iz literature, kariološki obrađivano samo 700 ribljih vrsta (uključujući i koloste), koje pripadaju raznim sistematskim grupama (Kirpichnikov 1973). Mada malobrojni (i najčešće samo najosnovniji), raspoloživi podaci o kariotipovima riba pružaju dovoljno uvjerenje da hromosomske karakteristike mogu poslužiti kao značajan pokazatelj njihove sistematike i evolucije. Ovi podaci pokazuju, naime, da svaka od postojećih sistematskih grupa riba ispoljava određene kariološke specifičnosti i da procesi specijacije stoje u direktnoj vezi sa promjenama koje se dešavaju unutar hromosomske garniture (Prokofejeva 1934, Makino 1939, Svärdson 1945, Nogusa 1960, Simon 1963, Roberts 1964, Chen 1971, 1971a, Chen and Ruddle 1970. i Davisson 1972).

Kariološka istraživanja riba u Jugoslaviji su novijeg datuma. Prvi rad s ovom temom objavljen je 1959. (Dimovska 1959). Deset godina kasnije, u Bosni i Hercegovini počinju intenzivna kariolo-

ška istraživanja riba. Od tada je publikovan znatan broj radova, posvećen, u prvom redu, upoznavanju osnovnih hromosomskih karakteristika endemičnih ciprinidnih vrsta riba (Berberović 1967, Berberović et al. 1970, Berberović et al. 1970a, Berberović et al. 1970b, Berberović et al. 1969a, Berberović et al. 1969b, Berberović et al. 1971, Berberović et al. 1973, Berberović i Sofradžija 1972, Berberović i Sofradžija 1974, Sofradžija i Berberović 1972, Sofradžija i Berberović 1973, Sofradžija i Berberović 1975, Sofradžija et al. 1975).

U narednim redovima ovog odjeljka biće izneseni podaci o stepenu kariološke istraženosti ciprinida uz osvrt na nivo kariološke proučenosti vrsta roda *Leuciscus*.

Hromosomi ciprinidnih riba su najbolje i najdetaljnije proučeni u Japanu. Od ukupno 53 vrste ove familije, koje žive u vodama Japana, kariološki je detaljno ispitano 50 (Makino 1939, Nogusa 1960, Ojima et al. 1972, Ojima et al. 1973). U ostalim dijelovima svijeta (pa i kod nas) u tom pogledu su ciprinidne ribe neuporedivo slabije istražene.

Pristupačni podaci o hromosomima ciprinida nedvojbeno jasno ilustriraju nekoliko specifičnih odlika. Primjećuje se da u okviru familije, što se tiče hromosomskog broja, postoje jasno izdvojene dvije grupe vrsta. Za prvu grupu, koja obuhvata najveći broj vrsta te familije, karakterističan je diploidni hromosomski broj između 48 i 52, sa 24—34 metacentrična hromosoma. S obzirom na hromosomski broj i količinu DNK po nukleusu, ova grupa se smatra diploidnom. Druga grupa uključuje neuporedivo manji broj vrsta, koje u somatičkim ćelijama imaju od 94 do 104 hromosoma; predstavnici ove grupe se smatraju i totraploidima (Makino 1939, Ojima et al. 1966, Ohno and Atkin 1966, Ohno et al. 1968, Ohno 1970). Struktura hromosomskih garnitura ciprinidnih riba je, u poređenju sa ostalim košljoribama, znatno složenija. To se ogleda, prije svega, u prisustvu većeg broja dvokrakih hromosoma, čiji broj, kao što je rečeno, interspekcijski varira od 24 do 34 kod diploida, odnosno 48 do 68 kod tetraploidnih formi.

Među kariološki obrađenim vrstama ciprinida, prema raspoloživim podacima, samo za desetak vrsta se sa sigurnošću može reći da u svojim diploidnim garniturama imaju 48 hromosoma. Ovdje treba pomenuti neke vrste rodova: *Rhodeus*, *Achelognatus*, *Zacco*, *Stenopharyngodon*, *Tinca* i dr. (Post 1965, Fontana et al. 1970, Ojima et al. 1972, Ojima et al. 1973, Sofradžija et al. 1975). Najveći broj ciprinidnih vrsta ima karakterističan diploidni broj hromosoma $2n=50$. Ovdje spadaju vrste rodova: *Rutilus*, *Gobio*, *Chondrostoma*, *Leuciscus*, *Paraphoxinus*, *Alburnus*, *Hemibarbus*, *Gnathopogon* i neke vrste roda *Barbus* (Makino 1939, Nogusa 1960, Ohno et al. 1969, Berberović et al. 1971, Berberović i Sofradžija 1972, Sofradžija i Berberović 1972, Ojima et al. 1972, Ojima et al. 1973, Fontana et al. 1970, Nygren et al. 1975).

Oko petnaest vrsta ciprinida, prema dosadašnjim nalazima, ima karakterističan hromosomski broj 52. Ovoj grupi pripadaju neke vrste rodova *Abramis*, *Blicca*, *Somatilus*, *Gara*, *Barbus* i *Aspius* (Lieder 1954, 1956, Nogusa 1960, Post 1965, Ohno et al. 1967, Nygren et al. 1975). Isti karakteristični hromosomski broj bio je ranije opisan i kod nekih drugih ciprinida (rodovi *Scardinius*, *Rutilus*, *Gobio*), ali je kasnije korigovan, jer je utvrđeno da te vrste u diploidnim garniturama imaju 50 hromosoma.

Za sedam vrsta familije *Cyprinidae*, do danas je utvrđeno da imaju hromosomski broj koji se kreće od 94 do 104. Tako je, na primjer, kod vrste *Cyprinus carpio*, Makino (1939) našao da ima 104 hromosoma. Ovaj nalaz su potvrdili Ohno et al. (1967). Iste godina, međutim, su Ojima i saradnici (Ojima et al. 1967) našli da broj hromosoma šarana iz voda Japana iznosi 100. Ovaj nalaz je potvrđen u radu rumunskih autora (Raicu et al. 1972). Analizom jedinki ove vrste iz dva ribnjaka u BiH i mi smo konstatovali da diploidni broj hromosoma šarana iznosi 100 (Sofradžija et al., nepublikovani podaci).

Kod vrsta roda *Carassius* (*C. carassius* i *C. auratus*) razni autori konstatuju različit hromosomski broj, koji se kreće od 94—104. Tako je Makino (1939) utvrdio da somatične ćelije *C. carassius* i *C. auratus* sadrže 94 hromosoma, Ohno et al. (1967) su našli, međutim, da broj hromosoma pomenutih vrsta iznosi 104. Ojima et al. (1966. i 1967) su konstatovali da hromosomski broj *C. auratus* iznosi 100. Broj hromosoma kod diploidnih formi srebrenog karaša (*C. auratus gibelio*), prema nalazima Čerfasove (Čerfas 1966), iznosi 94, a kod jednopolne (triploidne) forme 141. Analizom jedinki iz nekih voda BiH, utvrdili smo da somatične ćelije *C. carassius* sadrže 100 hromosoma, dok taj broj kod *C. auratus gibelio* (radi se o ženskim individuama) iznosi 150 (Sofradžija et al. 1977).

Tri predstavnika roda *Barbus* (*B. barbus*, *B. meridionalis petenyi* i *B. plebejus*) imaju jednak broj hromosoma, koji iznosi 100 (Wolf et al. 1969, Ohno 1970, Fontana et al. 1970, Sofradžija i Berberović 1973). Berberović et al. (1973) su utvrdili da broj hromosoma naše endemične vrste *Aulopyge hügelii* iznosi 100.

Vrste roda *Leuciscus* pripadaju grupi diploidnih ciprinida sa 50 hromosoma u somatičkim ćelijama. Ovdje će biti izneseni podaci karioloških istraživanja ovih riba, koje u okviru familije *Cyprinidae* zauzimaju značajno mjesto. Nekoliko radova je bilo posvećeno hromosomskoj garnituri *Leuciscus cephalus* (Lieder 1954, Wolf et al. 1969, Fontana et al. 1970, Berberović i Sofradžija 1972); Citirani autori, bez izuzetka, su utvrdili da je diploidni broj hromosoma 50 ($2n=50$) i ne iznose druge detalje o kariotipu. Na materijalu iz voda Italije, Fontana et al. (1970) su opisali hromosome *L. souffia muticellus* i *L. aula* (Vrsta *L. aula* ne postoji, radi se o vrsti *Rutilus rubilio* = *Leucos aula*) i tom prilikom konstatovali da se diploidne hromosomske garniture obje vrste sastoje

od 50 hromosoma; citirani autori su dali osnovni opis kariotipova, navodeći da ukupan broj hromosomskih krakova kod obje vrste iznosi 88, a zanimljiva je i konstatacija da garniture pomenutih klenova obuhvataju dva »rasparena« hromosoma. Na osnovu preliminarnih karioloških istraživanja, Berberović i Sofradžija (1972) su saopštili osnovne podatke o hromosomima vrsta *L. turskyi* i *L. svallize*, konstatujući po 50 hromosoma u svakoj diploidnoj garnituri. O hromosomima drugih predstavnika ovoga roda u literaturi nema podataka, mada se radi o vrstama koje imaju relativno široko rasprostranjenje i značajne su za sistematiku familije *Cypripinidae*.

2. MATERIJAL I METODE

2.1. PORIJEKLO I PRIKUPLJANJE MATERIJALA

Kariološka i citotaksonomska istraživanja oblika roda *Leuciscus* obavljena su na materijalu prikupljenom u slatkim vodama Bosne i Hercegovine. Izlov i kariološka obrada vršeni su tokom dvogodišnjeg perioda, od oktobra 1973. do oktobra 1975. godine. Glavnina materijala lovljena je pomoću elektroagregata marke SABO-FG 700, dok je manji dio lovljen mrežama stajačicama. Do laboratorijski akvarijuma ribe su dopremane žive, u odgovarajućim cisternama. Ribe su u akvarijumima održavane i do mjesec dana uz povremenu promjenu vode i neophodnu aeraciju. Kariološka obrada materijala počinjala je 5—6 dana nakon dopreme riba u laboratorijske uslove (akvarijume). Naša ranija iskustva su, naime, pokazala da se ovaj period mora uzeti kao neophodno vrijeme adaptacije riba novim životnim uslovima. Sistematska pripadnost obrađivanih klijenova određena je uz primjenu standardnog ključa za određivanje riba Jugoslavije (Vuković i Ivanović 1971). U nekim slučajevima, međutim, bila je neophodna konsultacija stručnjaka-sistematičara (na primjer, identifikacija mlađih jedinki vrste *L. idus* i *L. leuciscus*). Radi preglednosti i detaljnijeg uvida u obrađivani materijal izdvajamo i pojedinačno prikazujemo podatke o obrađivanim ribama.

Leuciscus cephalus cephalus (klijen)

Dvadesetpet ženki i dvadeset mužjaka pripadnika ove podvrste upotrebljeno je u našim istraživanjima. Dužina obrađivanih jedinki kretala su se između 8 i 20 cm. Ribe su lovljene u rijekama Bosni i Željeznici, kao i u odvodnim i dovodnim kanalima ribnjaka u Ukrinskom Lugu (Prnjavor). U Bosni i Željeznici ribe su lovljene u dva navrata: u februaru i martu 1975. godine, dok je materijal u Ukrinskom Lugu lovljen u maju i novembru 1974. godine. Našim istraživanjima su obuhvaćene jedinke triju različitih

populacija običnog klijena, a i sama kariološka obrada vršena je u raznim sezonama. Ovo je bilo neophodno radi uporedne analize mitoze i mejoze, a i zbog poznate činjenice da je individualna mitotička aktivnost različita u raznim sezonama.

Leuciscus cephalus albus (bijeli klijen)

Materijal ove podvrste lovljen je u Jablaničkoj akumulaciji u području gdje se Rama ulijeva u akumulaciju (Gračac). Izlov je obavljen polovinom januara 1975. godine; ulovljene su i u laboratorijske akvarijume dopremljene 32 jedinke (20 mužjaka i 12 ženki) čija se tjelesna dužina kretala između 7 i 25 cm. Zanimljivo je da su ove jedinke bile masovno napadnute crijevnim parazitima, što je imalo negativnog odraza na njihovo kondiciono stanje; treba istaći da nije primijećeno da ova okolnost ima bilo kakvog uticaja na mitotičku aktivnost u kariološki analiziranim tkivima, odnosno organima.

Leuciscus svallize svallize (strugač)

U januaru 1975. godine organizovan je izlazak na teren, na Jablaničko jezero, gdje su prikupljeni primjerci strugača. Lov je obavljen u području gdje se Rama ulijeva u akumulaciju (Gračac). Tom prilikom je ulovljeno i u laboratorijske akvarijume dopremljeno 36 jedinki (20 mužjaka i 16 ženki) čija se dužina kretala između 10 i 25 cm. Pored toga, na istom lokalitetu strugača smo lovili i u martu 1975. godine za potrebe mejotičkih analiza. Mejoza je posmatrana u preparatima sjemenika 6 mužjaka.

Leuciscus turskyi tenellus (sitnoljuskavi klijen)

Endemičnog sitnoljuskavog klijena lovili smo u ponornicama Livanjskog polja (Plovuća, Sturba i Žabljak) u oktobru 1973. i maju 1975. godine. Kariološkoj analizi podvrgnuto je ukupno 35 jedinki (21 mužjak i 14 ženki), uglavnom polno zrelih, čija se dužina kretala od 12 do 20 cm.

Leuciscus leuciscus (klenić)

Trinaest ženki i pet mužjaka posmatranih u ovim istraživanjima ulovljeni su u kanalima koji dovode vodu iz rijeke Mature u ribnjak »Bardača«. Izlovljavanje je obavljeno u maju 1975. godine, a dužina obrađivanih jedinki kretala se od 8 do 12 cm. Pored toga, kariološkoj analizi podvrgnuto je i šest jedinki ove vrste koje su ulovljene u Ukrini, u području Bosanskog Broda, juna 1974. godine.

Leuciscus souffia agassizi (jelšovka)

Kariološka analiza ovog oblika izvedena je posmatranjem materijala ulovljenog u rijeci Drini na području Foče i Ustikoline.

Izlov je vršen u dva navrata, u septembru i oktobru 1975. godine. U našem eksperimentu upotrebljeno je 26 jedinki (14 ženki i 12 mužjaka) čija je dužina varirala između 10 i 15 cm.

Leuciscus idus (jaz)

Kariološka i citotaksonomska obrada ove vrste sprovedena je na jedinkama ulovljenim u donjem toku Ukrine, u području Botsanskog Broda. Izlov je obavljen u junu 1974. godine. Ukupno je obrađeno 11 jedinki (7 ženki i 4 mužjaka) čija je tjelesna dužina varirala između 12 i 18 cm. Pored toga, izvršena je i kariološka analiza tri primjerka ove vrste ulovljena u maju 1975. godine u području Bardače.

Tabela 1: Podaci o porijeklu i količini obrađivanog materijala.
Origin and quantity of the material treated.

Oblik	Broj ispitanih jedinki		Lokalitet	Veličina (cm)	Vrijeme
	♀	♂			
<i>L. cephalus cephalus</i>	25	20	Bosna, Željeznica, Ukrinski Lug	8—20	V i XI 1974, II i III 1975.
<i>L. cephalus albus</i>	12	20	Jablaničko jezero	7—25	I 1975.
<i>L. svallize svallize</i>	16	26	Jablaničko jezero	10—25	I i III 1975.
<i>L. turskyi tenellus</i>	14	21	Plovuća, Struba	12—20	X 1973, V 1975.
<i>L. leuciscus</i>	16	9	Ukrina, Matura	8—12	VI 1974, V 1975.
<i>L. souffia agassizi</i>	14	12	Drina	10—15	IX i X 1975.
<i>L. idus</i>	8	6	Ukrina, Bardača	12—18	VI 1974, V 1975.

Prikazana tabela donosi sumarne podatke o porijeklu i količini obrađenog materijala, a priložena karta prikazuje mrežu lokaliteta sa kojih potiču analizirani primjerci posmatranih oblika roda *Leuciscus*.

2.2. METODE OBRADJE MATERIJALA

Citogenetička istraživanja oblika roda *Leuciscus* u ovom radu sprovedena su paralelnim analizama mitozu u škražnom i bubrežnom epitelu, te analizom mejoze. U toku rada, uz standardne karioskopske metode, primjenjeni su i izvjesni elementi kariometrijske obrade raspoloživih podataka.



Pri izradi hromosomskih preparata mitotičkog tkiva škržnog epitela primijenjena je, uz znatne modifikacije, jedna već skoro klasična metoda (McPhail and Jones 1965). Sve ribe odabrane za eksperimente bile su prethodno podvrgnute kolhicinskom tretmanu na taj način što im je u prednji dio leđa (intramuskularno) injektiran 0,05% rastvor kolhicina u količini od 0,2—0,4 ml, ovisno o veličini ribe. Kolhicinizirane ribe držane su 4 sata u akvarijumu, pri temperaturi vode od 18—20°C. Vlastita modifikacija originalne procedure ogleda se u produžetku kolhicinskog tretmana (prvobitni recept preporučuje kolhicinsku obradu do 2 sata); autori originalnog postupka ne pominju faktor temperature vode o kome se mora voditi računa. Neka naša ranija iskustva (Sofradžija, Berberović 1972), kao i ovo istraživanje, potvrđuju činjenicu da produženi kolhicinski tretman i nešto toplija voda imaju pozitivnog

uticaja na mitotičku aktivnost, odnosno na podobnost mitotičkih figura za kariološku analizu. Za vrijeme kolhicinskog tretmana voda u akvarijumima je stalno obogaćivana kiseonikom uz primjenu zračnog raspršivača (kompresora). Nakon kolhicinskog tretmana, živim ribama su disekovani škržni luci (najčešće samo četvrti) i odmah stavljeni u hipotoničnu otopinu. Kao hipotonikum u ovom radu upotrebljen je 0,075 M KCl. Pokazao se naročito pogodnim i znatno boljim od destilirane vode, koju preporučuje originalna procedura. Materijal je držan u hipotonikumu redovno 40 minuta, a odatle je odmah prenošen u 2% lakto-propionski orcein, koji je istovremeno služio i kao fiksativ i kao boja. Ponekad je upotrebljavan 2% acetik-orcein, ali smo došli do zaključka da se mnogo bolji rezultati postižu upotrebom lakto-propionskog orceina (u acetik-orceinu se hromosomi mnogo više kondenzuju). Materijal je bojen 2—3 sata, ovisno o kvalitetu boje, odnosno njene »starosti«. Sa obojenih škržnih lukova nanošena je izvjesna količina epitelijskih ćelija na predmetno staklo. Krupniji dijelovi tkiva su odstranjivani, a zatim je stavljena pokrovna pločica. Preko gumenog podmetača materijal je snažno gnječen i preparat je zatim dovršavan parafiniranjem pokrovne pločice. Ovako pripremljeni privremeni hromosomski preparati održavani su na sobnoj temperaturi do sedam dana, a nakon toga prema potrebi prevođeni u trajne (o metodici će biti govora kasnije).

Pripremanje i izrada hromosomskih preparata bubrežnog epitela sprovedeni su uz primjenu nešto modificirane metode koju je opisao Fukuoka (1972). Sve jedinke za kariološku analizu bile su prethodno podvrgnute citostatskoj obradi. Pored kolhicina, po prvi put je u kariološkoj obradi riba, kao citostatička supstanca, upotrebljen »Velbe« (vinblastin sulfat). O inhibitornom mitotičkom efektu ove supstance će biti više govora kasnije. Ribama je injiciran 0,05% rastvor kolhicina (odnosno Velbea) u količini od 0,4—0,6 ml, ovisno o veličini obrađivane jedinke. Citostatski tretman trajao je najčešće 4 sata pri temperaturi vode od oko 20°C; prema originalnoj recepturi (Fukuoka 1972), kolhicinski tretman traje 6—12 sati. Naša iskustva govore da se predug kolhicinski tretman negativno odražava na podobnost C-mitoza za analizu, to se odražava na taj način što se hromosomi maksimalno spiraliziraju i, kao takvi, nisu pogodni za detaljniju analizu, jer ne ispoljavaju sve elemente svoje morfologije. Dekapitovanim ribama su, nakon toga, disekovani bubrezi, (pretežno glavni bubreg) i rezani na komadiće do 2 mm, pa odmah stavljeni u hipotoničnu otopinu 0,075 M KCl. Materijal je 40 minuta držan u hipotonikumu, a nakon toga je prenošen u svježije pripremljeni 2% lakto-propionski orcein u kome je bojen 3—4 sata. Modifikacija originalnog postupka u ovoj tački procedure ogleda se u tome što se po originalnom receptu bojenje vrši gimzom. Izrada hromosomskih preparata nakon

bojenja vrši se prema ranije opisanom postupku izrade preparata škržnog epitela.

Izrada hromosomskih preparata mejotičkog tkiva (sjemenika) vršena je kombinovanim metodama koje su opisali Roberts (1964) i Nygren et al. (1968). Mužjacima, odabranim za analizu, ubrizgavan je vodeni rastvor 0,05% kolhicina u količini od 0,1 ml na 10 g tjelesne težine. Šest sati nakon toga ribe su ubijane presijecanjem kimbenog stuba odmah iza glave. Disekovanu sjemenicu su rezani na komadiće od 2—3 mm i stavljeni 30 minuta u 0,9% rastvor natrijumovog citrata. Materijal je nakon toga bojen u 2% lakto-propionskom orceinu, bojenje je trajalo 4 sata. Obojeni materijal je prenošen na predmetnu pločicu i lagano maceriran, a zatim preko pokrovne pločice, filter-papira i gumenog podmetača, snažno gnječen. Nastavak postupka je isti kao i pri izradi preparata mitotičkog tkiva.

Prevođenje privremenih preparata u trajne, u slučajevima kada je to činjeno (*L. idus* i *L. cephalus albus*), vršeno je po nešto pojednostavljenoj metodici, prema opisu Berberovića (1970). Nakon deparafiniranja, preparat se stavlja pokrovnim staklom okrenutim nadolje (dok predmetno staklo leži na odgovarajućim osloncima) u 45% sirćetnu kiselinu sve dok se predmetna pločica ne odvoji od pokrovne. Predmetno i pokrovno staklo se zatim odmah stavlja u apsolutni alkohol i drže u njemu dok se ne spere višak boje. Poslije ispiranja u apsolutnom alkoholu i predmetno i pokrovno staklo se suše na sobnoj temperaturi. Nakon toga preparati su cementirani u euparalu i sušeni na sobnoj temperaturi do 5 dana.

Pregled i analiz hromosomskih preparata vršeni su na istraživačkim mikroskopima »Zeiss« (Jena) i »Opton« fotomikroskopu III, pod uveličanjima od 600 puta. Mikrofotografisanje je isključivo obavljeno na fotomikroskopu III (proizvodnja »Opton«) pod imerzionim objektivom (100/1, 25) i variotubusom uveličanja 1,25 i 1,60. Direktno uveličanje na filmu tako snimljenih hromosomskih figura iznosi 1250, odnosno 1600 puta. Za snimanje su korištene dvije vrste niskoosjetljivih filmova: EFKE KB-14 i ORWO-15. Sve prikazane mikrofotografije rađene su na foto-papiru FORTE BH-0 i BH-4. Linearno uveličanje prikazanih mikrofotografija iznosi od 2000 do 2500 puta.

Svrstavanje pojedinih parova hromosoma u osnovne morfološke kategorije prema položaju centromernog sistema izvedeno je saglasno poznatim kriterijumima (Levan et al. 1964). Prikazani kariogrami su rekonstruisani izrezivanjem hromosoma, koji su nakon homologizacije lijepljeni na odgovarajući papir, a zatim ponovo fotografisani. Specifični idiogrami konstruisani su na osnovu precizno utvrđenog položaja kinotehora, odnosno razmjera hromosomskih krakova.

Pored standardnih karioloških analiza, primijenjeni su i izvjesni elementi kariometrijskih pretraga. Kod svih ispitivanih oblika sprovedeno je mjerenje dužine pojedinačnih hromosoma u garnituri. Mjerenje je obavljeno u po sedam (arbitravan broj) odabranih (pro)metafaznih figura, sa različitim stupnjem spiralizacije hromosoma. Izbor sedam različitih »potfaza« je učinjen tako što je posmatrani period (pro)metafaze definiran kao vrijeme od momenta kada hromosomi postaju vidljivo podijeljeni na dvije hromatide (I »potfaza«), pa do momenta maksimalne kondenzovanosti (početka razdvajanja, VII »potfaza«). Pet »međufaza« (II—VI) određeno je na osnovu razlika u apsolutnoj dužini nekoliko hromosoma »markera«, koje se javljaju tokom postepenog povećavanja stupnja spiralizacije, odnosno kondenzacije.

Relativne dužine pojedinih homologih hromosoma izračunavane su po jednostavnoj formuli:

$$RD = \frac{1000 \times \bar{D}_i}{\Sigma \bar{D}}$$

\bar{D}_i = srednja dužina pojedinih hromosoma,

$\Sigma \bar{D}$ = suma srednjih dužina svih hromosoma u garnituri.

Odnos hromosomskih krakova izračunavan je prema formuli usvojenoj Denverskom konvencijom (1960), $r = \frac{1}{s}$, gdje je r odnos

krakova, 1 dužine dužeg kraka, a s dužina kraćeg kraka. Centromerni indeks (u %) izračunavan je po formuli: $i = \frac{100 s}{D}$.

Prosječne relativne dužine pojedinih parova hromosomske garniture izračunavane su kao aritmetička sredina relativnih dužina hromosomskih parova istog rednog broja u po sedam (pro)metafaznih figura različitog stepena spiralizovanosti hromoneme. Testirane su razlike aritmetičkih sredina ukupne dužine hromosomskog komplementa pomoću t-testa.

Podjela hromosoma na dužinske kategorije (dugi, srednji i kratki) usaglašena je kriterijumima koje preporučuju Berberović et al. (1971). U grupu dugih hromosoma svrstani su oni hromosomi čija relativna dužina prelazi 50 promila ukupne dužine haploidne hromosomske garniture. Svi hromosomi čija se relativna dužina kreće između 35 i 50 promila ukupne dužine haploidne garniture označeni su kao srednji, dok su kratkim hromosomima proglašeni oni čija relativna dužina ne prelazi 35 promila dužine haploidne hromosomske garniture.

3. REZULTATI

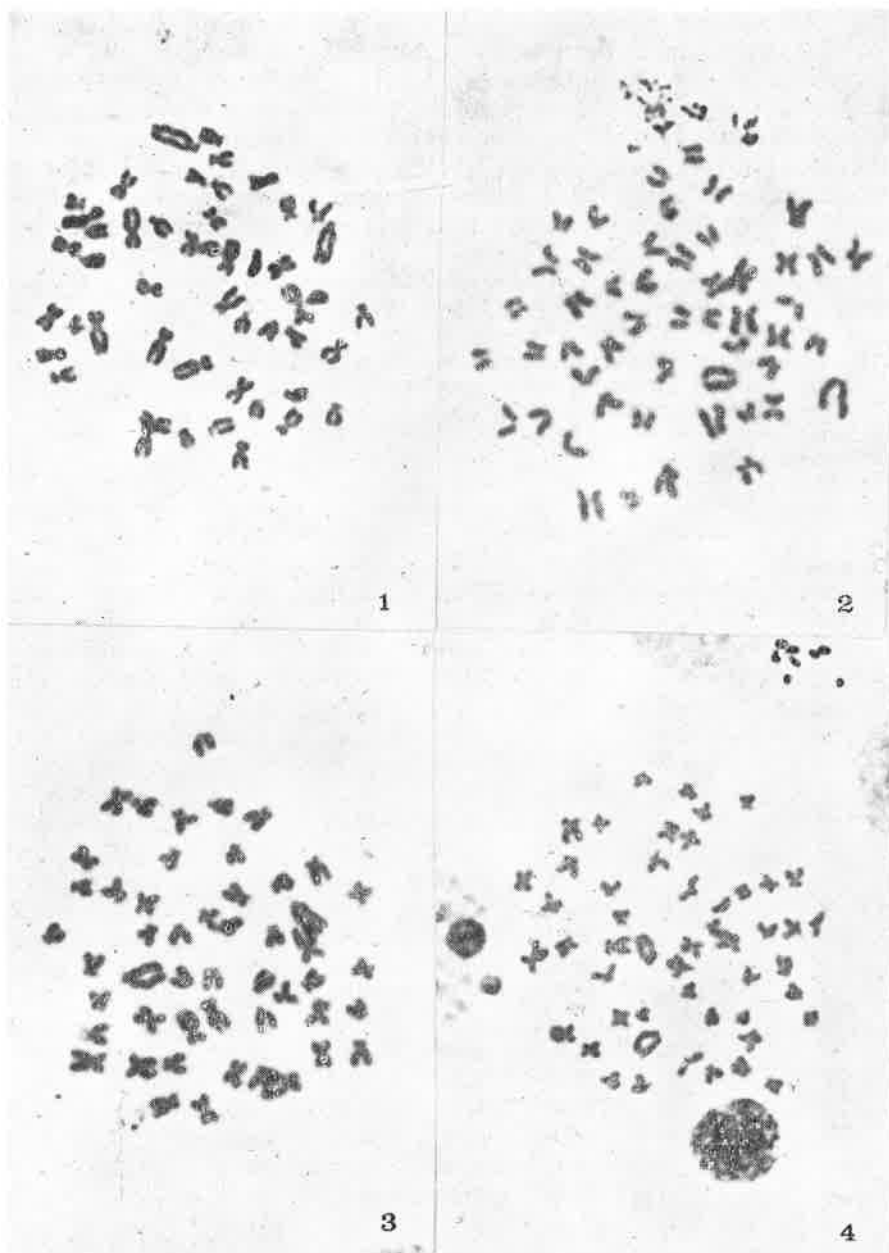
3.1. KARIOLOŠKA ANALIZA ISPITIVANIH OBLIKA RODA *LEUCISCUS*

3.1.1. *Leuciscus cephalus cephalus*

Podaci o hromosomskoj garnituri ovoga klijena dobiveni su paralelnom analizom mitozu u bubrežnom epitelu i analizom mejoze u sjemenicima.

Pregledom velikog broja (nekoliko stotina) (pro)metafaznih figura u ćelijama bubrežnog epitela utvrđeno je da diploidni broj hromosoma ove ribe iznosi 50 ($2n=50$), sl. 1—12. Tokom ovih istraživanja nisu evidentirana bilo kakva odstupanja od konstatovanog hromosomskog broja, pa se može tvrditi da ispitivano mitotičko tkivo bubrežnog epitela karakteriše stalan hromosomski broj. Ova konstatacija vrijedi podjednako i za mužjake i za ženke, odnosno pripadnike raznih obrađivanih populacija.

Zahvaljujući činjenici da smo u našim analizama imali znatan broj prometafaznih figura u kojima su hromosomi jasno ispoljavali sve relevantne elemente svoje morfologije, bili smo u mogućnosti da, sasvim precizno, utvrdimo karakteristike hromosomskih garnitura *L. cephalus cephalus*. Diploidna hromosomska garnitura, prema rezultatima naših istraživanja, sastoji se od 18 parova dvokrakih (metacentrični i submetacentrični) i 7 parova jednokrakih (akrocentrični i telocentrični) hromosoma. Na osnovu kriterijuma koji su opisani u prethodnom odjeljku ovog rada i nakon sprovedene kariometrijske obrade, utvrđeno je da skupinu dvokrakih hromosoma sačinjavaju 11 parova metacentričnih i 7 parova submetacentričnih hromosoma. Na isti način je utvrđeno da pet parova iz grupe jednokrakih hromosoma imaju subteloцентриčni (akrocentrični) položaj centromere, dok je samo kod dva para centromera terminalno smještena. Ukupan broj hromosomskih krakova (NF), preračunat iz broja dvokrakih, odnosno jednokrakih hromosoma, iznosi 86 ($NF=86$), vidi prikazane kariograme, sl. 13 i 14, kao i sl. 15. Ista morfološka struktura kariotipa, tj. broj hromosomskih krakova, utvrđena je kod oba pola. Treba, međutim, istaći da je u nekoliko mitozu ženskih jedinki primijećen po jedan hromosom sa relativno jasno izraženim heterohromatičnim nastavkom u obliku terminalne sekundarne konstrikcije (»heterohromatični rogovi«), vidi sliku 14, par 19. Njegov homologi hromosom nema pomenutih nastavaka. Druge razlike u kariološkoj konstituciji među polovima ispitivanog oblika roda *Leuciscus* nisu zapažene. Samo na osnovu te razlike teško je govoriti, u ovom momentu, o eventualnoj heterogametskoj konstituciji ženskog pola ove ribe. O tom problemu će biti govora u jednom od narednih odjeljaka ovoga rada.



Sl. 1—4: Mitotičke (pro)metafaze u ćelijama bubrežnog epitela *L. cephalus cephalus* (mužjak, 2000 ×).

Mitotic (pro)metaphases in the cells of the kidney epithelium of *L. cephalus cephalus* (male, 2000 ×).

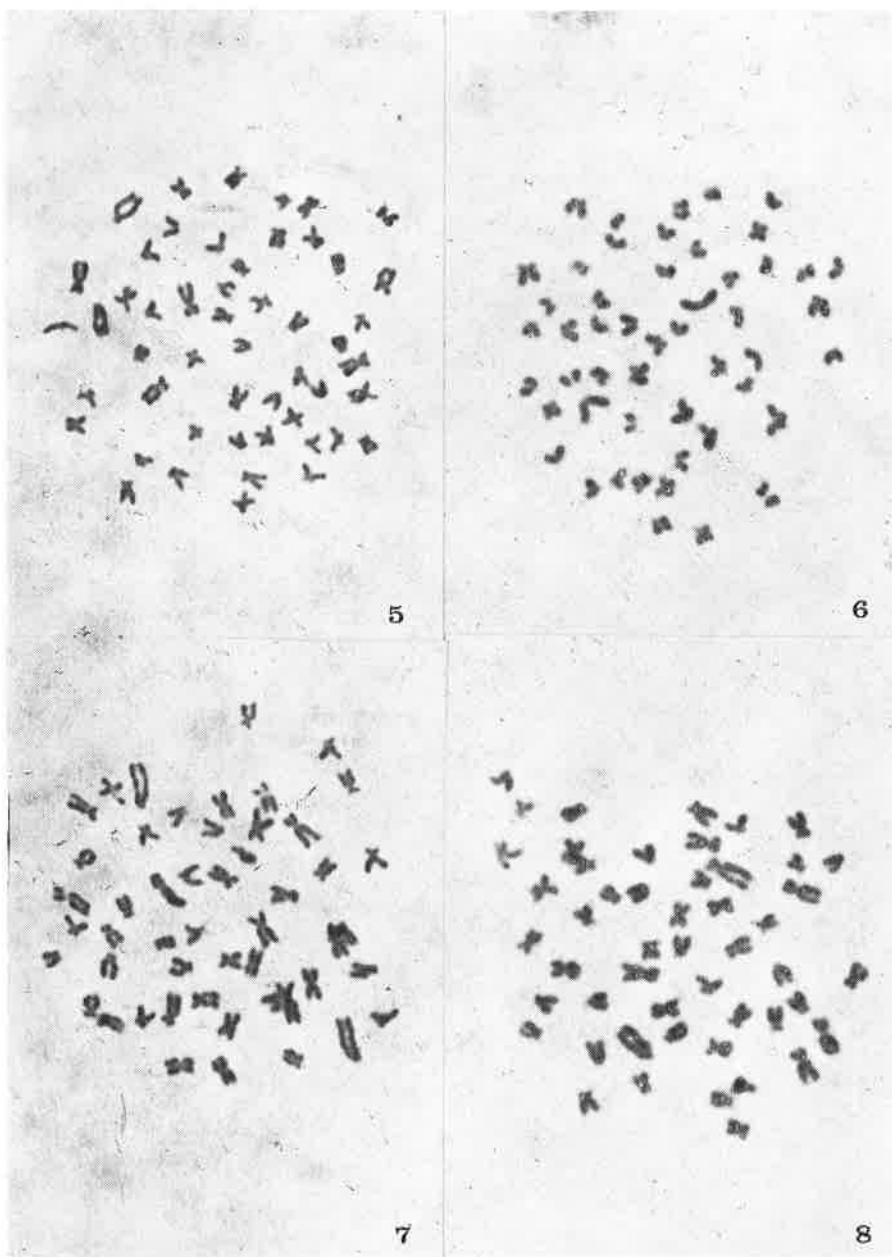
Na osnovu podataka o relativnim i apsolutnim dužinama pojedinih hromosoma, dobivenih premjeravanjem hromosomskog materijala u sedam (pro)metafaznih figura različitog stepena kondenzovanosti (tabela 2), hromosomi su podijeljeni u tri dužinske kategorije. Četiri para hromosoma posmatrane garniture označeni su kao dugi hromosomi, čija se relativna dužina kreće od 50,34 do 62,63 promila (slika 13 i 14). Apsolutna dužina hromosoma ove skupine varira između 2,60 i 3,20 mikrona. Tri para hromosoma

Tabela 2: Vrijednosti relativnih dužina hromosomskih parova *L. cephalus cephalus* dobivene mjerenjem sedam mitotičkih figura različitog stupnja spiralizacije.

Relative length of chromosome pairs of *L. cephalus cephalus* obtained by means of measuring seven mitotic figures with different level of spiralization.

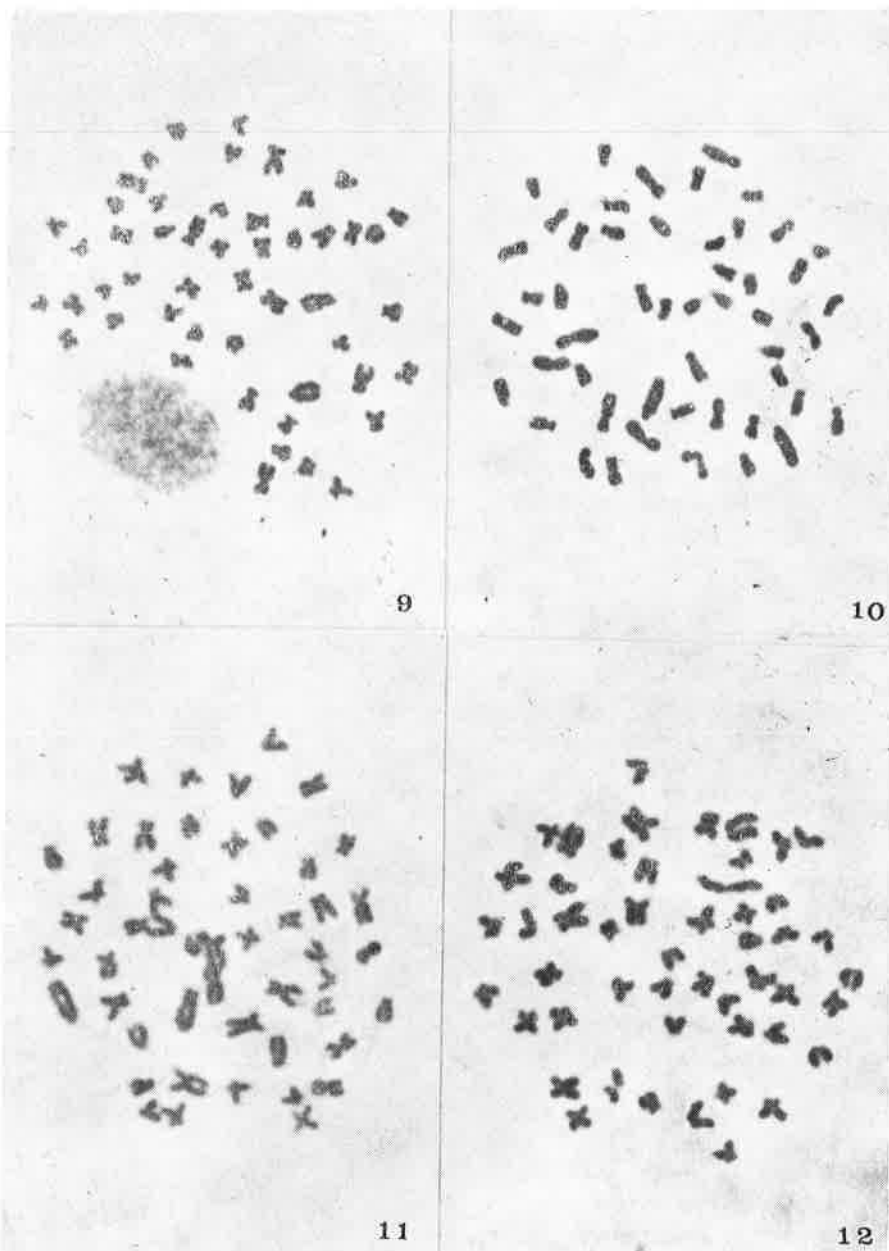
Hromosomski par	M j e r e n j e						
	1	2	3	4	5	6	7
1	65,45	59,06	64,72	65,51	60,93	60,68	62,11
2	60,68	58,16	59,25	60,93	59,74	58,89	51,85
3	55,05	54,07	55,61	55,89	51,37	56,51	54,33
4	52,02	52,70	46,49	48,46	47,79	53,54	51,33
5	47,25	47,71	45,58	45,35	47,79	49,97	47,74
6	43,35	44,53	44,67	44,89	47,19	45,89	42,61
7	42,48	44,07	43,76	43,89	46,00	43,43	41,58
8	42,48	42,71	41,93	43,06	44,80	41,64	41,07
9	42,05	40,89	41,02	41,23	43,01	41,05	41,07
10	41,61	40,44	40,11	41,23	41,82	39,26	41,07
11	39,01	39,98	38,74	38,48	39,43	39,26	40,04
12	38,14	38,16	38,29	38,02	38,23	37,48	39,53
13	37,28	37,26	37,37	37,56	37,63	36,88	39,01
14	36,41	37,26	36,92	37,10	37,04	36,29	39,01
15	35,54	36,35	36,46	36,65	37,04	35,69	38,50
16	34,68	36,35	36,46	36,19	35,84	35,69	37,47
17	34,68	35,89	35,55	34,81	35,84	35,69	34,91
18	34,68	35,44	35,55	33,90	35,84	35,69	34,39
19	33,81	34,08	34,64	32,98	34,05	34,50	33,88
20	33,81	33,17	34,17	32,07	33,45	33,91	32,85
21	33,38	31,80	32,36	32,07	33,45	33,31	32,85
22	32,94	31,80	31,45	32,07	31,06	32,72	31,83
23	29,48	30,90	30,99	30,69	29,87	31,53	31,83
24	27,31	29,99	29,17	29,32	25,69	25,58	31,31
25	26,44	27,26	28,71	27,49	25,09	24,99	30,80

iz ove grupe pripadaju metacentričnom, odnosno submetacentričnom tipu (odnos krakova 1,72 do 2,00). Ovi hromosomi se, s obzirom na dužinu i opšti morfološki izgled, veoma jasno izdvajaju od



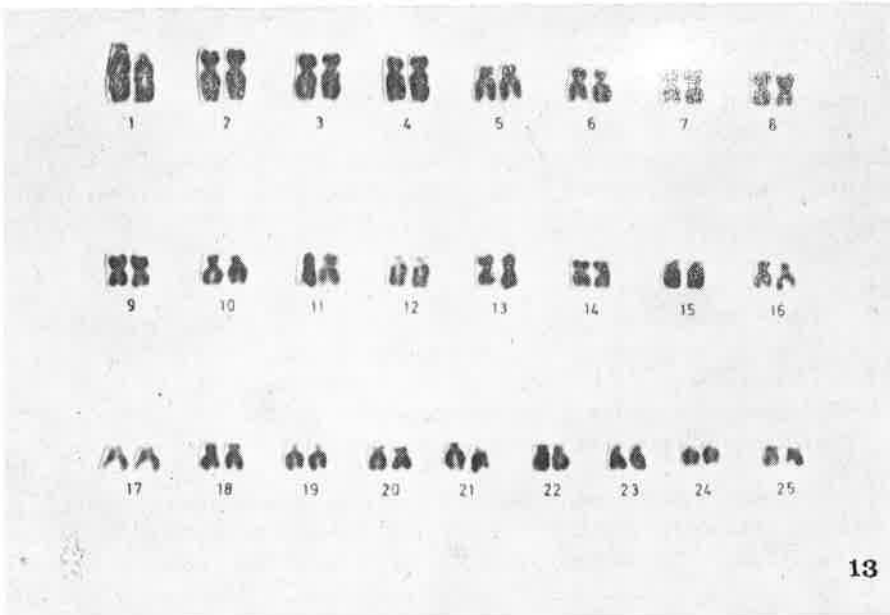
Sl. 5—8: Mitotičke (pro)metafaze u ćelijama bubrežnog epitela *L. cephalus cephalus* (ženke, 2000 ×).

Mitotic (pro)metaphases in the cells of the kidney epithelium of *L. cephalus cephalus* (female, 2000 ×).

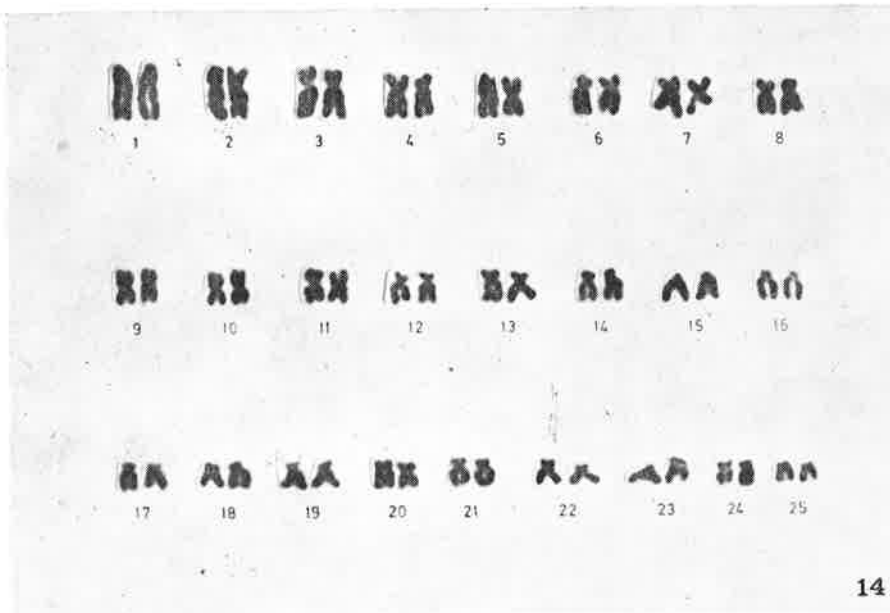


Sl. 9—12: Mitotičke (pro)metafaze u ćelijama bubrežnog epitela *L. cephalus cephalus* (mužjak, 2000 \times).

Mitotic (pro)metaphases in the cells of the kidney epithelium of *L. cephalus cephalus* (male, 2000 \times).

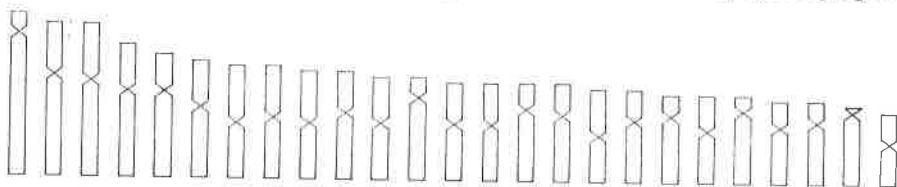


Sl. 13: Kariogram *L. cephalus cephalus* (mužjak).
Karyogram of *L. cephalus cephalus* (male).



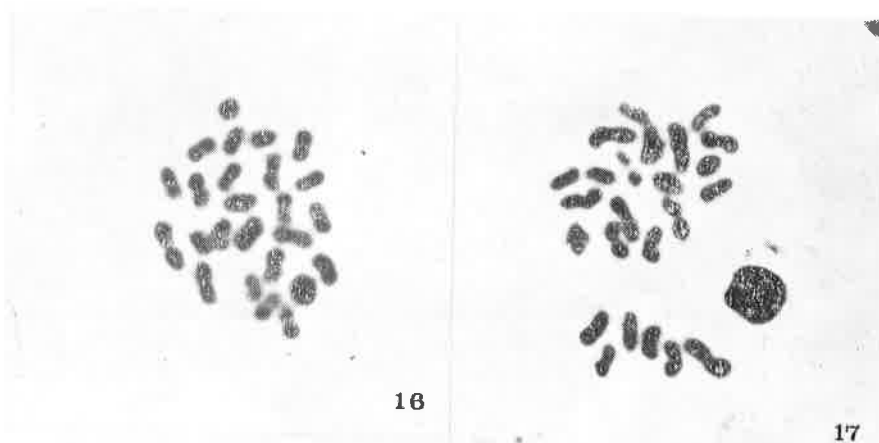
Sl. 14: Kariogram *L. cephalus cephalus* (ženka).
Karyogram of *L. cephalus cephalus* (female).

ostalnih dvokrakih hromosoma u garnituri ove ribe. Jedan par ove skupine (radi se o najdužem hromosomskom paru u posmatranoj garnituri) ima akrocentričnu formu (odnos krakova 6,40). Apsolutna dužina ovog hromosoma iznosi 3,20 mikrona. Zanimljivo je da smo tokom naših istraživanja često primijetili nehomologost homologih hromosoma ovoga para, što smo protumačili kao nejednaku kondenzovanost homologih hromosoma. Ova pojava je pri-



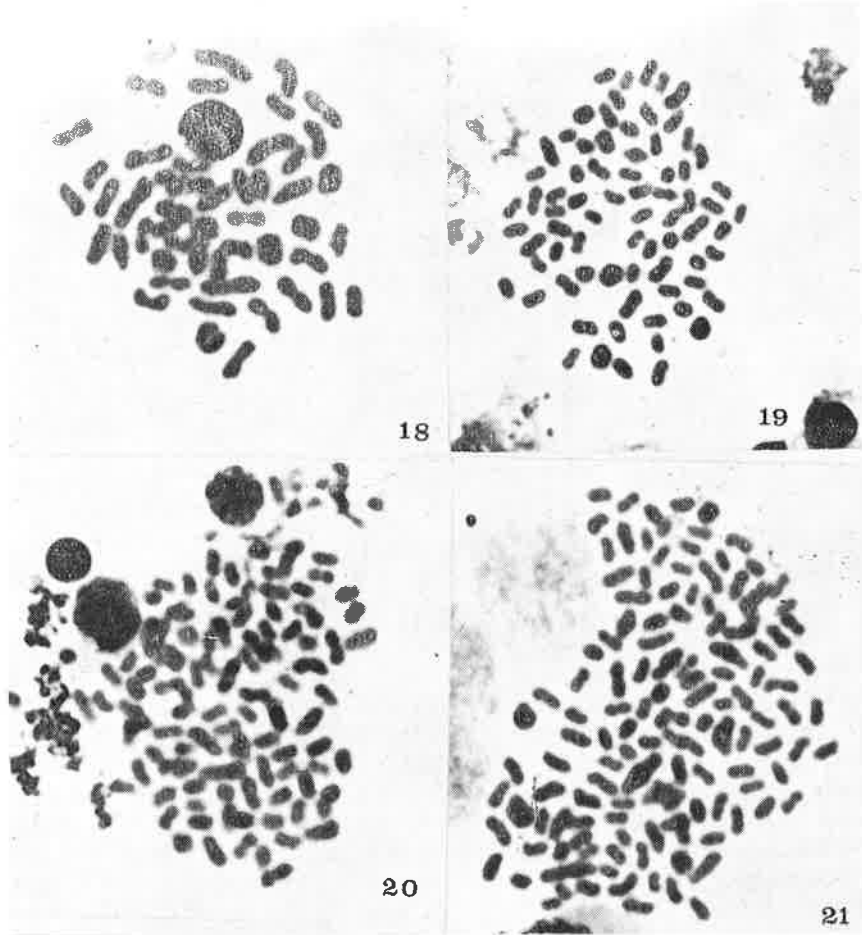
Sl. 15: Haploidni idiogram *L. cephalus cephalus*.
Haploid idiogram of *L. cephalus cephalus*.

mijećena kod raznih organizama i često je dovođena u vezu sa hibridnim porijeklom odgovarajuće hromosomske garniture. Danas se ova pojava tumači činjenicom nejednake spiralizacije hromosome homologih hromosoma (John and Lewis 1965). Tokom analiza je zabilježen i jedan vrlo jasan slučaj translokacije kraćeg kraka submetacentričnog hromosoma iz grupe srednjih hromosoma (vidi sl. 22) na jedan od najdužih akrocentričnih hromosoma. Sstatik u vrijeme eksperimenta. Skupina hromosoma srednje dužine obzirom da je ta pojava registrovana samo u jednoj mitozu (ana je najbrojnija i uključuje 14 hromosomskih parova različite morfologije. Apsolutna dužina hromosoma posmatrane grupe varira od 1,8 do 2,4 mikrona. Za ovu grupu je karakteristična prilična



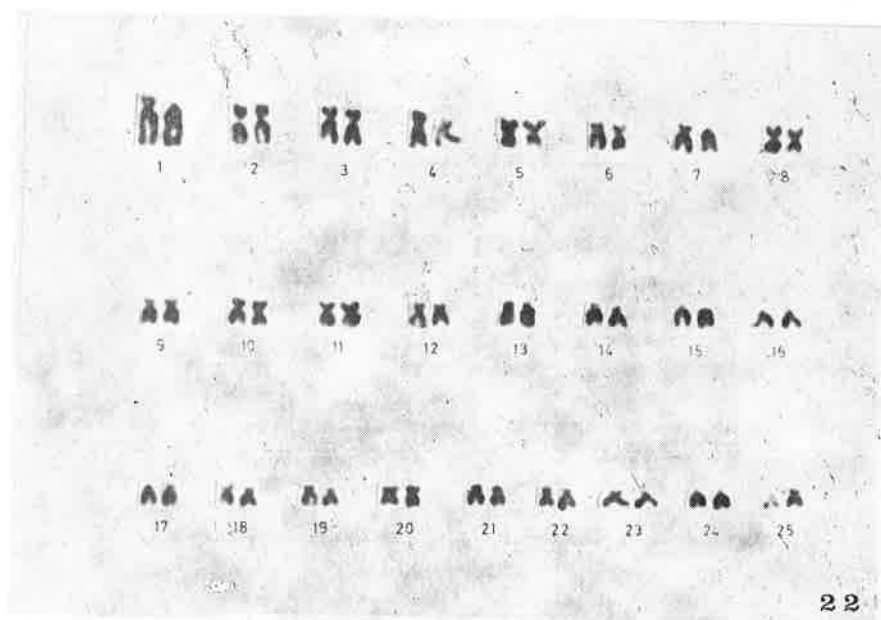
Sl. 16—17: Metafazne figure I mejotičke diobe *L. cephalus cephalus* ($n=25$).
Metaphases of the first meiotic division *L. cephalus cephalus*.

ujednačenost elemenata, tako da se redosljed pojedinih hromosomskih parova u specifičnom kariogramu mora uzimati uslovno. Dvanaest parova hromosoma ove skupine pripada metacentričnom, odnosno submetacentričnom tipu, dok je centramera kod dva para smještena subterminalno (vidi kariogram, sl. 13, parovi 12 i 15). Treća grupa hromosoma, označenih kao kratki, uključuje sedam parova. Apsolutne dužine hromosoma ove grupe variraju između 1,4 ii 1,7 mikrona. Očigledno je da se radi o hromosomima vrlo ujednačenih dužina. Četiri para hromosoma ove skupine imaju



Sl. 18—21: Poliploidne figure I mejotičke diobe u sjemenicima *L. cephalus cephalus* (tetraploidna, heksaploidna, oktoploidna, 9 — ploidna).
 Polyploid first meiotic division in the testes of *L. cephalus cephalus* (tetraploid, hexaploid, oktoploid, 9 — ploid).

terminalno i subterminalno položenu centromeru, dok se kod tri para ona nalazi medijalno ili submedijalno. U nekoliko mitozna žen- skih jedinki, a to je i ranije istaknuto, primijećen je po jedan hromosom iz grupe kratkih hromosoma sa relativno dobro uoč- ljivim heterohromatičnim nastavcima na kraćim kracima. Odgo- varajući homolog nama pomenute nastavke, kao ni ostali hro- mosomi iste dužinske grupe. Slične pojave su otkrivene i kod još nekih predstavnika roda *Leuciscus*, koji su obuhvaćeni našim istra- živanjima. Rasparenost hromosoma kod *L. cephalus* su otkrili i

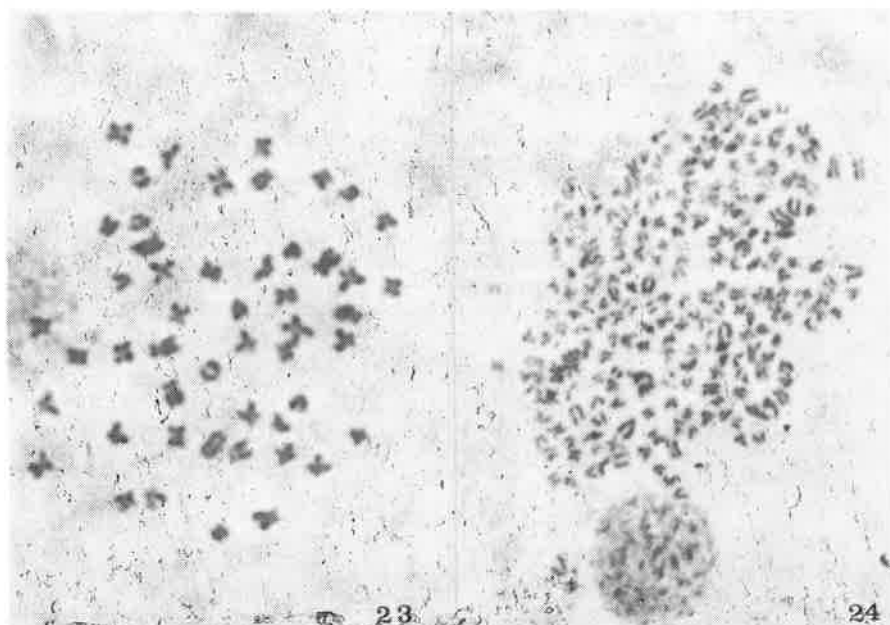


Sl. 22: Kariogram *L. cephalus cephalus* sa translokacijom 7/1.
Karyogram of *L. cephalus cephalus* with translocation 7/1.

italijanski istraživači Fontana et al. (1970), ali ne u obliku hetero- hromatičnih nastavaka, nego kao razlike u dužini i opštoj mor- fologiji jednog hromosomskog para. Pomenuti autori ne navode polnu pripadnost primjerka kod koga su otkrili raspar hromo- soma, niti se upuštaju u objašnjavanje ove pojave.

Sprovedena istraživanja mejoze u osnovi su potvrdila nalaze o diploidnom broju hromosoma ($2n=50$); većina analiziranih figura prve mejotičke diobe (metafaza I) sadržavala je očekivani haploj- dni broj $n=25$, sl. 16 i 17. Pored toga, tokom istraživanja mejoze, evidentiran je i znatan broj metafaznih figura I mejotičke diobe sa upadljivo većim brojem »hromosomskih jedinica«. Saglasno nekim našim ranijim nalazima varijabilnog mejotičkog broja hro- mosoma kod nekih riba (Sofradžija et al. 1972, Sofradžija i Ber-

berović 1972, 1975), i ovdje se termin »hromosomska jedinica« upotrebljava zbog toga što u svim slučajevima »nenormalnih« mejoza nismo bili u mogućnosti utvrditi »rang« pojedinih mejotičkih hromosomskih struktura (univalenti, bivalenti i drugo). Među »nenormalnim« mejozama je evidentiran veoma različit nivo ploidnosti. Najveći broj takvih figura, međutim, sadržavao je tetraploidan, heksaploidan i oktoploidan broj hromosoma (vidi prikazane slike 18—21). Mejoze sa pomenutim ploiditetom sadržavale su posve normalne bivalente, ni po čemu različite od »normalnih« haploid-



Sl. 23—24: Spermatogonijalne mitotičke figure *L. cephalus cephalus* (diploidna i oktoploidna).

Spermatogonial mitoses, diploid and octoploid of *L. cephalus cephalus*.

nih mejoza. Na temelju izvršenih proračuna zaključeno je da se u mejozi ispitivanih mužjaka *L. cephalus cephalus* nalazi oko 10% poliploidnih mejoza

Paralelno s analizom mejoze, istraživane su i spermatogonijalne mitoze. Pored »normalnih« spermatogonijalnih mitoz, koje su sadržavale diploidni broj hromosoma ($2n=50$), primijećene su i vrlo brojne mitoze različitog nivoa ploidnosti koje su u nekim slučajevima sadržavale i po nekoliko stotina hromosoma (vidi sl. 24). Broj poliploidnih iznosi oko 10% od ukupnog broja spermatogonijalnih mitoz. Izuzev dimenzija, hromosomi poliploidnih mitoz,

po svojoj morfologiji, u svemu lične na hromosome normalnih mitozu. Utvrđeno je, naime, da su hromosomi poliploidnih mitozu znatno manji od normalnih; konstatovana je negativna korelacija između apsolutne veličine hromosoma i nivoa ploidnosti odgovarajuće ćelije (uporedi sl. 23 i 24). Što se tiče tumačenja ove pojave, može se reći da u literaturi nema nikakvih podataka, a malo je vjerovatno da je isključivo poliploidija uzrok ovoj pojavi.

U tabeli 3. prikazani su podaci o morfološkim i morfometrijskim karakteristikama hromosomske garniture ispitivanog oblika roda *Leuciscus*.

Tabela 3: Osnovni podaci o morfološkim i merističkim karakteristikama hromosomske garniture *L. cephalus cephalus*.

Basic data on the morphological and meristic properties of the chromosome set of *L. cephalus cephalus*.

Hromosomski par	Relativna dužina	Apsolutna dužina (u mikronima)	Centromerni indeks	Odnos krakova	Kategorija
1	62,63	3,20	12,50	6,40	t
2	58,50	3,00	33,33	2,00	sm
3	54,26	3,00	36,67	1,70	sm
4	50,34	2,60	34,62	1,88	sm
5	47,34	2,40	29,17	2,42	sm
6	44,72	2,30	59,13	1,55	M
7	43,61	2,20	50,00	1,00	M
8	42,52	2,20	45,45	1,20	M
9	41,47	2,10	47,62	1,00	M
10	40,79	2,10	38,10	1,63	M
11	39,27	2,00	45,00	1,22	M
12	38,26	2,00	20,00	4,00	t
13	37,57	1,90	42,11	1,38	M
14	37,14	1,90	42,11	1,38	M
15	36,60	1,90	26,32	8,50	T
16	36,09	1,90	31,58	2,17	sm
17	35,33	1,80	50,00	1,00	M
18	35,07	1,80	33,33	2,00	sm
19	33,99	1,70	23,53	3,25	t
20	33,34	1,70	41,18	1,43	M
21	32,74	1,70	17,65	4,67	t
22	31,98	1,60	31,25	2,20	sm
23	30,75	1,60	25,00	4,33	t
24	28,33	1,50	6,67	14,00	T
25	27,25	1,40	35,71	1,33	M

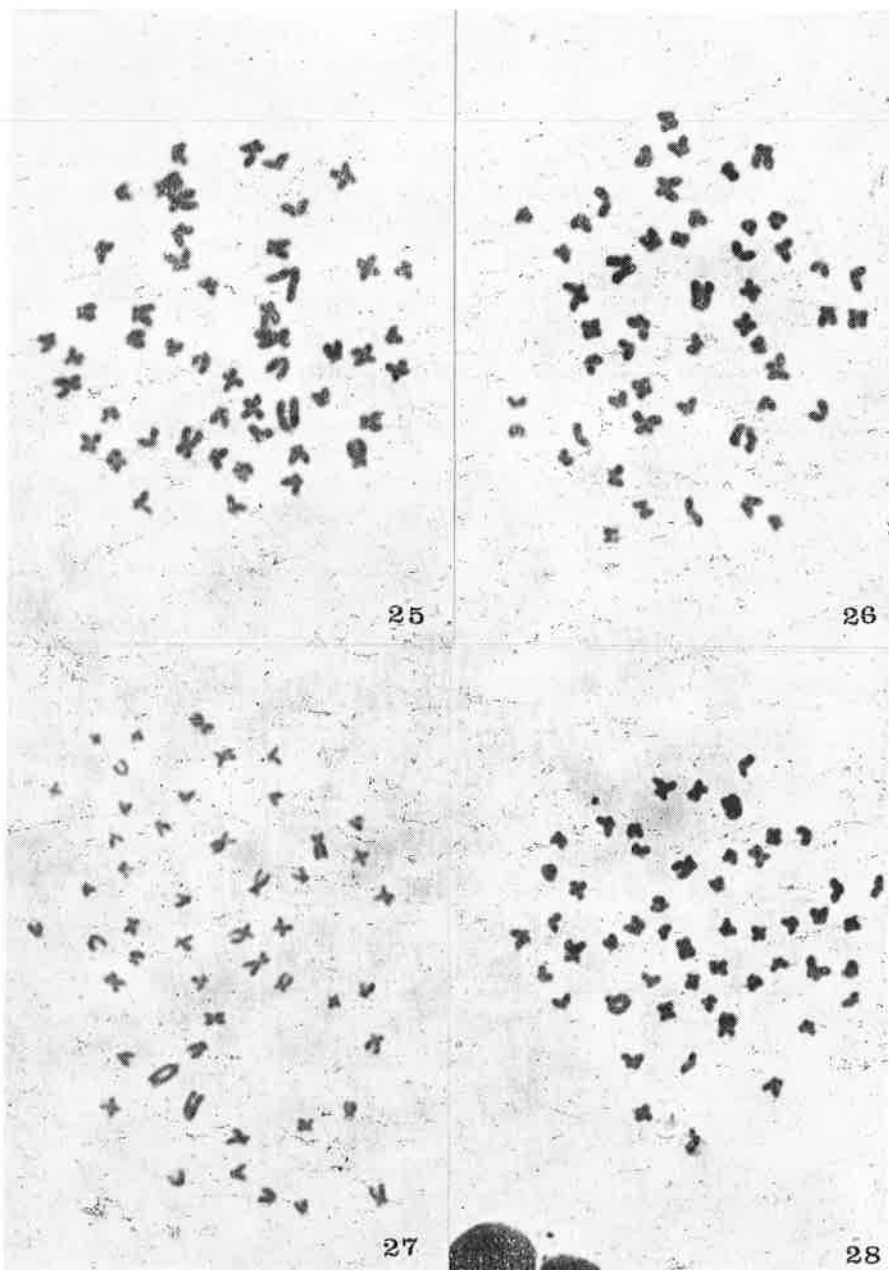
3.1.2. *Leuciscus cephalus albus*

Podaci o kariološkim osobenostima ovog oblika dobiveni su uporednom analizom mitoza u bubrežnom epitelu i analizom mejoze u sjemenicima.

Analizom više od dvije stotine C-mitoza u ćelijama bubrežnog epitela utvrđeno je da diploidni hromosomski broj *L. cephalus albus* iznosi 50 ($2n=50$), sl. 25—30. Konstatovani hromosomski broj je nađen u svim ćelijama koje su ocijenjene pogodnim za analizu, pa se može tvrditi da ispitivano tkivo ove ribe ima stalan broj hromosoma. Isto tako treba reći da nisu primijećene bilo kakve razlike u broju hromosoma među polovima.

Morfološka struktura kariotipa studirana je na najpovoljnijim prometafaznim figurama, u kojima su hromosomi bili vidljivo Ukupan broj hromosomskih krakova (»fundamentalni broj«), preračunatih i 14 akrocentričnih, odnosno telecentričnih hromosoma. Podijeljeni na dvije hromatide, odnosno na kojima se sa dovoljno sigurnosti mogao odrediti položaj centromere. Na temelju inspekcije takvih mitoza utvrđeno je da se diploidna hromosomska garnitura *L. cephalus albus* sastoji od 36 metacentričnih i submetacentričnih mitotičkih hromosoma (NF=86). Na osnovu rekonstrukcije specifičnog kariograma i sprovedenih kariometrijskih pretraga utvrđeno je da u kategoriji dvočunat iz broja dvokrakih i jednokrakih hromosoma, iznosi 86 krakih hromosoma (metacentrični i submetacentrični) ima 13 parova sa medijalno smještenom centromerom i četiri para kod kojih se centromera nalazi submedijalno. Grupu jednokrakih hromosoma sačinjavaju četiri para subteloцентриčnog i tri para telocentričnog tipa, sl. 31, 32 i 33. Našim istraživanjima nisu evidentirane bilo kakve razlike u morfološkoj strukturi kariotipa između mužjaka i ženki.

Prezentirani podaci o morfološkim i kariometrijskim osobenostima *L. cephalus albus*, kao i kod ostalih analiziranih oblika roda *Leuciscus*, dobiveni su premjeravanjem cjelokupnog hromosomskog materijala u sedam kolhicinskih mitoza različitog stepena kondenzovanosti hromosoma. Podaci o relativnim dužinama hromosoma iz pojedinačnih mjerenja prikazani su u tabeli 4. Na osnovu podataka o srednjim vrijednostima relativnih i apsolutnih dužina, hromosomi posmatrane garniture podijeljeni su u tri dužinske kategorije (dugi, srednji i kratki). Apsolutne dužine hromosoma ove skupine variraju između 2 i 2,5 mikrona. Najduži hromosomski par pripada kategoriji telocentričnih hromosoma (odnos krakova 7,33, a centromerni indeks 12,00%). Ostala tri para posmatrane skupine imaju medijalno položenu centromeru (odnos krakova 1,20 — 1,50, a centromerni indeks od 40,00 — 45,45%). Ova tri para metacentričnih hromosoma se, u odnosu na ostale metacentrične hromosome u garnituri jasnije izdvajaju, kako po dužini tako i po opštem obliku. Položaj pojedinih parova ovih hromosoma u spe-



Sl. 25—28: Mitotičke (pro)metafaze u ćelijama bubrežnog epitela *L. cephalus albus* (mužjak, 2000 \times).

Mitotic (pro)metaphases in the cells of the kidney epithelium of *L. cephalus albus* (male, 2000 \times).

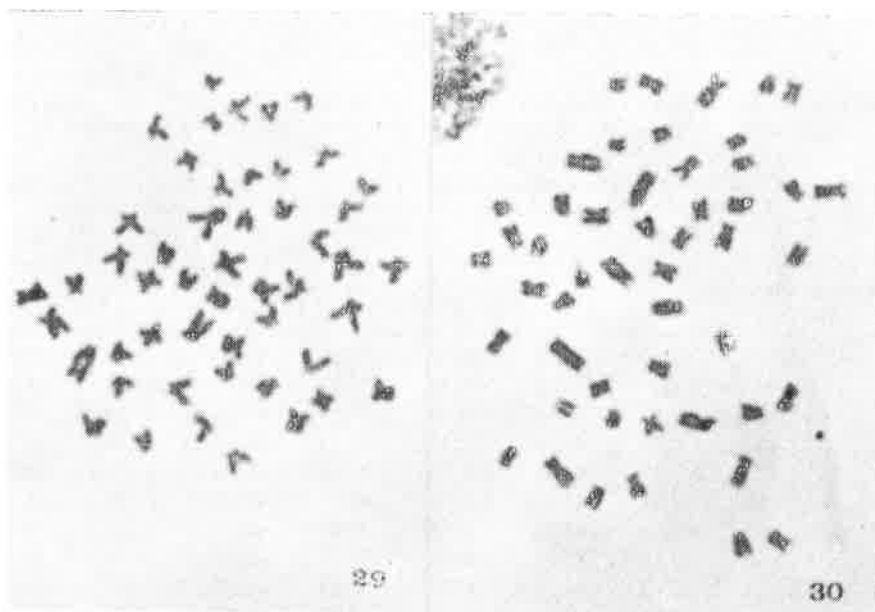
cifičnom kariogramu je vrlo stabilan. Grupa hromosoma srednje dužine obuhvata 13 parova hromosoma relativno ujednačenih dužina, ali vrlo različite morfološke slike. Četiri para hromosoma ove skupine imaju subterminalno ili terminalno položenu centromeru (centromerni indeks: 6,25 — 13,33%, a odnos krakova 6,50 — 15,00). Devet parova te skupine imaju medijalno ili submedijalno smještenu centromeru (odnos krakova: 1,05 — 1,95, a centromerni indeks 40,00 — 50,00%). Za ovu grupu hromosoma je karakteristična prilična ujednačenost dužina, tako da se položaj pojedinih homologih parova u kariogramu mora posmatrati krajnje uslovno. Ova konstatacija naročito važi za hromosomske parove od rednog broja 9 — 17 (vidi prikazane kariograme i idiogram). I na kraju, osam

Tabela 4: Vrijednosti relativnih dužina hromosomskih parova *L. cephalus albus* dobivene mjerenjem sedam mitotičkih figura različitog stupnja spiralizacije.

Relative length of chromosome pairs of *L. cephalus albus* obtained by means of measuring seven mitotic figures with different level of spiralizaton.

Hromosomski par	M j e r e n j e						
	1	2	3	4	5	6	7
1	67,36	62,70	60,37	59,81	62,46	61,19	61,97
2	55,05	55,68	56,41	56,33	58,91	55,22	55,77
3	53,76	52,43	54,43	54,59	54,65	52,99	54,22
4	50,52	49,19	50,47	50,52	48,57	51,49	49,57
5	47,93	45,95	48,49	46,46	46,84	49,25	48,02
6	46,63	44,32	44,04	44,13	45,42	44,78	44,93
7	44,69	42,70	42,55	42,97	44,00	43,29	42,60
8	43,39	41,08	42,06	41,81	41,87	41,79	41,05
9	42,10	41,08	41,56	40,65	40,45	40,30	39,50
10	40,80	40,00	40,08	40,07	39,74	40,30	38,73
11	40,16	39,46	39,09	39,49	39,74	40,30	38,73
12	40,16	38,92	37,61	38,33	38,33	38,06	38,73
13	38,86	38,38	37,61	37,75	37,62	37,31	38,73
14	38,86	37,84	37,61	37,17	36,91	37,31	37,96
15	37,56	37,30	37,11	37,17	36,91	35,82	37,18
16	36,27	36,76	36,62	36,00	36,20	35,82	37,18
17	35,62	36,22	35,63	36,00	35,49	35,82	36,41
18	34,33	35,68	34,64	34,84	55,49	34,33	35,63
19	33,03	35,14	34,64	34,84	34,07	34,33	34,86
20	32,38	34,59	34,64	34,84	33,36	34,33	34,08
21	30,44	33,51	34,14	34,84	32,65	33,58	34,08
22	29,79	31,89	33,65	32,52	31,94	32,09	32,53
23	28,50	31,35	31,67	31,36	30,52	31,34	30,98
24	27,85	29,73	27,71	29,62	29,10	29,85	29,43
25	23,96	28,11	27,21	27,87	28,39	29,10	27,11

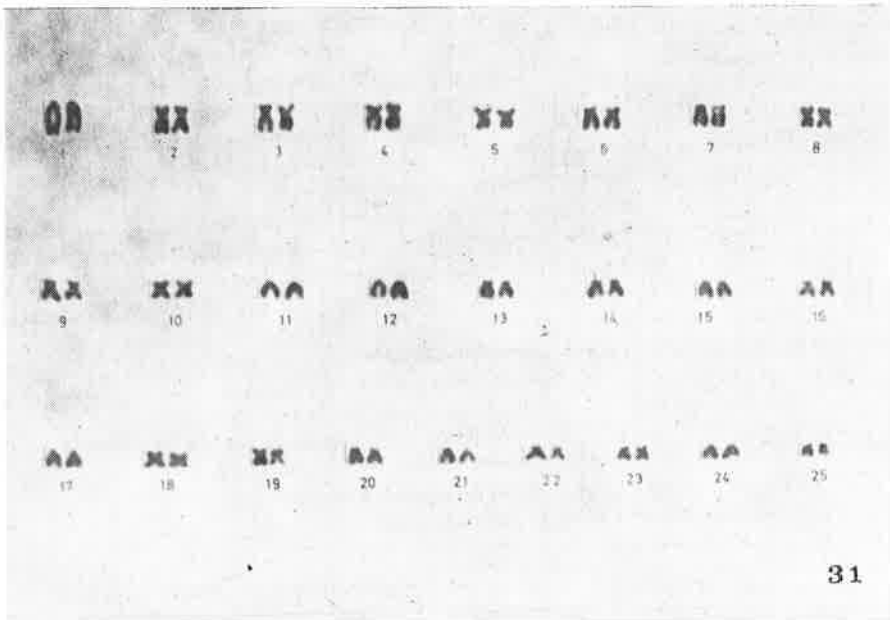
hromosomskih parova označeni su kao kratki. I hromosome ove grupe karakteriše ujednačenost njihovih dužina; razlika u relativnim dužinama između najdužeg i najkraćeg para ove grupe iznosi svega 7 hiljaditih (vidi prikazanu tabelu 5). Šest parova iz ove skupine pripada metacentričnom, odnosno submetacentričnom tipu, dok je centromera kod dva para smještena subterminalno. Dva para metacentričnih hromosoma su međusobno veoma slični, tako da je stvarna homologizacija među njima veoma otežana (vidi prikazane kariograme, sl. 31 i 32: parovi 18 i 19). To isto vrijedi



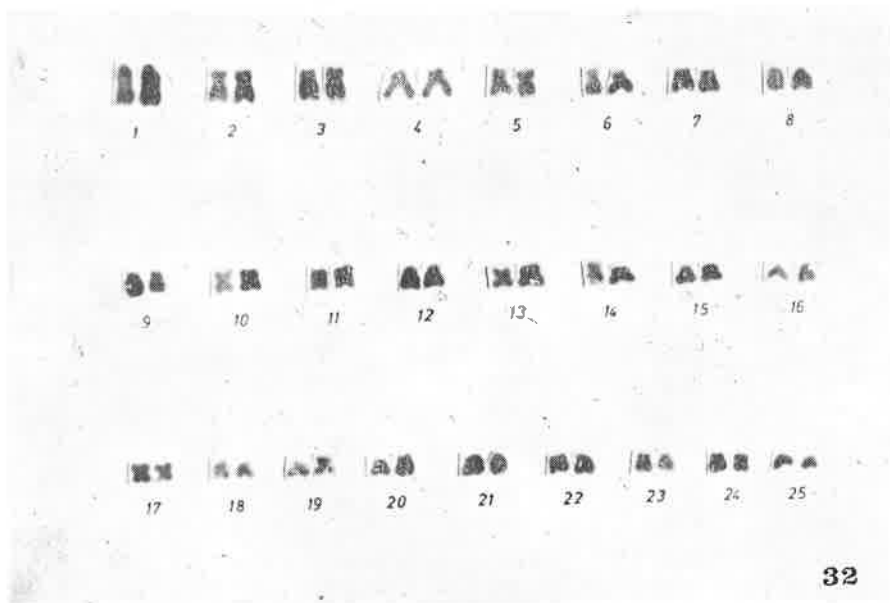
Sl. 29—30: Mitotičke (pro)metafaze u ćelijama bubrežnog epitela *L. cephalus albus* (ženka, 2000 \times).

Mitotic (pro) metaphases in the cells of the kidney epithelium of *L. cephalus elbus* (female, 2000 \times).

i za dva para hromosoma kod kojih se centromera nalazi subterminalno (vidi iste slike). Dužina najkraćeg hromosoma u garnituri ove ribe iznosi 1,10 mikrona, tj. 2,27 puta je kraći od najdužeg. Podjela hromosoma na dužinske kategorije u ovom slučaju je više formalne prirode, nego što se hromosomi mogu stvarno dijeliti u pomenute grupe. U stvari, kariotip ove ribe, kao što se iz prikazanog pregleda može zaključiti, sastoji se od elemenata veoma ujednačenih dužina, te bi, strogo govoreći, podjela na duge, srednje i kratke hromosome zapravo vodila pogrešnom zaključku o njihovim stvarnim dužinama u posmatranoj garnituri. Zato se podjela na dužinske kategorije mora smatrati uslovnom.



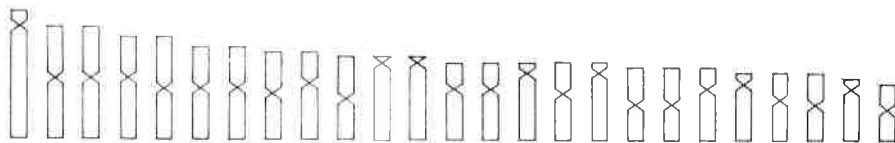
Sl. 31: Kariogram *L. cephalus elbus* (mužjak).
Karyogram of *L. cephalus elbus* (male).



Sl. 32: Kariogram *L. cephalus albus* (ženka).
Karyogram of *L. cephalus albus* (female).

Podaci o kariometrijskim i morfološkim osobenostima hromosomske garniture *L. cephalus albus* prikazani su u tabeli 5.

Analizom mejoze u sjemenicima konstatovano je da većina metafaznih figura I mejotičke diobe sadrži očekivani haploidni broj bivalenata, $n=25$ (sl. 34 i 35). Pored toga, primijećen je izvjestan

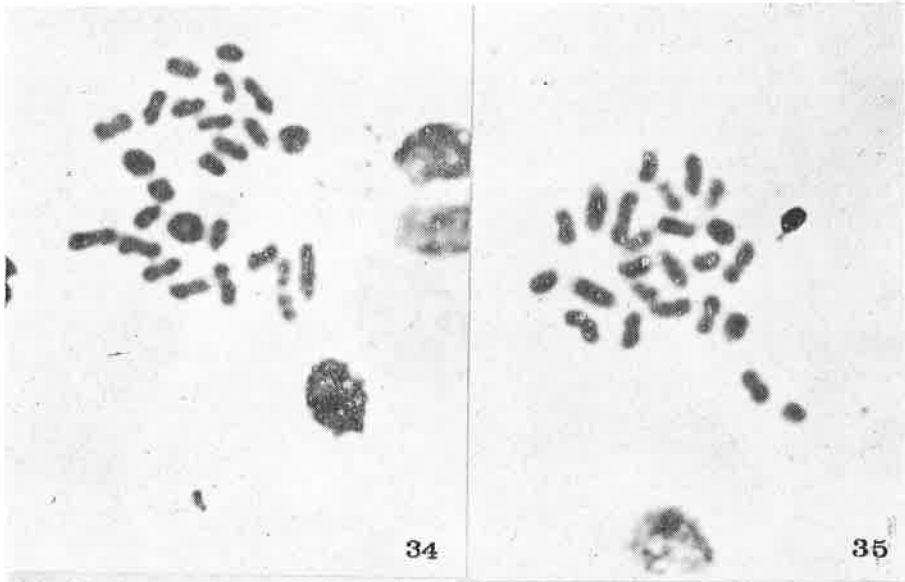


Sl. 33: Haploidni idiogram *L. cephalus albus*.
Haploid idiogram of *L. cephalus albus*.

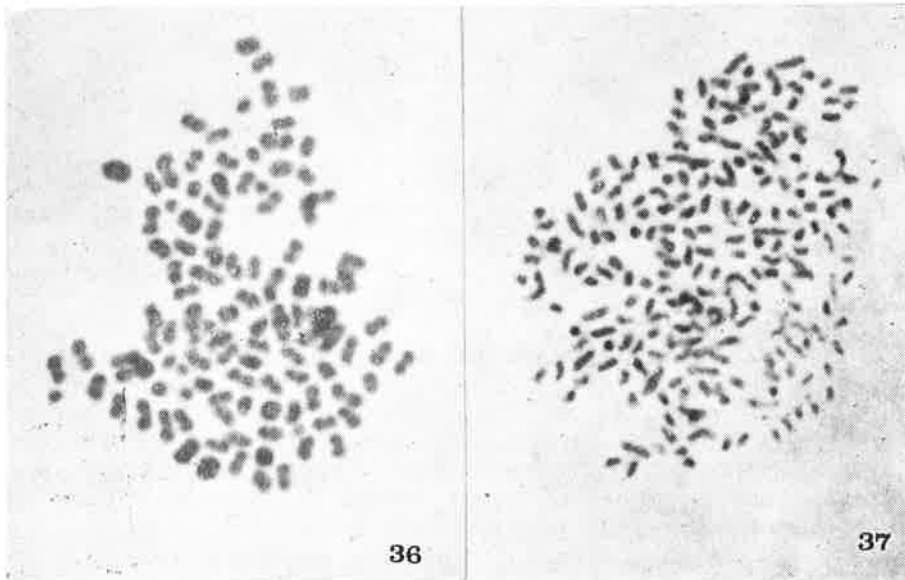
Tabela 5: Osnovni podaci o morfološkim i merističkim karakteristikama hromosomske garniture *L. cephalus albus*.

Basic data on the morphological and meristic properties of the chromosome set of *L. cephalus albus*.

Hromosomski par	Relativna dužina	Apsolutna dužina (u mikronima)	Centromer- ni indeks	Odnos krakova	Kategorija
1	62,27	2,50	12,00	7,33	T
2	56,19	2,20	45,45	1,20	M
3	53,87	2,20	45,45	1,20	M
4	50,10	2,00	40,00	1,50	M
5	47,56	2,00	50,00	1,00	M
6	44,89	1,80	44,44	1,25	M
7	43,26	1,80	44,44	1,25	M
8	41,86	1,70	47,06	1,13	M
9	40,81	1,70	35,29	1,83	sm
10	39,96	1,60	50,00	1,00	M
11	39,57	1,60	6,25	15,00	T
12	38,59	1,60	6,25	15,00	T
13	38,04	1,50	33,33	2,00	sm
14	37,67	1,50	33,33	2,00	sm
15	37,01	1,50	13,33	6,50	t
16	36,41	1,50	10,00	1,50	M
17	35,88	1,50	13,33	6,50	t
18	34,99	1,40	50,00	1,00	M
19	34,42	1,40	50,00	1,00	M
20	34,03	1,40	28,57	2,50	sm
21	33,32	1,30	15,38	5,50	t
22	32,06	1,30	38,46	1,60	M
23	30,82	1,30	46,15	1,17	M
24	29,04	1,20	16,37	5,00	t
25	27,39	1,10	45,45	1,20	M

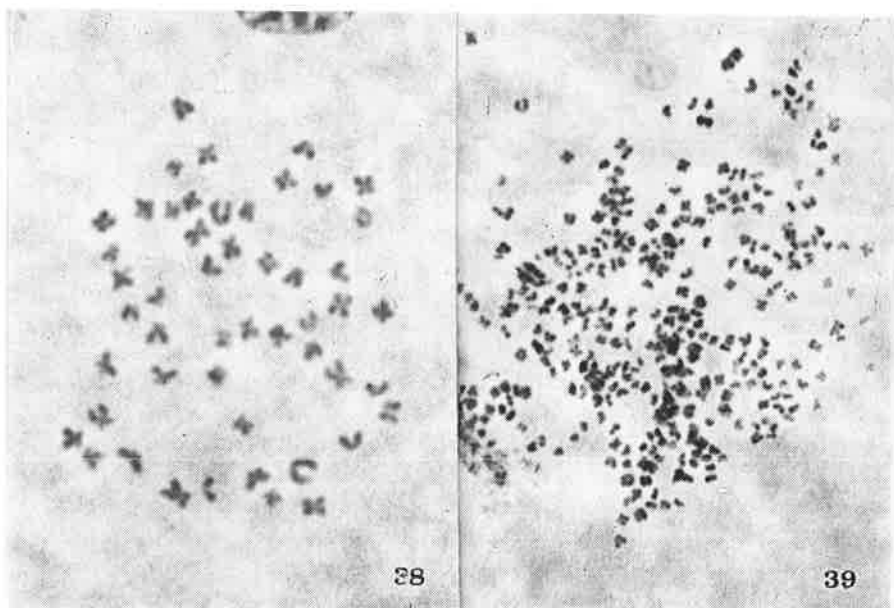


Sl. 34—35: Metafazne figure I mejotičke diobe u sjemenicima *L. cephalus albus* (n=25).
 Metaphases of the first meiotic division *L. cephalus albus* (n=25).



Sl. 36—37: Poliploidne mejotičke figure u sjemenicima *L. cephalus albus* (tetraploidna i oktoploidna).
 Polyploid first meiotic division in the testes of *L. cephalus albus* (tetraploid and octoploid).

broj mejotičkih figura koje su sadržavale znatno veći broj mejotičkih »hromosomskih jedinica« (sl. 36 i 37). Nismo se detaljnije bavili istraživanjima nivoa ploidnosti takvih mejoza, ali je jasno da se radi o vrlo različitom ploiditetu. Zapaženo je, naime, da su »hromosomske jedinice« poliploidnih mejoza znatno manjih dimenzija u poređenju sa »normalnim« (uporedi prikazane mikrografije); prema slobodnoj procjeni, učestalost poliploidnih mejoza iznosi oko 5% od ukupno analiziranih mejotičkih figura.



Sl. 38—39: Spermatogonijalne mitoze *L. cephalus albus* (diploidna i oktoploidna).

Spermatogonial mitoses of *L. cephalus albus* (diploid and octoploid).

Uporedo s analizom mejoze, posmatrane su i spermatogonijalne mitoze. Najveći broj spermatogonijalnih mitoza sadržavao je diploidni hromosomski broj $2n=50$ (sl. 38). Evidentiran je, međutim, i izvjestan broj spermatogonijalnih mitoza sa izrazito većim brojem hromosoma (vidi sl. 39). Broj hromosoma u takvim mitozama iznosio je, ponekad, i više stotina. Kao što je rečeno, za hromosome poliploidnih mejoza i ovdje vrijedi konstatacija da su hromosomi poliploidnih mitoza upadljivo manji od normalnih diploidnih ćelija. Izgleda da postoji negativna korelacija između hromosomskih dimenzija i stepena ploiditeta, što otvara mnoga pitanja. Procenat poliploidnih mitoza je, prema slobodnoj procjeni, jednak procentu poliploidnih mejoza.

3.1.3. *Leuciscus svallize svallize*

Ostvareni podaci o kariološkim osobinama *Leuciscus svallize svallize* dobiveni su uporednom analizom mitozu u bubrežnom epitelu i analizom mejoze u sjemenicima, kao i analizom spermatogonijalnih mitozu. Određivanje diploidnog hromosomskog broja sprovedeno je putem analize više od 500 (pro)metafaznih figura u bubrežnom epitelu i stotinjak spermatogonijalnih mitozu. Na osnovu toga utvrđeno je da diploidni broj hromosoma *L. svallize svallize* iznosi 50 ($2n=50$) (sl. 40—51). U našim istraživanjima nisu primijećena bilo kakva odstupanja od pomenutog hromosomskog broja, kako kod mužjaka tako i kod ženki, pa se može konstatovati da ispitivana mitotička tkiva karakteriše stalan broj hromosoma.

Detaljnija analiza morfoloških i numeričkih odlika kariotipa sprovedena je na dvadeset najuspjelijih (pro)metafaza u kojima su hromosomi jasno ispoljavali detalje svoje morfologije. Zadovoljavajući kvalitet analiziranih mitotičkih figura je omogućavao da se sa dosta preciznosti odredi kojem tipu, s obzirom na položaj centromere, pripadaju pojedini elementi hromosomske garniture. *L. svallize svallize*. Rekonstrukcija specifičnog kariograma učinjena je prema kriterijumima opisanim u prethodnom odjeljku. Analizom specifičnog kariograma (sl. 52 i 53), kao i na osnovu kariometrijskih pretraga, utvrđeno je da se diploidna hromosomska garnitura *L. svallize svallize* sastoji od 16 parova dvokrakih i 9 parova jednokrakih hromosoma. Kategoriju dvokrakih hromosoma sačinjava 10 parova metacentričnih i 6 parova submetacentričnih hromosoma. U grupi jednokrakih hromosoma nalazi se 6 parova hromosoma kod kojih se centromera nalazi subterminalno (akrocentrično) i 3 para sa terminalno smještenom centromerom (telocentrični hromosomi). Ukupan broj hromosomskih krakova, preračunat iz broja dvokrakih i jednokrakih hromosoma, iznosi 82 ($NF=82$) (vidi prikazane kariograme i rekonstrukciju haploidnog idiograma: sl. 52, 53 i 54). Našim analizama nisu konstatovane bilo kakve razlike u morfološkoj strukturi kariotipa među polovima.

Poduzete su i relativno obimne kariometrijske analize bazirane, u prvom redu, na premjeravanju hromosomskog materijala u mitotičkim figurama različitog stepena kondenzovanosti hromosoma. U tabeli 6 prikazani su podaci o relativnim dužinama hromosomskih parova iz 7 analiziranih mitotičkih figura.

Na temelju pribavljenih podataka o srednjim relativnim i apsolutnim dužinama hromosoma posmatranog hromosomskog komplekta, hromosomi su podijeljeni u tri dužinske kategorije (dugi, srednji i kratki). Treba, međutim, odmah naglasiti da hromosomsku garnituru ove ribe karakteriše veoma blago opadanje dužine u funkciji rednog broja hromosoma. Zbog toga razdiobu hromosoma na pomenute kategorije treba smatrati uslovnom. U garnituri

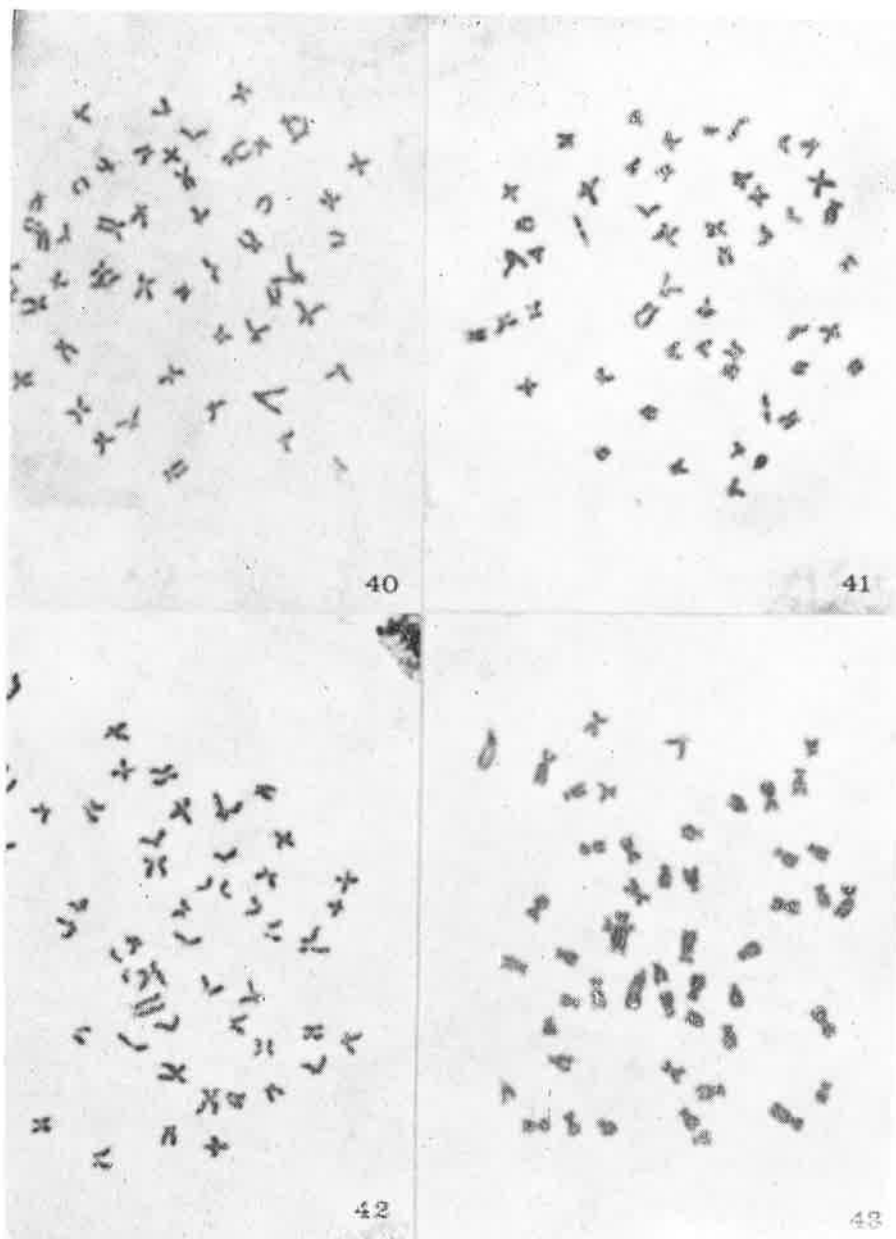
L. svallize svallize, nalazimo tri pada dugih hromosoma tih dimenzija (relativna dužina se kreće od 53,58 — 62,38 promila: hromosomski parovi 1 — 3, vidi prikazane kariograme). Prvi par iz ove grupe, s obzirom na položaj centromere, pripada akrocentričnom tipu hromosoma (uvažavajući odnos krakova 5,36 i centromerni indeks 19,34). Srednja dužina homologih hromosoma ovog para iznosi 2,9 mikrona. Ostala dva para hromosoma ove grupe imaju

Tabela 6: Vrijednosti relativnih dužina hromosomskih parova *L. svallize svallize* dobivene mjerenjem sedam mitotičkih figura različitog stupnja spiralizacije.

Relative length of chromosome pairs of *L. svallize svallize* obtained by means of measuring seven mitotic figures with different level of spiralization.

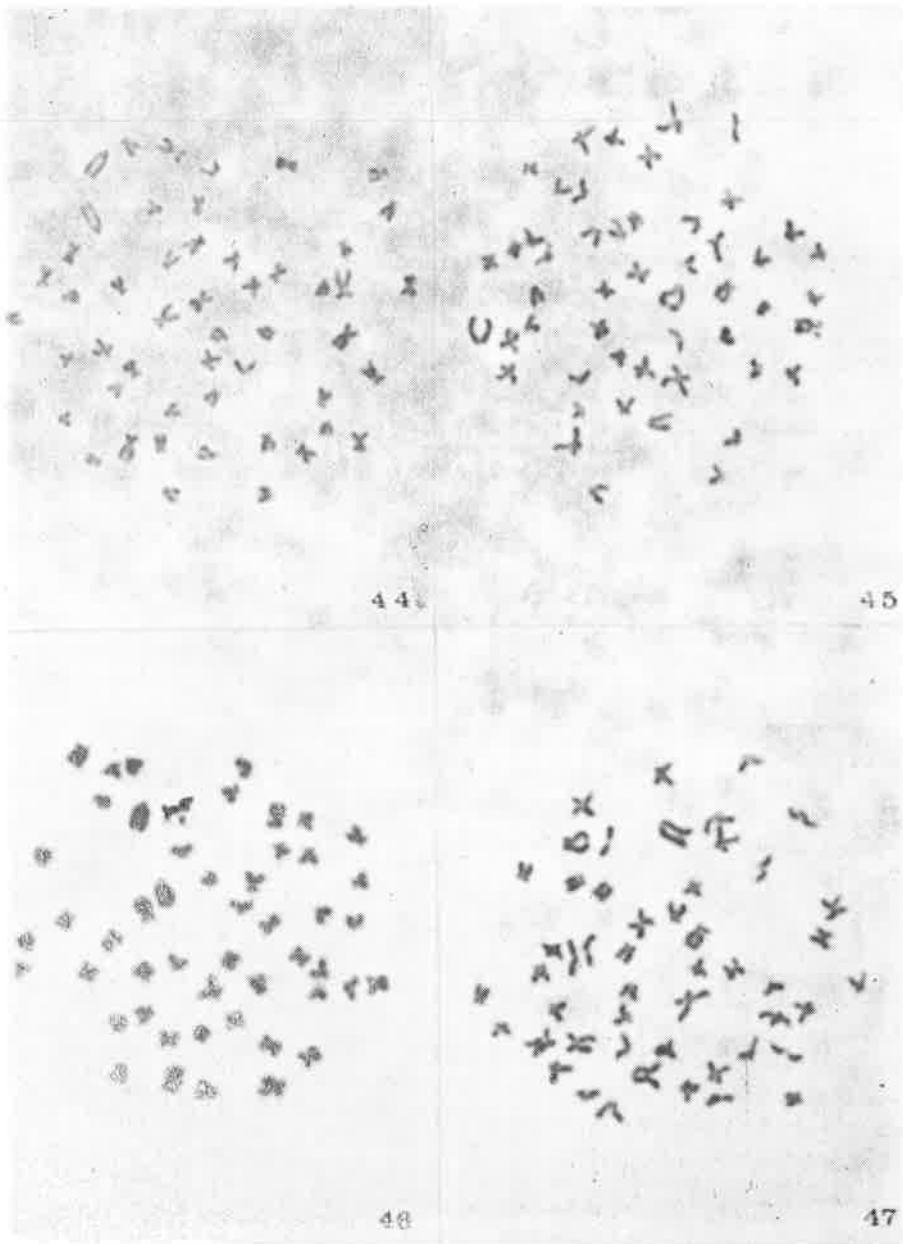
Hromosomski par	M j e r e n j e						
	1	2	3	4	5	6	7
1	60,25	63,40	61,85	64,79	63,58	62,31	60,48
2	57,93	57,06	57,23	60,53	58,38	56,07	58,08
3	54,18	53,03	51,45	54,56	52,60	52,34	56,89
4	57,64	48,41	48,55	49,02	49,71	49,22	47,90
5	45,77	44,38	47,40	45,18	46,82	47,98	46,71
6	44,84	43,80	45,66	42,63	45,66	46,73	45,51
7	43,44	42,65	44,51	42,20	44,51	44,86	44,91
8	42,04	42,65	43,93	41,35	43,93	42,99	42,51
9	41,10	42,07	42,77	40,49	42,20	41,74	41,92
10	40,17	40,35	42,77	39,64	41,04	40,50	40,72
11	38,30	40,35	41,62	38,36	39,88	39,88	40,12
12	38,30	40,35	40,46	37,51	38,73	38,63	38,32
13	37,37	39,46	38,99	36,66	36,99	38,01	38,32
14	37,37	37,46	36,99	36,66	36,99	37,38	37,13
15	37,37	36,89	36,42	35,81	35,84	37,38	35,93
16	36,90	36,31	34,68	35,38	35,84	37,38	36,93
17	36,43	35,73	34,68	34,95	35,26	36,76	35,93
18	35,96	35,73	34,68	34,95	34,68	36,14	34,73
19	35,03	34,58	34,68	34,10	34,10	35,51	34,73
20	34,56	34,58	33,53	34,10	33,53	33,02	33,53
21	33,63	32,28	32,37	34,10	32,95	31,15	32,34
22	31,76	32,28	31,21	33,67	32,37	29,91	31,14
23	31,76	31,12	28,90	33,25	30,64	29,28	29,94
24	29,89	28,82	28,32	31,54	27,75	28,66	29,94
25	28,02	26,51	26,59	28,56	26,01	26,17	26,35

medijalno, odnosno submedijalno položenu centromeru (odnos krakova 1,27 i 2,25, a centromerni indeks 30,77 i 40,00). Srednje apsolutne dužine hromosoma ovih parova iznose 2,6, odnosno 2,5 mikrona. Ovi hromosomi, uključujući i pomenuti par dugih akro-



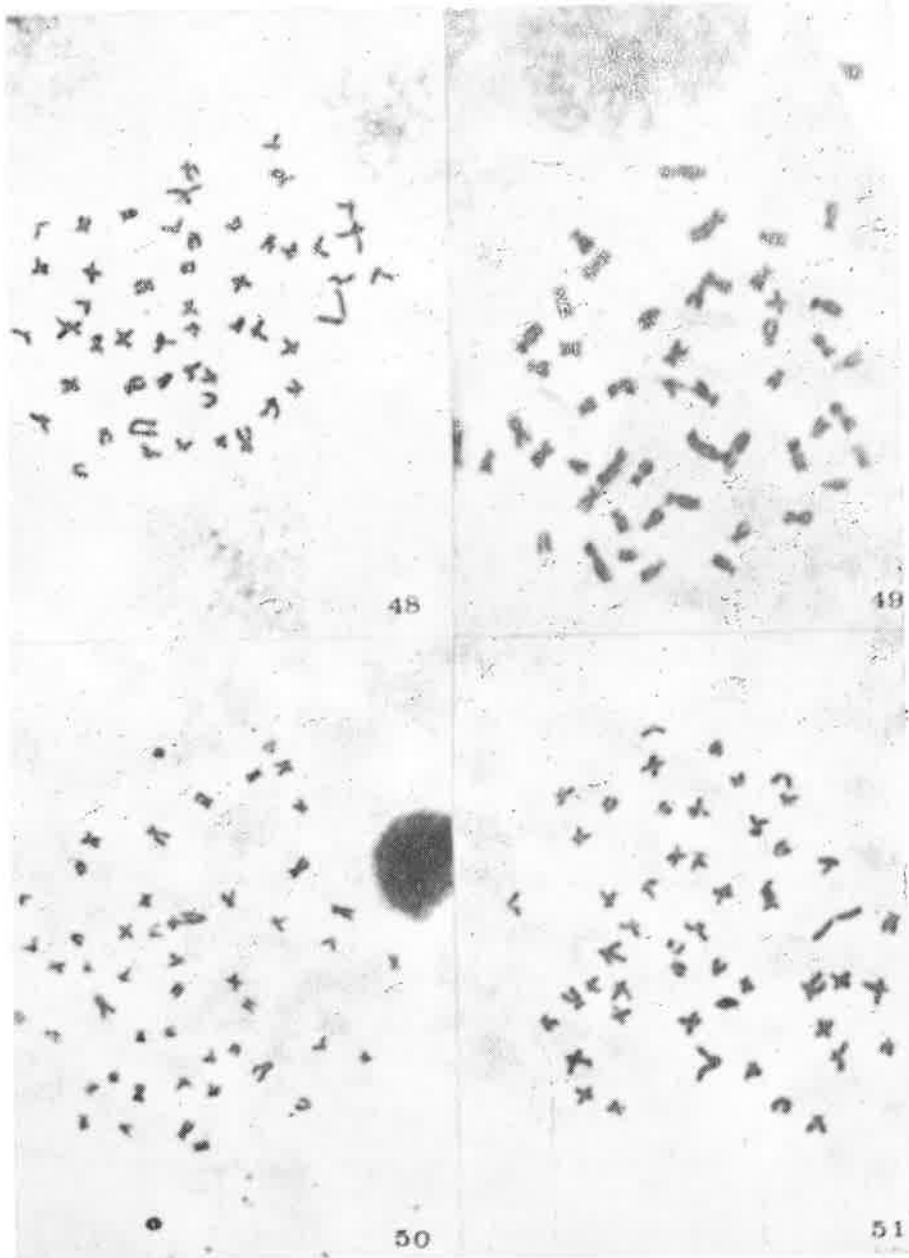
Sl. 40—43: Mitotičke (pro)metafaze u ćelijama bubrežnog epitela *L. svallize svallize* (mužjak, 2000 ×).

Mitotic (pro) metaphases in the cells of the kidney epithelium of *L. svallize svallize* (male, 2000 ×).



Sl. 44—47: Mitotičke (pro)metafaze u ćelijama bubrežnog epitela *L. svallize svallize* (ženka, 2000 ×).

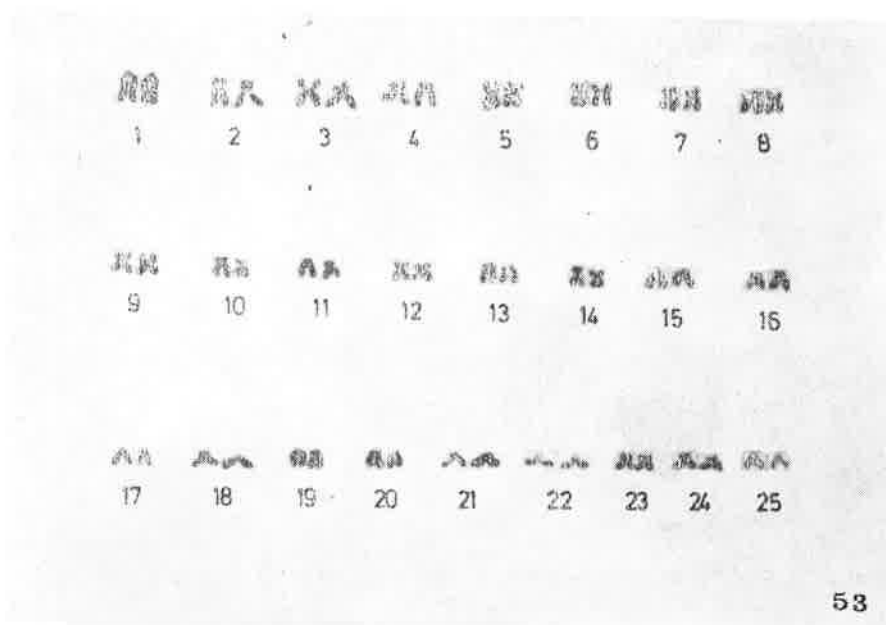
Mitotic (pro) metaphases in the cells of the kidney epithelium of *L. svallize svallize* (female, 2000 ×).



Sl. 48—51: Mitotičke (pro)metafaze u ćelijama bubrežnog epitela *L. svallize svallize* (mužjak, 2000 ×).
 Mitotic (pro)metaphases in the cells of the kidney epithelium of *L. svallize svallize* (male, 2000 ×).

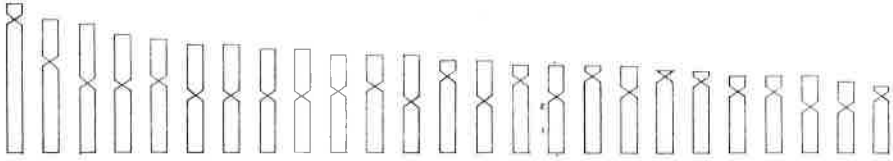


Sl. 52: Kariogram *L. svallize svallize* (mužjak).
Karyogram of *L. svallize svallize* (male).



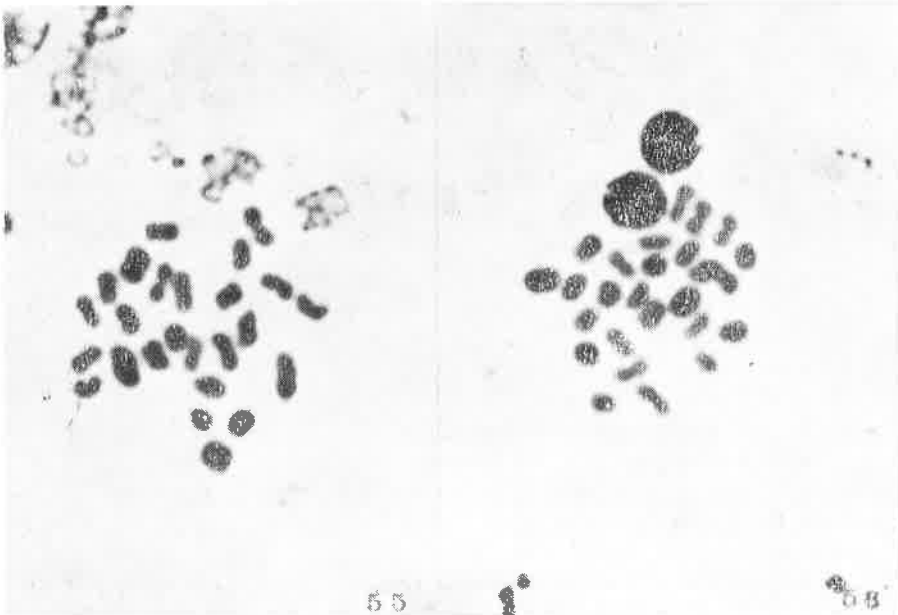
Sl. 53: Kariogram *L. svallize svallize* (ženka).
Karyogram of *L. svallize svallize* (female).

centrika, su najuočljivija morfokariološka karakteristika ispitivanog oblika roda *Leuciscus*. Najveći broj hromosoma u garnituri ispitivane forme pripada skupini hromosoma srednjih dimenzija. Ova skupina uključuje 15 hromosomskih parova različite morfologije: dvanaest parova ima medijalno ili submedijalno smještenu centromeru, dok se kod tri para ona nalazi terminalno ili subterminalno (vidi prikazane kariograme: hromosomski parovi od red-



Sl. 54: Haploidni idiogram *L. svallize svallize*.
Haploid idiogram of *L. svallize svallize*.

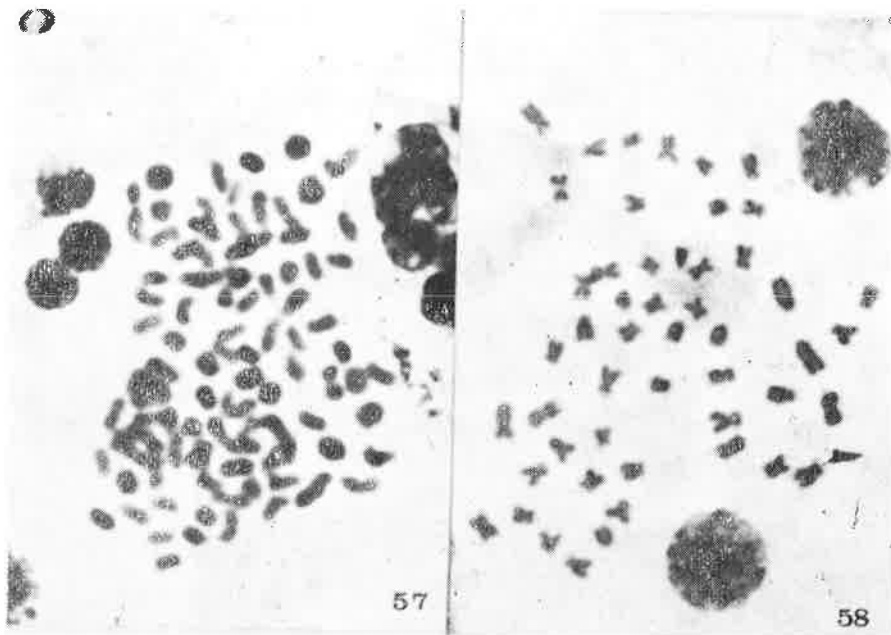
nog broja 4 — 18). Pet parova hromosoma metacentričnog tipa iz ove grupe međusobno su vrlo slični, kako po dužini, tako i po opštoj morfologija, pa je iznalaženje stvarnih homologa veoma otežano, odnosno položaj pojedinih parova u kariogramu je uslovno određen. Ista konstatacija važi i za hromosome akrocentričnog i



Sl. 55—56: Metafazne figure I mejotičke diobe u sjemenicima *L. svallize svallize* ($n=25$).
Metaphases of the first meiotic division *L. svallize svallize* ($n=25$).

telocentričnog tipa. Grupa kratkih hromosoma obuhvata sedam parova hromosoma takođe ujednačenih dužina. Pet parova kratkih hromosoma ima akrocentričnu ili telocentričnu formu, dok se kod preostala dva para centromera nalazi medijalno ili submedijalno (vidi prikazane kariograme, odnosno idiogram). Apsolutne dužine hromosoma ove skupine variraju od 1,3 do 1,6 mikrona.

Istraživanja mejoze dala su zadovoljavajuće rezultate. Analizirajući veliki broj metafaznih figura I mejotičke diobe, utvrđen je očekivani haploidni hromosomski broj $n=25$ (sl. 55 i 56). Treba konstatovati da su primijećene i poliploidne mejoze (oko 5%) sa različitim brojem »hromosomskih jedinica. Slika 57 prikazuje jednu, između ostalih, poliploidnih mejoza. Hromosomske jedinice poliploidnih mejoza se ni po čemu ne razlikuju od onih u »normalnim« mejozama. Kao što su evidentirane poliploidne mejoze, isto



Sl. 57: Poliploidna mejoza *L. svallize svallize*.
Polyploid meiosis of *L. svallize svallize*.

Sl. 58: Spermatogonijalna mitoza *L. svallize svallize* ($2n=50$).
Spermatogonial mitosis of *L. svallize svallize* ($2n=50$).

tako su primijećeni spermatozoidi znatno većih dimenzija od normalnih. Uporedna analiza spermatogonijalnih mitoza potvrdila je ranije konstatovani diploidni broj hromosoma; sve mitotičke figure spermatogonijalnih mitoza sadržavale su 50 hromosoma (sl. 58). Varijabilnost mejotičkog broja hromosoma u sjemenicima ove

vrste nije bila potvrđena analizom spermatogonijalnih mitozu, tj. sve analizirane spermatogonijalne mitoze sadržavale su diploidni hromosomski broj.

U tabeli 7 su prikazani podaci o morfološkim i morfometrijskim karakteristikama ispitivane vrste.

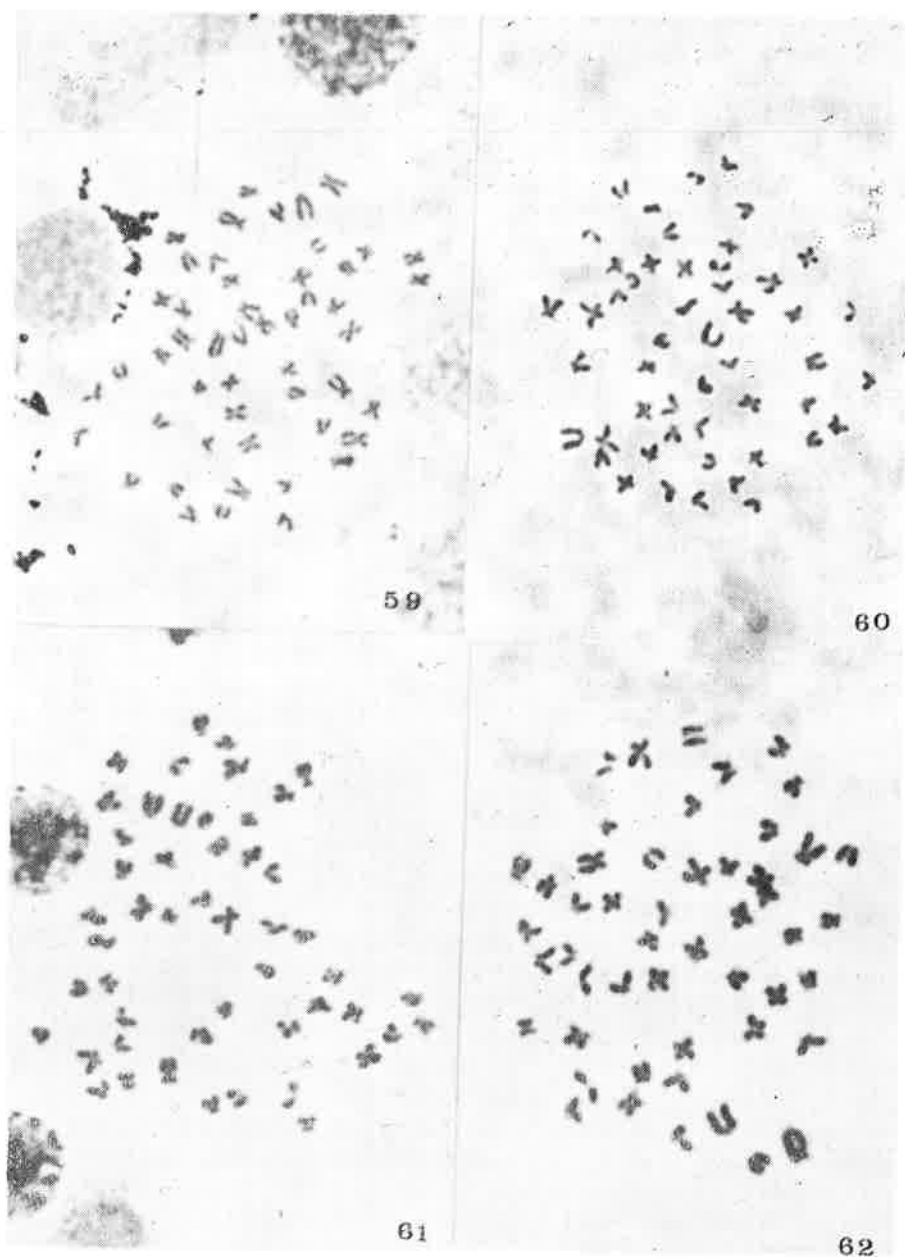
Tabela 7: Osnovni podaci o morfološkim i merističkim karakteristikama hromosomske garniture *L. svallize svallize*.

Basic data on the morphological and meristic properties of the chromosome set of *L. svallize svallize*.

Hromosomski par	Relativna dužina	Apsolutna dužina (u mikronima)	Centromer- ni indeks	Odnos krakova	Kategorija
1	62,38	2,90	10,34	5,36	t
2	57,90	2,60	30,77	2,13	sm
3	53,58	2,50	44,00	1,27	M
4	48,64	2,30	43,48	1,30	M
5	46,32	2,20	40,00	1,75	sm
6	44,98	2,10	47,62	1,10	M
7	43,87	2,10	47,62	1,10	M
8	42,77	2,00	45,00	1,22	M
9	41,76	2,00	46,67	1,22	M
10	40,74	1,90	36,84	1,71	M
11	39,79	1,90	31,58	2,17	sm
12	38,90	1,80	47,37	1,11	M
13	37,90	1,80	16,67	5,00	t
14	37,14	1,70	44,44	1,25	M
15	36,52	1,70	17,65	4,67	t
16	36,06	1,70	35,29	1,83	sm
17	35,68	1,70	11,76	7,50	t
18	35,27	1,70	29,41	2,40	sm
19	34,68	1,60	6,25	15,00	T
20	33,84	1,60	12,50	7,00	t
21	32,69	1,50	20,00	4,00	t
22	31,76	1,50	20,00	4,00	t
23	30,70	1,50	40,00	1,50	M
24	29,27	1,40	37,71	1,80	sm
25	26,89	1,30	15,38	5,50	t

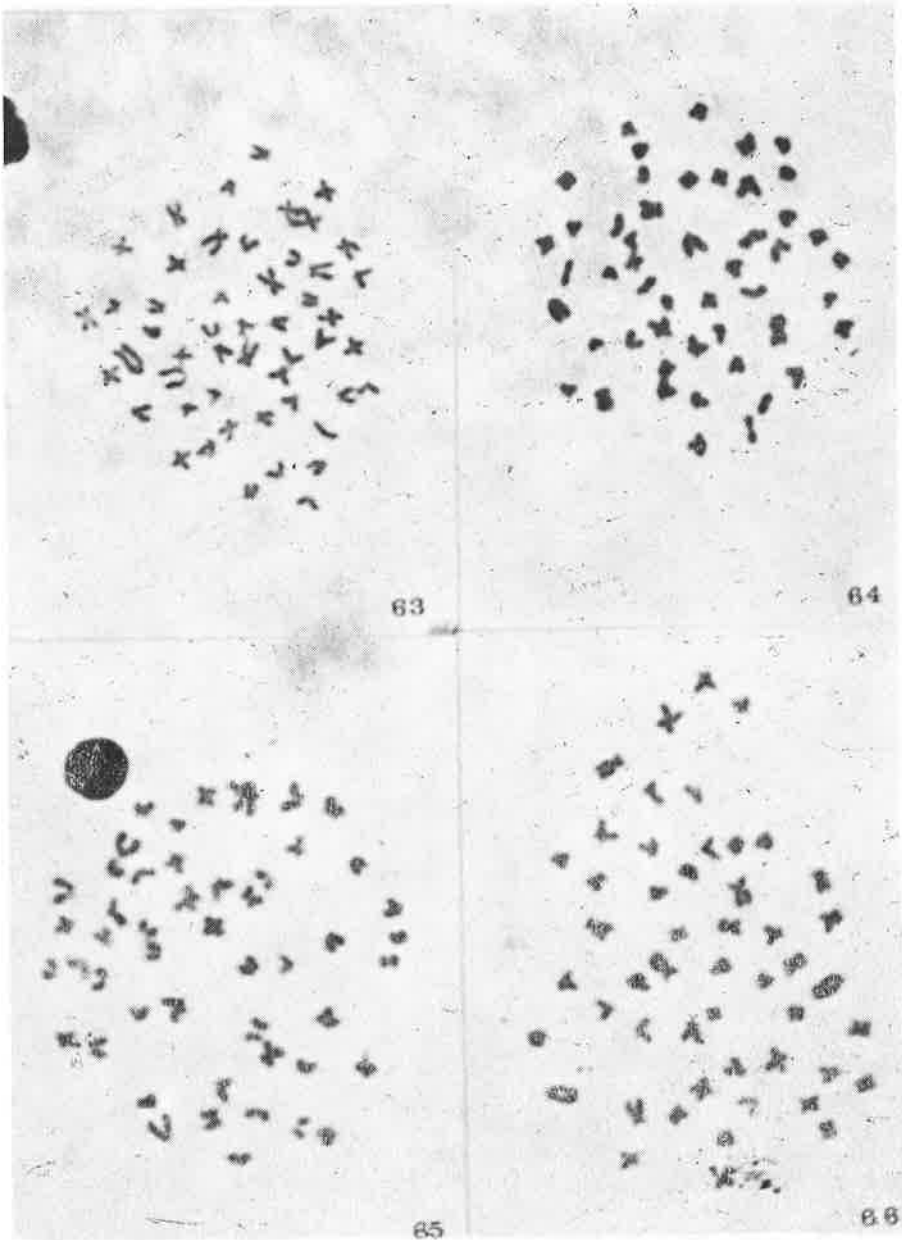
3.1.4. *Leuciscus turskyi tenellus*

Prezentirani podaci o kariološkim osobinama ove ribe dobiveni su paralelnom analizom mitozu u škržnom i bubrežnom epitelu i analizom mejoze u sjemenicima.



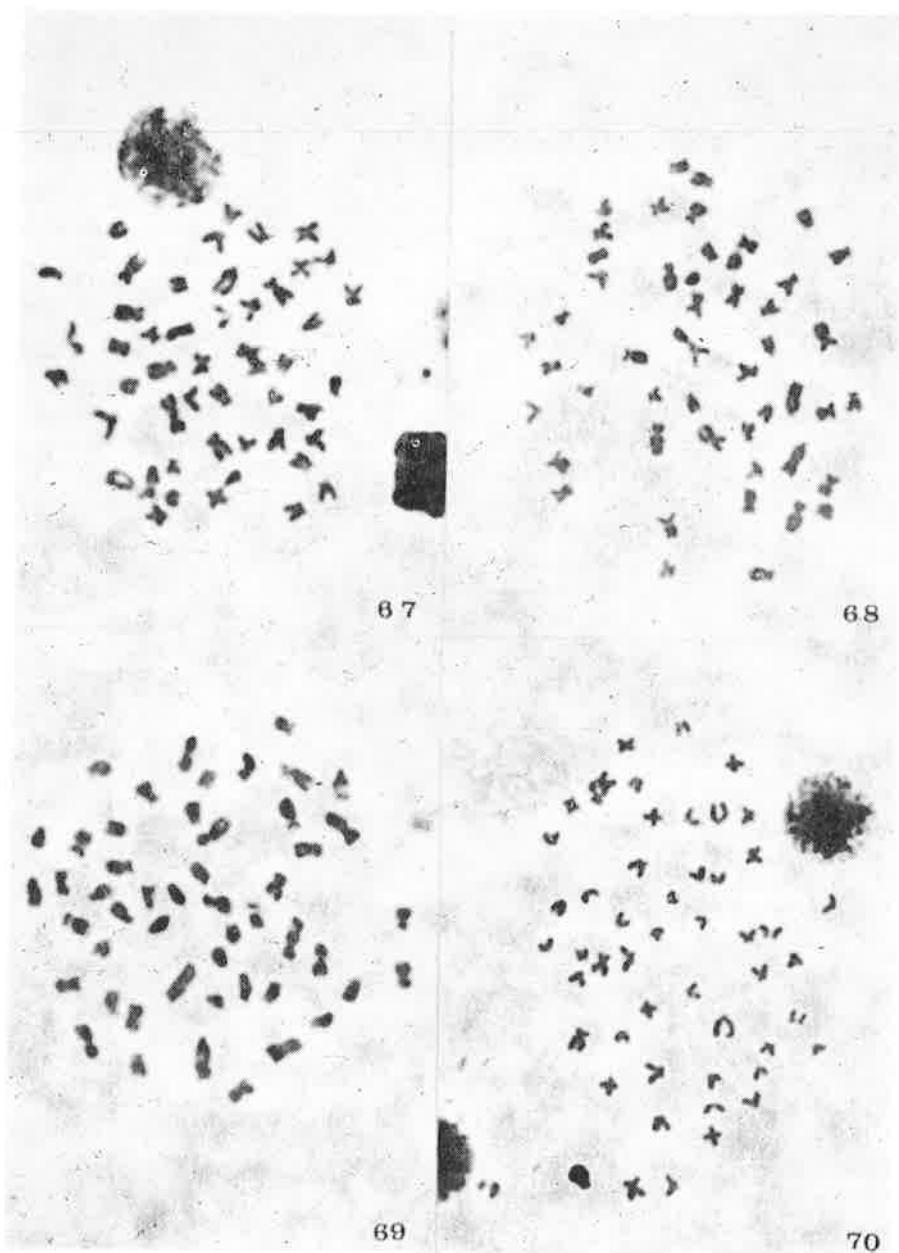
Sl. 59—62: Mitotičke (pro)metafaze u ćelijama bubrežnog epitela *L. turskyi tenellus* (mužjak, 2000 ×).

Mitotic (pro)metaphases in the cells of the kidney i epithelium of *L. turskyi tenellus* (male, 2000 ×).



Sl. 63—66: Mitotičke (pro)metafaze u ćelijama bubrežnog epitela *L. turskyi tenellus* (ženka, 2000 ×).

Mitotic (pro)metaphases in the cells of the kidney epithelium of *L. turskyi tenellus* (female, 2000 ×).



Sl. 67—70: Mitotičke (pro)metafaze u ćelijama bubrežnog epitela *L. turskyi tenellus* (mužjak, 2000 ×).

Mitotic (pro)metaphases in the cells of the kidney epithelium of *L. turskyi tenellus* (male, 2000 ×).

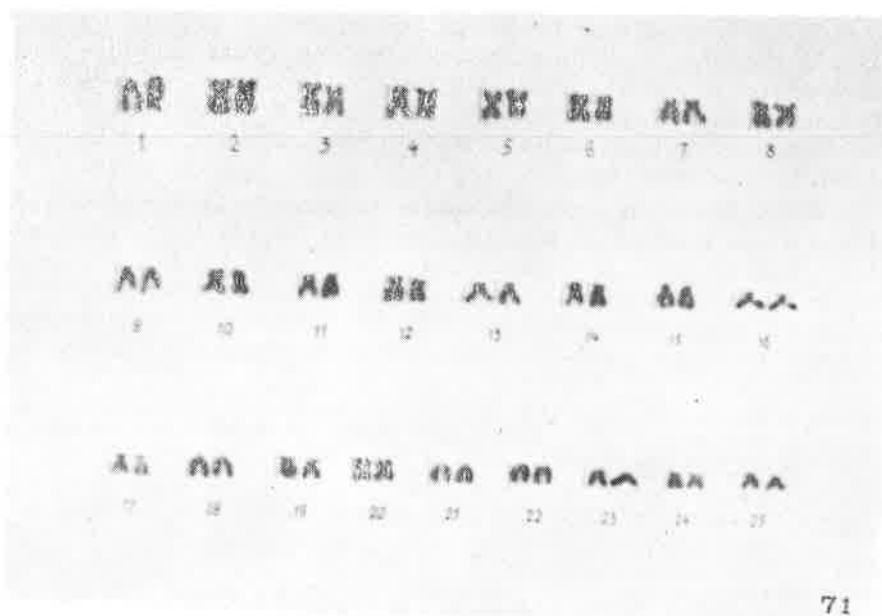
Pregledom velikog broja (pro)metafaznih nitotičkih figura u tkivu bubrežnog i škržnog epitela utvrđeno je da diploidni broj hromosoma *L. turskyi tenellus* iznosi 50 ($2n=50$) (sl. 59—70). Nađeni broj hromosoma je evidentiran kod svih obrađivanih jedinki, bez obzira na pol, pa se može reći da ispitivana tkiva karakteriše stalan broj hromosoma.

Morfološke i numeričke osobine hromosomske garniture ispitivane forme analizirane su u najuspjelijim C-(pro)metafaznim figurama. Zahvaljujući činjenici da smo tokom naših analiza imali znatan broj takvih figura, bili smo u mogućnosti da, sasvim pouzdano, utvrdimo morfo-kariološke osobine ove forme. Diploidna hromosomska garnitura ispitivane forme klijena, prema rezultatima na-

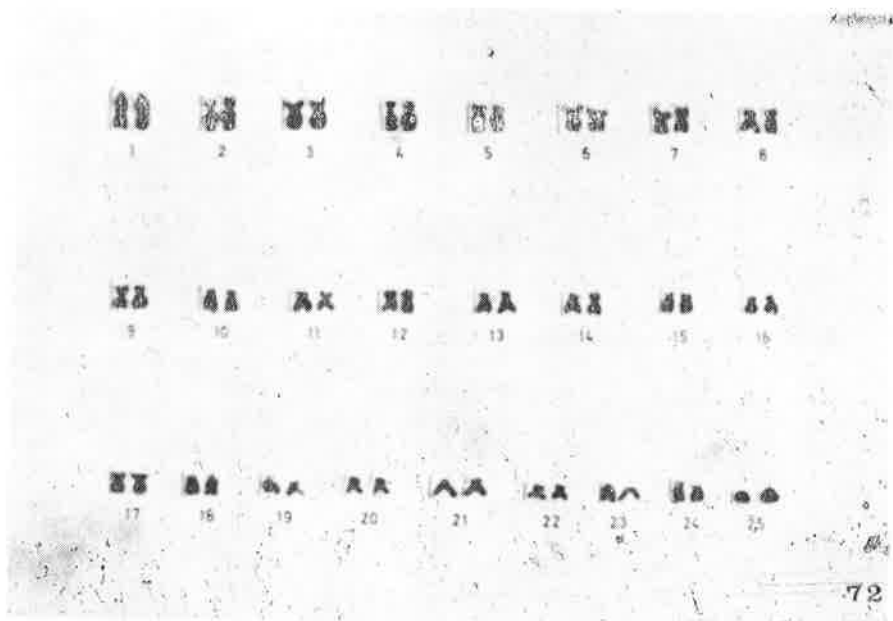
Tabela 8: Vrijednosti relativnih dužina hromosomskih parova *L. turskyi tenellus* dobivene mjerenjem sedam mitotičkih figura različitog stupnja spiralizacije.

Relative length of chromosome pairs *L. turskyi tenellus* obtained by means of measuring seven mitotic figures with different level of spiralization.

Hromosomski par	M j e r e n j e						
	1	2	3	4	5	6	7
1	64,16	57,76	60,62	62,84	57,00	59,75	58,76
2	28,33	54,40	57,52	54,31	54,29	58,25	55,12
3	54,44	51,71	54,84	51,98	52,66	53,77	50,18
4	46,66	49,70	50,00	48,88	48,86	48,54	48,06
5	46,01	47,68	46,46	46,55	46,69	47,05	46,64
6	44,72	47,01	45,58	44,22	43,97	44,81	44,52
7	41,48	43,65	42,92	42,67	43,43	44,06	43,11
8	40,83	41,64	41,59	41,12	42,35	41,82	42,40
9	40,18	41,64	40,71	40,34	41,26	40,33	41,70
10	38,89	41,64	40,27	40,34	41,26	40,33	40,28
11	38,89	40,97	38,94	38,79	39,63	40,33	39,58
12	38,89	40,30	38,05	38,79	38,55	38,83	39,58
13	38,24	38,95	37,17	38,79	38,00	37,34	38,87
14	36,94	38,28	37,17	38,79	38,00	37,34	38,16
15	36,29	37,61	36,28	37,24	37,46	37,34	36,75
16	36,29	36,27	35,84	37,24	36,92	35,85	36,75
17	35,64	36,27	35,40	37,24	36,37	35,85	36,04
18	35,00	35,59	34,41	35,69	35,83	34,35	35,34
19	35,00	34,25	34,07	34,91	35,83	34,35	35,34
20	34,35	33,58	33,63	34,13	34,74	34,35	33,92
21	33,70	31,56	33,19	34,13	33,12	32,86	33,22
22	32,40	30,89	32,74	34,13	32,57	32,86	32,51
23	32,40	30,89	31,86	31,03	32,57	32,11	32,51
24	31,11	29,55	30,97	27,93	31,49	29,87	31,80
25	29,16	28,21	29,65	27,93	27,14	27,63	28,98



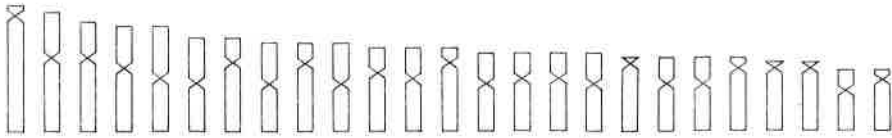
Sl. 71: Kariogram *L. turskyi tenellus* (mužjak).
Karyogram of *L. turskyi tenellus* (male).



Sl. 72: Kariogram *L. turskyi tenellus* (ženka).
Karyogram of *L. turskyi tenellus* (female).

ših istraživanja, sastoji se od 34 dvokraka i 16 jednokrakih hromosoma (sl. 71,72 i 73). Skupina dvokrakih hromosoma sastoji se od 8 parova hromosoma metacentričnog tipa i istog broja hromosoma kod kojih se centromera nalazi submedijalno. U kategoriji jednakokrakih hromosoma nalazimo podjednak broj submetacentričnih (akrocentričnih) i telocentričnih hromosoma (8+8). Na osnovu tih nalaza utvrđen je »fundamentalni hromosomski broj« (NF=84). Tokom naših istraživanja nisu konstatovane bilo kakve morfo-kariološke razlike među polovima.

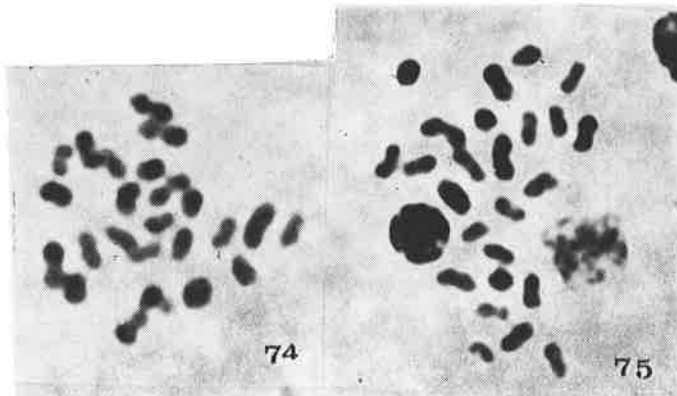
Pored navedenih podataka o morfološkoj strukturi kariotipa *L. turskyi tenellus*, sprovedenim kariometrijskim analizama pribav-



Sl. 73: Haploidni idiogram *L. turskyi tenellus*.

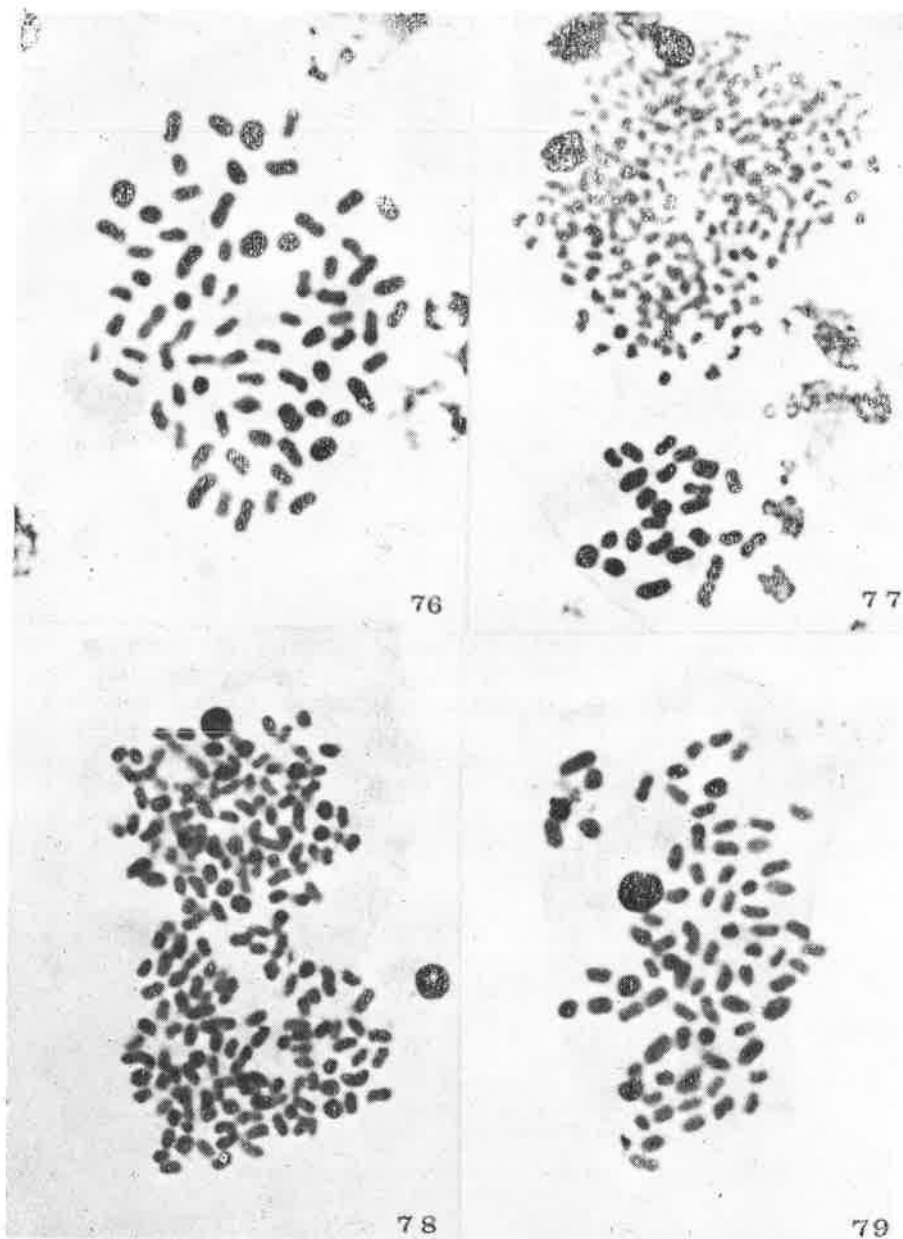
Haploid idiogram of *L. turskyi tenellus*.

ljeni su i još neki objektivni podaci o karakteristikama hromosomskog komplementa ove vrste. Podaci o dužinama hromosoma posmatrane garniture dobiveni su mjerenjem hromosoma u mitotičkim figurama različitog stepena spiralizovanosti. Tabela 8 prikazuje podatke o relativnim dužinama pojedinih hromosomskih parova mjenjenih u sedam mitoza. Na temelju srednjih relativnih i apsolutnih dužina izvršena je podjela hromosoma na tri dužinske kategorije, prema ranije opisanom kriterijumu. Ukupna dužina svih hromosoma u garnituri ove ribe iznosi 80,50 mikrona. Tri para



Sl. 74—75: Metafaze figure I mejotičke diobe u sjemenicima *L. turskyi tenellus* ($n=25$).

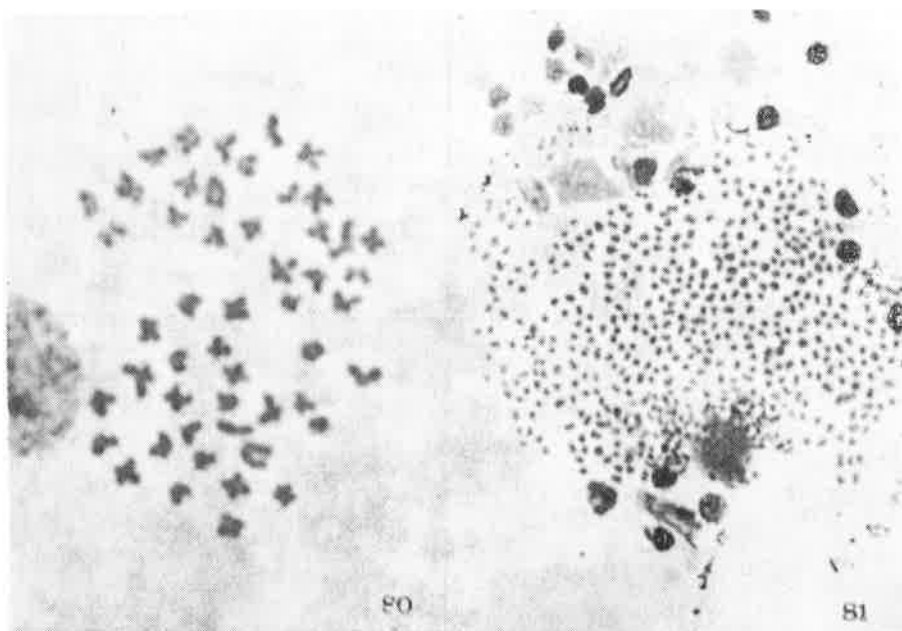
Metaphases of the first meiotic division *L. turskyi tenellus* ($n=25$).



Sl. 76—79: Poliploidne metafazne figure I mejotičke diobe u sjemenicima *L. turskyi tenellus*.

Polyploid first meiotic division in the testes of *L. turskyi tenellus*.

hromosoma su svrstani u grupu dugih hromosoma, sa relativnom dužinom od 52,80 do 60,11 promila, a apsolutnom od 2,4—2,1 mikrona. Jedan par hromosoma iz ove grupe ima telocentričnu formu, dok se centromera kod druga dva para nalazi medijalno, odnosno submedijalno (odnos hromosomskih krakova 1,54 i 2,00, a centromerni indeks 39,13 i 33,33). Petnaest parova hromosoma pripadaju kategoriji srednjih hromosoma. Grupu hromosoma srednje dužine odlikuje prilična ujednačenost dužina. Razlika u apsolutnim



Sl. 80—81. Spermatogonijalne mitoze *L. turskyi tenellus* (diploidna i poliploidna).

Spermatogonial mitoses of *L. turskyi tenellus* (diploid and polyploid).

dužinama između najdužeg i najkraćeg hromosoma ove grupe iznosi svega 0,5 mikrona. Ovu skupinu čine 13 hromosomskih parova metacentričnog i submetacentričnog tipa i tri para hromosoma kod kojih je centromera smještena subterminalno, odnosno terminalno. S obzirom na neznatne razlike u dužinama između pojedinih hromosomskih parova, njihov položaj u specifičnom kariogramu nije striktno određen. Preostalih sedam hromosomskih parova u garnituri ove vrste pripadaju kratkim hromosomima (vidi sl. 71 i 72). Tri para ove skupine imaju metacentričnu ili submetacentričnu formu (odnos krakova 1,63 do 2,00; indeks centromere 35,71—33,33), a četiri para pripadaju akrocentričnom ili telocentričnom

tipu hromosoma (odnos krakova 5,00 — 12,00, a centromerni indeks je 7,69 — 16,67). Dva para telocentričnih hromosoma iz ove grupe su međusobno jako slična, tako da je iznalaženje stvarnih homologa gotovo nemoguće (vidi prikazane kariograme).

Istraživanja mejoze su dala zadovoljavajuće rezultate; više od 95% analiziranih metafaznih figura I mejotičke diobe sadržavalo je očekivani haploidni broj bivalenata $n=25$ (sl. 74 i 75). Za morfologiju bivalenata ove vrste može se reći da imaju karakterističnu formu: dva bivalenta imaju prstenastu formu, dok su ostali manje-više štapičastog oblika. Analizirajući mejozu, zapažen je i izvanstan procenat mejoza sa znatno većim brojem bivalenata. Upotreb-
ljavamo pojam bivalenata stoga što nismo primijetili bilo kakve razlike između »normalnih« i »nenormalnih« mejoza. Zaključili

Tabela 9: Osnovni podaci o morfološkim i merističkim karakteristikama hromosomske garniture *L. turskyi tenellus*.

Basic data on the morphological and meristic properties on the chromosome set of *L. turskyi tenellus*.

Hromosomski par	Relativna dužina	Apsolutna dužina (u mikronima)	Centromerni indeks	Odnos krakova	Kategorija
1	60,11	2,40	8,33	11,00	T
2	56,03	2,30	39,13	1,54	M
3	52,80	2,10	33,33	2,00	sm
4	48,67	2,00	40,00	1,50	M
5	46,73	1,90	50,00	1,00	M
6	44,98	1,80	50,00	1,00	M
7	43,05	1,80	27,78	2,60	sm
8	41,68	1,70	47,06	1,13	M
9	40,88	1,70	23,53	3,25	t
10	40,43	1,70	47,06	1,13	M
11	39,59	1,60	31,25	2,20	sm
12	39,00	1,60	37,50	1,67	M
13	38,19	1,60	18,75	4,33	t
14	37,81	1,50	40,00	1,50	M
15	37,00	1,50	33,33	2,00	sm
16	36,45	1,50	33,33	2,00	sm
17	36,12	1,50	40,00	1,50	M
18	35,19	1,40	7,44	13,00	T
19	34,82	1,40	35,71	1,80	sm
20	34,10	1,40	35,71	1,80	sm
21	33,11	1,40	14,29	6,00	t
22	32,59	1,30	7,69	12,00	T
23	31,91	1,30	7,69	12,00	T
24	30,29	1,20	3,33	2,00	sm
25	28,39	1,20	16,67	5,00	t

smo, u ovom slučaju, da se radi o tipičnoj pojavi mejotičke poliploidije. Najveći broj poliploidnih mejoza sadržavao je tetraploidan, heksaploidan i oktoploidan broj bivalenata. Prikazane fotografije (sl. 76—79) ilustruju nekoliko takvih slučajeva. Registrovan je određeni broj mejoza čiji se nivo ploediteta nije mogao odrediti. U nekim slučajevima poliploidnih mejoza primijećena je negativna korelacija između broja i veličine bivalenata. Napominjemo da je konstatovana mejotička poliploidija evidentirana u mejozama svih analiziranih mužjaka.

Analizirane su i spermatogonijalne mitoze. Većina mitozna sadržavala je diploidni broj hromosoma, dok su zabilježeni i slučajevi poliploidije (sl. 80 i 81). Što se tiče morfologije, hromosomi poliploidnih mitozna, po svemu, izuzev dimenzija, podsjećaju na normalne, tako da se može i u slučaju mitotičke poliploidije konstatovati postojanje obrnute korelacije između dužine hromosoma i nivoa ploediteta odgovarajuće ćelije.

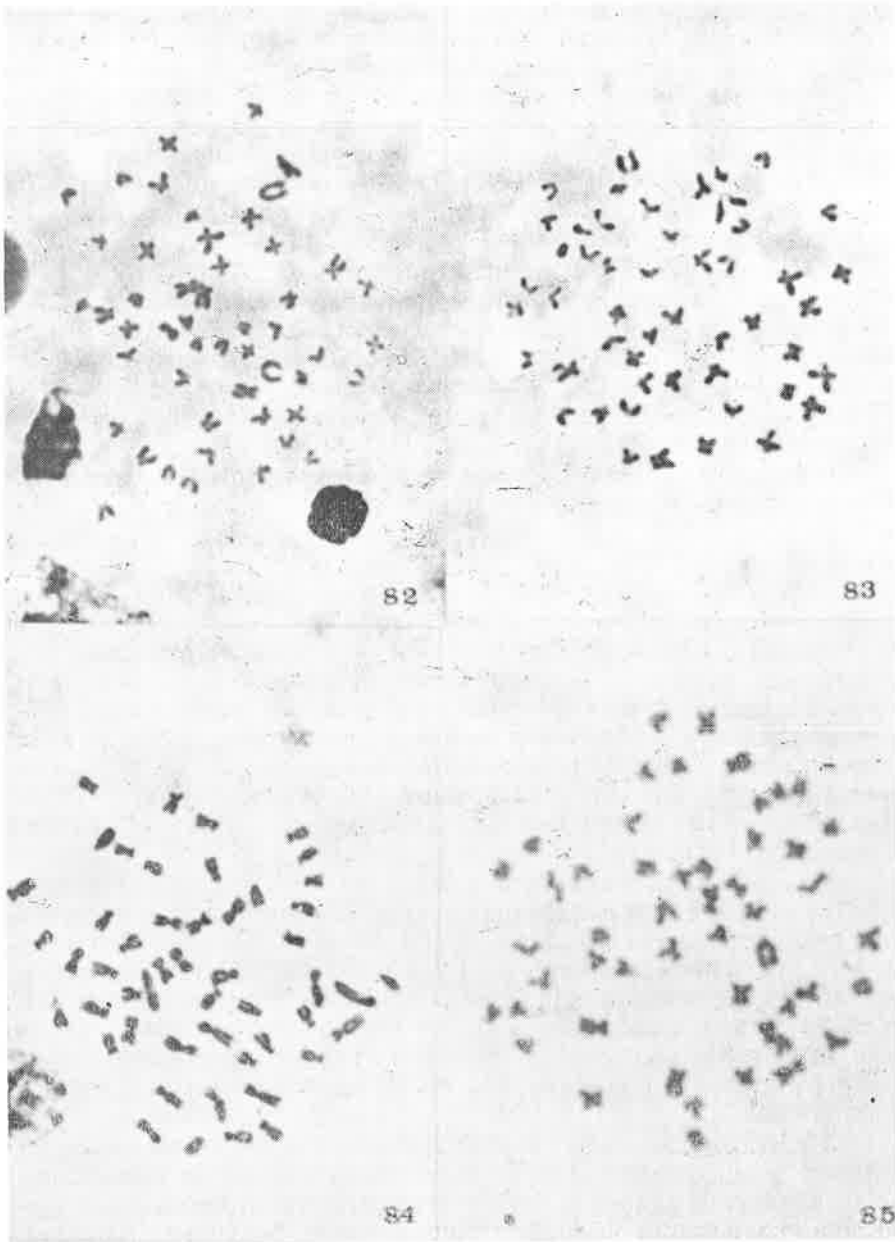
U tabeli 9 su prikazani podaci o morfološkim i kariometrijskim osobinama hromosoma ispitivane vrste.

3.1.5. *Leuciscus leuciscus*

Podaci o hromosomskoj garnituri dobiveni su uporednim posmatranjem mitozna u škržnom epitelu i mejoze u sjemenicima. Pored kolhicina, kao citostatska supstanca pri kariološkom tretmanu klenića, upotrebljen je VELBE. Upotreba velbea je dala veoma dobre rezultate: u poređenju sa kolhicinom, velbe znatno manje utiče na kondenzaciju hromosoma. O nekim drugim prednostima upotrebe velbea kao citostatske supstance raspravljaćemo u posebnom radu.

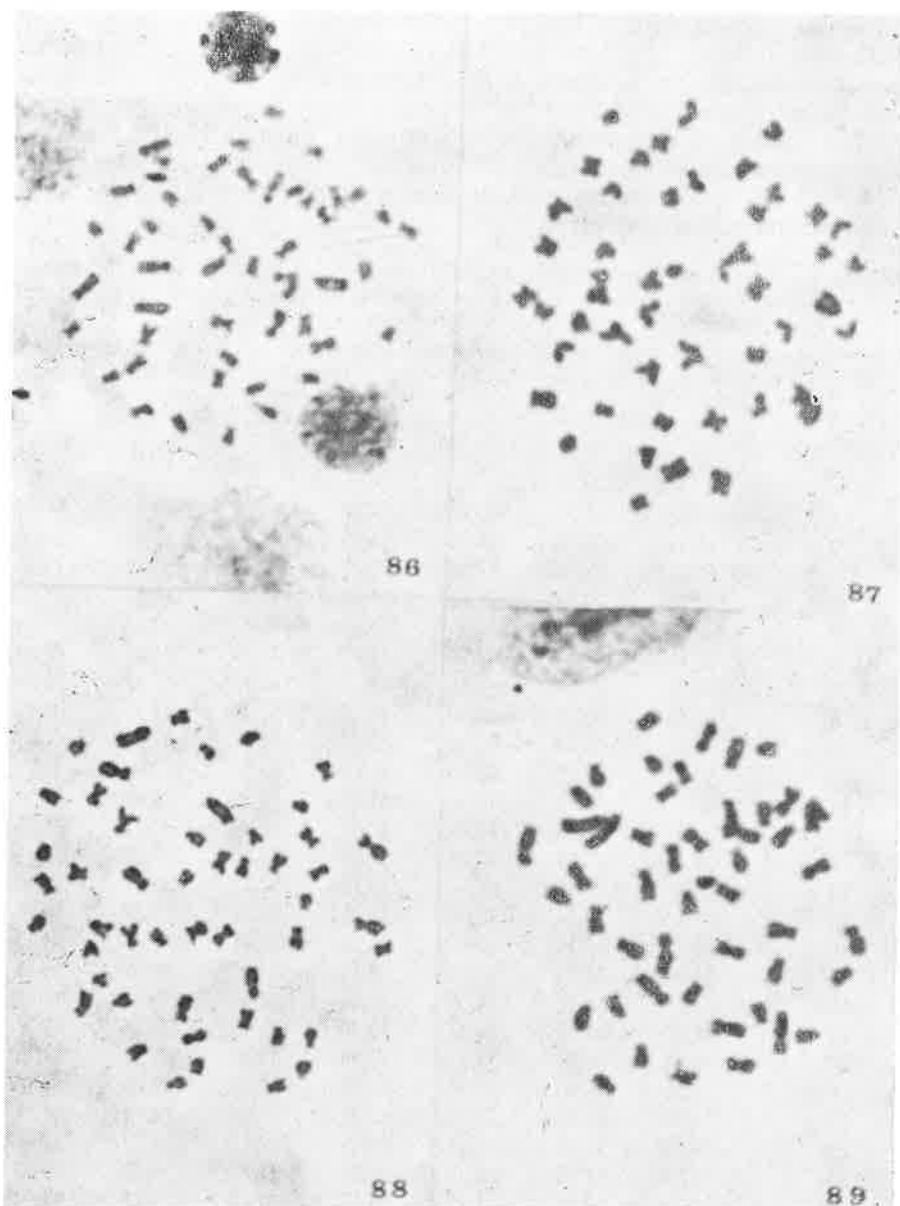
Posmatranjem i analizom više od 300 (pro)metafaznih figura u ćelijama bubrežnog epitela utvrđeno je da diploidni hromosomski broj ove vrste iznosi 50 ($2n=50$) (sl. 82—93). Konstatovani broj hromosoma nađen je u svim ćelijama ocijenjenim kao pogodne za analizu, pa se može sa sigurnošću tvrditi da ispitivano tkivo bubrežnog epitela karakteriše stalnost hromosomskog broja. Treba reći, takođe, da nisu nađene bilo kakve razlike u pogledu broja hromosoma među polovima, kao ni među jedinkama analiziranih populacija.

Analiza morfoloških i numeričkih osobina kariotipa ove vrste izvršena je na (pro)metafaznim figurama u kojima su hromosomi jasno ispoljavali elemente svoje morfologije. Rekonstrukcijom specifičnog kariograma sa takvih figura muške i ženske individue, utvrđeno je da se diploidna hromosomska garnitura sastoji od 40 dvokrakih i 10 jednokrakih hromosoma. Ukupan broj hromosomskih krakova iznosi 90 ($NF=9$) (sl. 94, 95 i 96). Našim istraživanjima nisu evidentirane razlike u morfološkoj strukturi kariotipa



Sl. 82—85: Mitotičke (pro)metafaze u ćelijama ubrežnog epitela *L. leuciscus* (ženka, 2000 \times).

Mitotic (pro)metaphases in the cells of the kidney epithelium of *L. leuciscus* (femele, 2000 \times).



Sl. 86—89: Mitotičke (pro)metafaze u ćelijama bubrežnog epitela *L. leuciscus* (mužjak, 2000 \times).

Mitotic (pro)metaphases in the cells of the kidney epithelium of *L. leuciscus* (male, 2000 \times).

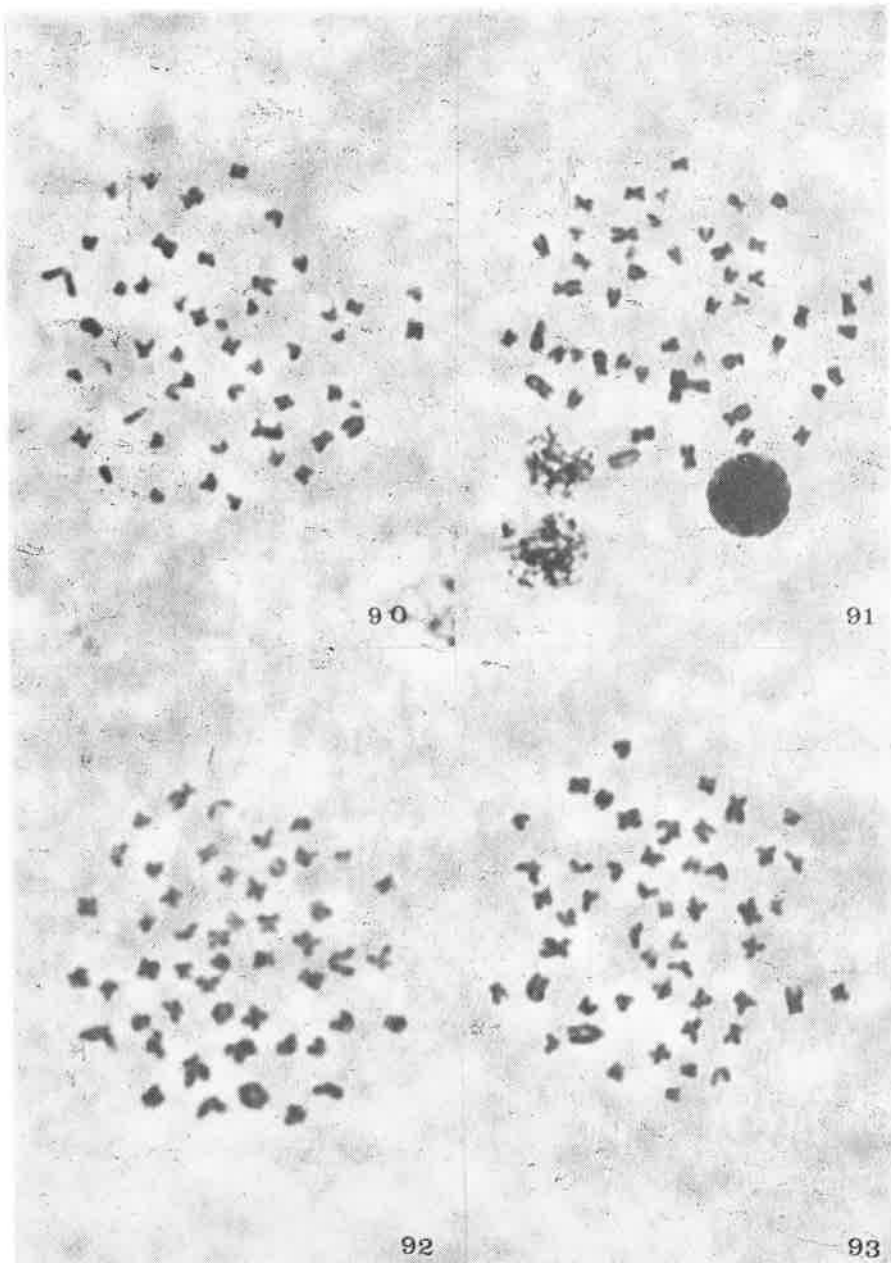
mužjaka i ženki, izuzev što je u nekoliko mitoza ženki primijećen jedan hromosom iz grupe kratkih hromosoma sa heterohromatičnim nastavcima na kraćima kracima (vidi slike 82—93). Slični nalazi su zabilježeni i kod još nekih oblika roda *Leuciscus*, pa se prisustvo takvog »rasparenog« hromosomskog para dovodi u vezu sa eventualnom heterogametskom konstitucijom jedinki ženskog pola. U tabeli 10 su prikazani podaci o relativnim dužinama, dobiveni iz pojedinačnih mjerenja.

Tabela 10: Vrijednost relativnih dužina hromosomskih parova *L. leuciscus* dobivene mjerenjem u sedam mitotičkih figura različitog stupnja spiralizacije.

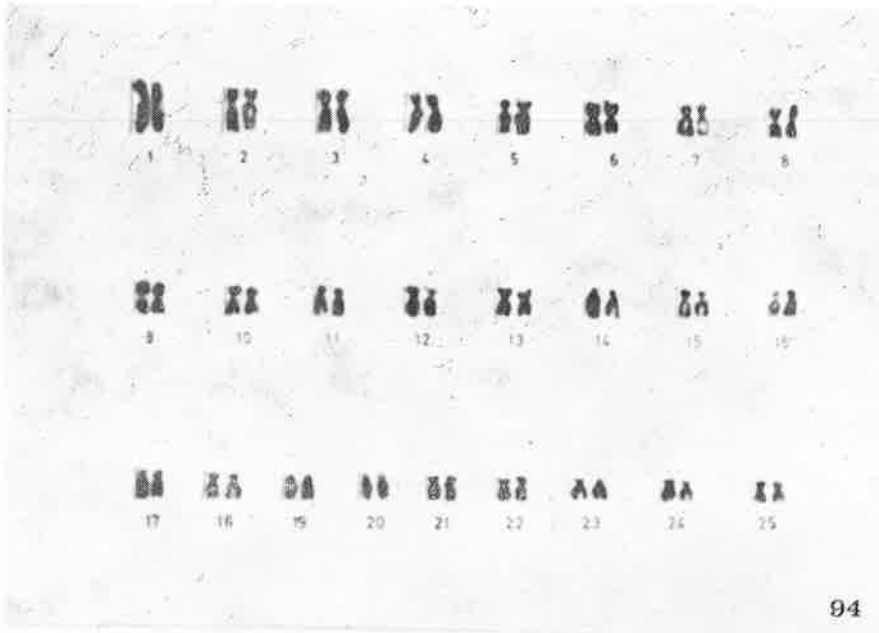
Relative length of chromosome pairs of *L. leuciscus* obtained by means of measuring seven mitotic figures different level of spiralization.

Hromosomski par	M j e r e n j e						
	1	2	3	4	5	6	7
1	64,35	62,85	66,76	58,07	64,14	60,65	61,54
2	60,17	57,19	56,04	54,02	59,77	53,60	54,70
3	57,31	55,49	54,58	52,67	52,48	52,89	53,56
4	51,00	49,83	51,66	50,64	51,75	49,37	47,86
5	47,56	45,30	44,83	48,62	48,83	47,25	45,58
6	45,85	43,04	43,86	47,27	45,19	44,43	43,87
7	45,27	41,34	43,37	45,91	43,73	42,31	43,30
8	41,83	40,77	42,40	44,56	43,00	42,31	42,17
9	40,69	40,20	41,91	43,89	42,27	41,61	41,03
10	40,11	39,07	39,96	41,86	40,82	40,90	40,03
11	39,54	38,51	39,96	41,19	40,09	40,90	39,32
12	38,97	37,37	38,99	37,81	39,36	39,49	38,75
13	38,40	37,37	38,50	37,40	37,90	37,38	38,61
14	37,25	37,37	37,04	36,46	37,17	36,67	37,04
15	36,10	36,24	36,06	36,46	36,44	36,67	36,47
16	35,53	36,24	36,06	35,11	36,44	36,67	36,47
17	34,96	36,24	35,09	35,11	34,99	36,67	36,47
18	34,38	35,11	34,60	34,44	34,99	35,97	35,33
19	34,38	35,11	34,11	33,76	34,99	35,26	35,33
20	33,24	34,54	34,11	33,76	34,26	35,26	34,76
21	31,52	33,98	32,65	33,09	32,07	32,44	34,19
22	29,80	33,98	30,70	32,41	32,07	32,44	34,19
23	29,23	32,28	30,21	30,38	39,15	31,03	31,91
24	28,65	31,14	28,75	29,03	27,70	29,62	29,07
25	24,07	29,45	27,78	26,33	20,41	28,21	28,49

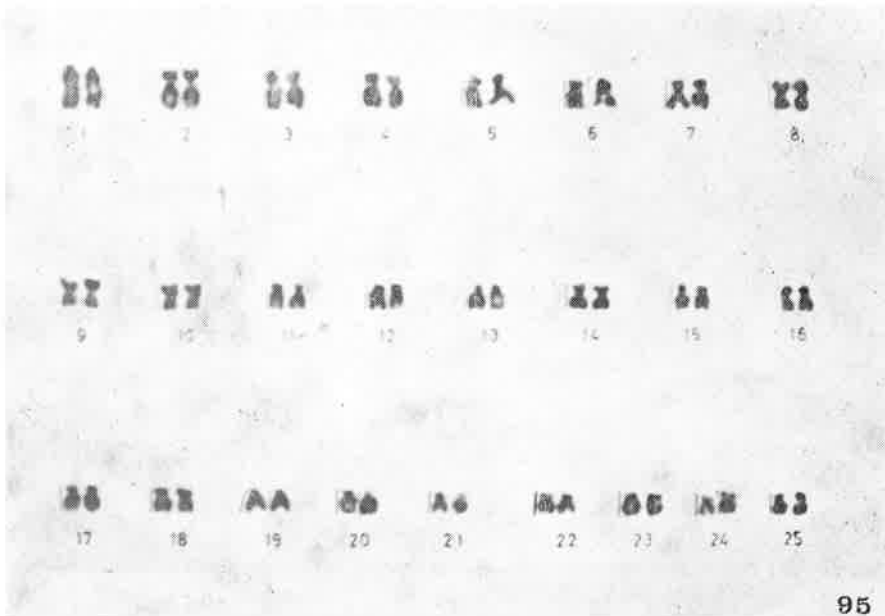
U grupu dugih hromosoma uključena su četiri hromosomska para čija se relativna dužina kreće od 50,30—62,60 promila, a apsolutna dužina varira između 2,1 i 2,6 mikrona. Jedan par iz ove grupe ima telocentričnu formu (odnos krakova 12,00, a centromerni



Sl. 90—93: Mitotičke (pro)metafaze u ćelijama bubrežnog epitela *L. leuciscus* (mužjak, 2000 ×).
Mitotic (pro)metaphases in the cells of the kidney epithelium of *L. leuciscus* (mele, 2000 ×).

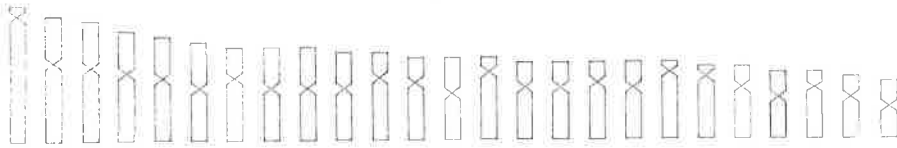


Sl. 94: Kariogram *L. leuciscus* (ženka). Karyogram of *L. leuciscus* (femele).



Sl. 95: Kariogram *L. leuciscus* (mužjak). Karyogram of *L. leuciscus* (male).

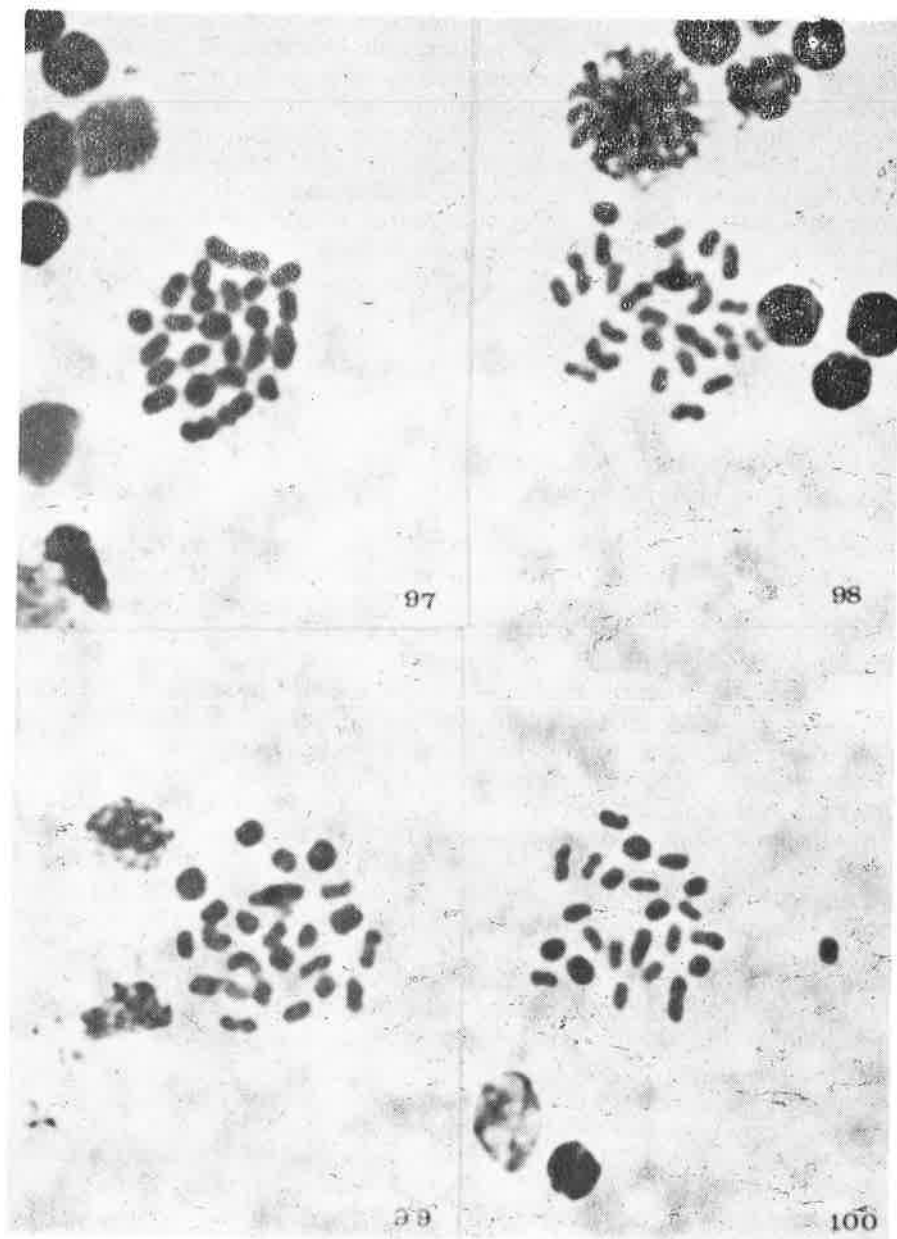
indeks 7,69). Ostala tri para posmatrane grupe imaju medijalno smještenu centromeru (odnos krakova 1,56 do 1,67; centromerni indeks 37,50 — 39,13). Ova tri para dugih hromosoma se, u odnosu na ostale dvokrake hromosome, primjetnije izdvajaju, tako da je njihov položaj u kariogramu prilično striktno određen. Skupina srednjih hromosoma obuhvata 13 hromosomskih parova relativno izjednačenih dužina, ali prilično različite morfološke strukture. To su hromosomski parovi svrstani u kariogramu od broja 5 do 17 (vidi prikazane slike 94, 95 i 96). Samo jedan par hromosoma iz ove grupe ima skrocentričnu formu (odnos krakova 4,33, centro-



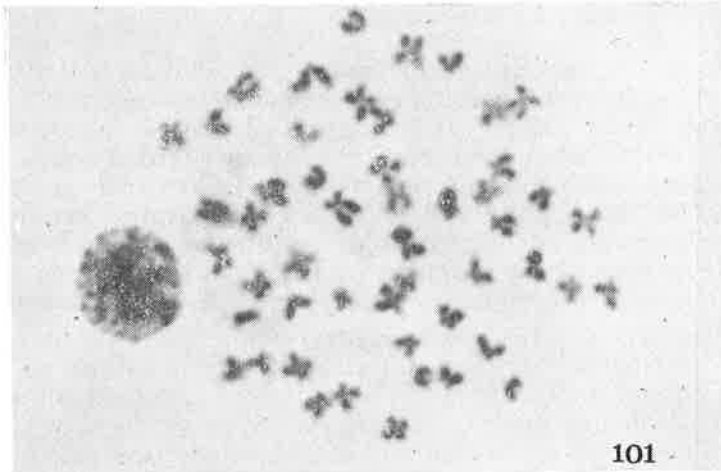
Sl. 96: Haploidni idiogram *L. leuciscus*.
Haploid idiogram of *L. leuciscus*.

merni indeks 18,75; hromosomski par pod brojem 14), dok ostali hromosomi te skupine pripadaju metacentričnom ili submetacentričnom tipu hromosoma. Poredak ovih hromosoma u kariogramu je, u najboljem slučaju, aproksimacija. Ovo se posebno odnosi na hromosomske parove od rednog broja 9. do 18. Ne radi se ovdje o problemu metodološke prirode, nego zaista objektivnoj činjenici da u hromosomskom komplementu postoje elementi koji su međusobno veoma slični. Preostalih osam parova posmatrane garniture označeni su kratkim. Dimenzije ovih hromosoma variraju između 1,1 i 1,5 mikrona, dok se relativna dužina kreće od 26,39 do 34,97 hiljaditih. Iz ovih podataka se jasno vidi da skupinu kratkih hromosoma odlikuje prilična ujednačenost njihovih dužina, tj. opadanje hromosoma u funkciji rednog broja je veoma postepeno (vidi sliku rekonstruiranog idiograma). Tri para hromosoma iz ove grupe upadljivije se ističu svojom morfologijom. Radi se o hromosomima kod kojih se kinetohor nalazi subterminalno (odnos hromosomskih krakova: 3,33 do 6,50, a indeks centromere 13,33 do 30,77). Ostali hromosomi ove grupe imaju metacentričnu ili submetacentričnu formu.

Posmatranjem oko 100 metafaznih figura I mejotičke diobe konstatovan je očekivani haploidni hromosomski broj $n=25$ (slike 97—100). Tokom naših istraživanja nisu registrovana bilo kakva odstupanja od pomenutog haploidnog hromosomskog broja, pa bi se moglo zaključiti da se mejoza u sjemenicima ove forme klijena odvija posve normalnim tokom. Paralelna analiza spermatogonijalnih mitoz je, na određeni način, potvrdila pomenutu konstataciju; sve spermatogonijalne mitoze sadržavale su diploidni broj hromosoma, $2n=50$ (sl. 101).



Sl. 97—100: Metafazne figure i mejotičke diobe u sjemenicima *L. leuciscus*
Metaphoses of the first meiotic division *L. leuciscus* ($n = 25$).



Sl. 101: Spermatoģonijalna mitoza *L. leuciscus* ($2n=50$).
Spermatoģonijalna mitoza of *L. leuciscus* ($2n=50$).

Tabela 11 prikazuje sumarne podatke o morfološkim i kariometrijskim osobinama ove vrste klijena.

Tabela 11: Osnovni podaci o morfološkim i merističkim karakteristikama hromosomske garniture *L. leuciscus*.

Basic data on the morphological and meristic properties of the chromosome set of *L. leuciscus*.

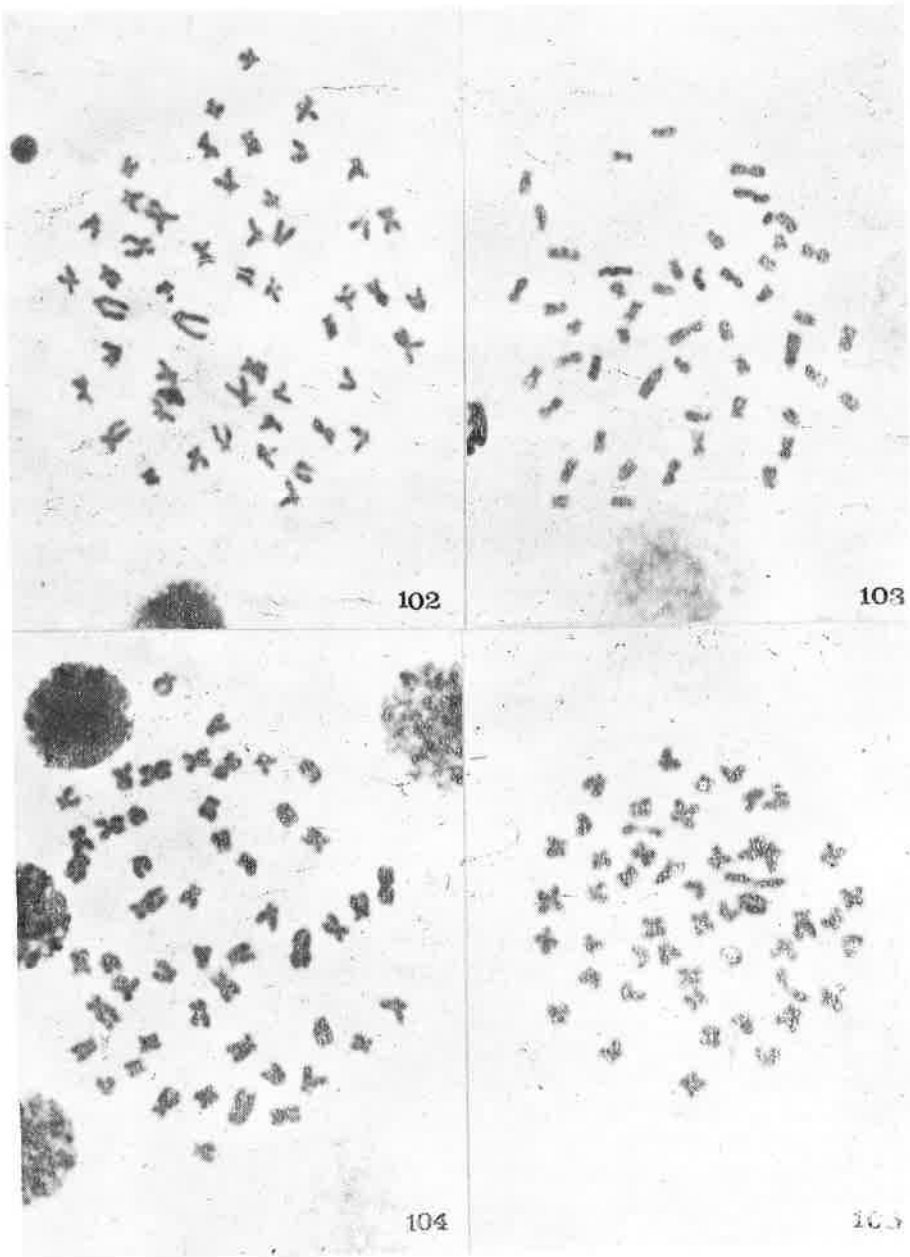
Ĥromosomski par	Relativna dužina	Apsolutna dužina (u mikronima)	Centromer-ni indeks	Odnos krakova	Kategorija
1	62,60	2,60	7,69	12,00	T
2	56,50	2,40	37,58	1,67	M
3	54,14	2,30	39,13	1,56	M
4	50,30	2,10	38,10	1,63	M
5	46,85	2,00	40,00	1,50	M
6	44,79	1,90	47,37	1,10	M
7	43,60	1,80	33,33	2,00	sm
8	42,43	1,80	44,44	1,25	M
9	41,46	1,80	44,44	1,25	M
10	40,54	1,70	41,80	1,43	M
11	39,93	1,70	29,41	2,40	sm
12	38,68	1,60	31,25	2,20	sm
13	37,76	1,60	43,75	1,29	M
14	47,00	1,60	18,75	4,33	t
16	36,35	1,50	33,33	2,00	sm
17	35,36	1,50	40,07	2,75	sm
18	34,97	1,50	33,33	2,00	sm
19	34,71	1,50	13,33	6,50	t
20	34,20	1,40	14,29	6,00	t
21	32,85	1,40	28,57	2,50	sm
22	32,23	1,40	35,71	1,80	sm
23	30,60	1,30	30,77	3,33	t
24	29,14	1,20	33,33	2,00	sm
25	26,39	1,10	45,45	1,20	M

3.1.6. *Leuciscus souffia agassizi*

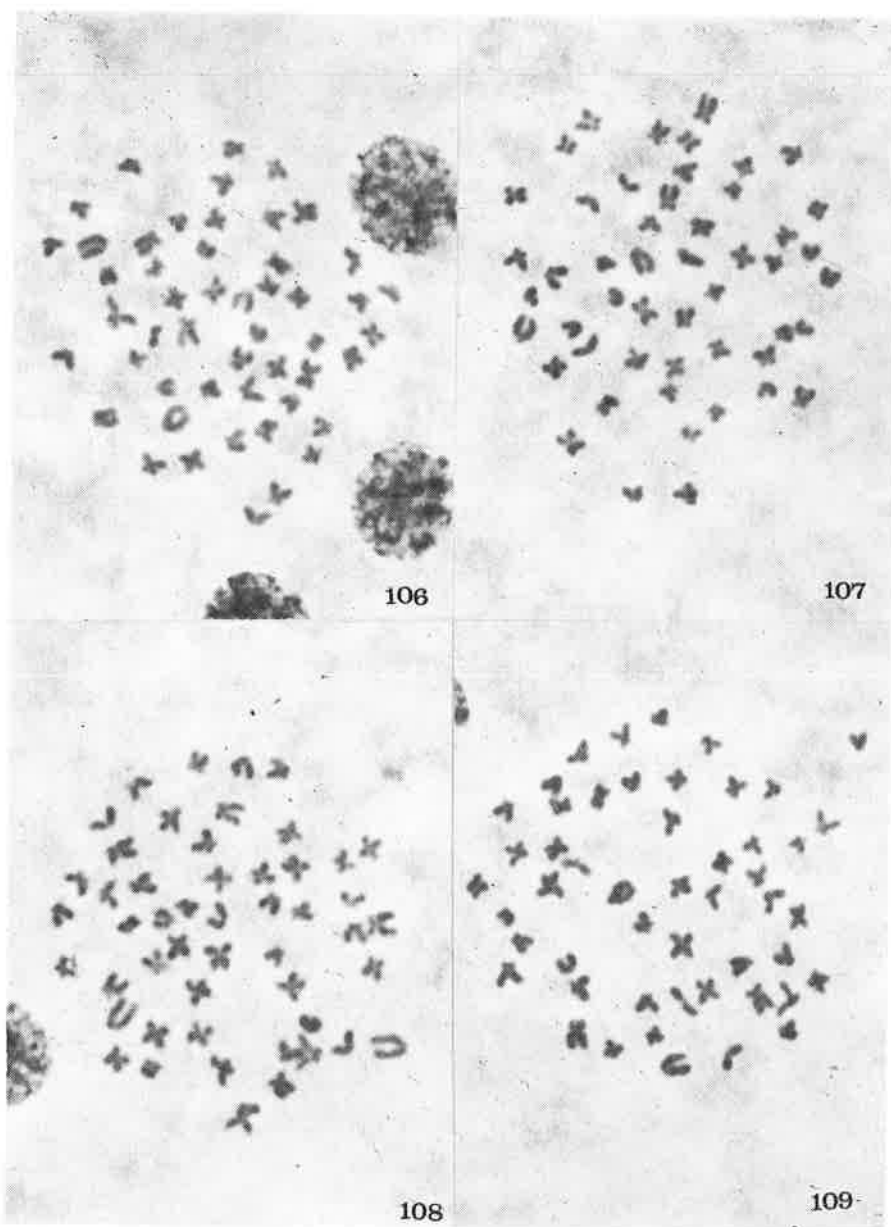
Na temelju analize većeg broja (pro)metafaznih figura C-mitoze u tkivu bubrežnog epitela i spermatogonijalnih mitozu, utvrđeno je da je diploidni broj hromosoma *L. souffia agassizi* $2n=50$ (slika 102—113). Ovaj hromosomski broj je potvrđen analizom više od 300 (pro)metafaznih mitotičkih figura. Tokom ovih analiza nisu primijećena bilo kakva odstupanja od konstatovanog hromosomskog broja, tako da se, bez dileme, može tvrditi da somatske ćelije ove ribe sadrže stalan broj hromosoma. Isto tako nisu uočene ni eventualne razlike u pogledu hromosomskog broja među polovima.

Detaljnija analiza morfoloških i numeričkih osobina kariotipa je sprovedena studijom mitotičkih figura u kojima su hromosomi najbolje ispoljavali sve elemente svoje individualnosti. Na osnovu takvih analiza bilo je moguće da se sa dosta preciznosti odredi kojem tipu, s obzirom na položaj centromere, pripadaju pojedini elementi posmatrane hromosomske garniture. Rekonstrukcija specifičnog kariograma učinjena je saglasno dužini i morfoloiji hromosoma. Naše analize su pokazale da hromosomsku garnituru ove vrste klijena sačinjavaju 42 dvokraka i 8 jednokrakih hromosoma. Skupina dvokrakih hromosoma sastavljena je od šest parova metacentričnih i 11 parova submetacentričnih hromosoma. Grupu jednokrakih hromosoma sačinjavaju tri para kod kojih je centromera smještena terminalno i jedan par sa subterminalnim položajem centromere. Ukupan broj hromosomskih krakova iznosi 92 (NF=92, sl. 114, 115 i 116).

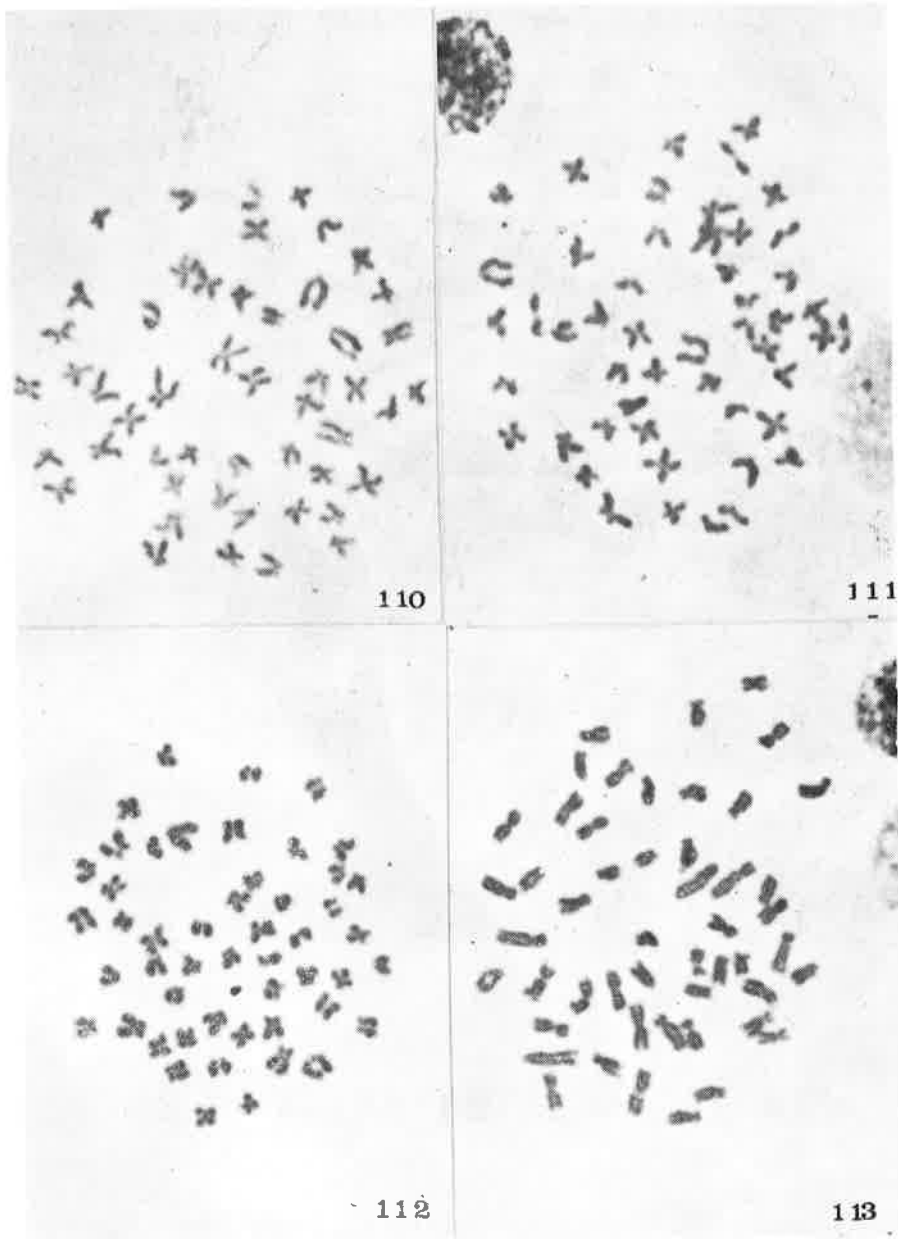
Na osnovu podataka o njihovim relativnim i apsolutnim dužinama, hromosomi posmatrane garniture podijeljeni su u tri dužinske kategorije. Tri para hromosoma označena su kao dugi hromosomi. Jedan par iz ove grupe ima teleocentričnu formu (odnos krakova 15,00, centromerni indeks 10,00), a ostala dva para dugih hromosoma imaju medijalno, odnosno submedijalno smještenu centromeru (odnos krakova 1,0—1,8, a indeks centromere 35,71 i 50,00). Apsolutne dužine hromosoma iz ove grupe kreću se od 2,6 do 3,00 mikrona. Najveći broj hromosoma u garnituri ove ribe svrstan je u kategoriju srednjih hromosoma. Ova skupina uključuje 15 hromosomskih parova dosta uniformne dužine i morfoloije (relativna dužina hromosoma ove grupe kreće se od 35,36 do 48,00, dok apsolutna dužina varira između 1,8 i 2,5 mikrona). Samo jedan hromosomski par posmatrane skupine pripada telecentričnom tipu (odnos krakova 10,50, a centromerni indeks 10,53). Položaj ovog para hromosoma u kariogramu je prilično stalan (pozicija 13—15). Među metacentričnim hromosomima nalazimo 5 parova koji su međusobno jako slični, kako po dužini tako i po morfoloiji, pa se homologizacija i mjesto u kariogramu moraju uzimati sa dosta opreznosti (vidi kariogram, sl. 114: parovi 9—16). Sedam hromosomskih parova okarakterisano je kao kratki hromosomi čija rela-



Sl. 102—105: Mitotičke (pro)metafaze u ćelijama bubrežnog epitela *L. souffia agassizi* (ženka, 2000 ×).
 Mitotic (prometaphases in the cells of the kidney epithelium of *L. souffia agassizi* (female, 2000 ×).

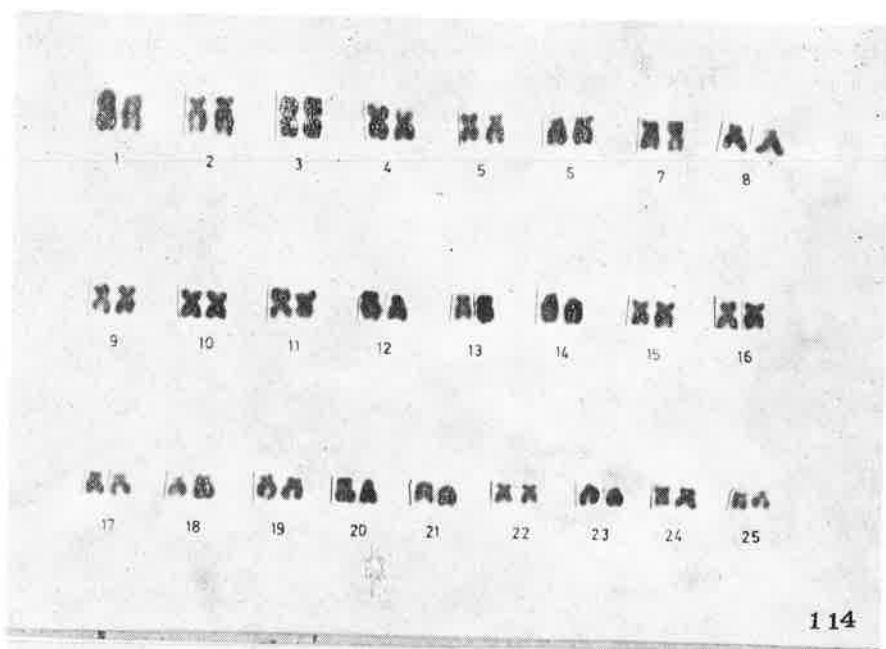


Sl. 106—109: Mitotičke (pro)metafaze u ćelijama bubrežnog epitela *L. souffia agassizi* (mužjak, 2000 ×).
Mitotic (pro)metaphases in the cells of the kidney epithelium of



Sl. 110—113: Mitotičke (pro)metafaze u ćelijama bubrežnog epitela *L. souffia agassizi* (ženka, 2000 ×).

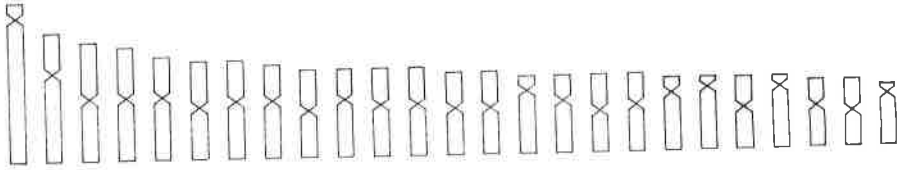
Mitotic (pro)metaphases in the cells of the kidney epithelium of *L. souffia agassizi* (female, 2000 ×).



Sl. 114: Kariogram *L. souffia agassizi* (ženka).
Karyogram of *L. souffia agassizi* (female).

Sl. 115: Kariogram *L. souffia agassizi* (mužjak).
Karyogram of *L. souffia agassizi* (male).

tivna dužina ne prelazi 35 promila ukupne dužine haploidne hromosomske garniture. Grupa je sastavljena od pet parova dvokrakih i dva para jednokrakih hromosoma. Za ovu grupu karakteristična je takođe ujednačenost dužine od 1,4 do 1,7 mikrona).



Sl. 116: Haploidni idiogram *L. souffia agassizi*.
Haploid idiogram of *L. souffia agassizi*.

Tabela 12: Vrijednost relativnih dužina hromosomskih parova *L. souffia agassizi* dobivene mjerenjem u sedam mitotičkih figura različitog stepena spiralizacije.

Relative length of chromosome pairs of *L. souffia agassizi* obtained by means of measuring seven mitotic figures with different level of spiralization.

Hromosomski par	M j e r e n j e						
	1	2	3	4	5	6	7
1	60,59	61,73	60,22	59,05	61,37	57,37	59,88
2	55,97	61,22	53,22	52,49	57,83	54,35	56,58
3	50,20	56,63	50,44	50,85	53,50	52,54	54,69
4	47,32	50,51	47,35	47,57	48,39	47,71	47,15
5	45,59	44,90	45,81	45,93	45,24	44,69	45,26
6	45,01	43,37	44,26	43,74	43,67	43,48	44,32
7	43,28	42,86	43,75	43,74	43,27	42,27	44,32
8	42,70	42,86	43,23	42,65	42,88	42,27	42,43
9	42,12	42,35	41,17	41,55	41,31	42,27	41,49
10	40,93	40,82	41,17	41,01	39,73	41,06	39,60
11	40,39	40,82	40,66	40,46	39,34	41,06	39,60
12	39,24	39,29	40,14	39,37	39,34	39,86	38,66
13	39,24	37,76	39,11	39,37	38,95	39,25	38,19
14	38,66	36,73	39,11	38,27	37,37	38,65	37,72
15	38,08	36,73	38,09	38,27	36,98	37,44	37,72
16	36,93	35,71	36,54	37,73	36,59	36,23	35,83
17	36,93	35,71	36,03	37,18	35,41	36,23	35,36
18	36,35	35,71	35,51	36,09	35,41	36,23	34,42
19	35,78	34,18	34,48	35,54	34,62	35,02	33,95
20	34,62	33,67	33,97	33,90	33,83	35,02	33,47
21	31,74	32,14	33,45	33,90	33,44	33,82	33,00
22	30,58	30,51	32,94	32,80	33,04	32,61	33,00
23	30,01	30,10	32,42	32,80	32,26	30,80	32,06
24	30,01	28,06	29,85	28,43	28,72	30,19	31,59
25	27,70	25,51	26,76	27,34	27,54	29,59	29,70

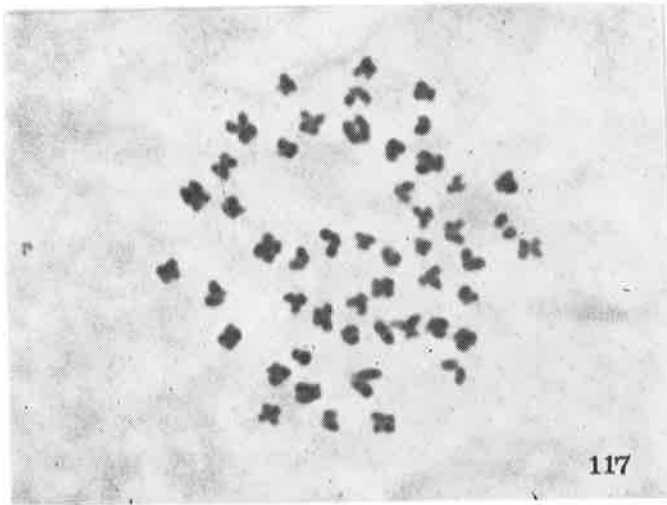
Analiza mejoze nije dala zadovoljavajuće rezultate, pošto su istraživanja vršena u vrijeme mejotičke neaktivnosti. Analizirane su brojne spermatogonijalne mitoze i u svima je nađen očekivani diploidni broj hromosoma, $2n=50$ (sl. 117). Sudeći prema ovome, moglo bi se pretpostaviti da mejoza u sjedenicima ove vrste ima »normalan« tok, tj. da ne postoji varijabilnost broja hromosoma u mejozi.

Tabela 13: Osnovni podaci o morfološkim i merističkim karakteristikama hromosomske garniture *L. souffia agassizi*.

Basic data on the morphological and meristic properties of the chromosome set of *L. souffia agassizi*.

Hromosomski par	Relativna dužina	Apsolutna dužina (u mikronima)	Centromer-ni indeks	Odnos krakova	Kategorija
1	60,03	3,00	10,00	13,50	T
2	56,00	2,80	35,71	1,80	sm
3	52,69	2,60	50,00	1,00	M
4	48,00	2,40	45,83	1,18	M
5	45,35	2,20	36,26	1,75	sm
6	43,98	2,10	33,33	2,00	sm
7	43,36	2,10	47,62	1,10	m
8	42,72	2,10	28,57	2,50	sm
9	41,75	2,10	47,62	1,10	m
10	40,62	2,00	50,00	1,00	m
11	40,33	2,00	50,00	1,00	m
12	39,41	1,90	31,58	2,17	sm
13	38,84	1,90	31,58	2,17	sm
14	38,07	1,90	10,53	8,50	T
15	37,62	1,90	42,11	1,38	m
16	36,51	1,80	38,89	1,57	m
17	36,12	1,80	33,33	2,00	sm
18	35,67	1,80	33,33	2,00	sm
19	34,80	1,70	29,41	2,40	sm
20	34,07	1,70	36,29	1,83	sm
21	33,07	1,70	5,88	16,00	T
22	32,23	1,60	37,50	1,67	m
23	31,49	1,60	12,50	7,00	t
24	29,55	1,50	40,00	1,50	m
25	27,73	1,40	37,71	1,80	sm

Tabele 12 i 13 prikazuju podatke o relativnim dužinama hromosomskih parova u mitozama različitog stupnja spiralizovanosti hromosoma, odnosno podatke o morfološkim i merističkim karakteristikama hromosomske garniture ove ribe.

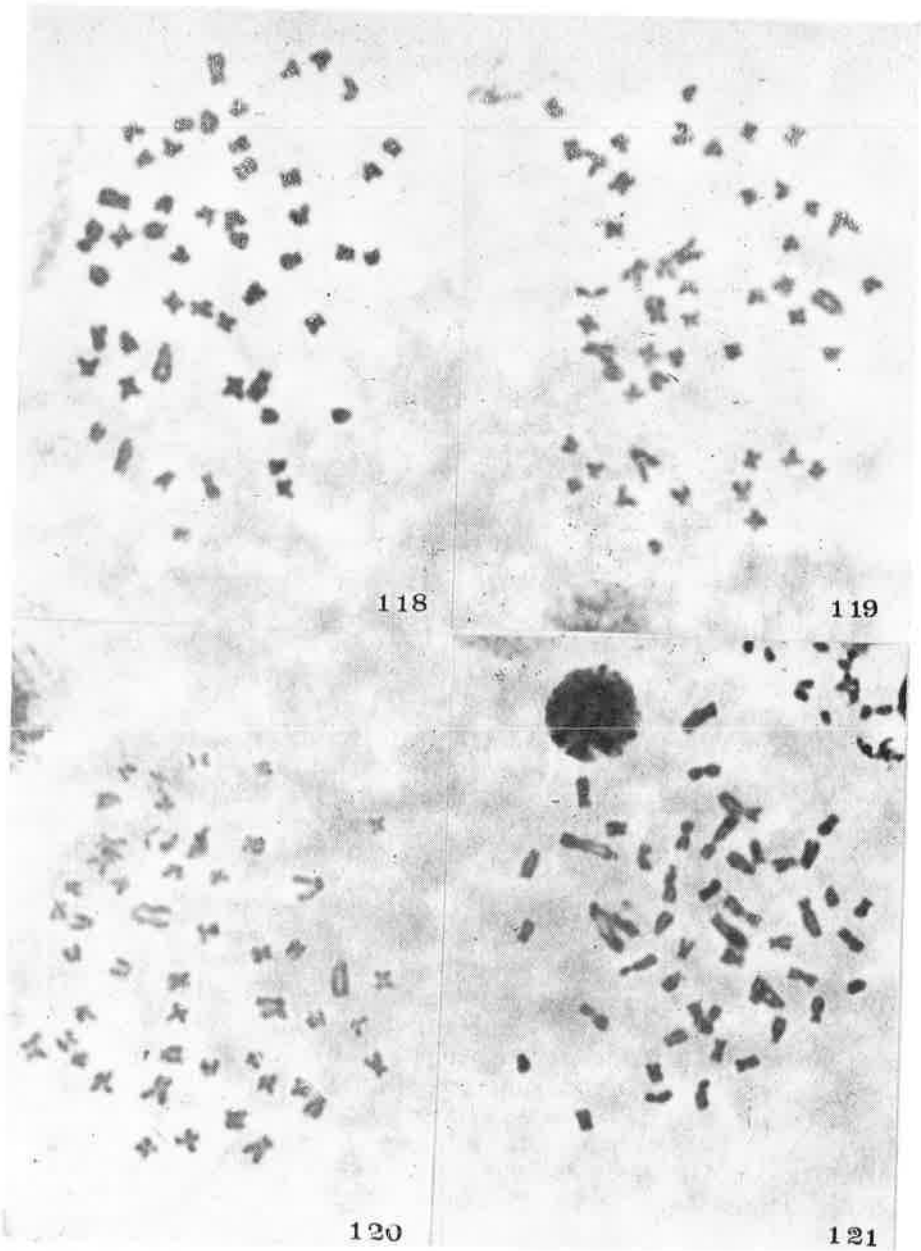


Sl. 117: Spermatogonijalna mitoza *L. souffia agassizi* ($2n=50$).
Spermatogonial mitose of *L. souffia agassizi* ($2n=50$).

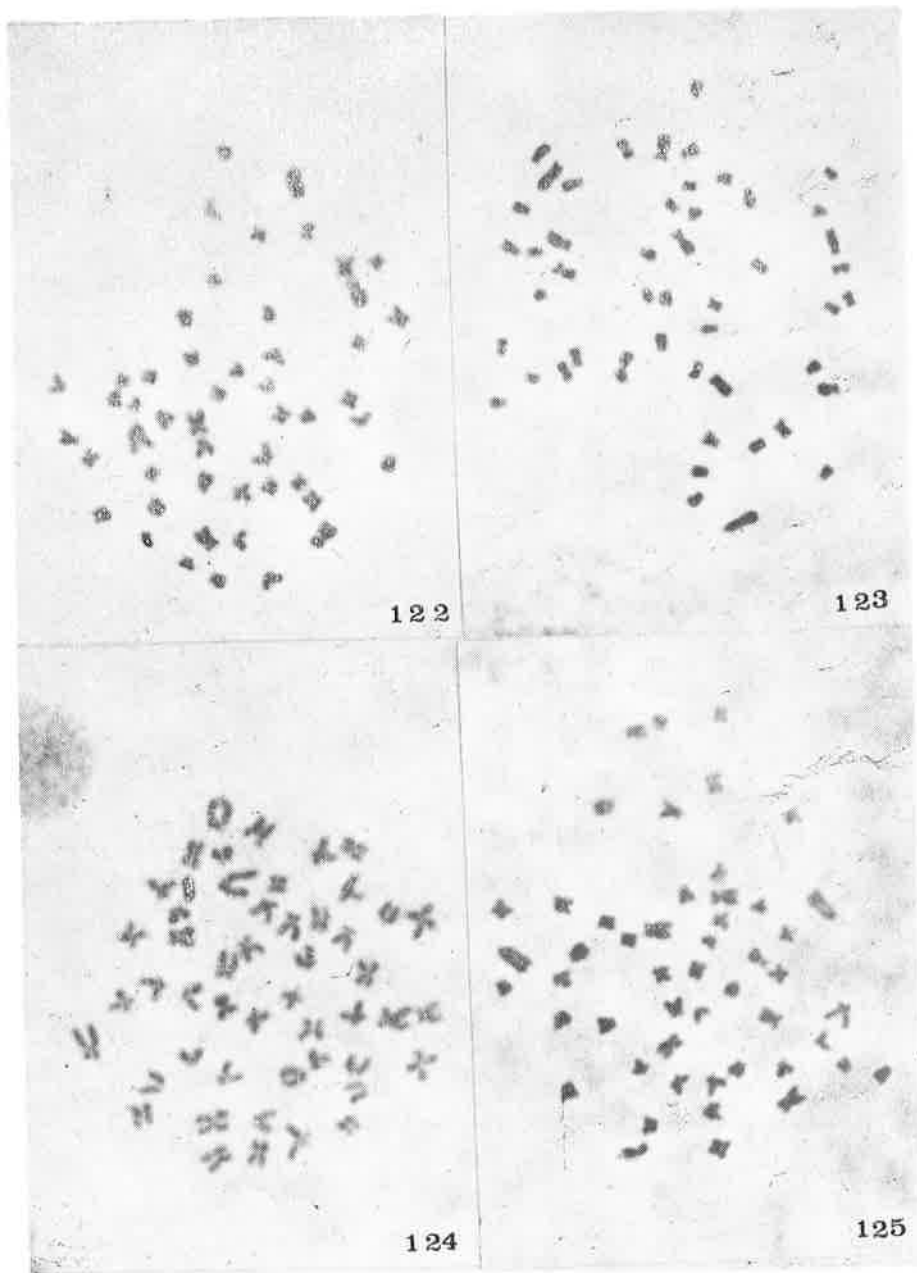
3.1.7. *Leuciscus idus*

Svi podaci o hromosomima ove vrste dobiveni su paralelnom analizom mitoza u škržnom i bubrežnom epitelu.

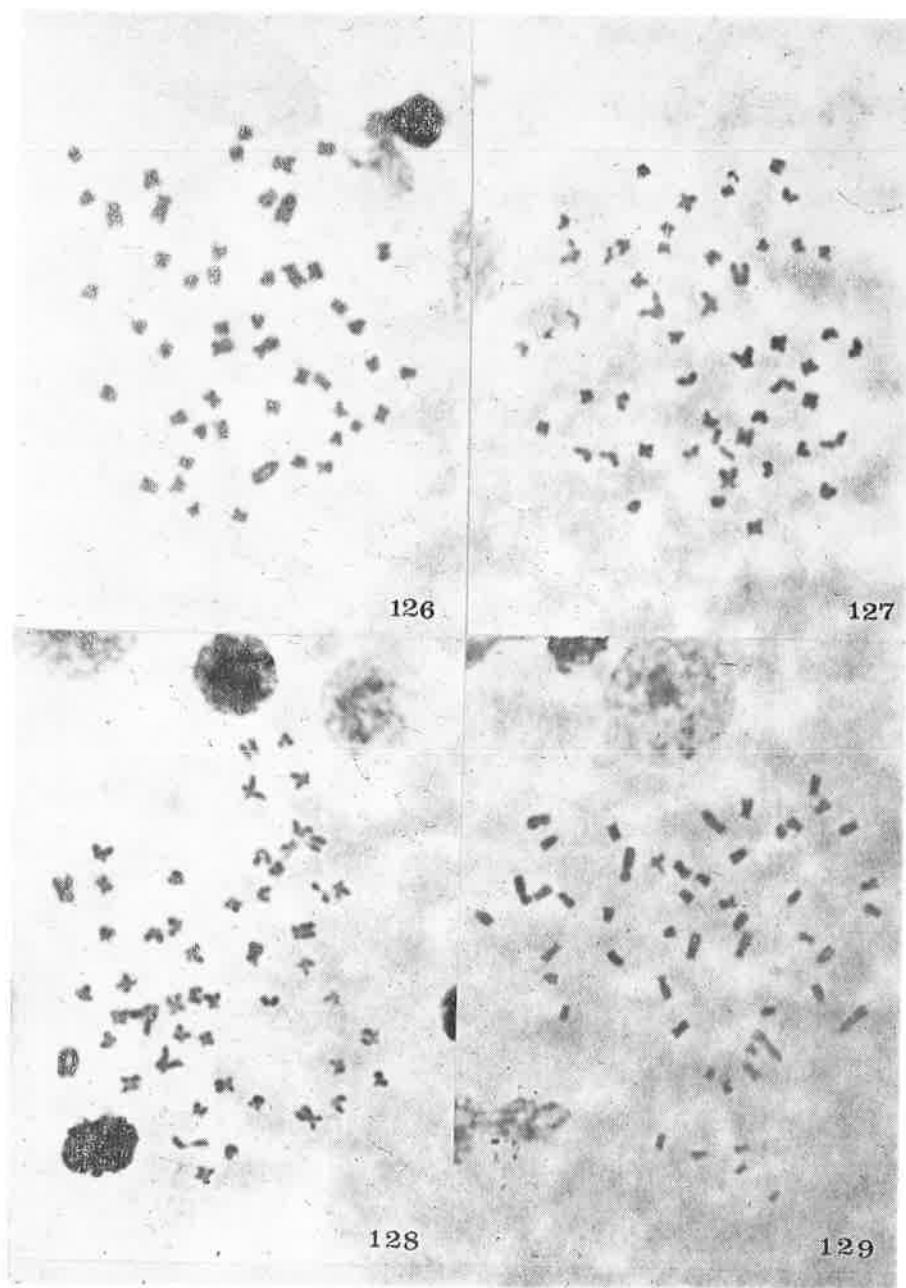
Na osnovu analize više od 200 (pro)metafaznih figura C-mitoze u ćelijama bubrežnog i škržnog epitela utvrđeno je da diploidni broj hromosoma *L. idus* iznosi 50 ($2n=50$) (slike 118—129). Sve analizirane mitotičke figure sadržavale su pomenuti broj hromosoma, pa se može tvrditi da ispitivana mitotička tkiva karakteriše stalan hromosomski broj. Nisu evidentirane bilo kakve razlike u pogledu broja hromosoma, kako među polovima tako i među jedinkama raznih populacija. Podaci o morfološkoj strukturi kariotipa dobiveni su analizom većeg broja (pro)metafaznih mitotičkih figura. Analizom takvih figura bilo je moguće odrediti tipove hromosoma u sastavu hromosomskog komplementa. Rekonstrukcija specifičnog kariograma sprovedena je saglasno kriterijumima prihvaćenim u ovom radu. Naša istraživanja su pokazala da se diploidna hromosomska garnitura *L. idus* sastoji od devetnaest parova dvokrakih i šest parova jednokrakih hromosoma. Skupinu dvokrakih hromosoma sačinjava 15 parova metacentričnih i 4 para submetacentričnih hromosoma. U grupi jednokrakih hromosoma nalazimo 4 para subtelocentričnih (akrocentričnih) i dva para telocentričnih hromosoma. Ukupan broj hromosomskih krakova, preračunat iz broja jednokrakih i dvokrakih hromosoma, iznosi 88 ($NF=88$) (sl. 130—132). Ista morfološka građa kariotipa nađena je i kod mužjaka i kod ženki (vidi prikazane kariograme).



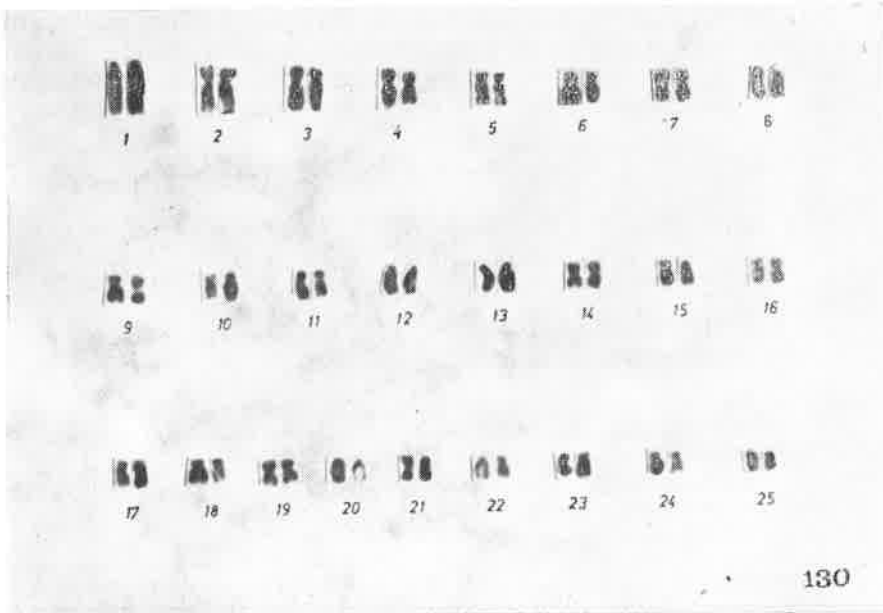
Sl. 118—121: Mitotičke (pro)metafaze u ćelijama škržnog epitela *L. idus* (ženka, 2000 \times).
 Mitotic (pro)metaphases in the cells of the gill epithelium of *L. idus* (female, 2000 \times).



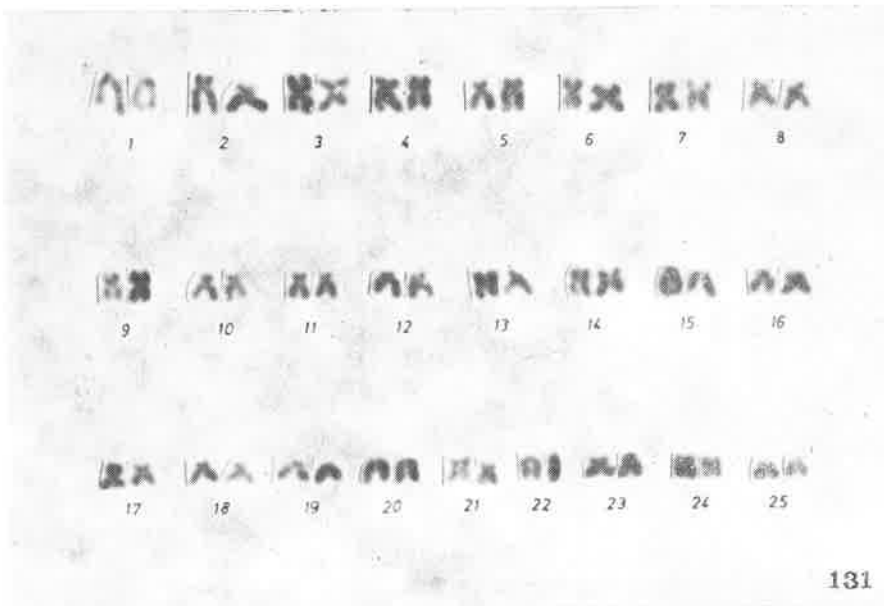
Sl. 122—125: Mitotičke (pro)metafaze u ćelijama bubrežnog epitela *L. idus* (mužjak, 2000 \times).
 Mitotic (pro)metaphases in the cells of the kidney epithelium of *L. idus* (male, 2000 \times).



Sl. 126—129: Mitotičke (pro)metafaze u ćelijama bubrežnog epitela *L. idus* (ženka, 2000 \times).
Mitotic (pro)metaphases in the cells of the kidney epithelium of *L. idus* (female, 2000 \times).

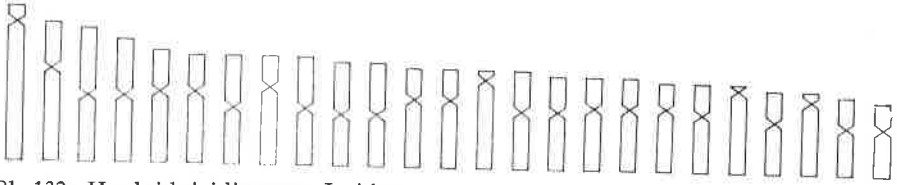


Sl. 130: Kariogram *L. idus* (mužjak).
Karyogram of *L. idus* (male).



Sl. 131: Kariogram *L. idus* (ženka).
Karyogram of *L. idus* (female).

Ostali podaci o morfološkim i kariometrijskim specifičnostima ove vrste dobiveni su premjeravanjem hromosoma u sedam mitotičkih figura različitog stupnja kondenzovanosti hromosoma. Tabela 14 prikazuje podatke o relativnim dužinama hromosoma.



Sl. 132: Haploidni idiogram *L. idus*.
Haploid idiogram of *L. idus*.

Tabela 14: Vrijednosti relativnih dužina hromosomskih parova *L. idus* dobivene mjerenjem sedam mitotičkih figura različitog stepena spiralizacije.

Relative length of chromosome pairs of *L. idus* obtained by means of measuring seven mitotic figures with different level of spiralization.

Hromosomski par	M j e r e n j e						
	1	2	3	4	5	6	7
1	60,25	69,72	74,29	76,33	68,13	74,82	72,28
2	57,16	57,16	65,40	61,80	61,83	55,96	57,45
3	57,59	48,92	55,90	59,05	56,29	51,91	54,78
4	46,34	52,76	53,33	54,16	51,09	53,44	49,12
5	45,31	47,74	49,52	50,32	47,04	44,76	46,87
6	43,77	43,97	43,81	45,63	45,42	42,75	44,61
7	43,25	43,34	41,90	42,64	42,98	41,42	41,78
8	42,22	41,46	40,00	41,79	42,17	40,08	41,22
9	42,22	39,57	39,37	40,09	40,55	40,08	40,65
10	41,19	38,94	39,37	39,23	40,55	40,08	40,09
11	40,68	38,94	38,10	39,23	38,93	38,74	39,53
12	40,16	38,32	38,10	38,81	37,31	37,41	38,96
13	38,11	37,69	38,10	36,25	37,31	36,74	36,70
14	38,11	37,06	36,83	35,82	37,31	36,07	36,14
15	37,08	36,43	35,56	34,54	35,69	35,40	35,57
16	37,08	35,18	34,92	34,12	35,69	34,74	35,01
17	36,56	33,92	34,29	33,26	34,87	34,74	33,88
18	36,05	33,92	33,02	32,41	34,06	33,40	33,88
19	36,05	33,29	32,38	31,98	34,06	33,40	33,88
20	35,53	32,66	31,75	31,56	33,25	33,40	33,31
21	35,02	31,41	31,75	30,70	32,44	33,40	32,75
22	32,96	31,41	29,21	30,28	32,44	32,73	32,19
23	31,41	30,78	28,57	29,00	30,82	32,06	31,62
24	28,84	30,15	27,30	28,14	30,82	30,73	29,93
25	25,75	28,27	24,13	25,59	29,20	27,39	28,80

Razdioba hromosoma na dužinske kategorije (duge, srednje i kratke) je učinjena na temelju njihovih relativnih dužina. Hromosomska garnitura ove vrste sadrži četiri para dugih hromosoma, čija se relativna dužina kreće od 51,46 do 70,83 promila, a apsolutna od 2,20 do 3,10 mikrona. Jedan par (najduži) iz ove grupe ima terminalno položenu centromeru (i znatnije se, u pogledu dužine, iz-

Tabela 15: Osnovni podaci o morfološkim i merističkim karakteristikama hromosomske garniture *L. idus*.

Basic data on the morphological and meristic properties of the chromosome set of *L. idus*.

Hromosomski par	Relativna dužina	Apsolutna dužina (u mikronima)	Centromerni indeks	Odnos krakova	Kategorija
1	70,83	3,10	9,68	9,33	T
2	58,94	2,50	32,00	2,13	sm
3	54,36	2,30	47,83	1,09	M
4	51,46	2,20	45,45	1,20	M
5	47,37	2,00	40,00	1,50	M
6	44,28	1,90	47,37	1,10	M
7	42,47	1,80	42,11	1,38	M
8	41,28	1,80	38,89	1,57	M
9	40,36	1,70	47,06	1,13	M
10	39,92	1,70	35,29	1,83	sm
11	39,16	1,70	41,18	1,43	M
12	38,44	1,70	41,18	1,43	M
13	27,27	1,60	43,75	1,29	M
14	36,76	1,60	43,75	1,29	M
15	35,75	1,50	20,00	4,00	t
16	35,25	1,50	33,33	2,00	sm
17	34,50	1,50	46,67	1,14	M
18	33,82	1,50	40,00	1,50	M
19	33,58	1,40	21,43	3,67	t
20	33,07	1,40	14,29	6,00	t
21	32,50	1,40	42,86	1,33	M
22	31,60	1,40	14,29	6,00	t
23	30,61	1,30	38,46	1,60	M
24	29,42	1,30	46,15	1,17	M
25	27,02	1,20	16,67	5,00	t

dvaja od ostalih), dok se kod ostala tri para ona nalazi medijalno ili submedijalno. Posmatranjem homologih hromosoma ove grupe može se konstatovati izvjesna »nehomologost homologih hromosoma«. Ova pojava je zapažena u svim mitozama i može se reći da važi i za ostale hromosomske parove posmatrane garniture (vidi prikazane kariograme). U grupu hromosoma srednje dužine uk-

ljučeno je dvanaest parova; za ovu skupinu hromosoma karakteristična je prilična ujednačenost dužina, pa je redni broj pojedinih parova u kariogramu uslovno određen. I morfologija hromosoma ove grupe je slična, jer samo jedan par pripada akrocentričnom tipu, dok se kod ostalih kinetohor nalazi medijalno ili submedijalno. Apsolutne dužine hromosoma ove grupe kreću se od 1,50 do 2,00 mikrona. Devet hromosomskih parova u garnituri pripadaju kategoriji kratkih hromosoma. U ovoj grupi nalazimo šest parova koji su po svojim dužinama vrlo slični, tako da im je položaj u kariogramu nesiguran. Među kratkim hromosomima četiri para imaju akrocentričnu, odnosno telocentričnu formu, odnos krakova 3,10 — 7,20, a centromerni indeks 14,29 — 21,43. Što se tiče morfologije ovih hromosoma, može se reći da se međusobno prilično razlikuju, tako da homologizacija nije teška. Pet parova posmatrane skupine pripadaju metacentričnom ili submetacentričnom tipu. Među njima dva para su veoma slični (vidi kariograme).

U tabeli 15 su prikazani sumarni podaci o morfološkim i kariometrijskim osobinama ispitivane vrste.

3.2. ELEMENTI UPOREDNE KARIOLOGIJE ISPITIVANIH OBLIKA RODA *LEUCISCUS*

U prethodnom poglavlju ovoga rada pojedinačno su prikazani rezultati istraživanja hromosomskih garnitura sedam predstavnika roda *Leuciscus* iz voda Bosne i Hercegovine. Kao što je konstatovano, svi oblici ovoga roda imaju isti diploidni broj hromosoma ($2n=50$), pa, što se toga tiče, oni čine homogenu grupu riba. Međutim, iz izloženih podataka o hromosomima ovih riba vidljivo su izvjesne kariološke osobenosti, karakteristične za svaki od posmatranih oblika. Jedna od markantnih diferencijalnih morfo-karioloških osobina ovih riba je različit »fundamentalni broj« (NF), što proističe iz različitog broja dvokrakih, odnosno, jednokrakih hromosoma u odgovarajućim garniturama. Ukupan broj hromosomskih krakova varira od forme do forme i kreće se od 82 (*L. svallize*) do 92 (*L. souffia agassizi*). Pored toga, naša istraživanja su pokazala da se ispitivani oblici roda *Leuciscus* razlikuju u nizu finijih kariomorfoloških pokazatelja, na osnovu kojih je, prema savremenim shvatanjima, moguće prosuđivati o interspecijskim kariološkim i citotaksonomskim odnosima.

Pored uporedne analize morfoloških i numeričkih karakteristika hromosomskih garnitura posmatranih oblika roda *Leuciscus*, u ovom odjeljku pažnja je posvećena i analizi morfološke građe jednokrakih i dvokrakih hromosoma, relativnim i apsolutnim dužinama hromosoma u garniturama, te analizi stepena varijabilnosti »marker hromosoma«.

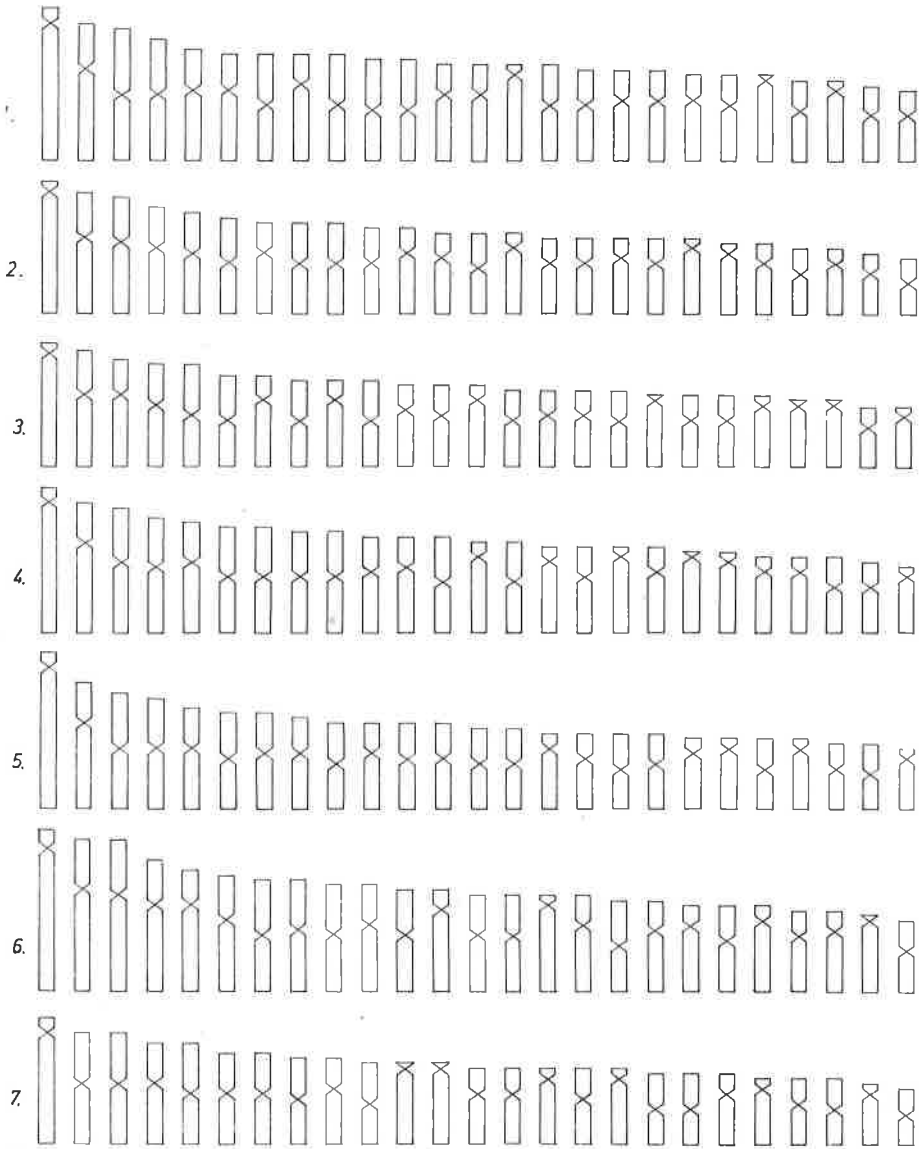
3.2.1. Pregled numeričkih i morfoloških karakteristika hromosomskih garnitura oblika roda *Leuciscus*

S obzirom da ispitivani oblika roda *Leuciscus* imaju isti diploidni hromosomski broj ($2n=50$), sasvim je razumljivo da se kariološke i citotaksonomske osobenosti pojedinih oblika posmatranog roda moraju tražiti u numeričkim i morfološkim karakteristikama njihovih hromosomskih garnitura, tj. u specifičnosti strukturne organizacije hromosomskog komplementa. Ispitivani oblici roda *Leuciscus*, kao što je ranije istaknuto, međusobno se kariološki najuočljivije razlikuju u broju dvokrakih, odnosno jednokrakih hromosoma, što ima za posljedicu različiti »fundamentalni broj«.

Hromosomska garnitura *L. Svallize svallize* sadrži 16 parova dvokrakih i 9 parova jednokrakih hromosoma, tako da ukupan broj hromosomskih krakova u garnituri ove ribe iznosi 82 (NF=82). Ovu vrstu klijena odlikuje, dakle, najmanji »fundamentalni broj« među svim ispitivanim leuciskusima. *L. turskyi tenellus*, u poređenju sa prethodnom vrstom, ima jedan par metacentričnih hromosoma više, odnosno, par jednokrakih hromosoma manje, tako da ukupan broj hromosomskih krakova iznosi 84. Ispitivane podvrste *L. cephalus cephalus* i *L. cephalus albus* imaju istu morfološku strukturu kariotipova; njihove garniture se sastoje od 36 dvokrakih i 14 jednokrakih hromosoma, pa ukupan broj hromosomskih krakova iznosi 86 (NF=86). U hromosomskoj garnituri *L. idus* nalazimo 38 hromosoma sa medijalno ili submedijalno položenom centromerom i 12 hromosoma kod kojih se centromera nalazi terminalno ili subterminalno. Broj hromosomskih krakova, karakterističan za ovu vrstu, iznosi 88. Pet parova hromosoma u diploidnoj garnituri vrste *L. leuciscus* pripada akrocentričnom tipu, dok se centromera kod 40 hromosoma nalazi medijalno ili submedijalno; ukupan broj hromosomskih krakova iznosi 90. *L. souffia agassizi*, prema našim nalazima, ima najsloženiju morfološku građu hromosomske garniture među ispitivanim predstavnicima roda *Leuciscus*. Samo četiri hromosomska para u garnituri ove ribe imaju akrocentričnu formu (telocentričnu), a ostali hromosomi posmatrane garniture imaju medijalno, odnosno, submedijalno lokaliziranu centromeru.

Uporedna analiza morfološke građe hromosomskih garnitura ispitivanih oblika roda *Leuciscus* pokazuje da u njihovim garniturama postoji nekoliko hromosomskih parova koji su međusobno veoma slični i mogu se smatrati zajedničkom odlikom cijeloga roda. Četiri para takvih hromosoma uslovno smo označili kao »marker hromosomi«. Tako u hromosomskim garniturama svih ispitivanih oblika nalazimo po jedan par dugih akrocentričnih hromosoma (radi se o najdužim hromosomima u garniturama). Sasvim je moguće tvrditi da ovaj par hromosoma predstavlja najuočljiviju zajedničku kariološku karakteristiku roda *Leuciscus*. Isto tako, naj-

duži par metacentričnih hromosoma je manje-više istih morfoloških karakteristika kod svih predstavnika ovoga roda i po svojoj morfologiji se znatnije izdvaja od ostalih metacentričnih (subme-



Sl. 133: Uporedni prikaz haploidnih idiograma ispitivanih oblika roda *Leuciscus*.

A comparative review of the haploid idiogrames of the studied forms of the genus *Leuciscus*.

tacentričnih) hromosoma. Naša istraživanja su pokazala da se u skupini hromosoma srednje dužine u garniturama svih klijenova nalazi par akrocentričnih hromosoma. Položaj ovog hromosomskog para u specifičnim kariogramima je prilično stalan i zuzima mjesto od rednog broja 13 do 15 (vidi prikazane idiograme, sl. 133). I, na kraju, kao četvrti »marker hromosom« uzet je najkraći par hromosoma u garniturama. Ovaj par hromosoma je kod svih ispitivanih klijenova skoro istog izgleda i pripada metacentričnom tipu hromosoma, sa centromernim indeksom koji varira od 33,33 — 46,15; lako prepoznatljiv u garniturama svih oblika.

Tabela 16: Usporedni pregled podataka o morfološkim i numeričkim osobinama hromosomskih garnitura ispitanih oblika roda *Leuciscus*.

Comparative review of the data on morphological and numerical properties of the chromosome complements of the *Leuciscus* forms under investigation.

OBLIK	n	2n	M (sm)	t (T)	NF
<i>Leuciscus svallize</i> <i>svallize</i>	25	50	32	18	82
<i>Leuciscus turskyi</i> <i>tenellus</i>	25	50	34	18	84
<i>Leuciscus cephalus</i> <i>cephalus</i>	25	50	36	14	86
<i>Leuciscus cephalus</i> <i>albus</i>	25	50	36	14	86
<i>Leuciscus idus</i>	—	50	38	12	88
<i>Leuciscus leuciscus</i>	25	50	40	10	90
<i>Leuciscus souffia</i> <i>agassizi</i>	—	50	42	8	92

Prikazani podaci o morfološkim i numeričkim osobinama hromosomskih komplemenata ispitivanih klijenova prilično jasno ukazuju na stepen kariološke diferencijacije unutar roda, tj. odražavaju već poznato pravilo po kome se vrste politipskih rodova međusobno razlikuju u broju hromosomskih krakova, koji proističe iz različitog broja dvokrakih, odnosno jednokrakih hromosoma.

Tabela 16 prikazuje sumarne podatke o morfološkim i numeričkim osobinama hromosomskih garnitura ispitivanih oblika roda *Leuciscus*, a sl. 133 haploidne idiograme.

3.2.2. Usporedna analiza dvokrakih hromosoma u posmatranim garniturama

Ovom analizom obuhvaćeno je samo sedam parova dvokrakih hromosoma (tri para dugih i četiri para srednjih hromosoma). Radi se o skupini dvokrakih hromosoma čija je identifikacija u garniturama svih ispitivanih oblika vrlo laka, a njihova morfolo-

gija prilično stabilna. Najduži par dvokrakih hromosoma kod svih oblika, izuzev *L. cephalus albus*, ima istu formu i pripada submetacentričnom tipu hromosoma (odnos krakova 1,67 do 3,13, dok centromerni indeks varira između 30,77 i 39,13); vidi prikazane ideograme sl. 133). Odgovarajući hromosomski par u garnituri *L. cephalus albus* se vidljivo razlikuje od ostalih po tome što pripada metacentričnom tipu (odnos krakova 1,20, a centromerni indeks 45,45) i iste je dužine kao i naredni hromosomski par u garnituri. Drugi po veličini par dvokrakih hromosoma je metacentričnog tipa i kod svih oblika je manje-više isti. Kod svih analiziranih oblika roda *Leuciscus*, izuzev *L. cephalus cephalus*, treći par drugih, dvokrakih hromosoma ima metacentričnu formu; kod *L. cephalus cephalus* ovaj par hromosoma pripada submetacentričnom tipu (odnos krakova 1,88, a centromerni indeks 34,62). I za hromosomski par pod rednim brojem pet (vidi prikazane idiograme) može se reći da je kod svih manje-više iste morfološke građe, izuzev *L. cephalus cephalus*, kod koga hromosomi ovog para imaju submedijalno položenu centromeru. Hromosomski parovi u specifičnim kariogramima svih ispitivanih oblika, svrstani pod brojem 6, imaju metacentričnu formu. Ista konstatacija važi i za hromosome pod brojem 7, izuzev *L. turskyi tenellus*, kod koga ovaj hromosomski par ima submedijalno smještenu centromeru. Ako se detaljnije analiziraju hromosomi svrstani pod brojem 8, može se zaključiti da kod svih klijenova ispitanih oblika, osim *L. souffia agassizi*, imaju metacentričnu formu (odnos krakova 1,13 — 1,57, a centromerni indeks između 38,89 i 47,06). Odgovarajući hromosomski par u specifičnom komplementu *L. souffia agassizi* pripada submetacentričnom tipu sa odnosom krakova 2,50 i centromernim indeksom 28,57.

Uporedni prikaz dvokrakih hromosoma ispitivanih oblika na izvjestan način pokazuje kariološku homogenost roda *Leuciscus* u odnosu na morfološku konstituciju dvokrakih hromosoma. Drugim riječima, može se konstatovati da posmatrana grupa hromosoma čini jednu od značajnijih zajedničkih karioloških osobina roda *Leuciscus*. Što se tiče izvjesnih manjih razlika koje su konstatovane kod *L. cephalus cephalus*, teško je samo na osnovu toga govoriti o eventualno većem stepenu kariološke specifičnosti posmatrane podvrste u odnosu na druge pripadnike roda. Nakon sumiranja ostalih relevantnih parametara i ova evidentirana razlika bi mogla imati određenog uticaja na sagledavanje citotaksonomskog položaja *L. cephalus cephalus* u okviru roda.

3.2.3. Uporedna analizi jednokrakih hromosoma u posmatranim garniturama

Dva najduža para jednokrakih hromosoma upadljivo su slična u hromosomskim garniturama svih ispitanih oblika roda *Leuciscus*. Prvi par hromosoma ovoga tipa je ujedno i najduži ele-

ment u svim garniturama ovih riba. Po svojoj morfologiji ovi hromosomi pripadaju akrocentričnom, odnosno telocentričnom tipu. Subterminalno položenu centromeru (akrocentrični tip) imaju *L. cephalus cephalus* i *L. svallize svallize*, sa odnosom hromosomskih krakova 6,40 i 5,36, a centromernim indeksom 12,50, odnosno 19,34. Telocentrične hromosome na pomenutom položaju u garnituri imaju *L. cephalus albus*, *L. turskyi tenellus*, *L. leuciscus*, *L. souffia agassizi* i *L. idus*. Kraći kraci ovih hromosoma su jako mali, ponekad skoro nevidljivi, tako da se zaista može govoriti o hromosomima telocentričnog tipa (odnos hromosomskih krakova varira između 7,69 i 12,06, a centromerni indeks od 7,33 do 13,50). Moglo bi se na prvi pogled zaključiti da postoje stvarne razlike u strukturi hromosoma ovog tipa između *L. c. cephalus* i *L. svallize*, s jedne strane, i ostalih predstavnika, s druge strane. Smatramo, međutim, da se samo na osnovu malih razlika u dužini kraćih krakova ne može govoriti o stvarnim razlikama među pomenutim hromosomima (uporedi haploidne idiograme, sl. 3.2.1.1). Drugi par jednokrakih hromosoma pripada skupini hromosoma srednje dužine, a po svojoj morfologiji akrocentričnom ili telocentričnom tipu. Kod pet ispitanih oblika (*L. cephalus cephalus*, *L. svallize svallize*, *L. turskyi tenellus*, *L. leuciscus* i *L. idus*) postoje relativno vidljivi kraći kraci na ovim hromosomima, pa se, s obzirom na usvojene kriterijume, mogu nazvati akrocentričnim (odnos hromosomskih krakova od 3,25 do 4,33, a centromerni indeks varira između 18,25 i 23,53). Posmatrani hromosomi kod dva člana ovog roda imaju kraće krake toliko male da se skoro mogu proglasiti telocentričnim (odnos krakova je preko 7,00). Položaj ovih hromosoma u specifičnim kariogramima kod svih ispitanih oblika klijenova je prilično stabilan i hromosomi zauzimaju mjesto od rednog broja 13 do 15. Značajna je činjenica da kod oblika sa većim brojem jednokrakih hromosoma, pored ovoga para, u skupini srednjih hromosoma nalazimo još po jedan ili dva para hromosoma slične morfologije. Kada je riječ o ovim hromosomima, međutim, treba naglasiti da se oni javljaju kao specifična oznaka tih oblika. Umjesto ovih hromosoma, u garniturama *L. idus*, *L. leuciscus* i *L. souffia agassizi*, nalazimo metacentrične hromosome. Položaj ostalih jednokrakih hromosoma u kariogramima analiziranih leuciskusa je manje-više isti i oni pripadaju kratkim hromosomima. Kod *L. svallize*, *L. turskyi* i *L. idus* najmanji hromosomi u garniturama imaju telocentričnu formu, dok se hromosomski par slične morfologije kod *L. cephalus cephalus* i *L. cephalus albus* nalazi na predzadnjem mjestu. Hromosomske garniture *L. leuciscus* i *L. souffia gassizi* u kategoriji kratkih hromosoma nemaju akrocentrika i telocentrika.

Odsustvo značajnijih razlika u morfologiji dvokrakih i jednokrakih hromosoma među ispitanim oblicima roda *Leuciscus*, sugeriše zaključak da se proces kariološke diferencijacije nije odvijao

uz značajnije promjene ovih hromosoma, nego se čini mnogo vjerovatnijim da je tekao odgovarajućom transformacijom jednih u druge.

3.2.4. Dužina hromosoma kao mogući pokazatelj taksonomskih odnosa među posmatranim oblicima roda *Leuciscus*

Kariometrijskom analizom ukupnog hromosomskog materijala u po sedam mitotičkih figura sa različitim stepenom kondenzovanosti hromosoma pribavljeni su podaci o relativnim i apsolutnim dužinama hromosoma ispitivanih klijenova. U tabeli 17 su prikazani podaci o srednjim ukupnim dužinama hromosomskih garnitura posmatranih oblika roda *Leuciscus*. Na temelju tih podataka izvršeno je testiranje razlika aritmetičkih sredina ukupne dužine diploidnih garnitura. Rezultati sprovedenih analiza prikazani su u tabelama 18 i 19.

Tabela 17: Usporedni pregled ukupnih apsolutnih dužina diploidne hromosomske garniture (\bar{X}) i nekih pokazatelja njihove varijacije kod ispitanih oblika roda *Leuciscus*.
Comparative review of the absolute length of the chromosome set (\bar{X}) and some parametres of its variation in the studied forms of the genus *Leuciscus*.

OBLIK	2n	Broj analiziranih figura	\bar{X}	s
<i>L. cephalus cephalus</i>	50	7	101,34	13,09
<i>L. cephalus albus</i>	50	7	79,84	13,92
<i>L. svallize svallize</i>	50	7	92,55	13,80
<i>L. leuciscus</i>	50	7	82,78	12,16
<i>L. turskyi tenellus</i>	50	7	79,84	17,18
<i>L. souffia agassizi</i>	50	7	98,46	14,80
<i>L. idus</i>	50	7	85,39	17,86

Na skali raspona variranja srednje ukupne dužine diploidne hromosomske garniture (89,84 — 101,34 mikrona) zapaža se karakteristično grupisanje ispitivanih oblika oko područja 80 — 85 (*L. turskyi tenellus*, *L. cephalus albus*, *L. leuciscus* i *L. idus*) i 98 — 102 (*L. souffia agassizi* i *L. cephalus cephalus*) mikrona. Ova dva područja pomenute skale ne obuhvataju samo *L. svallize svallize*, koji se po vrijednosti analiziranog parametra nalaze između dvije pomenute grupe posmatranih leuciskusa. Testiranjem razlika aritmetičkih sredina ukupne dužine diploidne hromosomske garniture

utvrđeno je da se iz grupe posmatranih oblika roda *Leuciscus* posebno izdvaja *L. cephalus cephalus* kao grupni ekstrem sa najviše vrijednošću analiziranog parametra. Naime, *L. cephalus cephalus* se, prema prosječnoj dužini diploidnog hromosomskog komplemenata (104,34 mikrona), statistički značajno razlikuje od *L. cephalus albus* (89,00 mikrona; $0,02 > p > 0,01$), *L. turskyi tenellus* (79,84 mik-

Tabela 18: Rezultati t-testa razlika aritmetičkih sredina ukupne dužine diploidne hromosomske garniture kod ispitanih oblika roda *Leuciscus*.
Results t-testing the significance of the differences in the total diploid chromosome set length value of the studied forms of the genus *Leuciscus*.

POREĐENJE		t	p
L. cephalus cephalus	L.c. albus	2,9899	02 — 01*
	L.s. svallize	1,2169	
	L. leuciscus	2,7484	02 — 01*
	L.t. tenellus	2,6330	05 — 02*
	L.s. agassizi	0,3857	80 — 70
	L. idus	1,9054	10 — 05
L. cephalus albus	L.s. svallize	1,7153	20 — 10
	L. leuciscus	0,4229	60 — 50
	L.t. tenellus	—	—
	L.s. agassizi	2,4346	05 — 02*
	L. idus	0,6505	60 — 50
L. svallize svallize	L. leuciscus	1,3986	30 — 20
	L.t. tenellus	1,5205	20 — 10
	L.s. agassizi	0,7697	50 — 40
	L. idus	0,8365	50 — 40
L. leuciscus	L.t. tenellus	0,3695	80 — 70
	L.s. agassizi	2,1663	10 — 05
	L. idus	0,3196	80 — 70
L. turskyi tenellus	L.s. agassizi	2,1724	10 — 05
	L. idus	0,5924	60 — 50
L. souffia agassizi	L. idus	1,4908	20 — 10

rona; $0,05 > p > 0,02$), *L. leuciscus* (82,79 mikrona; $0,02 > p > 0,01$). Pored toga, i *L. souffia agassizi* (98,46 mikrona) se statistički značajno razlikuje od *L. cephalus albus* ($0,05 > p > 0,02$), vidi tabelu 18.

Rezultati uporedne analize relativnih dužina hromosomskih parova u diploidnim hromosomskim garniturama ispitivanih oblika roda *Leuciscus* pokazuju da, što se tiče ovoga parametra, posmatrani oblici ispoljavaju veliku bliskost. Grafički prikaz kretanja relativnih dužina u funkciji rednog broja hromosoma ukazuje na izrazitu podudarnost krivih njihove distribucije. Na osnovu analize krivulja koje ilustruju kretanje relativnih dužina, moguće je iznijeti nekoliko opštih konstatacija. Prvo, iz prikazanih grafikona jasno

se vidi da su hromosomi ispitivanih oblika istog rednog broja manje-više jednake dužine. Drugo, hromosomi svih oblika pokazuju ujednačeno postepeno opadanje dužine u funkciji njihovog rednog broja, što uzrokuje da krive imaju relativno pravilnu hiperboličnu formu i međusobno se gotovo podudaraju. U tom pogledu, jedino primjetno odstupa najduži hromosomski par *L. idus* kod koga, kao što je utvrđeno, relativna dužina ovog hromosoma iznosi 70,83, dok

Tabela 19: Neki pokazatelji intraspekcijske varijacije apsolutnih dužina (u mikronima) »marker hromosoma«.

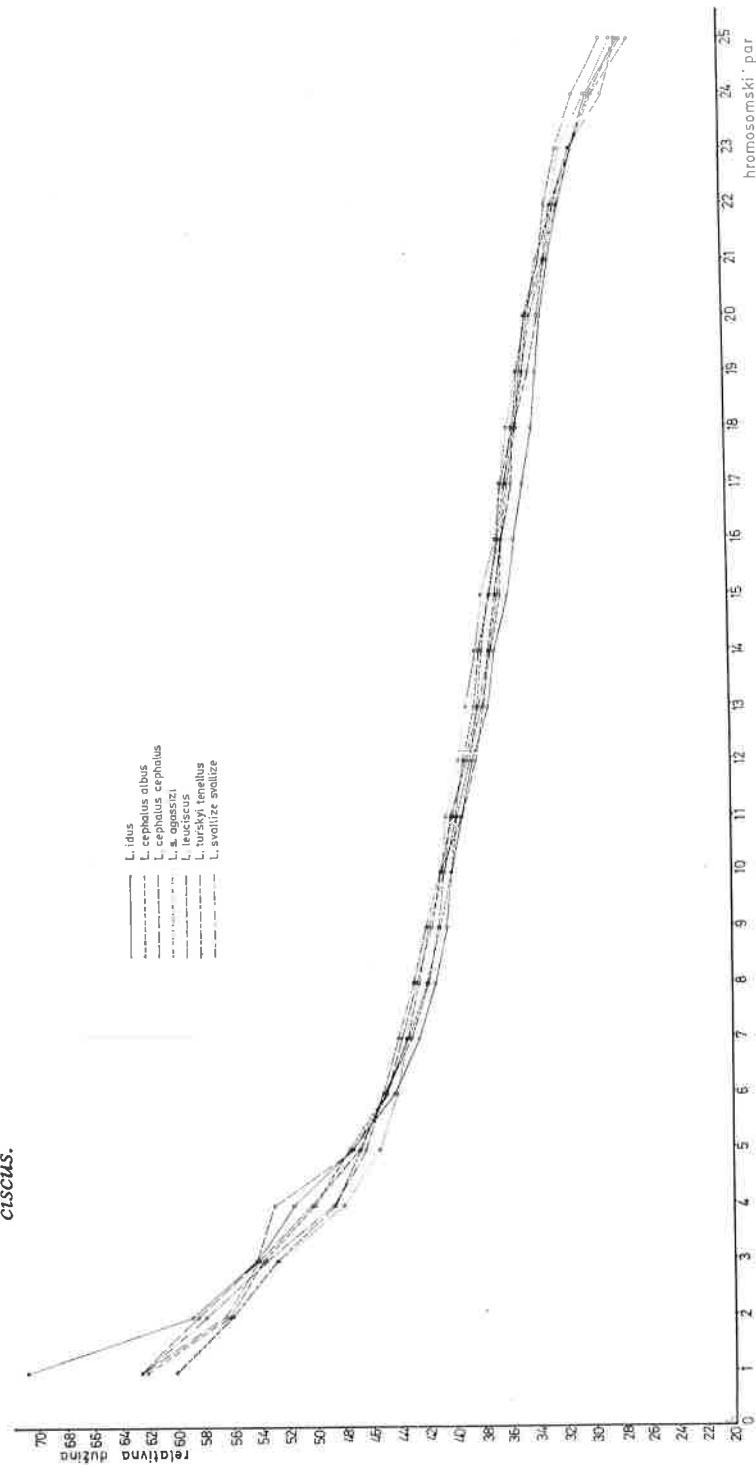
O B L I K	»M a r k e r h r o m o s o m i«			
	Dugi t	Dugi M	Srednji t	Kratki M
<i>L. cephalus cephalus</i>	2,55	2,50	1,50	1,05
<i>L. cephalus albus</i>	2,00	1,80	1,20	0,90
<i>L. svallize svallize</i>	2,50	2,25	1,50	1,05
<i>L. leuciscus</i>	2,15	1,90	1,30	1,00
<i>L. turskyi tenellus</i>	2,05	1,75	1,25	0,90
<i>L. souffia agassizi</i>	2,40	2,25	1,60	1,25
<i>L. idus</i>	2,10	1,75	1,10	0,90
\bar{X}	2,25	2,03	1,35	1,01
s	0,2274	0,3000	0,1825	0,1292
V(%)	10,11	14,78	13,52	12,14

relativne dužine istih hromosoma ostalih oblika variraju između 60,00 i 62,60 promila ukupne dužine haploidne hromosomske garniture. Isto tako evidentirano je i nešto primjetnije ostupanje relativne dužine četvrtog para kod *L. cephalus cephalus* (vidi grafikon, sl. 134).

Ranije smo istakli da u hromosomskim garniturama svih ispitanih klijenova postoji nekoliko hromosomskih parova koji su u svim garniturama veoma prepoznatljivi i kod svih oblika imaju manje-više istu morfološku građu. U tom pogledu se naročito ističu najduži akrocentrični hromosomi iz skupine srednjih i najkraći metacentrični hromosomski par u garniturama svih posmatranih oblika. Učinilo nam se da pomenuti hromosomi predstavljaju jednu od zajedničkih karioloških odlika klijenova, pa smo zbog toga sproveli neke uporedne analize. Ovi hromosomi su uslovno označeni kao »merakeri«. Izvršena je analiza varijacije apsolutnih dužina ovih hromosoma i došlo se do zaključka da oni imaju relativno stabilne apsolutne dužine, tj. konstatovani su relativno niski koeficijenti

Sl. 134: Grafički prikaz kretanja relativnih dužina hromosoma u funkciji njihovog rednog broja kod ispitivanih predstavnika roda *Leuciscus*.

A graph showing the changes of relative chromosome length in relation with their ordinal numbers in the studied of the genus *Leuciscus*.



varijacije tog karaktera. Najmanju varijaciju ispoljavaju dugi akrocentrični i kratki metacentrični hromosomski par. Koeficijent varijacije dužine ovih hromosoma iznosi 10,11, odnosno 12,74 procenta. Nešto veća raznolikost apsolutnih dužina zabilježena je kod dugog metacentričnog i srednjeg metacentričnog para (14,11 i 13,52 procenta). Na osnovu ovih rezultata može se zaključiti da posmatrani hromosomi predstavljaju važnu opštu kariološku odliku ispitivanih oblika, odnosno cijelog roda *Leuciscus*.

U tabeli 19 su prikazani neki pokazatelji interspecijske varijacije apsolutnih dužina posmatranih »marker hromosoma«.

Na osnovu rezultata uporedne analize utvrđenih karioloških parametara posmatranih oblika roda *Leuciscus* moguće je iznijeti nekoliko opštih konstatacija. Uporedna analiza morfoloških i numeričkih karakteristika hromosomskih garnitura ispitivanih oblika roda *Leuciscus* veoma jasno pokazuje da se oni međusobno kariološki razlikuju u ukupnom broju hromosomskih krakova, (broj hromosomskih krakova varira od oblika do oblika i kreće se od 82 do 92). Što se tiče morfoloških karakteristika dvostrukih hromosoma (analizirano je samo sedam parova), konstatovana je velika interspecijska sličnost njihove morfologije, tako da se može reći da klijenovi po tome čine homogenu grupu riba. Do istih zaključaka došlo se i posmatranjem jednokrakih hromosoma. Paralelna analiza ukupnih dužina diploidnih hromosomskih garnitura je pokazala izvjesno grupisanje ispitivanih oblika u odnosu na ovaj parametar. Tako *L. turskyi tenellus*, *L. cephalus albus*, *L. leuciscus* i *L. idus* imaju srednju ukupnu dužinu (prometafaznog) hromosomskog komplementa od 80 do 85 mikrona. Drugu grupu formiraju *L. cephalus cephalus* i *L. souffia agassizi*, kod kojih ukupna dužina hromosoma u garnituri iznosi 101,34, odnosno 98, 46 mikrona. *L. svallize svallize*, po tom svojstvu zauzima središnji položaj (92,55 mikrona) Na temelju statističkih analiza utvrđeno je da se *L. cephalus cephalus*, po prosječnoj dužini hromosoma diploidne garniture značajno razlikuje od *L. cephalus albus*, *L. leuciscus* i *L. turskyi tenellus*. Isto tako je konstatovano da se po ovom parametru i *L. souffia agassizi* statistički značajno razlikuje od *L. cephalus albus* (vidi tabelu 18).

Analiza kretanja relativnih dužina hromosoma u funkciji njihovog rednog broja je pokazala da ispitivani oblici roda *Leuciscus* ispoljavaju izrazitu međusobnu sličnost u tom pogledu.

Uporedni pogled podataka o hromosomskim garniturama sedam bosansko-hercegovačkih predstavnika roda *Leuciscus*, pokazuje da se oni međusobno kariološki značajno razlikuju, u prvom redu po morfološkoj organizaciji hromosomskih komplemenata (ukupnom broju hromosomskih krakova), dok istovremeno ispoljavaju veliku sličnost po građi dvokrakih i jednokrakih hromosoma, te po relativnim i apsolutnim dužinama hromosoma.

4. DISKUSIJA

Sprovedena istraživanja hromosomskih garnitura sedam predstavnika roda *Leuciscus* su pokazala da diploidni hromosomski broj ovih oblika iznosi 50 ($2n=50$). Tokom naših istraživanja nisu evidentirana bilo kakva odstupanja od pomenutog broja, pa se može tvrditi da ispitivane forme ovoga roda karakteriše stalan broj (ovdje, naravno, treba izuzeti varijabilnost mitotičkih i mejotičkih hromosoma koja je konstatovana u sjemenicima nekih klijenova). Iz prikazanih rezultata je, međutim, vidljivo da postoje značajne kariološke razlike među pojedinim oblicima ovoga roda, koje se, prije svega, očituju u različitom broju hromosomskih krakova u diploidnim garniturama. Broj hromosomskih krakova varira od forme do forme i kreće se između 82 i 92. Najmanji broj hromosomskih krakova imaju endemični oblici *L. svallize svallize* (NF=82) i *L. turskyi tenellus* (NF=82). Isti broj hromosomskih krakova imaju podvrste *L. cephalus cephalus* i *L. cephalus albus* (NF=86). Vrste *L. idus* i *L. leuciscus* se međusobno razlikuju u »fundamentalnom broju«: prva ima 88, a druga 90 hromosomskih krakova. Broj hromosomskih krakova kod *L. souffia agassizi* iznosi 92 (NF=92).

Podaci o diploidnom hromosomskom rboju posmatranih oblika roda *Leuciscus*, ostvareni u ovome radu, slažu se sa nekim ranijim nalazima (Wolf et al. 1969, Fontana et al. 1970, Berberović i Sofradžija 1972, Hinegardner and Rosen 1972). Analizirajući materijal *L. cephalus* iz voda Njemačke, Wolf et al. (1969) su utvrdili da diploidni hromosomski broj ove vrste iznosi 50. Istovremeno su dati i podaci o morfološkoj strukturi kariotipa ove vrste, kojom prilikom je konstatovano da rboj hromosomskih krakova iznosi približno 88. Nije nam potpuno jasno šta su pri tom citirani autori mislili kada su zaključili da NF može biti i manji i veći od 88. Nije li, na taj način, pretpostavljena mogućnost polimorfizma NF ili možda nesigurnost pri identifikaciji dvokrakih, odnosno jednokrakih hromosoma u garnituri. Naša analiza hromosomske garniture ove vrste nije potvrdila varijabilnost pomenutog parametra. S druge strane, italijanski istraživači Fontana et al. (1970) su utvrdili da se diploidna hromosomska garnitura *L. cephalus* (nije poznato koja podvrsta je obrađivana) sastoji od 40 dvokrakih i 10 jednokrakih hromosoma; broj hromosomskih krakova iznosi 90. Isti autori primjećuju da se u garnituri ove ribe nalaze dva nespariva hromosoma (jedan dugi metacentrik i jedan skrocentrik iz grupe srednjih), ne dajući drugih podataka o njima. Iz podataka koje saopštavajući Berberović i Sofradžija (1972) vidi se da ukupan broj hromosomskih krakova *L. cephalus* iznosi približno 70 (NF=70). Teško je objasniti ovako velike razlike u procjeni broja hromosomskih krakova koje su konstatovane poređenjem rezultata italijanskih istraživača, nalaza Berberovića i Sofradžije (1972) i

podataka dobivenih u ovome radu. Malo je vjerovatno da se radi o faktičkim, objektivnim razlikama. Oskudna dokumentacija koju u svojim saopštenjima donose Fontana et al. (1970) i Berberović i Sofradžija (1972) ide u prilog ovoj impresiji. Fontana et al. (1970) su saopštili podatke o hromosomima *L. souffia muticellus* konstatujući da se diploidna hromosomska garnitura ove ribe sastoji od 38 metacentričnih i submetacentričnih i 12 akrocentričnih, odnosno telocentričnih hromosoma; broj hromosomskih krakova iznosi 88 (NF=88). Ovakvu strukturu kariotipa isti istraživači otkrili su i kod *L. aula* (kao što je u uvodnom dijelu ovoga rada istaknuto, radi se, po svoj prilici, o vrsti *Rutilus rubilio* — *Leucos aula*). Ako se podaci o strukturi hromosomske garniture *L. souffia muticellus* uporede s našim nalazima o hromosomima *L. souffia agassizi*, može se zaključiti da postoje relativno značajne kariološke razlike između ovih podvrsta. Interesantno je istaći da su italijanski istraživači i kod *L. souffia muticellus* otkrili prisustvo dva nespariva hromosoma. Podaci o diploidnoj hromosomskoj garnituri *L. svallize*, koje iznose Berebrović i Sofradžija (1972), slažu se sa našim nalazima, ali je primjetna znatna razlika u pogledu morfologije hromosomskog komplementa između nalaza pomenutih autora i podataka dobijenih u ovome radu. Isto tako postoje razlike u procjeni morfološke građe hromosomske garniture *L. turskyi*. Da napomenemo, Berberović i Sofradžija (1972) su našli da broj hromosomskih krakova *L. svallize* iznosi 74, a *L. turskyi* 68. U ovom radu je utvrđeno da taj broj kod prve iznosi 82, a kod druge 84. Razlike su, dakle, očigledne i smatramo da bi trebalo izvršiti korekciju ranijih podataka o broju hromosomskih krakova, oslonivši se, u prvom redu, na rezultate ovog rada, koji su ostvareni analizom bogatijeg i za kariološku obradu relativno pogodnijeg materijala.

Hinegardner i Rosen (1972) su publikovali nalaze o haploidnom hromosomskom broju *L. idus*, kojom prilikom su utvrdili da haploidni broj hromosoma ove vrste iznosi $n=25$. Drugih podataka o mejotičkim hromosomima vrsta roda *Leuciscus* u literaturi nema što svakako otežava cjelovitije sagledavanje karioloških specifičnosti, odnosno potpuniju verifikaciju rezultata naših istraživanja.

Mejoza je analizirana kod pet od ukupno sedam istraživanih oblika roda *Leuciscus*. Iz prezentiranih rezultata vidljivo je da se, osim u jednom slučaju, pored očekivanih haploidnih hromosomskih brojeva, pojavljuju i poliploidne mejoze. Sve analizirane metafazne figure I mejotičke diobe *L. leuciscus* sadržavale su očekivani haploidni broj bivalenata. Kao što je istaknuto, evidentirana je varijabilnost hromosomskog broj u mejozi *L. cephalus cephalus*, *L. cephalus albus*, *L. svallize svallize* i *L. turskyi tenellus* (mejoza nije analizirana kod *L. souffia agassizi* i *L. idus*).

Nađeni su veoma različiti nivoi ploediteta, a najčešće su primijećene tetraploidne, heksaploidne i oktoploidne mejoze. Treba, međutim, istaći da su evidentirane i mejoze kod kojih se nije mogao odrediti stepen ploediteta (broj hromosoma u nekim slučajevima je prelazio nekoliko stotina). O problemu varijabilnosti broja hromosoma u mejozi, odnosno o mejotičkoj poliploidiji, u literaturi nalazimo malo podataka, a još manje argumentovanog tumačenja ove pojave. Prve podatke o mejotičkoj poliploidiji kod riba nalazimo u radu Nigrena i saradnika (Nygren et al. 1968); autori su evidentirali poliploidne mejoze kod nekoliko vrsta porodice *Percidae* (*Perca fluviatilis*, *Acerina cernua* i *Lucioperca lucioperca*). Varijabilnost mejotičkog broja hromosoma kod pomenutih riba citirani autori tumače mejotičkom endopoliploidijom, ne upuštajući se pri tom u objašnjavanje ove pojave. U poznatom radu posvećenom citogenetičkim studijama atlantskog lososa (*Salmo salar*), Nygren et al. (1968a) utvrdili su veoma visok procenat poliploidnih mejoza kod ove vrste. Istovremeno su primijetili i multivalentne strukture u takvim mejozama, kao i produkovanje poliploidnih gameta (spermatozoida). U 1971. godini Nigren i saradnici publikovali su više radova posvećenih kariološkim analizama raznih vrsta riba kod kojih je zabilježena varijabilnost mejotičkih hromosoma. Tako je mejotička poliploidija otkrivena kod sedam vrsta roda *Coregonus*, nekoliko vrsta *Raja*, *Salmo trutta* i *S. alpinus* i drugih (Nygren et al. 1971, 1971a, 1971b, 1971c, 1971d). Poliploidne mejoze su evidentirane i kod nekih naših riba. Sofradžija et al. (1972) i Sofradžija i Berberović (1972) su opisali varijabilnost mejotičkih hromosoma kod vrste *Paraphoxinus pstrissi* kojom prilikom su konstatovali, pored poliploidnih, i aneuploidne mejoze. Kod ostalih predstavnika ovoga roda nisu primijećena bilo kakva odstupanja od normalnog haploidnog hromosomskog broja. Poliploidne mejoze otkrivene su i kod vrste *Gobio gobio* (Sofradžija i Berberović 1975). Citirani autori su kod ove vrste, pored poliploidnih mejoza, konstatovali i mejoze kod kojih broj »hromosomskih jedinica« ne predstavlja uvijek umnožak cijelog haploidnog broja. Slučajeve takvih aneuploidnih mejoza pomenuti autori tumače prisustvom različitog broja univalentnih struktura koje bi mogle biti posljedica neefektivne konjugacije. Zanimljivo je istaći da su Nigren i saradnici, u citiranim radovima, skoro kod svih analiziranih vrsta konstatovali multivalentne agregacije, dok ni u jednom jedinom slučaju nisu evidentirani univalenti. Što se tiče naših nalaza, treba istaći da ni u jednoj poliploidnoj mejozi nismo primijetili bilo kakve strukture za koje bi se moglo pretpostaviti da su multivalenti ili nešto drugo. Tokom naših analiza nisu evidentirane iblo kakve morfološke razlike između normalnih i poliploidnih mejoza, izuzev što su hromosomske jedinice« u poliploidnim mejozama znatno manjih dimenzija.

I ranije je istaknuto naše zapažanje da dimenzije hromosoma poliploidnih mejoza stoje u obrnutoj korelaciji sa stepenom njihovog ploediteta. Takve konstatacije citirani švedski citolozi ne iznose, niti u literaturi, koliko nam je poznato, ima sličnih evidencija. Činjenica da su hromosomi poliploidnih mejoza objektivno manjih dimenzija od normalnih, veoma teško se može objašnjavati isključivo endopoliploidijom. Zato smatramo da pojavu varijabilnosti hromosomskog broja ne treba isključivo objašnjavati poliploidijom. Na žalost, u literaturi nema adekvatnog objašnjava- vanja ove pojave. Kada je riječ o salmonidnim vrstama riba, onda se »nenormalnosti« mejićke poliploidije mogu, eventualno, objaš- njavati poliploidnom evolucijom ovih riba (Svärdson 1945, Simon 1963, Ohno et al. 1968, Ohno 1970). Kada se, međutim, radi o osta- lim ribama, takva tumačenja bi bila suviše spekulativna. Istraži- vanja tetraploidnih ciprinida (*Cyprinus carpio*, *Carassius carassius* i *C. auratus* i nekih vrsta roda *Barbus*) su pokazala da mejoze ovih riba sadrže isključivo očekivani broj bivalenata, uz objašnjenje da je proces diploidizacije kod ovih riba završen, za razliku od sal- monida koje se još uvijek nalaze u procesu diploidizacije (Ohno et al. 1968, Ohno 1970).

Među oblicima roda *Leuciscus*, kod kojih su evidentirane me- jotićke poliploidije, nađen je i znatan procenat poliploidnih sper- matogonijalnih mitozu veoma različitog ploediteta. Pri tom je za- pažena opšta pojava da poliploidija jedara i individualna veličina hromosoma stoje u obrnutoj srazmjeri, odnosno sa povećanjem ploidije opada apsolutna veličina hromosoma. Kao što je ranije istaknuto, isti fenomen je zabilježen i analizom mejotićkih hro- mosomskih figura proučenih leuciskusa. Ostaje otvoren problem relacija između ploediteta spermatogonijalnih mitozu i broja »hro- mosomskih jedinica« kao i pitanja koja se postavljaju u vezi sa sudbinom eventualno formiranih di(poli)ploidnih gameta. White (1973) se periferno bavi problemima endomitotićke poliploidije u reproduktivnim organima (uglavnom kod insekata). Prema ovom autoru, poliploidne spermatogonijalne mitoze produkuju poliplo- idne mejoze, a to bi neminovno moralo voditi stvaranju poliplo- idnih gameta, odnosno poliploidnog potomstva(?). Kako u litera- turi nema preciznijih tumačenja mejotićke poliploidije kod riba, ostaje da se sa manje ili više spekulativnosti tumače ovi fenomeni. Bilo bi možda interesantno ovu pojavu razmatrati sa stanovišta filogenije vrsta riba kod kojih se poliploidija javlja. Postavlja se, naime, pitanje da li poliploidija ima veze sa njihovom starošću, odnosno specifičnošću puta njihove evolucije. Kada je riječ o kli- jenovima može se konstatovati da se radi o relativno mladoj grupi riba čije se vrste po prvi put javljaju u gornjem miocenu i oligo- cenu (Romer 1955). Anđelković (1970) je u tercijarnim sedimentima gornjeg miocena i oligocena u Srbiji otkrila veoma bogatu faunu leuciskusa. Od ukupno 13 predstavnika familije *Cyprinidae*, rod

Leuciscus je zastupljen sa 9 predstavnika u terciarnoj fauni Srbije. Na žalost, ni jedna od terciarnih vrsta, koliko nam je poznato, nema direktnog recentnog predstavnika, pa je veoma teško određivati starost recentnih oblika na osnovu paleontoloških ostataka njihovih predaka. Paleontoloških podataka o leuciskusima iz voda Bosne i Hercegovine nema.

Nađeni podaci o hromosomima bosansko-hercegovačkih klijenova pokazuju izvjesne kariološke sličnosti sa nekim drugim predstavnicima familije *Cyprinidae*, dok se isto tako znatno kariološki distanciraju od drugih predstavnika te familije. Tako, na primjer, ispitani oblici roda *Leuciscus* ispoljavaju kariološku sličnost sa nekim vrstama roda *Paraphoxinus*, za koje se može reći da su u kariološkom pogledu relativno dobro ispitane. Sofradžija i Berberović (1972) su kod pet vrsta parafoksinusa konstatovali isti diploidni hromosomski broj $2n=50$. Morfološka struktura hromosomskih garnitura svih vrsta je različita, a broj hromosomskih krakova se kreće od 78 do 88, tj. vrste se, slično leuciskusima, međusobno razlikuju u po jednom paru dvokrakih hromosoma. Odmah treba reći da se oblici roda *Leuciscus* od parafoksinusa razlikuju po složenijoj građi hromosomskih komplemenata, tako da NF odražava samo prividnu kariološku sličnost ovih dviju grupa riba. Vrste roda *Chondrostoma* i *Rutilus* se razlikuju od leuciskusa po znatno asimetričnijem kariotipu (Berberović et al. 1970a, Berberović et al. 1970b, Berberović i Sofradžija 1972, Nygren et al. 1975). Vrsta *Gobio gobio*, prema podacima Sofradžije i Berberovića (1975), ima isti broj hromosomskih krakova kao *L. idus* (NF=88). Vrste roda *Abramis* (*A. brama* i *A. bellerus*, potfamilija *Abraminae*) od svih ciprinida kariološki se najviše razlikuju od ispitanih klijenova. Nygren et al. (1975) su utvrdili da diploidni hromosomski broj ovih vrsta iznosi 52. Utvrđena je, međutim, značajna kariološka različitost među njima; broj hromosomskih krakova kod *A. brama* iznosi 82, a *A. bellerus* 70.

Navedeni su samo neki primjeri opšte kariološke slike izvjesnih predstavnika familije *Cyprinidae*, bez namjere da se u okviru posmatranih podataka određuje kariološki status roda *Leuciscus*, već sa željom da pokažemo koliko broj hromosoma, pa i NF, imaju ograničenu diferencijalnu citotaksonomsku vrijednost kada se posmatraju na nivou roda i viših sistematskih kategorija. Generalno govoreći, potpuno je jasno da rod *Leuciscus*, sa sistematskog staništa, obuhvata grupu oblika koji se znatno razlikuju od predstavnika drugih rodova familije *Cyprinidae*. S druge strane, raspoloživi podaci o hromosomima predstavnika drugih rodova te familije još uvijek su nedovoljna osnova za takva razmatranja.

Prisustvo polnih hromosoma, kao i drugih karioloških razlika, među polovima istraživanih leuciskusa nije otkriveno. Jedino je u nekim mitozama ženki *L. cephalus cephalus*, *L. cephalus albus* i *L. leuciscus* primijećeno prisustvo po jednog akrocentričnog hro-

mosoma (iz grupe srednjih) sa prilično uočljivim terminalnim sekundarnim konstrikcijama na kraćim kracima. Njegov »homolog« nema pomenutih nastavaka. Samo na osnovu ovoga bilo bi suviše smjelo govoriti o eventualnim polnim hromosomima, odnosno heteromorfnoj hromosomskoj konstituciji ženki ovih riba. Kada se govori o tome, onda treba reći da u literaturi ima veoma malo podataka o polnim hromosomima riba. Istražujući hromosome vrsta roda *Fundulus* (*Cyprinodontidae*) iz šireg područja SAD, Chen (1969) i Chen and Rudlle (1970) utvrdili su kod nekih vrsta ovoga roda postojanje polnih hromosoma. Izomorfnost polnih hromosoma nađena je kod vrste *F. majalis* i *F. heteroclitus*, dok je XX—XY sistem determinacije pola konstatovan kod *F. diaphanus* i *F. parvipinus*. Mužjaci *F. parvipinus* su heteromorfni, dok to nije sigurno za *F. diaphanus*. Uyeno and Miller (1971) su otkrili multiplost polnih hromosoma kod nekih meksičkih vrsta ciprinodontida. Nađeno je do ženke nekih vrsta ovih riba, pored autosoma, imaju $X_1X_1X_2X_2$, a mužjaci X_1X_2Y hromosome. Chen and Ebeling (1968) su došli do zaključka da su ženke *Gambusia affinis* heterogametne, dok je heterogametnost prisutna kod mužjaka *Bathylagus wethi*. Passakas and Klekowski (1972) su utvrdili postojanje heterosoma kod jegulje (*Anguilla anguilla*). Oni su kod raznih jedinki ove vrste konstatovali XX—XY hromosome, ne znajući pri tom, zbog poteškoća u morfološkoj identifikaciji polova, o kome se polu stvarno radi.

Sumirajući raspoložive podatke o nasljedljivosti pola kod riba, dolazi se do nekih opštih konstatacija. Prvo, jasno se vidi da su ribe u tom pogledu veoma malo istražene. Drugo, moglo bi se zaključiti da determinacija pola riba nije ili nije isključivo hromosomalnog nivoa, odnosno da u determinaciji pola raznih riba učestvuju različiti mehanizma.

Ukupan broj hromosomskih krakova je najuočljivija kariološka specifičnost svakog od ispitanih oblika roda *Leuciscus*. Broj hromosomskih krakova je različit kod svih posmatranih leuciskusa, izuzev *L. cephalus cephalus* i *L. cephalus albus*, koje imaju isti NF. Tako se može konstatovati da se posmatrani oblici roda *Leuciscus*, osim podvrsta *L. cephalus cephalus* i *L. cephalus albus*, međusobno razlikuju po »višku«, odnosno »manjku« jednog para dvokrakih hromosoma. Drugim riječima, razlike u broju hromosomskih krakova mogu se adekvatno opisati kao supstitucija jednog akrocentričnog para metacentričnim ili obrnuto. Na temelju ove činjenice izgleda najprihvatljivija hipoteza da bi mehanizam postanka različitog broja hromosomskih krakova kod ispitanih oblika roda *Leuciscus* trebalo tražiti u jednokratnim pericentričnim inverzijama. Ovakva pretpostavka se prilično uklapa u nalaze mnogih poznatih istraživača različitih grupa riba (Nogusa 1960, Post 1965, Ohno and Atkin 1966, Chen and Rudlle 1970, Chen 1970a, Campos and Hubbs 1971, Ojima et al. 1972, Itoh and Niyama 1972, Ojima et al 1973, Arai and Kobayasi 1973, Arai and Sawada 1974). Prihvatajući opšte

mišljenje da je akrocentrično stanje kariotipa riba primitivnija odlika, može se pretpostaviti da se proces diferencijacije u okviru roda *Leuciscus* odvijao transformacijom akrocentričnih u metacentrične hromosome putem pericentričnih inverzija ili pak mehanizmom intrahromosomalnih translokacija.

Na osnovu raspoloživih karioloških nalaza o hromosomima posmatranih klijenova teško bi bilo dovoljno precizno identificirati hromosome koji su u procesu te diferencijacije najvjerovatnije mogli biti zahvaćeni rearanžiranjem, tj. pericentričnim inverzijama (ili intrahromosomalnim translokacijama). U svakom slučaju, može se pretpostaviti da je transformacija zahvatala srednje ili kratke hromosome (drastične promjene na dugim hromosomima su, po pravilu, letalne). Uporednom analizom specifičnih kariograma moguće je pribaviti prilično zadovoljavajuće argumente za iznesenu tvrdnju.

Na osnovu prezentiranih rezultata sasvim je izvjesno da ispitani oblici roda *Leuciscus*, i pored određenih sličnosti morfološke strukture hromosomskih komplemenata, imaju niz specifičkih karioloških odlika. Tako se *L. svallize svallize*, sa najmanjim brojem hromosomskih brakova (82) izrazitije distancira od ostalih po nekim drugim kariološkim osobinama. *L. turskyi tenellus* se razlikuje od prethodnog oblika u jednom paru dvokrakih hromosoma i može se reći da sa njim nema zajedničkih karioloških crta. *L. cephalus cephalus* i *L. cephalus albus* se u odnosu na NF, kariološki podudaraju, ali se istovremeno u nekim kariološkim detaljima razlikuju (evidentirane su značajne razlike u dužinama diploidnih garnitura, te u položaju jednokrakih, odnosno dvokrakih hromosoma u specifičnim kariogramima). Ostali oblici (*L. idus*, *L. leuciscus* i *L. souffia agassizi*) se međusobno značajnije razlikuju u NF, kao što se razlikuju i od prethodnih.

Rezultati istraživanja nekih biokemijskih svojstava, u prvom redu karakteristika LDH-sistema, pokazuju da predstavnici roda *Leuciscus* (*L. svallize svallize*, *L. idus*, *L. turskyi tenellus* i *L. leuciscus*) imaju istu sliku enzimograma koja se sastoji od pet frakcija (Winterhalter-Jadrić 1975). U odnosu na ovaj parametar, po mišljenju citiranog autora, klijenovi čine homogenu grupu riba. Uostalom, drukčija enzimogramska slika se nije mogla ni očekivati, s obzirom da se radi o tipičnim diploidnim formama koje imaju isti hromosomski broj ($2n=50$).

U literaturi, na žalost, nalazimo malo adekvatnih karioloških podataka sa kojima bi se poredili rezultati dobiveni našim istraživanjima. Rijeki su, naime, radovi koji se bave komparativnim kariološkim studijama vrsta politipskih rodova, a još manje zaključaka o njihovim kariološkim i citotaksonomskim relacijama. Ojima et al. (1972) su istraživali 15 ciprinidnih vrsta riba iz raznih rodova; pri tom nisu utvrđene bilo kakve kariološke razlike između vrsta jednog roda. Ojima et al. (1973) su, međutim, konstatovali kariološke razlike među vrstama istog roda, dok je istovremeno nađena rela-

tivna kariološka podudarnost među vrstama raznih rodova. U prvom slučaju radi se čak o različitom hromosomskom broju. Tako, na primjer, pet vrsta roda *Acheilognathus* ima $2n=44$, dok kod dvije vrste taj broj iznosi 48 (nisu u pitanju robertsonijanski procesi, tj. nemaju isti broj hromosomskih krakova). Vrste *Rhodeus*, prema nalazima istih autora, ispoljavaju još drastičnije kariološke razlike. Dvije vrste tog roda imaju $2n=44$; $Nf=66$, a jedna $2n=48$; $NF=50$. Campos and Hubbs (1971) su analizirali 6 vrsta gambuzija i konstatovali da pet vrsta imaju $2n=48$, a jedna 42 hromosoma u diploidnim garniturama. Broj hromosomskih krakova kod svih je isti. Identičnost kariotipova evidentirana je i kod pet vrsta roda *Esox* (Davisson 1972). Zanimljivi su podaci o kariološkoj strukturi vrsta roda *Coregonus*. Nygren et al. (1971d) su otkrili da osam vrsta ovoga roda imaju isti diploidni hromosomski broj $2n=80$. Utvrđeno je, međutim, da se koregonusni međusobno kariološki značajno razlikuju u broju hromosomskih krakova koji varira između 90 i 98. Različite vrijednosti NF kod ovih riba, po mišljenju citiranih autora, su nastale u procesu specijacije pomoću pericentričnih inverzija.

Koliko se kariološke osobenosti ispitivanih oblika roda *Leuciscus* slažu sa postojećim sistematskim statusom, teško je govoriti. Izvjesno je, međutim, da ovaj rod, sa kariološkog stanovišta, obuhvata heterogenu grupu riba, što se na određeni način slaže sa subgeneričnom podjelom ovoga roda (poznato je da se rod *Leuciscus* dijeli, s obzirom na neke krupne morfološke karakteristike, na 4 podroda: *Squalius*, *Leuciscus*, *Idus* i *Telastes*). Ako se subgenerička podjela posmatra u svjetlu karioloških podataka, može se konstatovati da postoje izvjesne podudarnosti. Treba, međutim, odmah reći da su najveće kariološke razlike nađene između *L. turskyi tenellus* i *L. souffia agassizi*, koje pripadaju istom podredu (*Telastes*). Ovo i nije u suprotnosti sa nekim mišljenjima po kojima srodne vrste često ispoljavaju primjetljive kariološke razlike (Ohno 1970, White 1973). S druge strane, veoma je izražena kariološka bliskost između *L. svallize svallize* i *L. turskyi turskyi*, koja se podudara sa njihovom geografskom distribucijom (vode Jadranskog sliva). Do sličnih nalaza došli su i Berberović et al. (1970c), te Sofradžija i Berberović (1972) analizirajući kariološke osobenosti vrsta roda *Paraphoxinus*.

Interesantno je da se *L. svallize svallize* i po nekim drugim karakteristikama bitnije razlikuje od ostalih predstavnika roda *Leuciscus*. Tako je Tanasković (1974) kod ove vrste konstatovala u krvnom serumu gamaglobuline koji nisu otkriveni kod ostalih klijenova, pa ni drugih ciprinida. I spoljašnja morfologija mozga ove ribe se unekoliko razlikuje od ostalih leuciskusa (Vuković i Vuković 1974).

Za što potpunije i cjelovitije sagledavanje sistematskog i citotaksonomskog položaja sitnoljuskavog klijena u okviru roda

Leuciscus, neophodno je, prije svega, kariološki proučiti ostale podvrste i utvrditi stupanj infraspecijske kariološke diferencijacije *L. turskyi*. Uz ovo su potrebna i obimnija morfološka istraživanja, naročito podvrste *L. turskyi microlepis*. Kao što se iz prikazanih rezultata jasno vidi, kariološke evidencije ne pokazuju značajnije razlike između podvrsta *L. cephalus cephalus* i *L. cephalus albus* (imaju isti NF). Mislimo da to potvrđuje činjenicu da se zaista radi o veoma srodnim formama. S druge strane, međutim, postojanje nekih manjih karioloških razlika među njima ukazuje na mogućnost infraspecijske diferencije koja se ne mora odvijati isključivo rearanžiranjem hromosomskog materijala. Danas je potpuno izvjesno da se proces specijacije može završiti na nivou genske diferencijacije bez vidljivog prestrukturiranja hromosomskog materijala. U konkretnom slučaju razlike u dužinama hromosomskih garnitura mogu ukazivati na neki drugi put specijacije (regionalne duplikacije mogu, na primjer, dovesti do značajnih promjena u genomu). Određivanje količine DNK bi možda dalo odgovor na ova pitanja. Vrsta *L. leuciscus* se kariološki značajno razlikuje od *L. svallize*. Koliko nam je poznato, ona se isto tako znatno razlikuje od nje i u nizu morfoloških karaktera (prva pripada podrodu *Leuciscus*, a druga *Squalius*). Neki autori smatraju da je *L. svallize* zamjenska vrsta *L. leuciscus* u Jadranskom slivu (Karaman 1928, Nikolski 1970). Vrste *L. leuciscus* i *L. idus* se kariološki razlikuju u jednom paru dvokrakih hromosoma (NF=90, odnosno 88). S obzirom na broj hromosomskih krakova, moglo bi se reći da se radi o relativno mladim formama (a možda i srodnim). Thienemann (1950) je mišljenja da se ove dvije riblje forme na Balkanu javljaju istovremeno. Vrsta *L. souffia*, s obzirom na kariološku konstituciju, posebno je zanimljiva među klijenovima, pa i ostalim ciprinidima. Veoma složena morfološka struktura hromosomskog komplementa ove ribe ukazuje na specifičnost njene evolucije. Thienemann (1950) smatra da se ova riba u evropske vode »doselila« u postglacijalnom periodu iz Levantskih jezera, pa bi se i po tome u našim vodama mogla smatrati mladom (u poređenju sa drugim oblicima ovoga roda). S druge strane, međutim, diskontinuiranost njenog areala ne ide u prilog pomenutim tvrdnjama. Svakako da se radi o formi koja je još uvijek nedovoljno istražena, a njena kariološka struktura sigurno ukazuje da bi sistematski položaj ovog oblika u okviru roda *Leuciscus* trebalo preispitati.

Prikazani rezultati o kariološkim osobenostima i razmišljanja o citotaksonomskom statusu bosansko-hercegovačkih klijenova ukazuje na mnoge konstatacije otvara nova pitanja, koja dobrim dijelom izlaze iz domena ovoga rada. Od budućih istraživanja u tom pravcu očekuje se da potvrde i prošire neke od ovdje saopštenih nalaza i time doprinesu rješavanju mnogih problema vezanih za kariologiju i citotaksonomiju roda *Leuciscus*.

5. ZAKLJUČAK

Na osnovu analize hromosomskih garnitura sedam predstavnika roda *Leuciscus* iz voda Bosne i Hercegovine moguće je izvesti nekoliko opštih zaključaka.

1. Sprovedena kariološka istraživanja su pokazala da svih sedam ispitivanih oblika roda *Leuciscus* imaju karakteristični diploidni hromosomski broj $2n=50$. Nisu primijećena odstupanja od pomenutog hromosomskog broja, kako kod mužjaka tako i kod ženki, odnosno jedinki iz raznih populacija, pa se sa sigurnošću može konstatovati da ispitivana mitotička tkiva bubrežnog i škržnog epitela karakteriše stalan broj hromosoma.

2. Zaprežno je da se ispitivane forme klijenova međusobno kariološki značajno razlikuju u pogledu morfološke strukture hromosomskih komplemenata; te razlike se, prije svega, ogledaju u različitom broju dvokrakih, odnosno jednokrakih hromosoma u diploidnim garniturama. *L. cephalus cephalus* i *L. cephalus albus* imaju istu opštu morfološku strukturu kariotipa koji u diploidnim garniturama sadrži po 36 metacentričnih (submetacentričnih) i 14 akrocentričnih, odnosno telocentričnih hromosoma. Karakteristični broj hromosomskih krakova (NF) kod ovih oblika iznosi 86 (NF=86). Diploidna hromosomska garnitura *L. svallize svallize* sastoji se od 16 dvokrakih i 9 jednokrakih parova hromosoma, pa ukupan broj hromosomskih krakova iznosi 82. *L. turskyi tenellus* se kariološki razlikuje od prethodnog oblika po jednom paru dvokrakih hromosoma, tako da ukupan broj hromosomskih krakova u njenoj diploidnoj garnituri iznosi 84 (NF=84). Hromosomska garnitura *L. idus* sastoji se od 38 metacentričnih i submetacentričnih i 12 akrocentričnih ili telocentričnih hromosoma; »fundamentalni broj« iznosi 88. Diploidna hromosomska garnitura *L. leuciscus* sastavljena je od 20 parova dvokrakih i 5 parova jednokrakih hromosoma; ukupan broj hromosomskih krakova iznosi 90. Hromosomska garnitura *L. souffia agassizi* sastoji se od 42 dvokraka i 8 jednokrakih hromosoma, tako da broj hromosomskih krakova u njenoj garnituri iznosi 92 (NF=92).

3. Prisustvo polnih hromosoma kao i drugih morfokarioloških razlika među polovima istraženih klijenova nije otkriveno. Jedino je u nekim mitozama ženskih individua *L. cephalus cephalus*, *L. cephalus albus* i *L. leuciscus* primijećeno prisustvo po jednog akrocentričnog hromosoma (iz grupe srednjih) sa prilično uočljivim terminalnim sekundarnim konstrukcijama (heterohromatičnim nastavcima) na kraćim kracima. Njegov »homolog« nema pomenutih nastavaka. Samo na temelju ovoga bilo bi isuviše smjelo govoriti o eventualnim polnim hromosomima, odnosno, o heteromorfnoj hromosomskoj konstituciji jedinki ženskog pola ovih riba.

4. Iz prikazanih rezultata jasno se vidi da se ispitane forme *Leuciscus* međusobno kariološki razlikuju u ukupnom broju hromosomskih krakova koji varira od 82 do 92. Drugim riječima, ispitani klijenovi se međusobno razlikuju u »višku«, odnosno »manjku« jednog para dvokrakih hromosoma u specifičnim hromosomskim garniturama.

5. Mejoza je istraživana kod *L. cephalus cephalus*, *L. cephalus albus*, *L. svallize svallize*, *L. turskyi tenellus* i *L. leuciscus*. Samo kod *L. leuciscus* su sve analizirane figure I mejotičke diobe sadržavale očekivani haploidni broj bivalenata ($n=25$). Kod ostalih oblika su, pored očekivanog haploidnog broja hromosoma, evidentirane i relativno brojne poliploidne mejoze (relativna učestalost oko 10%). Najveći broj poliploidnih mejoza sadržavao je tetraploidni, heksaploidni i oktoploidni broj »hromosomskih jedinica«. Termin »hromosomske jedinice« upotrijebljen je zbog toga što se nije mogao sa sigurnošću u svim analiziranim figurama odrediti rang pojedinih mejotičkih figura (univalenti, bivalenti ili nešto drugo).

6. Paralelno su istraživane i spermatogonijalne mitoze, pa je, pored normalnih diploidnih mitoz, nađen i znatan procenat poliploidnih spermatogonijalnih mitoz različite ploidijske.

7. Analizom poliploidnih mejoza i poliploidnih spermatogonijalnih mitoz zapažena je opšta pojava da poliploidija jedara i individualna veličina hromosoma stoje u obrnutoj srazmjeri, odnosno povećanje ploidijske prati pad apsolutne veličine hromosoma. Ovaj fenomen se, na žalost, teško može objasniti bilo kojim poznatim teorijskim konceptom poliploidije.

8. Usporedna analiza jednokrakih i dvokrakih hromosoma u garniturama posmatranih oblika roda *Leuciscus* je pokazala da u odnosu na ove hromosome klijenovi ispoljavaju velike sličnosti. Što se tiče nekih manjih razlika koje su konstatovane kod *L. cephalus cephalus*, teško je samo na osnovu toga govoriti o eventualno većem stepenu kariološke specifičnosti ove podvrste u odnosu na ostale forme posmatranog roda. Odstupanje značajnijih razlika u morfologiji jednokrakih i dvokrakih hromosoma među ispitanim oblicima roda *Leuciscus*, sugerira zaključak da se proces diferencijacije nije odvijao uz značajnije promjene ovih hromosoma nego se čini vjerovatnijim da je tekao transformacijom jednih u druge.

9. Analiza apsolutnih dužina hromosoma u diploidnim garniturama ispitanih klijenova pokazuje izvjesno grupisanje oblika u odnosu na ovaj parametar. U jednoj tako definisanoj grupi su *L. turskyi tenellus*, *L. cephalus albus*, *L. leuciscus* i *L. idus*, kod kojih srednje ukupne dužine (pro)metafaznog hromosomskog kompleksa iznose 80 do 85 mikrona. Drugu grupu formiraju *L. cephalus cephalus* i *L. souffia agassizi* kod kojih ukupna dužina hromosoma

u garnituri iznosi 101,34, odnosno 98,46 mikrona. *L. svallize svallize*, po tom svojstvu, zauzima središnji položaj (92,55 mikrona).

10. Analiza kretanja relativnih dužina hromosoma u funkciji rednog broja ukazuje na izrazitu podudarnost krivih njihovih distribucija. Utvrđeno je da su hromosomi ispitanih oblika istog rednog broja manje-više jednake dužine. Hromosomi svih klijenova pokazuju ujednačeno postepeno opadanje dužine u funkciji njihovog rednog broja, što uslovljava da krive imaju relativno pravilnu hiperboličnu formu i međusobno se skoro podudaraju.

11. U hromosomskim garniturama svih ispitivanih predstavnika roda *Leuciscus* nalazimo nekoliko hromosomskih parova koji su u svim garniturama veoma prepoznatljivi i imaju manje-više istu morfološku građu. U tom pogledu se naročito ističu najduži akrocentrični par, najduži metacentrik, zatm par akrocentričnih hromosoma iz grupe srednjih dimenzija i najkraći metacentrični hromosomski par. Ovi hromosomi su označen kao »markeri« i predstavljaju jednu od zajedničkih karioloških odlika ispitivanih oblika roda *Leuciscus*.

12. Na osnovu podataka o strukturi hromosomskih komplemenata ispitivanih leuciskusa iz voda Bosne i Hercegovine moglo bi se zaključiti da se kariološka diferencijacija u okviru posmatranog roda odvijala rearanžiranjem hromosomskog materijala transformacijom jednokrakih u dvokrake hromosome. Čini se, naime, njprihvatljivija hipoteza da bi mehanizam postanka različitog broja hromosomskih krakova oblika ovoga roda trebalo tražiti u jednokratnim pericentričnim inverzijama ili mehanizmu intrahromosomalnih translokacija. Usvajajući opšte mišljenje da je akrocentrično stanje kariotipa relativno primitivnija odlika, može se pretpostaviti da se jedna od značajnijih etapa kariološke diferencijacije posmatranih leuciskusa odigrala na nivou izvjesne forme ili grupe oblika, kojima, po morfološkoj strukturi hromosomske garniture, među ispitanim recentnim klijenovima najviše liči *L. svallize svallize* (oblik sa najmanjim brojem hromosomskih krakova u diploidnoj garnituri).

CONCLUSION

1. All the examined *Leuciscus* forms have the same diploid chromosome number ($2n=50$).
2. The *Leuciscus* forms differ between themselves regarding the number of chromosomes arms in the specific complements. The »fundamental number« varies from $NF=82$ (*Leuciscus svallize svallize*) to $NF=92$ (*L. souffia agassizi*).
3. In some mitoses of *L. cephalus cephalus*, *L. cephalus albus* and *L. leuciscus* females an acrocentric medium length chromosome with terminal

secondary constriction has been observed, while its homologue has no similar feature. However, this evidence seems to be insufficient for a conclusion of female sex heterogamety.

4. With the exception of *Leuciscus leuciscus*, in all the forms certain percentage of polyploid meioses has been found besides the meiotic figures with the normal haploid chromosome numbers ($n=25$).
5. A considerable part of spermatogonial mitoses are found to be polyploid also.
6. It has been observed that there is a negative correlation between the chromosome number and absolute size of chromosomes, which is difficult to explain on the ground of the standard notions about polyploidy.
7. With regard to the total absolute length of the (pro)metaphase chromosomes, the forms investigated could be divided into two main groups, the first group consisting of *L. turskyi turskyi*, *L. cephalus alpinus* and *L. idus* (total length 82, 85 μ), the second of *L. cephalus cephalus* and *L. souffia agassizi* (96 μ ; *L. svallize svallize* occupies a medium rank post in this respect (92, 55 μ).
8. In the chromosome sets of all the examined *Leuciscus* forms several chromosome pairs have been observed with peculiar and constant morphological properties. Most prominent among them are the longest acrocentric pair, the acrocentric medium length pair and the shortest metacentric chromosomes in the complement.
9. It may be concluded that some chromosomal rearrangements of Robertsonian type were main way of karyological differentiation within the genus *Leuciscus*. Assuming «acrocentricity» as a primitive quality of the complements, a common ancestral karyotype of the examined representatives of the genus *Leuciscus*, could be considered as probably similar of the recent karyotype of *L. svallize svallize*.

6. LITERATURA

- Anđelković J. (1970): Tercijalne ribe Srbije. Geološki anali Balkanskog poluostrva. Geološki zavod Univerziteta u Beogradu XXXV: 281—366.
- Arai R., Kobayasi H. (1973): A Chromosome Study on Thirteen Species of Japanese Gobiid Fishes. Japanese Journal of Ichthyology 20 (1): 1—6.
- Arai R., Sawada Y. (1974): Chromosome of Japanese Gobioid Fishes (I). Bulletin of the National Science Museum (Tokyo, Japan) 17 (2): 97—105.
- Banaresku P. (1964): Fauna Republicii populare Romine, Pisces-Osteichthyes. XIII, Bucuresti.
- Berberović Lj. (1970): Poznavanje i posmatranje hromosoma. Zavod za Bosner i Hercegovine. Godišnjak Biol. inst. Univerziteta u Sarajevu XX: 5—15.
- Berberović Lj., Ćurić M., Hadžiselimović R., Sofradžija A. izdavanje udžbenika, Sarajevo.
- Berberović Lj., Hadžiselimović R., Pavlović B., Sofradžija A. (1970): Hromosomska garnitura neretvanske mekousne [*Salmothymus obtusirostris oxyrhynchus* (Steidachner)]. Genetika 2 (1): 55—63.
- Berberović Lj., Hadžiselimović R., Pavlović B., Sofradžija A. (1970c): Neka zapažanja o citotaksonomskim osobinama vrsta roda *Paraphoxinus*. III simpozijum »Savremena ihtiološka istraživanja« (Kotor), Knjiga rezimena: 7.
- Berberović Lj., Hadžiselimović R., Pavlović B., Sofradžija A. (1971): Osnovni uporedni podaci o hromosomskim garniturama vrsta *Paraphoxinus adpersus* (Heckel) 1843 i *Paraphoxinus croaticus* Steind. 1865. Ichthyologia 3 (1): 3—12.

- Berberović Lj., Hadžiselimović R., Sofradžija A. (1969a): A. (1973): Chromosome set of the *Aulopyge hügelii* Heckel 1841. Bulletin Scientifique, Sec. A 18 (1—3): 10—12.
- Berberović Lj., Hadžiselimović R., Sofradžija A. (1969b): Chromosome number of the species *Paraphoxinus alepidotus* (Heckel) Bulletin Scientifique, Sect. A 14 (11—12): 386.
- Berberović Lj. (1967): Podaci o kariotipovima slatkovodnih riba iz voda: Prvi rezultati istraživanja hromosomskih garnitura trebinjske i gatačke gaovice (*Paraphoxinus pstrossi* Steind. i *Paraphoxinus metohiensis* Steind.). Ichthyologia 1 (1): 11—18.
- Berberović Lj., Hadžiselimović R., Sofradžija A. (1970a): Hromosomska garnitura podbile (*Chondrostoma phoxinus* Heckel) i plotice (*Rutilus rubilio* Bonaparte). Ribarstvo Jugoslavije 25 (2): 40—42.
- Berberović Lj., Hadžiselimović R., Sofradžija A. (1970b): Uporadni pregled osnovnih podataka o hromosomskim garniturama vrsta *Chondrostoma phoxinus* Heckel i *Chondrostoma kneri* Heckel. Ichthyologia 2 (1): 25—30.
- Berberović Lj., Sofradžija A., (1972): Pregled podataka o hromosomskim garniturama slatkovodnih riba Jugoslavije. Ichthyologia 4 (3): 1—21.
- Berberović Lj., Sofradžija A. (1974): Basic data about diploid chromosome complements of *Phoxinus* (Cyprinidae, Pisces). Bulletin Scientifique, Sect. A 19 (5—6): 142—143.
- Berg L. S. (1948): Ryby presnyh vod SSSR i sporodietelnyh stran. Moskva -- Leningrad.
- Berg L. S. (1962): Izabrane trudy. Obščaja biologija, biogeografija i paleoibiologija. Akademija nauk SSSR, Moskva
- Campos H. H., Hubbs C. (1971): Cytomorphology of Six Species of Gambusiine Fishes. Copeia 3: 566—569.
- Chen T. R. (1967): Comparative cariology of selected deep-sea and shallow-water teleost fishes. Ph. D. thesis, Yale University.
- Chen T. R. (1969): Karyological heterogamety of deep-sea fishes. Postilla 130: 1—29.
- Chen T. R. (1971): Chromosomes of the Goby Fishes in the Genus *Gillichthys*. Copeia 1: 171—174.
- Chen T. R. (1971a): A comparative chromosome study of twenty killifish species of the genus *Fundulus* (Teleostei: Cyprinodontidae). Chromosoma (Berlin) 32 (4): 436—453.
- Chen T. R., Ebeling A. W. (1968): Karyological evidence of female heterogamety in the mosquitofish, *Gambusia affinis*. Copeia 1: 70—75.
- Chen T. R., Ruddle F. H. (1970): A chromosome study of four species and a hybrid of the killifish genus *Fundulus* (Cyprinodontidae). Chromosoma (Berlin) 29 (3): 255—267.
- Čarfas N. B. (1966): Estestvenaja triploidija u samok odnopoloj formy srebrljanogog karasja (*Carassius auratus gibelio* Bloch). Genetika (SSSR) 5: 16—24.
- Davison M. T. (1972): Karyotypes of the teleost family *Esocidae*. J. Fish. Res. Bd. Canada 29: 579—582.
- Denver Study Group (1960): A proposed standard system of nomenclature of human mitotic chromosomes. Acta Genet. 10: 322—328.
- Dimovska A. (1959): Hromosomska garnitura na populacite na ohridskata pastrmka (*Salmo letnica* Karaman). Godišen zb. Prirodno-matem. fak. Univ. Skopje 12 (1): 115—135.

- Fontana F., Chiarelli B., Rossi A. C. (1970): Il cariotipo di alcune specie *Cyprinidae*, *Centrarchidae*, *Characidae* studiate mediante colture «in vitro». *Caryologia* 23 (4): 549—564.
- Fukuoka H. (1972): Chromosomes of the soskeye salmon (*Onchorhynchus nerka*). *Japan J. Genetics* 47 (6): 459—464.
- Gas M. (1970): Revue bibliographique sur la caryologie des Téléostéens. Etude critique employés et des résultats obtenus. *Biologie Médicale* 69: 54—81.
- Gyldenholm A., Scheel J. J. (1971): Chromosome numbers of fishes I. *J. Fish. Biol.* 3: 479—486.
- Hinegardner R., Rosen E. D. (1972): Cellular DNA content and the evolution of teleostean fishes. *The American Naturalist* 106 (951): 621—644.
- Itoh Y., Niiyama H. (1972): Comparative Chromosome Studies of Two Cyprinid Fishes, Ugui, *Tribolodon hakonensis* (Günther) and Ezo-ugui, *T. ezoe* Okada et Ikeda. *Bulletin of the Faculty of Fisheries, Hokkaido University* 23 (2): 73—76.
- John B., Lewis R. K. (1965): The meiotic system. *Protoplasmatologia, Handbuch der Protoplasmatorschung VI—F₁*. Springer-Verlag, Wien-New York.
- Karaman S. (1928): Prilog ihtiologiji Jugoslavije I. *Glas. Skop. naučnog društva, knj. VI, sv. 2*. Skopje.
- Karaman S. (1955): Die Fische der Strumica (Strumica-System). *Acta Musei Macedonice-Scientiarum naturalium, III, 7/9*, Skopje.
- Kirpichnikov S. V. (1973): On caryotype evolution in *Cyclostomata* and *Pisces*. *Ichthyologia*, 5 (1): 55—77.
- Levan A., Fredga K., Sandberg A. (1964): Nomenclature for centromeric position on chromosomes. *Hereditas* (Lund), 52 (2): 201—220.
- Lieder U. (1954): Chromosomenstudien an Knochenfischen. II. Über die Chromosomenzahl und Morphologie der Plötze (*Leuciscus rutilus* L.) und einiger ihrer Bastarde mit anderen Cypriniden. *Zeitschr. f. Fischerei u. d. Hilfswiss.* 3: 479—488.
- Lieder U. (1956): Chromosomenstudien an Knochenfischen. IV. Die Chromosomenverhältnisse bei der Regenbogen und Bachforelle und ihren Bastarden. *Zeitschr. f. Fischerei u. d. Hilfswiss.* 4: 589—594.
- Makino S. (1939): The chromosomes of the carp *Cyprinus carpio* including those of some related species of *Cyprinidae* for comparison. *Cytologia* (Tokyo) 9: 63—72.
- McPhail J. D., Jones R. L. (1966): A simple technique for obtaining chromosomes from teleost fishes. *Journ. of the Fish. Res. Board of Canada* 23 (2—3): 767—768.
- Muus B. J., Dahlstrom P. (1971): *The Freshwater Fishes of Britain and Europe*. Wm. Collins Sons and Co. Ltd., London.
- Nikol'skij V. G. (1970): Častnaja ihtiologija. Vyssaja škola, Moskva.
- Nikol'skij V. G., Vasil'ev P. V. (1973): O nekotoryh zakonomernostjah v raspredelenii čisla hromosom v ryb. *Voprosi ihtiologii* 1 (78): 3—22.
- Nogusa Sh. (1960): A comparative study of the chromosomes in fishes with particular consideration on taxonomy and evolution. *Mem. Hyogo Univ. Agric. Biol.* 3 (1): 60—71.
- Nyngren A., Andreasson J., Jonsson L., Jahnke G. (1975): Cytological studies in *Cyprinidae* (*Pisces*). *Hereditas* 81: 165—172.
- Nyngren A., Edlund P., Hirsh U., Ashgren L. (1968a): Cytological studies in perch (*Perca fluviatilis*), pike (*Esox lucius*), pike-perch (*Lucioperca lucioperca*) and ruf (*Acerina cernua*). *Hereditas* 59 (2—3): 518—524.

- Nygren A., Nilssen B., Jahnke M. (1968): Cytological studies in Atlantic salmon (*Salmo salar*). Ann. Acad. Reg. Sci. Upsalien 12.
- Nygren A., Nilsson B., Jahnke M. (1971): Cytological studies in *Thymallus thymallus* and *Coregonus albula*. Hereditas (Lund) 67: 269—274.
- Nygren A., Leijon U., Nilsson B., Jahnke M. (1971d): Cytological smelt (*Osmerus eperlanus* L.). Hereditas (Lund) 67: 283—286.
L. souffia agassizi (male, 2000 ×).
- Nygren A., Nilsson B., Jahnke M. (1971a): Cytological studies in the *Salmo trutta* and *Salmo alpinus*. Hereditas (Lund) 67: 259—268.
- Nygren A., Nilsson B., Jahnke M. (1971c): Cytological studies in *Hypotremata* (Pisces). Hereditas (Lund) 67: 275—282.
- Nygren A., Nilsson B., Jahnke M. (1971b): Cytological studies in studies in *Coregonus* from Sweden. Acad. Reg. Sci. Upsaliensis. Upsala 15: 5—20.
- Ohno S. (1970): Evolution by gene duplication. Springer-Verlag, Berlin.
- Ohno S., Atkin N. (1966): Comparative DNA values and chromosome complement of fishes. Chromosoma (Berl.) 18 (3): 455—466.
- Ohno S., Muramoto I., Christian L., Atkin N. B. (1967): Diploid-tetraploid relationship among old-world members of the family *Cyprinidae*. Chromosoma (Berl.) 23: 1—9.
- Ohno S., Wolf U., Atkin N. B. (1968): Evolution from fish to mammals by gene duplication. Hereditas (Lund) 59 (1): 169—187.
- Ojima Y., Hitotsumachi S., Makino S. (1966): Cytogenetic studies in lower vertebrates. I. A preliminary report on the chromosomes for the funa (*Carassius auratus*) and the goldfish (a revised study). Proc. Jap. Acad. 24: 62—66.
- Ojima Y., Hitotsumachi S. (1967): Cytogenetic studies in lower vertebrates. IV. A note on the chromosomes of the carp (*Cyprinus carpio*) in comparison with those of the funa and goldfish (*Carassius auratus*). Japanese Journ. Genet. 42 (3): 163—167.
- Ojima Y., Makoto H., Ueno K. (1972): Cytogenetic studies in lower vertebrates. X. Karyotype and DNA studies in 15 species of Japanese *Cyprinidae*. Japan. J. Genetics 47 (6): 431—440.
- Ojima Y., Ueno K., Hayashi M. (1973): Karyotypes of the *Achelognathinae* Fishes (*Cyprinidae*) of Japan with a Discussion of Phylogenetic Problems. Zool. Magazine 82: 171—177.
- Passakas T., Klekowski Z. R. (1972): Chromosomes of European eel (*Anguilla anguilla*) as related to in vivo sex determination. Polskie archiwum hydrobiologii 20 (3): 517—519.
- Post A. (1965): Vergleichende Untersuchungen der Chromosomenzahlen bei Süßwasser-Teleosteen. Zeitschr. f. zool. Syst. und Evolutionsforsch. 3: 47—93.
- Prokofjeva A. A. (1934): Morfologija hromosom nekatoryh ryb i amfibij. Trudi instituta genetiki AN SSSR 5: 153—178.
- Raicu P., Taisescu F., Cristian A. (1972): Diploid chromosome complement of the carp. Cytologia 37: 355—358.
- Roberts F. L. (1964): A chromosome study of twenty species of *Centrarchidae*. Journ. of morphology 115 (3): 401—417.
- Romer S. A. (1955): Vertebrate paleontology. The University of Chicago Press, Chicago-Illinois.
- Simon R. C. (1963): Chromosome morphology and species evolution in the North American species of Pacific Salmon (*Oncorhynchus*). Journ. of morphology 112 (1): 77—97.

- Snedikor V. Dž., Kohren G. V. (1971): Statistički metodi. »Vuk Karađžić«, Beograd.
- Sofradžija A., Berberović Lj., (1972): Uporedna kariološka istraživanja vrsta *Paraphoxinus alepidotus*, *P. adspersus*, *P. pstrossi*, *P. mehtohiensis* i *P. croaticus*. Godišnjak Biol. inst. Univ. u Sarajevu XXV: 135—173.
- Sofradžija A., Berberović Lj. (1973): The chromosome number of *Barbus meridionalis petenyi* Heckel (*Cyprinidae*, *Pisces*). Bulletin Scientifique, Sect. A 18 (4—6): 77—78.
- Sofradžija A., Berberović Lj. (1975): Osnovni podaci horomosomskoj garnituri vrste *Gobio gobio* (Lineaus 1758), *Cyprinidae*, *Pisces*. Ichthyologia 7 (1): 53—59.
- Sofradžija A., Berberović Lj., Pavlović B. (1972): Broj hromosoba u ćelijama sjemenika vrste *Paraphoxinus pstrossi* Steind. Genetika 4 (1): 17—23.
- Sofradžija A., Berberović Lj., Hadžiselimović R. (1977): Hromosomi običnog i srebrnog karaša (*Carassius carassius* i *Carassius auratus gibelio*). Biološki institut Univerziteta u Sarajevu, Naučni skup (Knjiga referata, p 35).
- Sofradžija A., Hadžiselimović R., Marić C. (1975): Basic data about the chromosome complement of *Rhodeus sericeus amarus* (Bloch 1782), *Cyprinidae*, *Pisces*. Bulletin Scientifique, Sect. A 20 (1—2): 7—8.
- Svärdson G. (1945): Chromosome studies on *Salmonidae*. Kungl. Lantbruksstyrelsen, Drotningholm-Stockholm.
- Šoljan T., Vuković T. (1970): Razvoj i savremeni problemi intioloških istraživanja u Jugoslaviji. Ichthyologia 2 (1): 3—16.
- Šoljan T., Vuković T. (1973): Ichthyological investigations in Yugoslavia. Ichthyologia 5 (2): 147—160.
- Tanasković F. (1974): Elektroforetska analiza proteina krvnih seruma nekih vrsta iz familije *Salmonidae* i *Cyprinidae*. Magistarski rad, Prirodno-matematički fakultet u Sarajevu, Sarajevo.
- Thieneman A. (1950): Die Binnengewässer XVIII. Verbreitungsgeschichte der Süßwassertierwelt Europas. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- Uyeno T., Miller R. R., (1971): Multiple Sex Chromosomes in a Mexican Cyprinodontid Fish. Nature 231 (5303): 452—453.
- Vuković N., Vuković T. (1974): Morfologija mozga nekih ciprinida iz voda Jugoslavije. Ichthyologia 6 (1): 125—141.
- Vuković T. (1963): Prilog poznavanju rasprostranjenja *Leuciscus souffia* Risso u vodama Jugoslavije i opis podvrste *Leuciscus souffia montenegrinus* n. ssp., Godišnjak Biol. inst. Univerz., Sarajevo, XVI, Sarajevo.
- Vuković T., Ivanović B. (1971): Slatkovodne ribe Jugoslavije. Zemaljski muzej BiH (posebno izdanje), Sarajevo.
- White D. J. M. (1973): Animal cytology and evolution. Cambridge University Press, William Clowes and Sons Ltd. London.
- Winterhalter-Jadrić M. (1975): Genetska osnova polimorfizma laktat dehidrogenaze (Doktorska disertacija). Sarajevo.
- Wolf U., Ritter H., Atkin N. B., Ohno S. (1969): Polyploidisation in the Fish Family *Cyprinidae*, Order *Cypriniiformes*. I. DNA Content and Chromosome Sets in Various *Cyprinidae*. Humangenetik 7: 240—244.

TANASIJEVIĆ MIRJANA

Prirodno-matematički fakultet, Sarajevo

DINAMIKA POPULACIJA VRSTA RODA *BAETIS* LEACH
(EPHEMEROPTETA) U RIJECI STAVNJI

POPULATION DYNAMICS OF SPECIES OF THE GENUS *BAETIS*
LEACH (EPHEMEROPTERA) IN THE RIVER STAVNJA

(Rad je finansirala Republička zajednica za naučni rad SRBiH)

U većem broju radova o naseljima tekućica proučene su i efemeroptere kao dio faune dna; tu se mogu naći i neki podaci o ekologiji preimaginalnih stupnjeva efemeroptera. Većina ovih podataka odnosi se na gustinu populacije i longitudinalnu distribuciju vrsta u biotipu, što se ponegdje dovodi u vezu sa djelovanjem izvjesnih ekoloških faktora. Postoje i podaci o broju generacija pojedinih vrsta, koji su, uglavnom, dati na osnovu nalaženja oblika imaga, a u rijetkim slučajevima i na osnovu posmatranja strukture populacije.

Rod *Baetis* obično ima veliku gustinu populacija u planinskim tekućicama i često se u istoj tekućici javlja sa više vrsta.

Cilj ovog rada je da se prouče neke od karakteristika populacije vrsta roda *Baetis* u Stavnji, desnoj pritoci Bosne. Prije svega, pažnja je obraćena gustini populacije pojedinih vrsta i njenoj dinamici u vremenu (sezonske fluktuacije) i prostoru (longitudinalna distribucija). Osim toga, proučavana je i struktura populacije *Baetis rhodani*, vrste koja ima najgušću populaciju u Stavnji. Na osnovu praćenja promjena strukture i gustine populacije u vremenu, moglo se doći do detaljnijeg obavještenja o životnom ciklusu ove vrste (dužini trajanja i broju generacija). Učinjen je pokušaj da se longitudinalna distribucija vrsta roda *Baetis* u Stavnji dovede u vezu sa ekološkim faktorima sredine.

MATERIJAL I METODE RADA

Stavnja je samo u gornjem toku čista planinska tekućica, dok je ostali dio toka, od Vareša do ušća, zagađen otpadnim vodama Željezare Vareš i Rudnika Breze. Upravo zbog toga ispitivanja populacija vrsta roda *Baetis* u Stavnji, ograničili smo na gornji tok ove planinske tekućice, gdje su te vrste jedino nađene.

Kvalitativno i kvantitativno ispitivanje u okviru ovoga rada zasniva se na materijalu koji potiče sa osam lokaliteta izabраниh duž gornjeg toka rijeke Stavnje. Kod izbora lokaliteta vodilo se računa o tipu dna, nagibu terena, nadmorskoj visini, kao i vegetacijskim prilikama šire okoline. Lokalitet 1 nalazi se u neposrednoj blizini izvora, lokalitet 2 je 390m nizvodno, iznad ušća prve desne pritoke, lokalitet 3 je 950m nizvodno od lokaliteta 2 i nalazi se u neposrednoj blizini naselja i škole, a lokalitet 4 je odmah iza naselja i udaljen je 240m od lokaliteta 3. Lokaliteti 5, 6 i 7 nalaze se u strmom kanjonu čije su strane obrasle šumom, a lokalitet 8 je na izlazu iz kanjona prema Varešu, ispod ušća rječice Ponikve u Stavnju (Sl. 1).

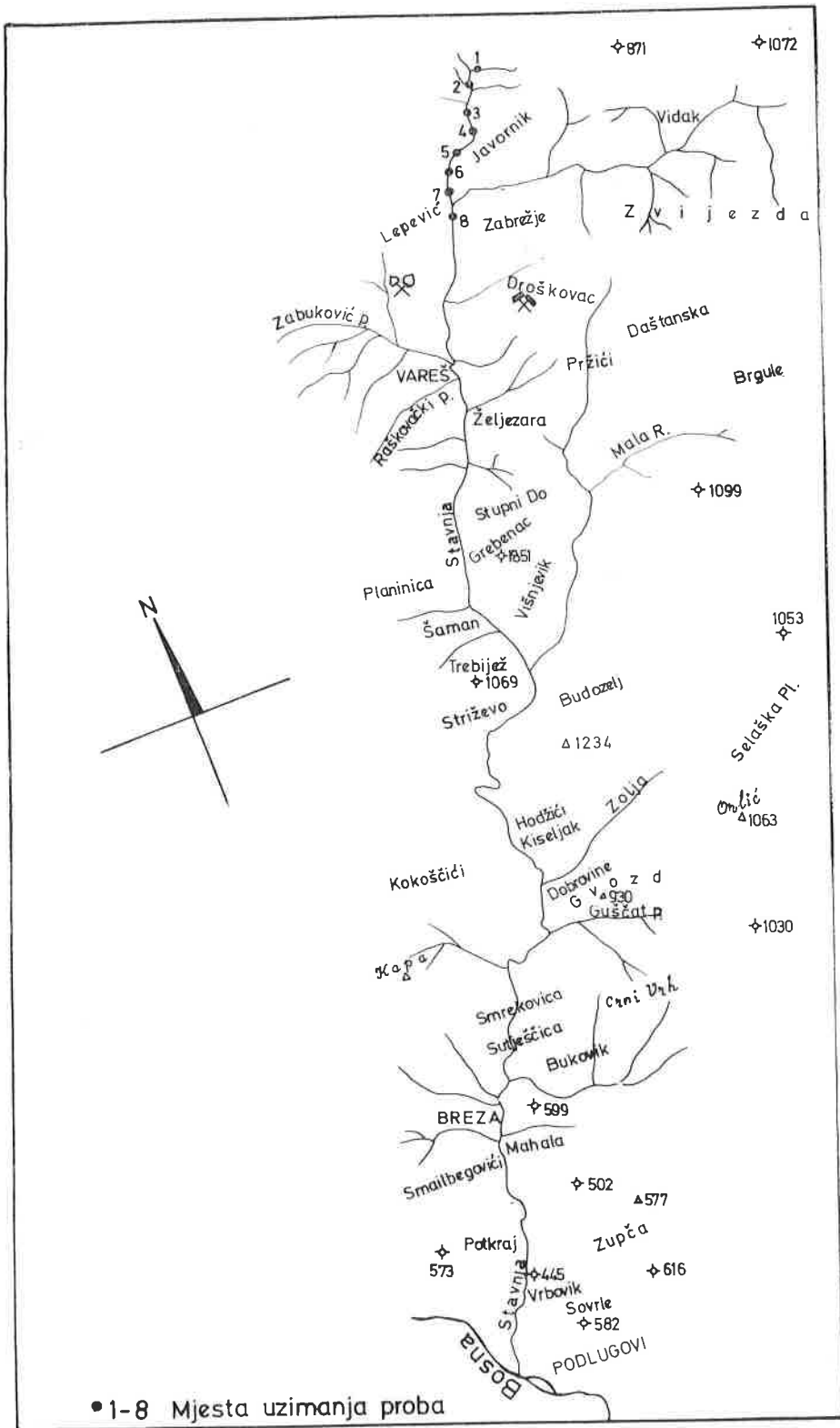
Sistematsko prikupljanje materijala vršeno je od maja do novembra 1976. i od marta do juna 1968. godine. Dopunsko ispitivanje vršeno je u oktobru 1968, kada su uzeti uzorci za hemijsku analizu vode. Prikupljanje materijala vršeno je jedanput mjesečno. Kvantitativne probe uzimane su Surberovom mrežom (1937), površine 929 cm², te se svi broječni podaci u radu odnose na ovu površinu. Pri svakom izlasku uzimane su po dvije probe sa svakog lokaliteta, a pri obradi materijala izračunavana je srednja vrijednost broja nađenih organizama. Probe su fiksirane na terenu u 4% formalinu. U laboratoriji je prvo vršeno izdvajanje jedinki roda *Baetis* iz proba faune dna, a zatim su svi insekti grupisani po vrstama i prebrojavani. S obzirom da kod manjih stupnjeva postoji velika sličnost između pojedinih vrsta roda *Baetis*, bilo je potrebno da se izvrši disekcija većeg broja mladih stupnjeva kako bi se sa sigurnošću mogli determinisati. Kod određivanja vrsta služilo se radovima: Macan (1950) i Müller-Liebenau (1967, 1969).

Za obradu strukture populacije *Baetis rodhani* izdvojeni preimaginalni stadiji su grupisani po uzrasnim stupnjevima na osnovu karakterističnih morfoloških odlika (Pleskot, 1958), a zrele nimfe su još i mjerene.

Uporedo sa prikupljanjem materijala na odabranim lokalitetima uzimani su i podaci o protoku vode i o temperaturi vazduha i vode.

Mjerenje protoka vršeno je spravom koju je opisao Gessner (1950) i na osnovu dobijene vrijednosti izračunata je brzina proticanja.

Sl. 1: Sliv rijeke Stavnje
Fig. 1: The river system of Stavnja



• 1-8 Mjesta uzimanja proba

Temperatura vazduha i vode određivana je laboratorijskim živinim termometrom, koji ima podioke 0,1°C.

Proučavanje osnovnih hemijskih faktora vršeno je samo jedanput, u oktobru 1968. godine. Direktno na terenu je određena: koncentracija vodikovih iona (orijentaciono), otopljena količina kisika, količina slobodnog ugljičnog dioksida i alkalinitet. U laboratoriji su mjereni: koncentracija vodikovih iona (pH), utrošak KMnO_4 , BPK5, amonijak, nitriti i nitrati. Otopljeni kisik je mjeran standardnom metodom po Winkler-u (STANDARD METHODS 1960). Zasićenost vode kisikom izračunata je prema tabeli TRUESDALE-a, DOWING-a i LOWDEN-a (po LIEBMANN-u 1962). Utrošak KMnO_4 rađen je po metodi Kubel-a (po Höll-u 1968). Biohemijska potrošnja kisika (BPK5) rađena je metodom razrjeđivanja (LIEBMANN 1962). Koncentracija vodikovih iona (pH) određivana je pomoću pehametra IEV-Ljubljana. Određivanje alkaliniteta vršeno je titracijski sa 0,1 HCl uz indikator metiloranž. Karbonatska tvrdoća izračunata je iz alkaliniteta i izražena u °dH. Mjerenje slobodnog CO_2 je vršeno tetracijski sa 0,1n NaOH uz indikator fenoftalein (STANDARD METHODS). Određivanje amonijaka, nitrita i nitrata je vršeno kolorimetrijski; amonijak neslerizacijom, nitriti sulfonilnom kiselinom i nitrati brucinom. Hemijske analize su vršene u Zavodu za hidrotehniku u Sarajevu.

OSNOVNE FIZIOGRAFSKE KARAKTERISTIKE ISPITIVANOG PODRUČJA

Hidrografski i geomorfološki podaci

Stavnja (Sl. 1) izvire na sjeverozapadnim obroncima planine Zvijezde na nadmorskoj visini 1115m i uliva se u Bosnu ispod mjesta Breza, na nadmorskoj visini 440m. Dužina toka iznosi oko 32 km, a dužina obradljivog toka stavnje oko 4,350km. Izvorište se nalazi ispod sela Zaruđe. Potok od izvorišta do sela Strice, na dužini od 1 km, ima smjer jugoistok-sjeverozapad, a u daljnjem toku na dužini oko 1 km ima smjer sjever-jug. Izvorišna čelenka Stavnje na dužini od 2 km, gdje su odabrani lokaliteti 1, 2, 3 i 4, nalazi se u zoni razvoja jurske vulkanogeno sedimentne serije (pješčari, glinci, rožnaci, tufovi i magmatske stijene). Nizvodno od sela Strice, Stavnja ulazi u kanjon i dolinske strane potoka postaju strme. Na ovom dijelu toka geološki sastav terena je jursko-kredna serija laporovitih krečnjaka, laporaca, pješčara i rožnaca. Takav je sastav terena do iznad sedmog lokaliteta. Već na sedmom lokalitetu javljaju se srednjetrojaski krečnjaci i nastavljaju se sve do Vareša, gdje Stavnja izlazi iz kanjona. Gotovo čitavim tokom kroz kanjon, Stavnja prima veći broj hladnih izvora i potocića, a na izlazu kanjona pred Varešom prima i hladnu vodu rječice Ponikve.

Tabela 1: BRZINA PROTICANJA VODE (M/SEC.).
Table 1: VELOCITY OF THE WATER CURRENT (M/SEC.).

LOKALITET DATUM	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
5. V. 1967.								0,85
6. V. 1967.	0,58	0,62	0,63	0,76		0,91	0,88	
6. VI. 1967.	0,46	0,59	0,49	0,49	0,51	0,55	0,65	
5. VII. 1967.								0,9
6. VII. 1967.	0,44	0,59	0,77	0,82	0,92	0,92	0,92	
1. VIII. 1967.	0,26	0,45	0,53	0,64	0,50	0,46	0,74	
5. IX. 1967.	0,24	0,37	0,36	0,46	0,46	0,67	0,62	
6. IX. 1967.								1,0
10. X. 1967.								0,73
11. X. 1967.	0,37	0,38	0,50	0,50	0,63	0,68	0,77	
17. XI. 1967.	0,45	0,55	0,58	0,67	0,69	0,77		
23. III. 1968.							1,00	1,40
25. III. 1968.	0,97	0,78	0,86	0,92	1,02	0,79		
24. IV. 1968.	0,69	0,90	0,58	0,71	0,87	1,06	0,97	
25. IV. 1968.								1,05
22. V. 1968.								1,18
24. VI. 1968.	0,65	0,95	0,81	0,83	1,21	1,10	1,05	
25. VI. 1968.								0,87

Tabela 2: SREDNJA VRIJEDNOST BRZINE PROTICANJA VODE (M/SEC.).
Table 2: THE MEAN VALUE OF THE CURRENT VELOCITY (M/SEC.).

LOKALITET	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
m./sec.	0,51	0,62	0,61	0,68	0,75	0,79	0,84	0,98

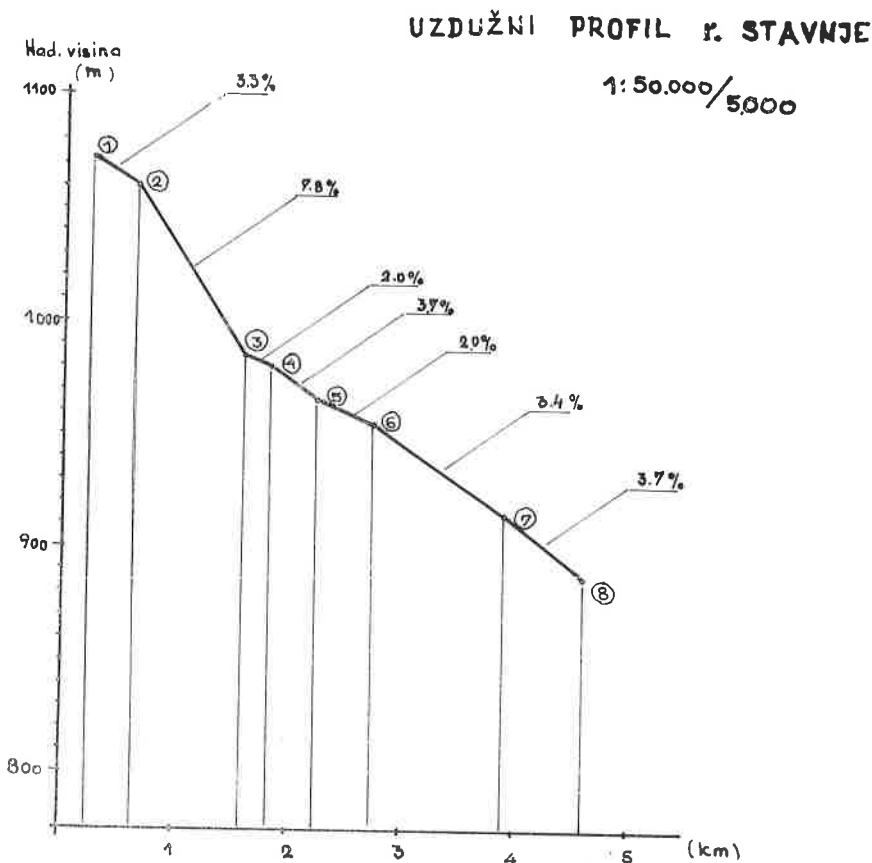
Pad Stavnje

Na osnovu podataka o nadmorskoj visini obrađivanih lokaliteta izračunat je pad Stavnje od izvorišta do iznad Vareša i to sa podacima o padu između pojedinih lokaliteta na uzdužnom profilu (Sl. 2). On je najveći između lokaliteta 2 i 3 i iznosi 7,8%. Najmanja vrijednost zabilježena je između lokaliteta 3 i 4 i lokaliteta 5 i 6 i iznosi samo 2%.

Brzina proticanja

Brzina proticanja vode je jedan od važnih ekoloških faktora u planinskim tekućicama i zavisi od visinskog nagiba terena, tipa dna i količine vode.

Srednje vrijednosti brzine proticanja vode u ispitivanom području Stavnje pokazuju da brzina vode raste u nizvodnom pravcu. Najniža vrijednost konstatovana je na lokalitetu 1 (0,51m/sec), a najveća na lokalitetu 8 i iznosi 0,98m/sec (Tab. 2). Vrijednosti brzine proticaja na pojedinim lokalitetima prikazane su na tabeli 1.



Sl. 2: Pad rijeke Stavnje

Fig. 2: The steepness of the river Stavnja

Iz ovih podataka vidi se da brzine vode variraju u toku godine i da su različite za razne lokalitete. Najveće variranje brzine vode zabilježeno je na lokalitetu 1, gdje vrijednost maksimuma u odnosu na minimum može biti i četverostruka i iznosi u septembru 0,24m/sec, odnosno 0,97m/sec marta 1968. godine.

Na većini lokaliteta (1, 2, 3, 4, 5 i 7) najniže vrijednosti brzine proticanja zabilježene su u mjesecu septembru i iznosile su od 0,24m/sec do 0,62m/sec. Izuzetak čine lokaliteti 6 i 8, gdje je naj-

niža vrijednost konstatovana u avgustu, odnosno u oktobru 1967. Najveća vrijednost brzine proticanja vode registrovana je u mjesecu marutu na lokalitetima 1, 3, 4 i 8, dok je na ostalim lokalitetima zabilježena u junu 1968. godine.

Potrebno je istaći da su amplitude variranja brzine vode za svaki lokalitet u periodu ispitivanja veće od amplitude variranja između pojedinih lokaliteta izražene srednjim vrijednostima. Za opstanak i razvitak organizama daleko je značajniji dijapazon variranja brzine vode na pojedinim lokalitetima, nego srednje vrijednosti brzine u periodu ispitivanja.

Termika

Temperatura vode je neobično značajna za distribuciju organizama u tekućim vodama. U termičkom pogledu postoje znatne razlike između pojedinih dijelova na uzdužnom profilu tekućice. Dnevna i godišnja kolebanja temperature vode u gornjem toku su, u pravilu, daleko manja nego u srednjem i donjem.

Na osnovu podataka dobivenih mjerenjem temperature vode rijeke Stavnje i temperature vazduha u toku ispitivanja (Tab. 3) praćen je sezonski ritam kolebanja na pojedinim lokalitetima, variranje temperature vode u uzdužnom profilu, a dobio se i uvid u odnos temperature vode i vazduha.

Tabela 3: TEMPERATURA VODE NA ISPITAVANIM LOKALITETIMA U 1967. i 1968.

Table 3: WATER TEMPERATURE AT THE INVESTIGATED LOCALITIES DURING 1967 AND 1968.

KRETANJE TEMPERATURE VODE I VAZDUHA

LOKALITET DATUM	1.			2.			3.			4.			5.			6.			7.			8.				
	h.	tz.	tv.	h.	tz.	tv.	h.	tz.	tv.	h.	tz.	tv.	h.	tz.	tv.	h.	tz.	tv.	h.	tz.	tv.	h.	tz.	tv.		
5.V.1967.																										
6.V.1967.	13	15	10	15	17	11,2	16	17	15	16,3	17	12,5				17,15	12	10	17,3	11,2	10					
6.VI.1967.	16,3	18	13	17	17	12,5	15,30	20	15,5	15	19	16	12,30	17,5	12,5	11	16	11,5	10	13	10					
5.VII.1967.																										
6.VII.1967.	12	15	13	12,30	18	14	13	19,5	17,5	14	20	18,5	14,30	20	17,5	16,30	16	16	17	16	16					
1.VIII.1967.	11,35	2,2	16,5	13	2,2	16,5	14	19	20	14,45	20	21	16	18	16	16,45	18,5	18	17,25	17,5	17,2	10	20	11		
5.IX.1967.	13,4	17,8	15,2	14	17,8	16	15	20	18,5	15,15	20	18	15,45	19	16	16,30	18,5	15,5	17	17	14,5					
6.IX.1967.																										
10.X.1967.																										
11.X.1967.	13	17	11	13,3	17,2	12	15	18,5	14,5	15,15	18	15	16	14	12	16,30	13,5	11	17	11	10,5					
13.XI.1967.																										
17.XI.1967.	13	8	7	13,45	8,5	7,1	14,15	7,5	7,5	14,30	7	7,8	15	7	7,5	15,30	5,8	6								
22.III.1968.																										
25.III.1968.	17,20	8,5	4	17,45	8,5	4,5	16,20	10,5	7,5	15,15	11,5	8	14,45	8,5	7,5	13,30	11,8	8								
24.IV.1968.	18,10	14,5	8,5	18,40	15,5	11,2	17,15	17,8	16	16,15	21,5	16,5	15,30	18	14											
21.V.1968.	10	15,5	10	11	19	13	13	18	16	14	19,5	16,5	15	17,5	14,5	15,30	19	14	16	18,5	12,5					
22.V.1968.																										
24.VI.1968.	11,50	18	13	12,45	20	11,8	13,40	19	15	15	17,5	14,5	16	16,5	14,2	17,20	16	13,5	17,40	15	13,5					
25.VI.1968.																										

h".....čas ; "tz".....TEMPERATURA ZRAKA U °C; "tv".....TEMPERATURA VODE U °C

Sezonsko variranje temperature duž Stavnje okarakterisano je ljetnjim maksimumom (juli i početak avgusta) i ranim proljetnim ili kasnim jesenjim minimumom (mart, novembar). U ljetnom periodu temperatura vode u uzdužnom profilu tekućice kretala se od 11 do 21°C, a u proljetnom odnosno jesenjem od 4 do 8,9°C.

Termički režim istraživanog područja Stavnje pokazuje izvjesne specifičnosti. Prije svega ta specifičnost termike izražena je pojavom nižih temperatura vode na lokalitetima (6, 7 i 8) koji su udaljeni od izvora nego na lokalitetima izvorskog područja, što je uslovljeno priticanjem većeg broja izvora i potočića duž njenog toka. Po termičkom režimu posebno se izdvaja lokalitet 8, tj. lokalitet najudaljeniji od izvora, čija temperatura amplituda u periodu ispitivanja iznosi svega 6°C. Variranja temperature vode na lokalitetu 8 su, u odnosu na ostale lokalitete, manja i konstatovano je da ne zavise direktno od temperatura vazduha. Na ostalim lokalitetima se amplituda variranja povećava, a najveća je na lokalitetu 4 (13,2°C).

Tabela 4: DNEVNO VARIRANJE TEMPERATURE VODE 21. V 1968.

Table 4: DAILY VARIATION OF WATER TEMPERATURE ON 21 V 1968.

LOKALITET ČAS	1		2		3		4		5		6		7		8	
	t _z	t _v	t _z	t _v	t _z	t _v	t _z	t _v	t _z	t _v	t _z	t _v	t _z	t _v	t _z	t _v
8.																
9.	14.0	9.5	16.5	9.0	15.2	12.0	14.5	11.5	12.0	10.0	12.5	9.5	12.0	8.0	14.0	8.0
10.	15.5	10.0	16.5	11.0	16.0	12.5	17.0	13.0	12.5	11.0	15.2	11.0	13.0	9.0	14.5	8.0
11.	17.5	11.1	19.0	13.0	18.0	15.0	19.0	15.5	14.5	13.0	18.0	12.0	18.0	11.5	19.5	9.3
12.	19.0	13.0	21.5	13.0	19.0	16.5	20.0	17.5	18.0	15.5	19.2	13.9	20.5	12.0	21.5	9.5
13.	17.5	12.1	19.0	12.8	18.0	16.0	20.0	17.5	17.5	15.5	19.0	14.0	19.5	13.0	20.5	9.3
14.	18.0	12.0	19.8	12.8	19.0	16.0	19.5	16.5	17.5	15.0	19.4	13.9	20.0	12.0	20.3	9.0
15.	16.5	11.9	17.9	12.3	18.2	15.5	19.0	16.0	17.5	14.5	18.8	14.1	19.0	13.5	20.0	9.0
16.	16.2	11.9	16.0	12.0	17.0	15.0	17.0	14.0	16.0	14.0	17.5	13.9	18.5	12.5	17.0	8.5
17.	14.0	10.8	14.8	11.5	15.5	13.5	16.0	13.5	14.5	13.2	14.9	12.9	17.0	12.0	16.0	8.0
18.	13.3	10.1	13.4	11.0	14.5	13.0	15.5	13.0	14.2	13.0	14.0	12.2	16.0	12.0	14.5	7.8

"t_z"...TEMPERATURA ZRAKA u °C.

"t_v"...TEMPERATURA VODE u °C.

U ekološkom proučavanju posebno su interesantna dnevna variranja temperature. Zato je jednog proljetnog dana mjerena temperatura vode i vazduha svakog sata od jutra do večeri na svim lokalitetima.

Rezultati ovih mjerenja prikazani su na tabeli 4. Uočava se da su najniže jutarnje temperature vode na svim lokalitetima, izuzev lokaliteta 8, gdje je najniža vrijednost nađena uvečer. Na prvih

pet lokaliteta (1, 2, 3, 4 i 5) maksimalne temperature su zabilježene u podne, dok lokaliteti 6 i 7 imaju maksimalne temperature u 15 časova. Na lokalitetu 8, koji je najudaljeniji od izvora, maksimalna temperatura zabilježena je u vrijeme kao i kod izvorskih lokaliteta, što se ne bi moglo očekivati. Međutim, ova sličnost koja postoji između lokaliteta 8 i izvorskih lokaliteta može se razumjeti ako se zna da se iznad ovog lokaliteta u Stavnju ulivaju hladne vode podzemnog toka rječice Ponikve, koje snižavaju temperaturu Stavnje. Potrebno je istaće da je najmanje dnevno variranje temperature vode bilo na lokalitetu 8 i iznosi 1,7°C, a to se, takođe, može objasniti ulivom veće količine podzemne vode Ponikve.

Dijapazon temperaturnih variranja bio je veći u vazduhu nego u vodi, što se moglo i očekivati.

Hemizam

Probe za hemijsku analizu uzete su samo jedanput, i to u oktobru 1968, tako da nismo bili u mogućnosti da pratimo dnevne i sezonske promjene hemijskih svojstava vode. U ispitivanju tih

Tabela 5: REZULTATI FIZIČKO-HEMIJSKE ANALIZE VODE U OKTOBRU 1968.

Table 5: RESULTS OF PHYSICO-CHEMICAL ANALYSIS OF WATER IN OCTOBER 1968.

LOKALITET FAKTORI	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
TEMPERATURA VODE °C	5.0	4.8	6.0	6.1	4.2	1.5	1.5	8.1
OTOPLJENI O ₂ mg/l	11.0	11.0	11.4	11.0	12.0	12.8	12.8	9.4
SATURACIJA O ₂ ‰	90.5	91.0	95.0	94.8	97.4	95.0	95.0	86.0
DEFICIT O ₂ mg/l	1.37	1.44	1.02	1.03	1.64	0.79	0.79	2.04
POTROŠNJA KMnO ₄ mg/l	12.96	12.72	13.92	11.92	20.84	16.84	13.24	15.96
BPK ₅ mg/l	1.4	1.4	2.2	1.6	2.2	2.5	2.8	1.1
pH	8.30	7.60	7.68	7.60	8.00	7.82	8.00	8.00
OTOPLJENI CO ₂ mg/l	0.00	0.30	0.13	0.48	0.00	0.21	0.00	0.10
ALKALINITET mVal	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8	0.8	0.8	2.4
KARBONATNA TVRDOĆA °dH	1.40	1.40	1.68	1.96	2.35	2.35	2.24	6.72
AMONIYAK N-mg/l	0.000	0.000	0.000	0.000	0.130	0.015	0.008	0.090
NITRITI N-mg/l	0.001	0.001	0.005	0.005	0.003	1.001	0.004	0.001
NITRATI N-mg/l	0.000	0.000	0.001	0.002	0.048	0.012	0.031	0.011

nog CO₂, a da bi se utvrdila količina organskih tvari mjeren je i utrošak KMnO₄; zatim je određena koncentracija vodikovih iona, karbonatna tvrdoća i alkalinitet. Da bi se utvrdilo da li u vodi dolazi do razlaganja azotnih organskih jedinjenja, mjerena je količina azota vezanog za NH₃, i ioni nitrita i nitrata. Rezultati ovih mjerenja dati su na tabeli 5.

svojstava vode ograničili smo se na mjerenje osnovnih hemijskih faktora: količine otopljenog O₂, a s tim u vezi zasićenja kisikom, kao i deficita pri odgovarajućoj temperaturi, BPK₅, količini slobod-

Hemijske analize pokazuju da u ispitivanom području rijeke Stavnje hemijske prilike odgovaraju normalnim uslovima jedne planinske tekućice, čiji sliv leži na pješćarama, glincima rožnacima, tufovima, laporovitim krečnjacima, laporcima i krečnjaku. Faktori koji utiču na režim kisika, kao: BPK₅ i saturacija kisikom, pokazuju da u vodi nisu prisutne značajne količine razgrađene organske materije. Mala količina razgrađenih organskih materija i snažna aeracija čine da režim kisika u gornjem toku rijeke Stavnje odgovara dobro aeriranim oligosaprobim vodama.

Koncentracija vodikovih iona, odnosno pH, mijenja se u longitudinalnom smjeru u vrlo uskim granicama i ne prelazi vrijednost od 0,4. S obzirom na neujednačenost tvrdoće, ova stabilnost u pH vrijednostima može se jedino objasniti nepostojanjem bilo kakvih alohtonih i autohtonih uticaja, koji bi remetili postojeće vrijednosti. Jedino na lokalitetu 1 je zabilježena veća vrijednost pH i iznosila je 8,30. Ona je, vjerovatno, slika neke trenutne promjene s obzirom na malu tvrdoću vode.

U pogledu karbonatne tvrdoće mogu se izdvojiti pojedine zone. U zoni lokaliteta 1, 2, 3 i 4 voda sadrži male količine bikarbonata i potpuno je meka. Nizvodno od lokaliteta 4 karbonatna tvrdoća postepeno raste i tek na osmom lokalitetu voda postaje srednje tvrda.

Količina prisutnih nitrata pokazuje da je voda oligotrofna, a to se može zaključiti i po slaboj obraslosti dna vodenom vegetacijom.

Odlike ispitivanih lokaliteta

Radi boljeg upoznavanja ispitivanih lokaliteta, dati su za svaki lokalitet podaci o nadmorskoj visini, prirodi dna, okolnoj vegetaciji, temperaturi i brzini vode. Kako temperatura i brzina vode različito variraju na pojedinim lokalitetima, to su date za svaki lokalitet granice njihovog variranja.

Lokalitet 1

Nadmorska visina ovog lokaliteta je oko 1070 m. Sa istoka i sjeverozapada okružen je degradiranom četinarskom šumom, u koju se sekundarno prodrle neke vrste lišćarskih listopadnih šuma. Sa zapada i jugozapada su livade sveze *Nardion* i *Trisetion flavescens*. S juga, uz sami potok, razvijeni su fragmenti zajednice sa sivom johom. Na ovom lokalitetu temperatura vode kretala se od 4 — 16,5°C, a brzina proticanja vode varirala je od 0,24 — 0,97 m/sec. Dno je kamenito i prekriveno opalim lišćem.

Lokalitet 2

Ovaj lokalitet nalazi se u pojasu četinarske šume, koja je degradirana i pretvorena u livade sveze *Nardion* i *Trisetion*, odnosno u kulture sa žitaricama i krompirom. Nadmorska visina lokaliteta 2 je oko 1060 m. Temperatura vode kretala se od 4,5 — 16,5°C, a brzina vode varirala je od 0,37 — 0,95 m/sec. Korito potoka je prekriveno kamenjem.

Lokalitet 3

Nalazi se na oko 985 m nadmorske visine u pojasu četinarske šume koja je na ovom lokalitetu degradirana i pretvorena u livade sveze *Nardion* i *Trisetion*. Temperatura vode na ovom mjestu iznosila je od 7,5 — 20°C, a brzina vode od 0,36 — 0,86 m/sec. Dno potoka se sastoji od kamenja i šljunka.

Lokalitet 4

Nadmorska visina na ovom lokalitetu je oko 980 m. Nalazi se, kao i lokalitet 2 i 3, u pojasu četinarske šume, koja je degradirana i pretvorena u livade. Temperatura vode na ovom lokalitetu varirala je od 7,8 — 21°C, a brzina vode od 0,46 — 0,92 m/sec. Dno je pokriveno šljunkom.

Lokalitet 5

Nalazi se u smrčevo-jelovoj šumi koja se pruža uz samu obalu Stavnje. Nadmorska visina je oko 965 m. U toku ispitivanja utvrđeno je da se temperatura vode na ovom lokalitetu kretala od 7,5 — 17,5°C, brzina vode od 0,46 — 1,21 m/sec. Dno potoka je pokriveno većim kamenjem.

Lokalitet 6

Nadmorska visina lokaliteta 6 je oko 955 m. Lijeva obala je obrasla četinarskom šumom smrče i jele, a desna je otvorena prema sjeverozapadu. Temperatura vode na ovom lokalitetu kretala se od 6 — 18°C, a brzina vode od 0,46 — 1,10 m/sec. Dno potoka je, uglavnom, šljunkovito.

Lokalitet 7

Nalazi se na oko 915 m nadmorske visine u smrčevo-jelovoj šumi, koja se pruža uz samu obalu. Brzina proticaja na ovom mjestu kretala se od 0,62 — 1,05 m/sec, temperatura vode od 4 — 17,2°C. Dno je prekrivo krupnijim kamenjem.

Lokalitet 8

Nadmorska visina na ovom lokalitetu je oko 890 m. Na daljini 100 do 200 m od ovog lokaliteta nema šume. Samo na liticama lijeve obale nalaze se fragmenti izmiješanih četinarskih i listopadnih šuma, a na liticama desne obale su fragmenti termofilne šikare. Temperatura vode kretala se od 5,5 — 11,5°C, brzina vode od 0,73 — 1,40 m/sec. Dno je kamenito.

FAUNISTIČKI PREGLED VRSTA RODA *BAETIS* NAĐENIH U STAVNJI I NJIHOVA DISTRIBUCIJA

Određivanje materijala roda *Baetis* prikupljenog u rijeci Savnji tokom 1967. i 1968. godine, ustanovljeno je pet vrsta: *Betis alpinus* Pictet 1843 — 45, *Baetis lutheri* Müller-Liebenau 1967, *Baetis rhodani* Pictet 1843 — 45, *Baetis fuscatus* Linné 1761 i *Baetis muticus* Linné 1758.

Baetis alpinus je progresivna južna vrsta s ruba glečera, koja je prema sjeveru prodrla do planina centralne Evrope. Areal ove vrste je srednja, južna i jugoistočna Evropa. Njena rasprostranjenost u Jugoslaviji je malo poznata. U Makedoniji (Ikonomov, 1962) je nađena u planinskim potocima, kao i u nekim planinskim jezerima. U Srbiji (Filipović, 1969) je konstatovana u Lisinskom potoku na Kopaoniku, a u Bosni je registrovana u slivu Sutjeske (Tanasijević, 1970).

U Stavnji je nađena na svim obrađivanim lokalitetima, izuzimajući izvorišno područje (lokalitet 1 i 2).

Baetis lutheri je opisana prema primjercima iz Austrije (Müller-Liebenau, 1967), gdje je nađena u većem broju tekućica montanog i submontanog pojasa. Ova vrsta naseljava centralnu Evropu, istočni i južni dio Balkanskog poluostrva. *Baetis lutheri* u Jugoslaviji je konstatovana u Makedoniji (Ikonomov, 1962) i u Srbiji (Filipović, 1969).

U Stavnji je nađena na četiri lokaliteta (lokalitet 5, 6, 7, 8).

Baetis rhodani je zapadno-palearktička vrsta, a u Evropi je rasprostranjena od Skandinavije do Sredozemnog mora, uključujući i Korziku. Island je jedino područje u Evropi u kome *Baetis rhodani* nije nađena. U Jugoslaviji je najčešća vrsta roda *Baetis*. Prema podacima Ikonomova (1962), to je dominantna vrsta u izvorima i planinskim potocima. Müller-Liebenau (1969) navodi da je *Baetis rhodani* široko rasprostranjena u gotovo svim tipovima tekućih voda.

U Stavnji je konstatovana na svim lokalitetima i dominantna je vrsta u ispitivanom dijelu toka.

Baetis fuscatus je vrsta široko rasprostranjena u Evropi. U Jugoslaviji je nađena u Makedoniji, Srbiji i jugoistočnoj Bosni (Ikonomov 1962, Filipović 1969. i Tanasijević 1970).

Prema Ikonomovu, njene larve naseljavaju planinske potoke na nadmorskoj visini 500 — 800 m, kao i srednje tokove rijeka.

U Stavnji je nađena na istim lokalitetima na kojima je konstatovana i vrsta *Baetis alpinus*.

Baetis muticus. — Vrsta rasprostranjena u cijeloj Evropi, izuzev Islanda. Njeno rasprostranjenje u Jugoslaviji je malo ispitano. Do sada je poznata u Makedoniji i Srbiji (Ikonomov 1962. i Filipović 1969).

vić 1969). Prema navodima Ikonomova, to je česta vrsta u bistrim potocima na nadmorskoj visini od 300 — 2000 m.

U Stavnji se javlja u malom broju i nađena je na svim lokalitetima.

GUSTINA POPULACIJE I NJENE PROMJENE

U većem broju faunističko-ekoloških radova na tekućicama (Berg 1948, Illies 1952, Dittmar 1955, Ikonomov 1962, Kamler 1962, i Filipović 1969) mogu se naći podaci o gustini populacije efemeroptera. Daleko je manji broj radova u kojima je gustina populacije efemeroptera specijalno obrađivana. Macan (1957) je proučio kretanje gustina populacija svih vrsta efemeroptera konstatovanih u jednom potoku u Engleskoj. U ekološkom radu Bretschko-a (1965) praćene su promjene gustine populacija samo pojedinih vrsta efemeroptera u jednom malom livadskom potoku na nadmorskoj visini 760 m. U mnogim radovima nalaze se podaci o abundanciji pojedinih vrsta efemeroptera, ali bez stvarnih podataka o njenoj vrijednosti.

U gornjem toku Stavnje praćena je vremenska dinamika gustine populacija *Baetis rhodani*, *Baetis alpinus*, *Baetis fuscatus*, *Baetis muticus* i *Baetis lutheri* (Tab. 6 i 7; Sl. 3, 4, 5, 6 i 7). S obzirom da su ova istraživanja trajala samo nepune dvije godine, nisu se mogle pratiti godišnje fluktuacije populacija ispitivanih vrsta, a mogućnost poređenja dviju uzastopnih godina je ograničena.

Tabela 6: KRETANJE PROSJEČNE GUSTINE POPULACIJA VRSTA RODA *BAETIS* U 1967.

Table 6: MEAN POPULATION DENSITIES OF THE SPECIES OF THE GENUS *BAETIS* IN 1967.

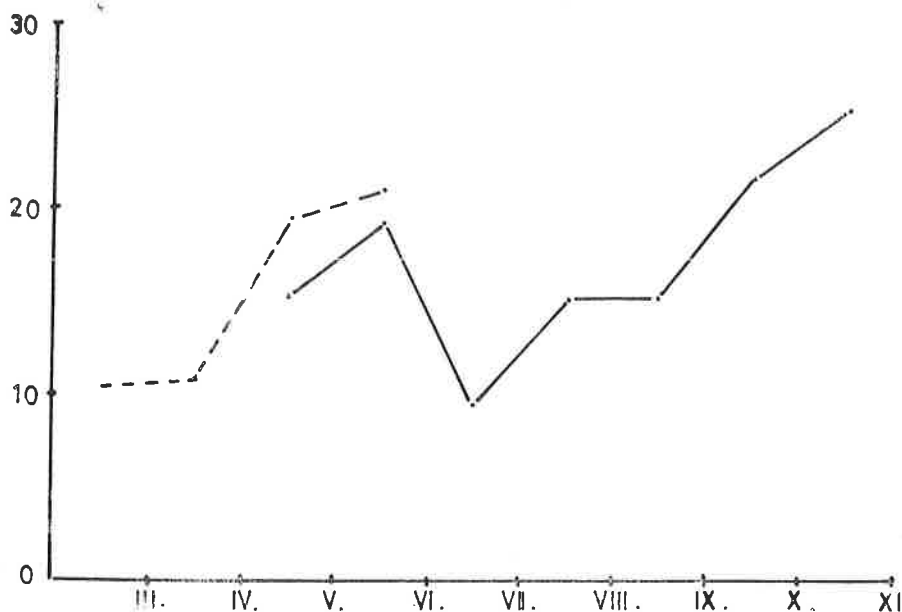
VRSTA	DATUM							
	5. i 6. V. 67g.	5. i 6. VI. 67g.	5. i 6. VII. 67g.	1. VIII. 67g.	5. i 6. IX. 67g.	10. i 11. X. 67g.	13. i 17. XI. 67g.	
<i>Baetis rhodani</i>	15.31	19.43	9.50	15.12	15.12	21.93	25.70	
<i>Baetis alpinus</i>	10.25	15.62	17.31	17.75	11.75	9.81	6.56	
<i>Baetis fuscatus</i>	5.87	15.87	7.62	5.69	13.37	15.75	9.81	
<i>Baetis muticus</i>	3.25	3.12	1.19	0.62	2.00	2.87	2.81	
<i>Baetis lutheri</i>	3.81	10.19	13.81	7.31	5.94	11.87	7.50	

Pored dinamike gustine populacija u odnosu na vrijeme, praćene su promjene populacija u odnosu na prostor. Izračunate su prosječne vrijednosti gustine populacija na svih osam lokaliteta za svaku godinu ispitivanja (Tab. 8 i 9).

Tabela 7: KRETANJE PROSJEČNE GUSTINE VRSTA RODA *BAETIS* U 1968.

Table 7: MEAN POPULATION DENSITIES OF THE SPECIES OF THE GENUS *BAETIS* IN 1968.

VRSTA	DATUM			
	22.j 25.III. 68g.	24.j 25.IV. 68g.	21.j 22.V. 68g.	24.j 25.VI. 68g.
<i>Baetis rhodani</i>	10.25	10.75	19.25	21.12
<i>Baetis alpinus</i>	5.50	7.25	10.75	13.75
<i>Baetis fuscatus</i>	3.69	4.12	6.12	15.75
<i>Baetis muticus</i>	1.44	3.50	2.94	1.31
<i>Baetis lutheri</i>	3.94	1.25	4.87	12.25

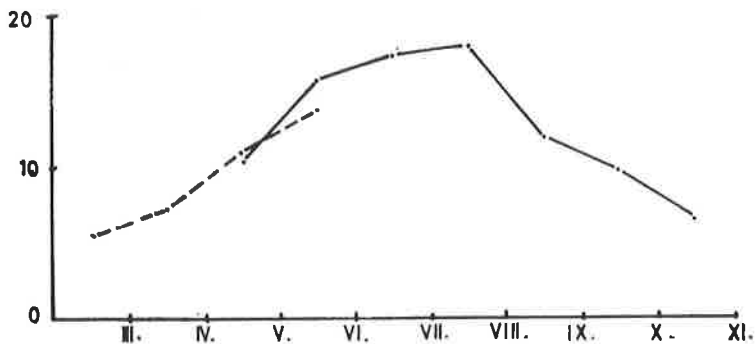


Sl. 3: *Baetis rhodani*: kretanje srednje vrijednosti gustine populacije; ————— 1967, — — — — 1968.

Fig. 3: *Baetis rhodani*: means of the population density; ————— 1967, — — — — 1968.

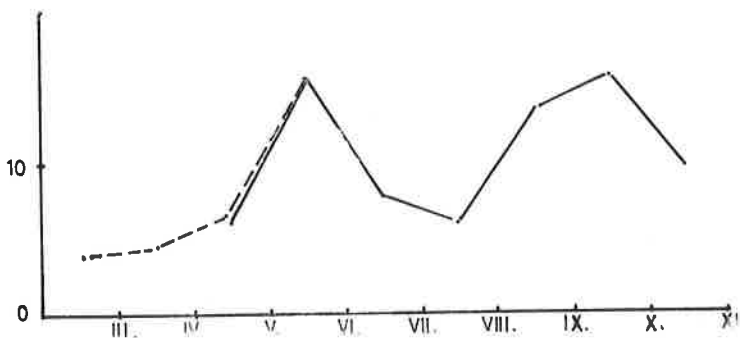
Gustina populacije Baetis rhodani

Gustina populacije *Baetis rhodani* u gornjem toku Stavnje je veća nego ostalih vrsta roda *Baetis* (Tab. 6 i 7). Ova vrsta je nalažena u probama tokom cijelog perioda ispitivanja. Postoji vidljivo sezonsko kolebanje prosječne gustine populacije.



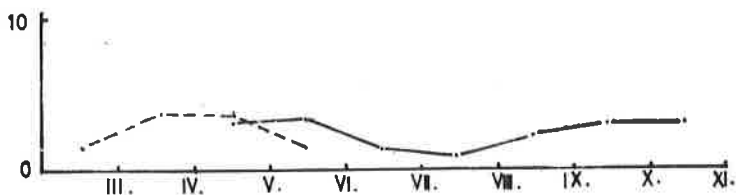
Sl. 4: *Baetis alpinus*: kretanje srednje vrijednosti gustine populacije; — 1967, - - - - 1968.

Fig. 4: *Baetis alpinus*: means of the population density; — 1967, - - - - 1968.



Sl. 5: *Baetis fuscatus*: kretanje srednje vrijednosti gustine populacije; — 1967, - - - - 1968.

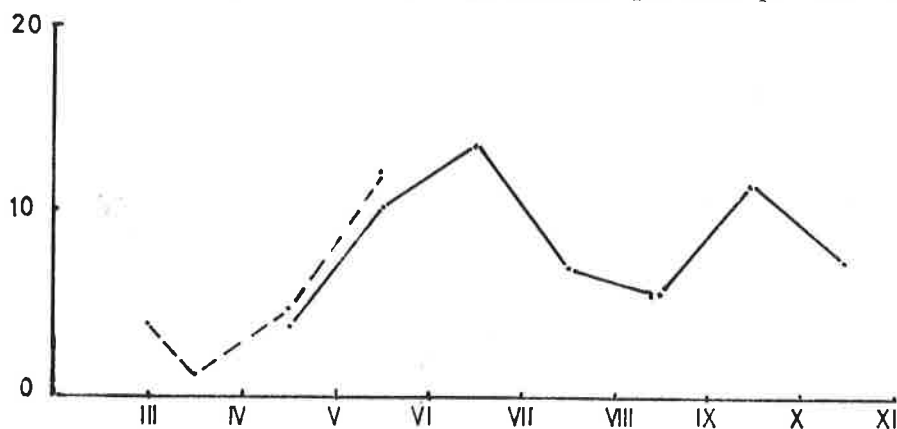
Fig. 5: *Baetis fuscatus*: means of the population density; — 1967, - - - - 1968.



Sl. 6: *Baetis muticus*: kretanje srednje vrijednosti gustine populacije; — 1967, - - - - 1968.

Fig. 6: *Baetis muticus*: means of the population density; — 1967, - - - - 1968.

Krivulja kojom je prikazano kretanje gustine u 1967. pokazuje da postoje dva maksimuma gustine populacije (Sl. 3). Prvi maksimum je u mjesecu junu, a drugi u novembru, kada je zabilježena i najveća gustina populacije (25,70). U narednoj, 1968, kada je praćena gustina populacije samo u proljetnom periodu, ponovo se



Sl. 7: *Baetis lutheri*: kretanje srednje vrijednosti gustine populacije; ——— 1967, - - - - 1968.

Fig. 7: *Baetis lutheri*: means of the population density; ——— 1967, - - - - 1968.

javlja maksimum u mjesecu junu (Sl. 3). Maksimalne vrijednosti gustine populacija vrste *Baetis rhodani* u obje godine ispitivanja zabilježene su u vrijeme kada se u populaciji javlja veliki broj mladih jedinki. Najmanja srednja vrijednost gustine populacije u 1967. godini bila je u mjesecu julu, kada je iznosila 9,50, a u proljeće 1968, u martu, (10,25). Srednja gustina populacije *Baetis rhodani* je različita na pojedinim lokalitetima (Tab. 8. i 9). Najveća srednja gustina u obje godine je na lokalitetu 8 i iznosila je 38,93,

Tabela 8: PROSJEČNA GUSTINA POPULACIJA VRSTA RODA *BAETIS* NA POJEDINIM LOKALITETIMA U 1967.

Table 8: MEAN POPULATION DENSITIES OF THE SPECIES OF THE GENUS *BAETIS* AT DIFFERENT LOCALITIES IN 1967.

LOKALITET VRSTA	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
<i>Baetis rhodani</i>	3.28	10.64	20.43	15.85	20.78	19.28	12.64	38.93
<i>Baetis alpinus</i>			6.07	11.28	16.85	29.28	26.28	13.42
<i>Baetis fuscatus</i>			7.50	20.93	15.64	12.50	40.07	13.93
<i>Baetis muticus</i>	3.00	3.57	2.21	2.64	1.50	2.00	1.14	2.07
<i>Baetis lutheri</i>					19.65	18.93	19.43	10.43

odnosno, 31,12 jedinki u probi. U prvoj godini ispitivanja lokalitet 5 je bio drugi po gustini (20,78), a odmah zatim lokalitet 3 (20,43).

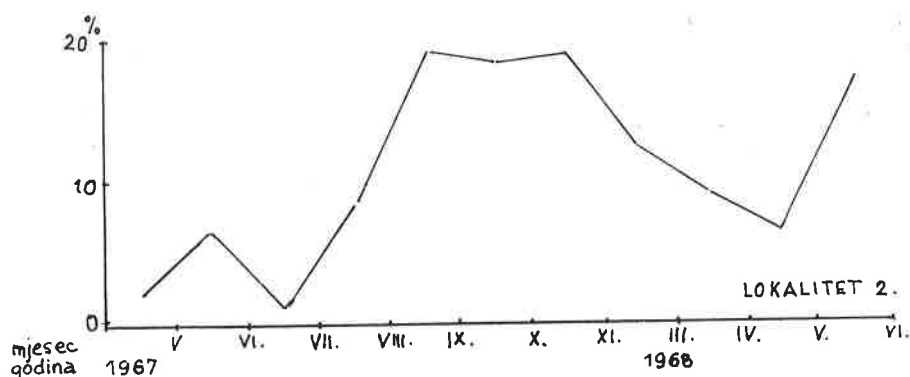
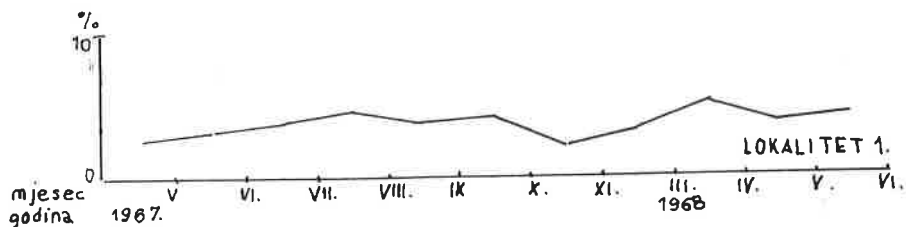
Sljedeće godine, po gustini populacije, na drugo mjesto dolazi lokalitet 4 (18,25), a lokalitet 5 je na trećem mjestu (16,75). Najmanja srednja vrijednost gustine populacije je na lokalitetu 1 u obje godine. Na lokalitetu 7, u obje godine, zapaža se pad srenje gustine populacije u odnosu na lokalitete 3, 4, 5 i 6.

Kretanje gustine populacije na pojedinim lokalitetima vrlo je različito u toku godine. Ipak se među krivuljama koje predstavljaju

Tabela 9: PROSJEČNA GUSTINA POPULACIJA VRSTA RODA *BAETIS* NA POJEDINIM LOKALITETIMA U 1968.

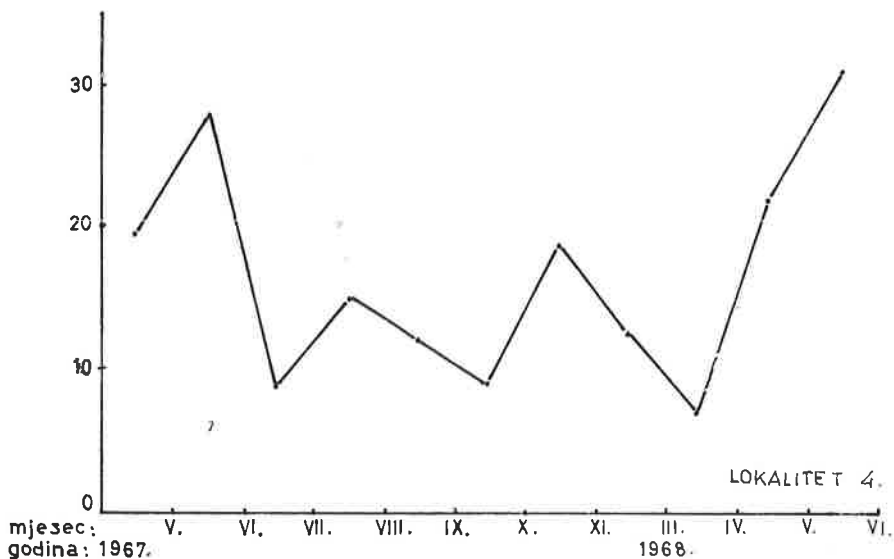
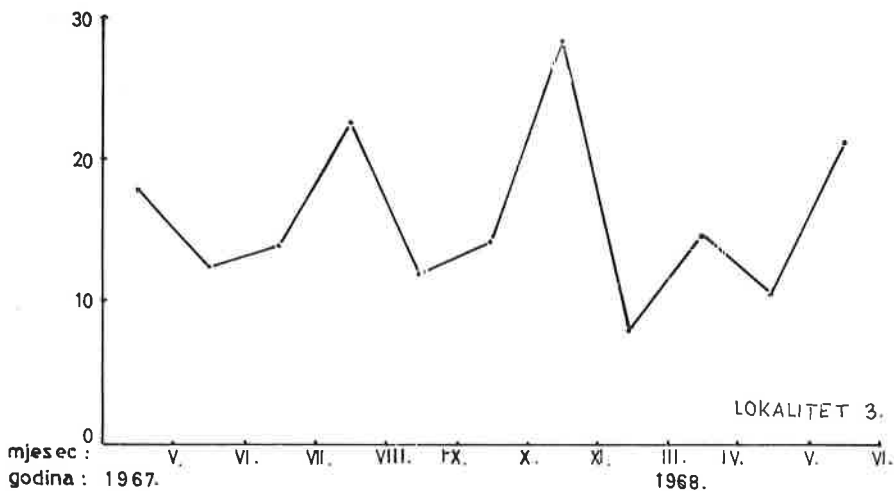
Table 9: MEAN POPULATION DENSITIES OF THE SPECIES OF THE GENUS *BAETIS* AT DIFFERENT LOCALITIES IN 1968.

LOKALITET VRSTA	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
<i>Baetis rhodani</i>	3.87	11.12	14.75	18.25	16.75	15.75	12.12	31.12
<i>Baetis alpinus</i>			3.50	6.25	7.50	12.50	18.50	26.25
<i>Baetis fuscatus</i>			6.62	10.12	11.87	7.62	14.25	9.00
<i>Baetis muticus</i>	3.75	4.00	2.25	2.62	1.25	1.87	1.87	1.25
<i>Baetis lutheri</i>					11.12	13.87	13.50	5.87



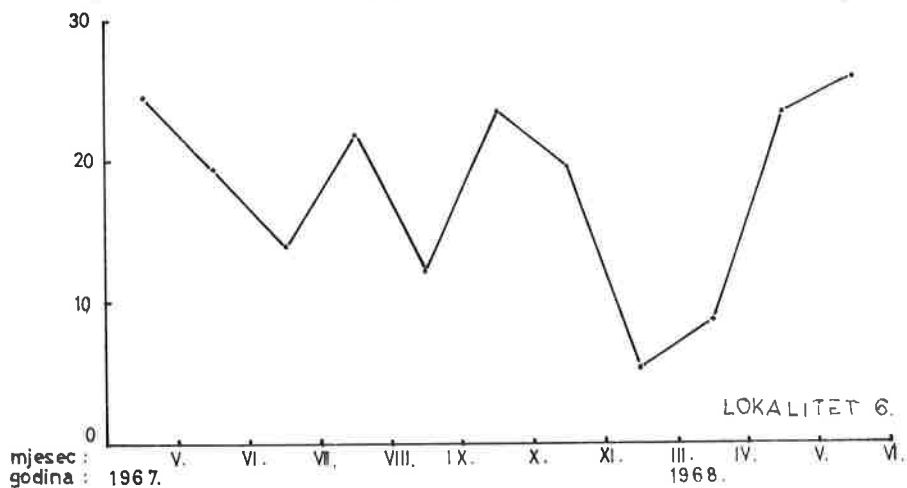
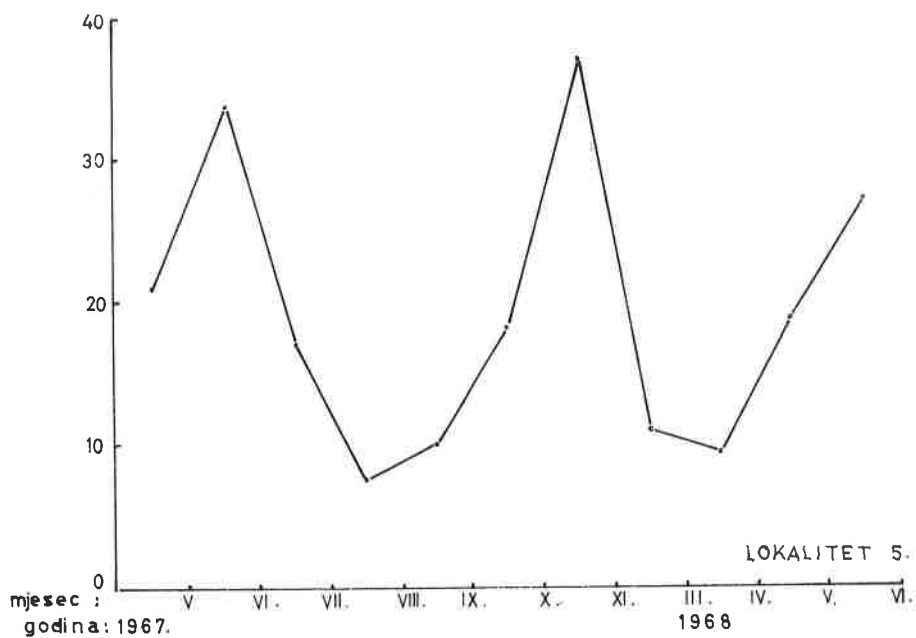
Sl. 8: Kretanje gustine populacije *Baetis rhodani* na lokalitetu 1 i 2.

Fig. 8: Population density of *Baetis rhodani* at the locality 1 and 2.



Sl. 9: Kretanje gustine populacije *Baetis rhodani* na lokalitetu 3 i 4.
 Fig. 9: Population density of *Baetis rhodani* at the locality 3 and 4.

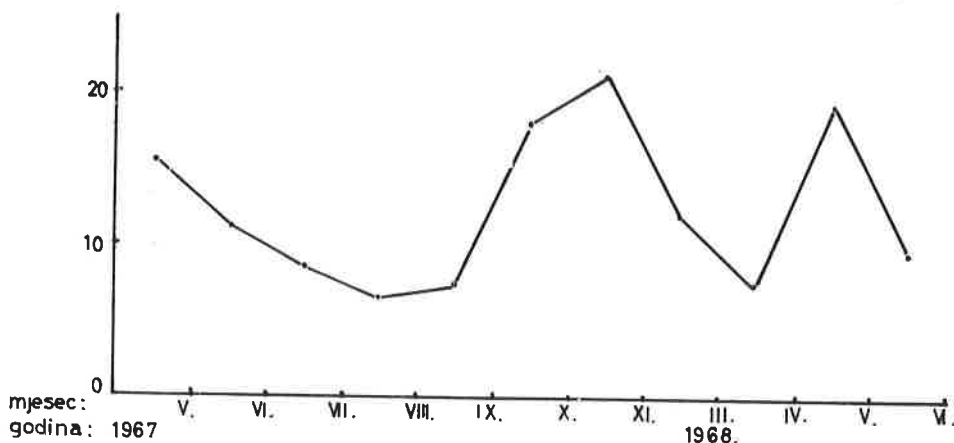
ovo kretanje mogu izdvojiti četiri tipa. Jednom tipu pripadaju kretanja koje pokazuju kretanje gustine na lokalitetima 3, 4 i 6; one, i pored izvjesnih odstupanja, pokazuju i neke sličnosti (Sl. 9 i 10). Te sličnosti se ne ogledaju u vrijednostima maksimuma, koliko u načinu kretanja: porast gustine se javlja u proljeće i jesen, kada nastaje nova generacija, ali, osim ova dva, maksimum se javlja i



Sl. 10: Kretanje gustine populacije *Baetis rhodani* na lokalitetu 5 i 6.
 Fig. 10: Population density of *Baetis rhodani* at the locality 5 and 6.

u avgustu. Vjerovatno je da se ovaj maksimum javlja kao posljedica zastoja u razvoju ljetne generacije.

Krivulje koje daju sliku promjene gustine na lokalitetima 5, 7 i 8, pripadale bi drugom tipu (Sl. 10, 11 i 12). Gustina populacije na ovim lokalitetima znatno veća u proljeće i u kasnu jesen, nego u ljetnjem periodu, izuzev na lokalitetu 8, gdje je gustina populacije gotovo tokom cijelog perioda istraživanja dostizala visoke vrijednosti. Prvi maksimum gustine javlja se u maju, odnosno junu, iza čega slijedi pad gustine (izrazitiji na lokalitetu 8), a zatim krivulja



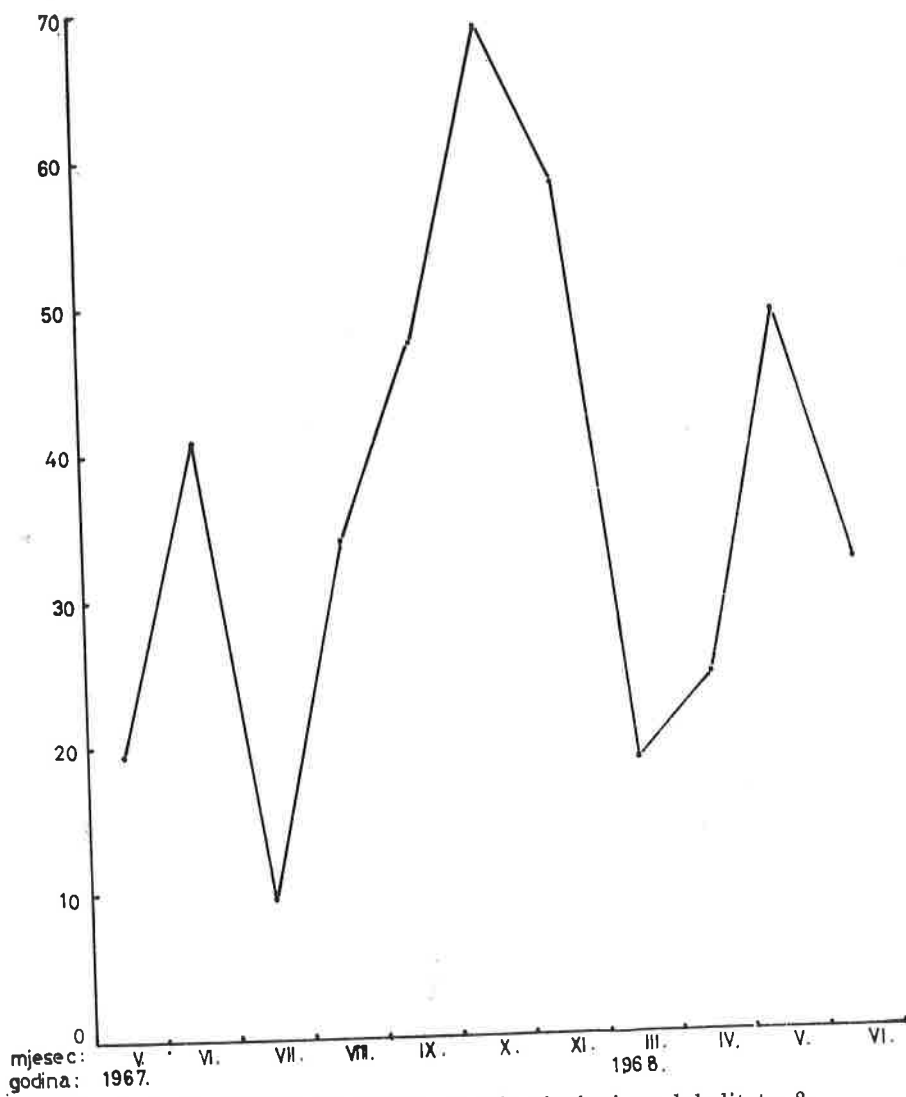
Sl. 11: Kretanje gustine populacije *Baetis rhodani* na lokalitetu 7.

Fig. 11: Population density of *Baetis rhodani* at the locality 7.

koja pokazuje kretanje gustine ponovo raste, da bi u kasnu jesen dostigla najveću vrijednost. Međutim, opadanje gustine na lokalitetima 5 i 7 je razvučeno na ljetnje mjesece i tek početkom jeseni javlja se ponovni porast gustine. Gustina populacije na lokalitetu 1 je mala i krivulja kretanja gustine populacije u toku cijelog perioda ispitivanja pokazuje konstantne vrijednosti (Sl. 8), te bi pripadala trećem tipu. I na lokalitetu 2 je abundancija mala. Maksimum krivulje koja ilustruje ovo kretanje javlja se u junu i u jesen; jesenji maksimum je široko razvučen (Sl. 8).

Detaljnija slika kretanja gustine populacije na pojedinim lokalitetima u toku 1967. i 1968. godine data je na tabelama 10 i 11. Zapaženo je da se gustina populacije na lokalitetima 5, 7 i 8 povećava u proljeće i u jesen, tj. u vrijeme nastupanja novih generacija. Međutim, na lokalitetima 3, 4 i 6 gustina populacije je, također, velika u proljeće (maj i juni) i u jesen (oktobar i novembar), ali i u avgustu. Vjerovatno je da *Baetis rhodani* ima dvije generacije godišnje, sudeći po pojavi proljetnog i jesenjeg maksimuma; nalaz trećeg maksimuma u avgustu moglo bi se objasniti zastojem razvoja ljetnje generacije o čemu će biti više govora u narednom poglavlju.

Variranje gustine populacije na većini lokaliteta, uz istovremeno povećanje ili održavanje gustine na približno istom nivou na najnižem lokalitetu (8) u toku cijelog perioda ispitivanja, navodi na pomisao da postoji izvjesno migriranje larvi u nizvodnom pravcu. Iz tog razloga izvršen je pokušaj da se prati kretanje procentualne zastupljenosti larvi na pojedinim lokalitetima u odnosu na ukupnu brojnost na svim lokalitetima (Tab. 12 13). Međutim, ovom



Sl. 12: Kretanje gustine populacije *Baetis rhodani* na lokalitetu 8.
 Fig. 12: Population density of *Baetis rhodani* at the locality 8.

Tabela 10: KRETANJE GUSTINE POPULACIJE VRSTE *BAETIS RHODANI* NA POJEDINIM LOKALITETIMA U TOKU 1967.

Table 10: POPULATION DENSITY OF THE SPECIES *BAETIS RHODANI* AT DIFFERENT LOCALITIES IN 1967.

LOKALITET	DATUM						
	5. i 6. V.	5. i 6. VI.	5. i 6. VII.	1. VIII.	5. i 6. IX.	10. i 11. X.	13. i 17. XI.
1.	2.5	3.0	3.5	4.5	3.5	4.0	2.0
2.	2.0	6.5	1.0	8.5	19.0	18.5	19.0
3.	18.0	12.5	14.0	23.0	12.0	14.5	29.0
4.	19.5	28.0	8.5	15.0	12.0	9.0	19.0
5.	21.0	34.0	17.0	7.5	10.0	18.5	37.5
6.	24.5	19.5	14.0	22.0	12.0	23.5	19.5
7.	15.5	11.0	8.5	6.5	7.5	18.0	21.5
8.	19.5	41.0	9.5	34.0	45.0	69.5	58.5

Tabela 11: KRETANJE GUSTINE POPULACIJE VRSTE *BAETIS RHODANI* NA POJEDINIM LOKALITETIMA U TOKU 1968.

Table 11: POPULATION DENSITY OF THE SPECIES *BAETIS RHODANI* AT DIFFERENT LOCALITIES IN 1968.

LOKALITET	DATUM			
	22. i 25. III.	24. i 25. IV.	21. i 22. V.	24. i 25. VI.
1.	3.0	5.0	3.5	4.0
2.	12.0	9.0	6.5	17.0
3.	8.0	15.0	10.5	21.5
4.	12.5	7.0	22.0	31.5
5.	11.0	9.5	19.0	27.5
6.	5.0	8.5	23.5	26.0
7.	12.0	7.5	19.5	9.5
8.	18.5	24.5	49.5	32.5

analizom nisu se mogle utvrditi migracije larvi na uzdužnom profilu Stavnje, iako smo mišljenja da one postoje, ali ih je teško sagledati s obzirom na razlike koje se javljaju u ciklusu razvicia vrste *Baetis rhodani* na pojedinim lokalitetima.

Tabela 12: *BAETIS RHODANI*: KRETANJE PROCENTUALNE ZASTUPLJENOSTI NA POJEDINIM LOKALITETIMA U ODNOSU NA UKUPNU BROJNOST U 1967.

Table 12: *BAETIS RHODANI*: PERCENTAGE OF THE TOTAL NUMBER OF ORGANISMS REPRESENTED AT DIFFERENT LOCALITIES IN 1967.

LOKALITET \ DATUM	DATUM							
	5.i 6. V.	5.i 6. VI.	5.i 6. VII.	1. VIII.	5.i 6. IX.	10.i 11. X.	13.i 17. XI.	
1.	2.04	1.92	4.60	3.80	3.00	2.27	0.97	
2.	1.63	4.18	1.31	7.02	16.30	10.53	9.22	
3.	14.69	8.03	18.41	19.00	10.30	8.26	14.07	
4.	15.91	18.00	11.18	12.39	10.30	5.12	9.22	
5.	17.14	28.29	22.36	6.19	8.58	10.53	18.20	
6.	20.00	12.54	18.42	18.18	10.30	13.39	9.46	
7.	20.81	7.07	11.18	5.37	6.43	10.25	10.43	
8.	15.91	26.36	12.50	28.09	34.76	39.65	28.39	

Tabela 13: *BAETIS RHODANI*: KRETANJE PROCENTUALNE ZASTUPLJENOSTI NA POJEDINIM LOKALITETIMA U ODNOSU NA UKUPNU BROJNOST U 1968.

Table 13: *BAETIS RHODANI*: PERCENTAGE OF THE TOTAL NUMBER OF ORGANISMS REPRESENTED AT DIFFERENT LOCALITIES IN 1968.

LOKALITET \ DATUM	DATUM			
	22.i 23. III.	24.i 25. IV.	2.i 22. V.	24.i 25. VI.
1.	3.65	5.81	2.43	2.36
2.	14.63	10.46	4.51	10.05
3.	9.75	17.44	7.29	12.72
4.	15.24	8.13	15.27	18.99
5.	13.41	11.04	13.19	16.27
6.	6.09	9.88	16.31	15.38
7.	14.63	8.72	13.54	5.62
8.	22.56	28.48	34.37	18.93

Gustina populacije ostalih vrsta roda *Baetis*

Po gustini populacije, *Baetis alpinus* dolazi odmah poslije *Baetis rhodani*. Srednja vrijednost gustine populacije *Baetis alpinus* u toku cijelog perioda ispitivanja kretala se od 5,50 — 17,75 jedinki u probi (Tab. 6 i 7).

Krivulja koja pokazuje kretanje gustine populacije (Sl. 4) u 1967. godini ima maksimalnu vrijednost u julu i avgustu, a u 1968. godini krivulja kretanja gustine prati onu iz 1967. godine. Najniže vrijednosti gustine su u jesenjim i proljećnjim mjesecima. *Baetis alpinus* je nađen na svim lokalitetima, izuzev izvorišnog dijela (lokaliteti 1 i 2). U 1967. godini najveća vrijednost srednje gustine populacije bila je na lokalitetu 6, a u narednoj 1968. godini najveća gustina zabilježena je na 10 lokalitetu 8 (Tab. 8 i 9). Najmanja gustina u 1967. i 1968. godini nađena je na lokalitetu 3.

Gustina populacije *Baetis fuscatus* je manja nego gustina *Baetis alpinus*. Krivulja kretanja gustine populacije u 1967. ispoljava dva maksimuma (Sl. 5). Prvi maksimum je zabilježen u mjesecu junu, iza toga slijedi opadanje srednje vrijednosti gustine populacije, da bi u jesen došlo do ponovnog povećanja, te se drugi maksimum javlja u mjesecu oktobru. Krivulja u 1968. se jednim dijelom poklapa sa krivuljom iz prethodne godine i to u ispoljavanju proljetnog maksimuma.

Brojnost *Baetis fuscatus* na pojedinim lokalitetima znatno varira. Srednja vrijednost gustine populacije bila je najveća u 1967. i u 1968. god. na lokalitetu 7 i iznosila je 40,07, odnosno 14,25 jedinki u probi. U jednoj i drugoj godini ispitivanja najmanje vrijednosti srednje gustine populacije zabilježene su na lokalitetu 3: 7,50, odnosno 6,62 individue.

Iako je vrsta *Baetis muticus* nalažena na svim lokalitetima kao i *Baetis rhodani*, gustina njenih populacija u poređenju sa gustinom *Baetis rhodani* je izrazito mala.

Tokom cijelog perioda ispitivanja brojnost ove vrste je približno ista (Tab. 6 i 7): u 1967. godini srednja vrijednost gustine populacije kretala se od 0,62 — 3,25, a u 1968. od 1,44 — 3,50 jedinki u probi. Krivulje koje predstavljaju gustinu populacije u 1967. i 1968. god. dosta su slične, jer gustine u obje godine imaju približno jednake vrijednosti i na sličan način se mijenjaju (Sl. 6).

Brojnost ove vrste na svim lokalitetima Stavnje je mala (Tab. 8 i 9). U 1967. godini srednja vrijednost gustine populacije na pojedinim lokalitetima kretala se od 1,14 (lokalitet 7) do 3,57 (lokalitet 2) jedinki u probi. U narednoj 1968. god. najniža vrijednost je bila na lokalitetima 5 i 8, a najveća na lokalitetu 2.

Vrsta *Baetis lutheri* ima približno istu gustinu populacije kao i *Baetis fuscatus* u Stavnji. U toku ispitivanja najveća brojnost ove vrste zabilježena je u julu 1967, kada je iznosila 13,81 individua (Tab. 6). Od jula do oktobra iste godine broj jedinki u probama

opada, a u oktobru dolazi do povećanja brojnosti, kada srednja vrijednost populacije iznosi 11,87 individua. U proljeće 1968. god. konstatovano je smanjenje brojnosti u odnosu na jesen 1967, poslije čega dolazi do ponovnog povećanja početkom ljeta (Tab. 7).

Ova vrsta nađena je samo na četiri lokaliteta i njena brojnost na lokalitetima 5, 6 i 7 je prilično ujednačena. Srednja vrijednost gustine populacije u dvije uzastopne godine kretala se na ovim lokalitetima od 18,93 — 19,65, odnosno od 11,12 — 13,87 individua u probi (Tab. 8 i 9). Najmanja gustina populacije u obje godine nađena je na lokalitetu 8.

STRUKTURA POPULACIJE *BAETIS RHODANI*

Struktura populacije vodenih insekata je daleko manje proučavana nego gustina. Vjerovatno je tome uzrok teško raspoznavanje razvojnih stupnjeva. Izgleda da neki holometabolni vodeni insekti imaju mali broj stupnjeva i da se stupnjevi mogu jasno razlikovati.

Marinković-Gospodnetić (1961) je našla da dvije vrste *Hydropsyche* (Trichoptera) imaju pet larvenih stupnjeva. Na osnovu praćenja dinamike strukture populacije bazirane na kvantitativnoj zastupljenosti pojedinih razvojnih stupnjeva, mogli su se izvući zaključci o životnom ciklusu ovih vrsta.

Kačanski (1965) je studirala dinamiku strukture populacije jedne vrste Simuliidae, prateći kvantitativnu zastupljenost sedam razvojnih stupnjeva larvi i stupnja lutke.

Struktura populacije efemeroptera je u većini radova (Macan 1957, Bretschko 1965, Thorup 1963 i Tibault 1971) proučavana na osnovu frekvencija dužine larvi, a vrlo rijetko na osnovu kvantitativne zastupljenosti uzrasnih stupnjeva u kvantitativnim probama.

Poznato je da kod efemeroptera u postembrionalnom razviću dolazi do velikog broja presvlačenja i upravo zbog toga javljaju se teškoće u određivanju razvojnih stupnjeva.

Pleskot (1968) je proučila strukturu populacije na osnovu kvantitativne zastupljenosti uzrasnih stupnjeva, izdvojenih prema morfološkim karakterima. Ona je najmlađe stupnjeve bez začetaka krila i koji još nemaju pravi oblik larve označila kao larvule. Kao larva je označen sljedeći razvojni stupanj koji ima već formu larve, a još nema razvijena krila. Nimfe su stadiji sa razvijenim krilima i razlikuju se mlade, poluodrasle i odrasle nimfe, tj. one sa kratkim, srednjim i potpuno razvijenim krilima. Kod posljednjih su krila sive ili sivocrne boje. Zrela nimfa je posljednji stadij sa potpuno crnim krilima.

Struktura populacije *Baetis rhodani* i njene promjene u Stav-nji analizirane su u periodu od maja do novembra 1967. i od marta

Tabela 14: BROJ LARAVA I NIMFI POJEDINIH STUPNJEVA *BAETIS RHODANI*.

Table 14: NUMBER OF LARVAE AND NYMPHS OF EACH STAGE OF *BAETIS RHODANI*.

STUPANJ DATUM	LARVULE	LARVE	MLADE NIMFE	POLUODRASLE NIMFE	ODRASLE NIMFE	ZRELE NIMFE	UKUPNO
5.i 6. V. 1967.	5.56	2.31	0.56	0.50	2.00	4.37	15.31
5.i 6. VI. - II -	1.92	12.75	0.12	0.25	1.93	2.43	19.43
5.i 6. VII. - II -	3.00	0.06	2.81	3.12	0.18	0.31	9.50
1. VIII. - II -	9.12	4.00	0.00	0.00	1.12	0.87	15.12
5.i 6. IX. - II -	1.43	7.87	3.81	0.50	0.93	0.56	15.12
11.i 12. X. - II -	17.25	1.62	1.12	0.43	1.12	0.43	21.93
13.i 17. XI. - II -	2.00	13.43	2.62	4.25	3.43	0.00	25.70
22.i 23. III. 1968	1.23	2.12	3.00	0.50	1.25	2.06	10.25
24.i 25. IV. - II -	0.56	1.41	1.37	2.25	2.00	3.12	10.75
21.i 22. V. - II -	8.25	2.06	0.93	1.25	3.37	3.43	19.25
24.i 25. VI. - II -	4.43	12.87	0.68	0.50	0.37	2.25	21.12

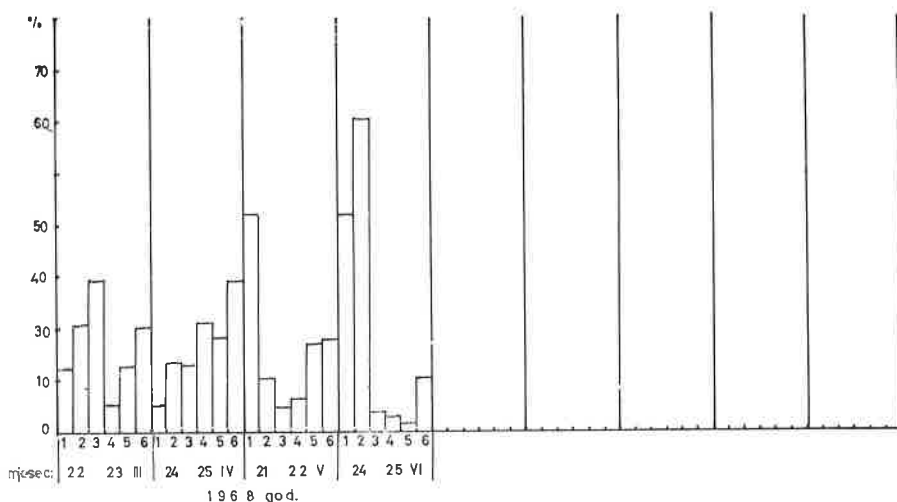
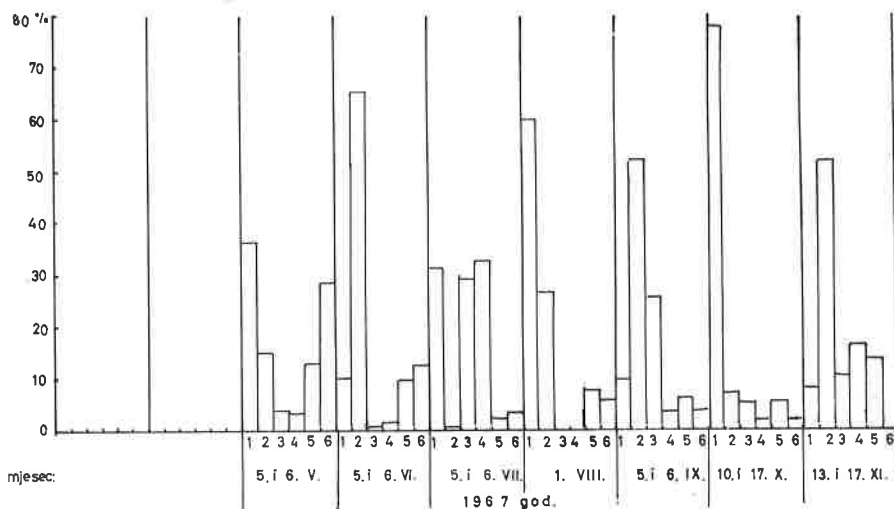
Table 15: PERCENTAGE OF EACH STAGE OF LARVAE AND NYMPHS OF LARAVA I NIMFI *BAETIS RHODANI*.

Table 15: PERCENTAGE OF EACH STAGE OF LARVAE AND NYMPHS OF *BAETIS RHODANI* IN THE TOTAL.

STUPANJ DATUM	LARVULE	LARVE	MLADE NIMFE	POLUODRASLE NIMFE	ODRASLE NIMFE	ZRELE NIMFE
5.i 6. V. 1967.	<u>36.33</u>	15.09	3.66	3.26	<u>13.07</u>	<u>28.56</u>
5.i 6. VI. - II -	9.89	<u>65.72</u>	0.61	1.18	9.94	12.52
5.i 6. VII. - II -	31.57	0.63	<u>29.57</u>	<u>32.84</u>	2.00	3.36
1. VIII. - II -	<u>60.26</u>	26.49	0.00	0.00	7.41	5.82
5.i 6. IX. - II -	9.60	<u>52.18</u>	<u>25.23</u>	3.31	6.09	3.57
11.i 12. X. - II -	<u>78.67</u>	7.44	5.11	1.82	5.11	1.82
13.i 17. XI. - II -	7.78	<u>52.21</u>	10.19	<u>16.38</u>	<u>13.42</u>	0.00
22.i 23. III. 1968	12.00	20.60	<u>29.40</u>	4.90	12.60	20.50
24.i 25. IV. - II -	4.95	13.15	12.90	<u>21.00</u>	<u>18.70</u>	<u>29.30</u>
21.i 22. V. - II -	<u>42.70</u>	10.62	4.79	6.51	<u>17.50</u>	17.86
24.i 25. VI. - II -	21.09	<u>61.04</u>	3.17	2.36	1.70	10.61

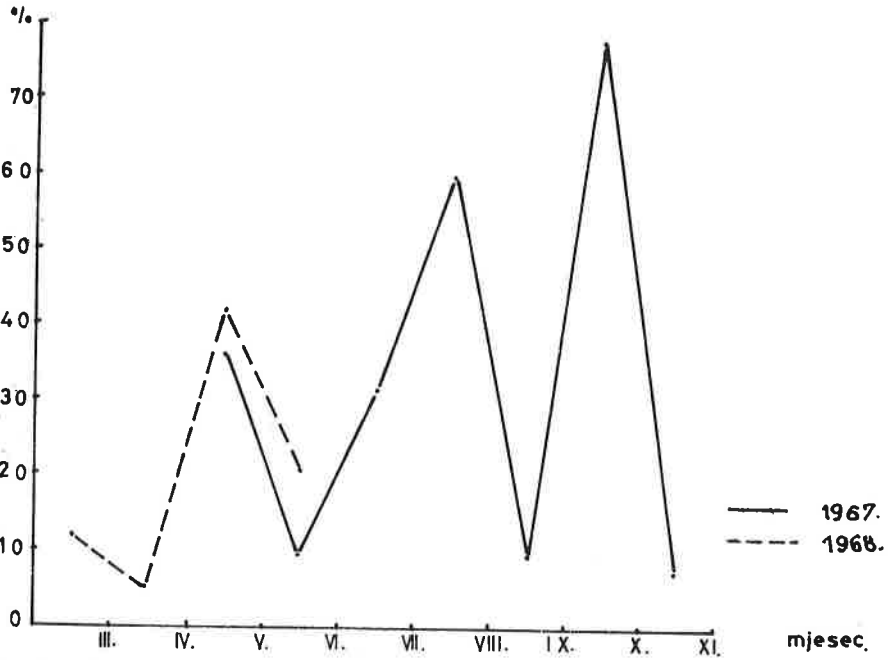
do juna 1968. godine, na osnovu zastupljenosti dva razvojna stupnja larvi i četiri razvojna stupnja nimfi. Razdvajanje uzrasnih klasa vršeno je prema morfološkim karakteristikama koje je dala Pleskot (1968). Struktura populacije je izražena brojem i procentom zastupljenosti pojedinih uzrasnih stupnjeva u kvantitativnim probama

(Tab. 14 i 15; Sl. 13). Radi lakšeg sagledavanja strukture populacije, u 1967. i 1968. godini grafički je prikazano kretanje procentualne zastupljenosti pojedinih stupnjeva (Sl. 14, 15, 16, 17, 18, 19 i 22), kao i uporedno kretanje procenata larvula i larvi (Sl. 20), odnosno mladih, poluodraslih i odraslih nimfi (Sl. 21).



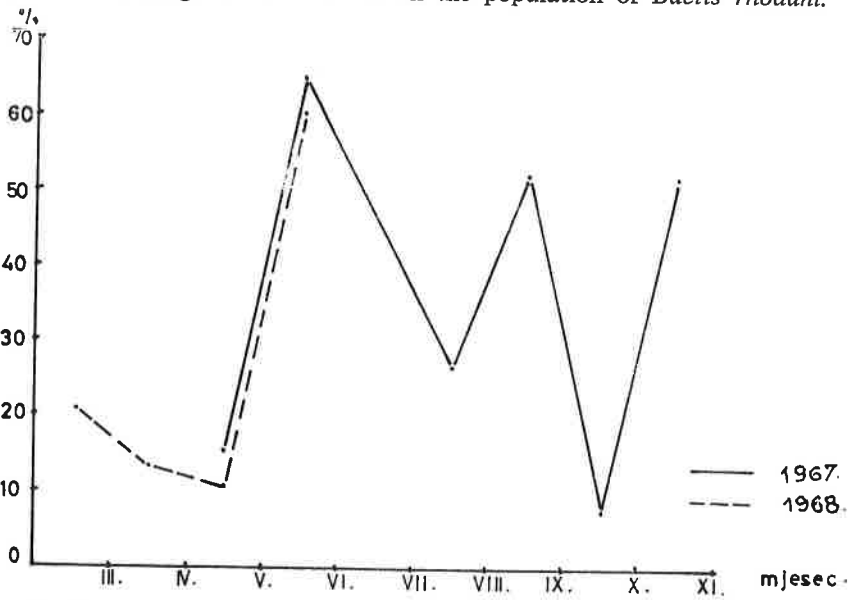
Sl. 13: Struktura populacije *Baetis rhodani*: 1. larvule; 2. larve; 3. mlade nimfe; 4. poluodrasle nimfe; 5. odrasle nimfe; 6. zrele nimfe.

Fig. 13: Age distribution in the population of *Baetis rhodani*: 1. larvulae; 2. larvae; 3. young nymphs; 4. half-grown nymphs; 5. grown nymphs; 6. mature nymphs.



Sl. 14: *Baetis rhodani*: zastupljenost larvula u populaciji.

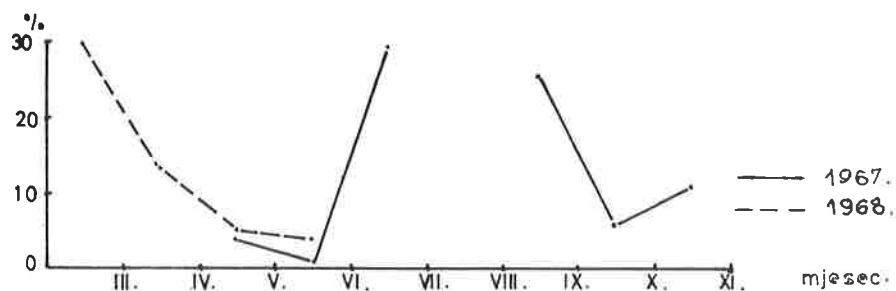
Fig. 14: Percentage of the larvulae in the population of *Baetis rhodani*.



Sl. 15: *Baetis rhodani*: zastupljenost larvi u populaciji.

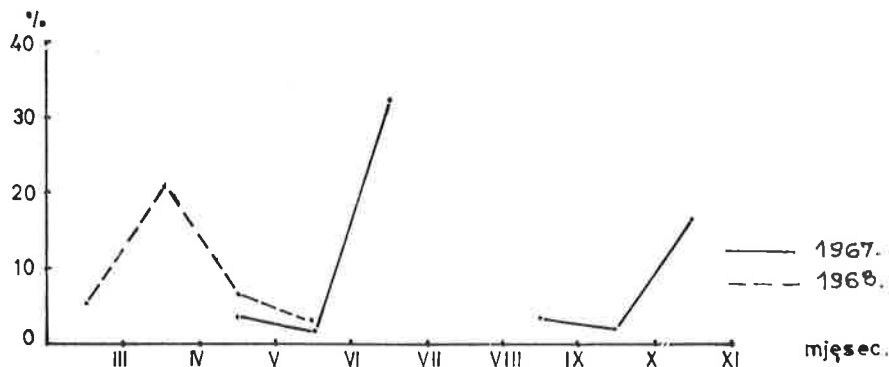
Fig. 15: Percentage of the larvae in the population of *Baetis rhodani*.

U toku cijelog perioda ispitivanja zajedno su nalaženi najmlađi stupnjevi (larvule i larve) i zrele nimfe, izuzev u mjesecu novembru, kada nisu nađene zrele nimfe. Ovo stalno prisustvo zrelih nimfi ukazuje da ova vrsta u ispitivanoj tekućici ima dug i kontinuirani period izletanja, od ranog proljeća do kasno u jesen. Iako su larvule u 1967. godini nalažene u svim mjesecima, jasno se uočavaju tri maksimuma njihove procentualne zastupljenosti: je-



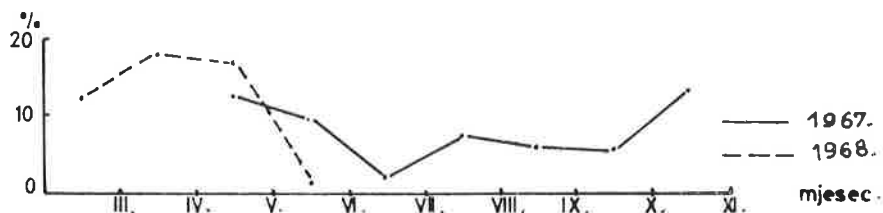
Sl. 16: *Baetis rhodani*: zastupljenost mladih nimfi u populaciji.

Fig. 16: Percentage of the young nymphs in the population of *Baetis rhodani*.



Sl. 17: *Baetis rhodani*: zastupljenost poluodraslih nimfi u populaciji.

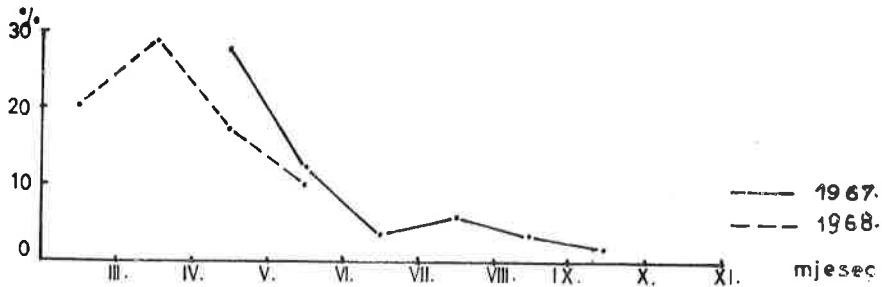
Fig. 17: Percentage of the half-grown nymphs in the population of *Baetis rhodani*.



Sl. 18: *Baetis rhodani*: zastupljenost odraslih nimfi u populaciji.

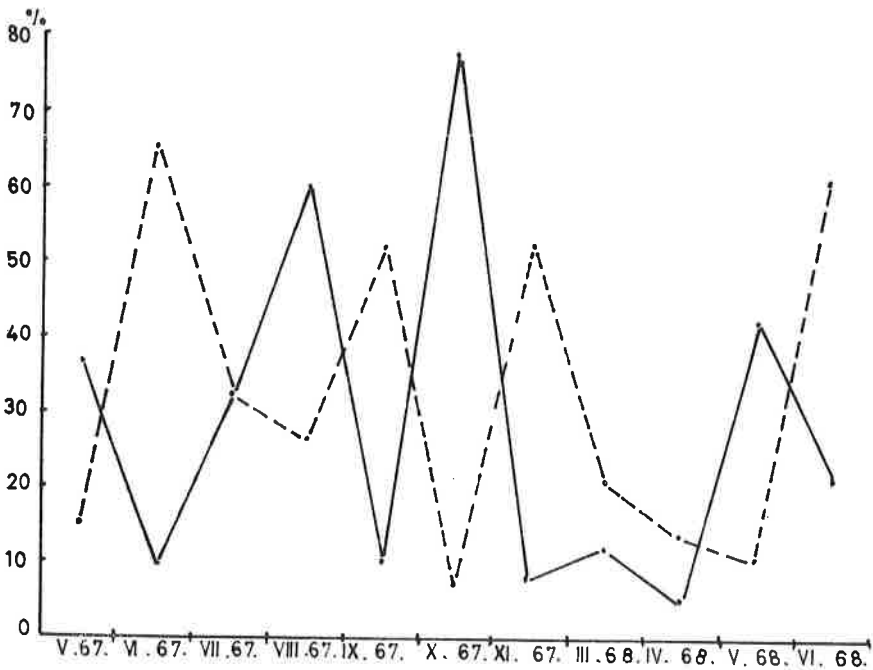
Fig. 18: Percentage of the grown nymphs in the population of *Baetis rhodani*.

dan se javlja u mjesecu maju, drugi u avgustu, a treći u oktobru (Sl. 14). U narednoj godini, kada je vršena analiza strukture populacija samo u proljetnom periodu, maksimum procentualne zastupljenosti larvula zabilježen je u isto vrijeme kad i prvi maksimum u prethodnoj godini (Sl. 14). I kod larvi u toku prve godine ispitivanja uočavaju se, takođe, tri maksimuma procentualne zastupljenosti (juni, septembar i novembar), a u narednoj godini u mje-



Sl. 19: *Baetis rhodani*: zastupljenost zrelih nimfi u populaciji.

Fig. 19: Percentage of the mature nymphs in the population of *Baetis rhodani*.

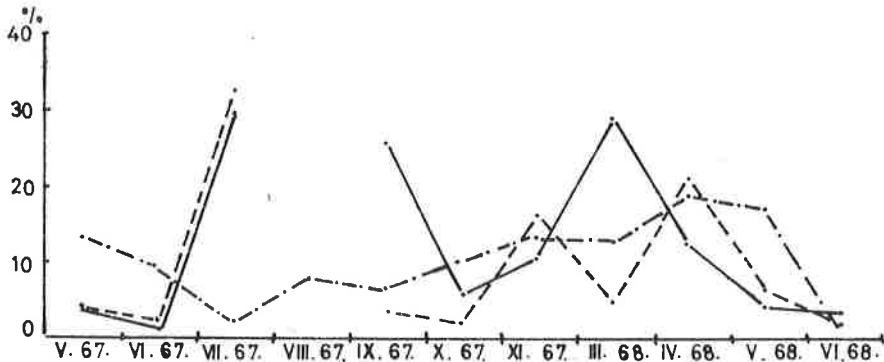


Sl. 20 *Baetis rhodani*: kretanje procentualne zastupljenosti larvula i larvi; *rhodani*: ——— larvule; - - - - - larve.

Fig. 20: Percentage of the larvulae and larvae in the populaion of *Baetis rhodani*: ——— larvulae, ——— larvae.

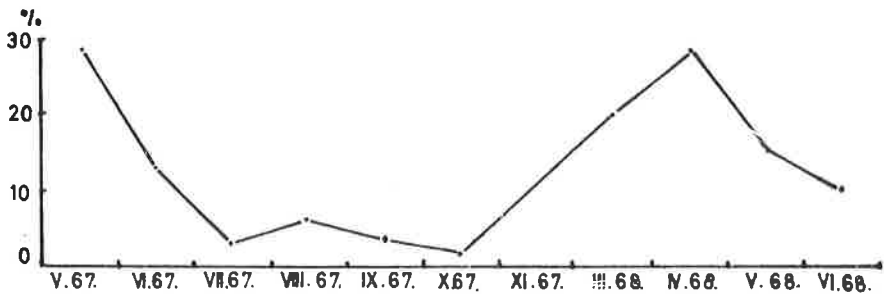
secu junu, kad i u prethodnoj godini (Sl. 15). Zapaža se da je maksimum zastupljenosti larvula u jednom mjesecu praćen maksimumom zastupljenosti larvi u sljedećem mjesecu (Sl. 20). Međutim, kod mladih, poluodraslih i odraslih nimfi javljaju se u 1967. samo dva maksimuma procentualne zastupljenosti (Sl. 16, 17 i 18). Maksimum zastupljenosti mladih nimfi u 1967. god. javlja se u julu i septembru, poluodraslih u julu i novembru, a odraslih u maju i novembru. U 1968. godini zabilježen je maksimum mladih nimfi u martu, poluodraslih u aprilu i odraslih u aprilu i maju. Kod zrelih nimfi maksimum procentualne zastupljenosti u jednoj i drugoj godini zabilježen je samo u proljetnim mjesecima (maj 1967. i april 1968), dok je u ostalim mjesecima njihova zastupljenost znatno manja (Sl. 19).

Teško je doći do sasvim jasne slike o životnom ciklusu *Baetis rhodani*. Kod larvula i larvi su jasno izražena po tri maksimuma



Sl. 21: *Baetis rhodani*: kretanje procentualne zastupljenosti mladih, poluodraslih i odraslih nimfi; — mlade, - - -, poluodrasle, - · - ·, odrasle nimfe.

Fig. 21: Percentage of the young, half-grown and grown nymphs in the population of *Baetis rhodani*: — young, - - - half-grown, - · - ·, grown nymphs.



Sl. 22: *Baetis rhodani*: kretanje procentualne zastupljenosti zrelih nimfi.

Fig. 22: Percentage of the mature nymphs in the population of *Baetis rhodani*.

koji se pravilno smjenjuju. Slika je mnogo zamršenija ako se posmatraju procenti mladih, poluodraslih i odraslih nimfi. Analiza strukture populacije u mjesecu maju 1967. godini pokazuje, s jedne strane, veliku procentualnu zastupljenost larvula i, s druge strane, malu zastupljenost mladih i poluodraslih nimfi u populaciji. Procent zastupljenosti odraslih i zrelih nimfi u ovom mjesecu je dosta visok. Narednog mjeseca struktura populacije pokazuje promjene u odnosu na strukturu nađenu u maju. Uočava se velika procentualna zastupljenost larvi, dok je zastupljenost ostalih razvojnih stupnjeva manja. Razlika u procentualnoj zastupljenosti je najveća između larvi i mladih i poluodraslih nimfi.

Veća razlika u strukturi populacije se javlja u julu u odnosu na proljetnje mjesece. Tada je konstatovano da se procentualna zastupljenost mladih i poluodraslih nimfi velika, a larvi veoma mala.

Na osnovu strukture populacije iz maja i juna, moglo bi se zaključiti da generacija koja prezimi u stadijumu larvule ili larve počinje izlijetati rano u proljeće i da se već u julu javlja kraj perioda izlijetanja te generacije. Mjerenja zrelih nimfi u periodu od aprila do jula pokazuje značajne razlike u veličini. Veličina zrelih nimfi iz maja i juna kreće se od 7,6 — 9 mm, dok su ti isti razvojni stupnjevi iz jula manji i iznose od 4,7 — 5,6 mm. Pojava zrelih nimfi manjih veličina u julu jasno ukazuje da je došlo do razvića nove generacije, koja se po veličini razlikuje od imaga generacije koja je prezimila, i možemo je smatrati ljetnom generacijom. U avgustu se slika strukture populacije bitno razlikuje od one koja je nađena u proljetnom i ranom ljetnom periodu. S jedne strane, zapaža se velika zastupljenost najmlađih stupnjeva, a, s druge, potpuno odsustvo mladih i poluodraslih nimfi. Veličina zrelih nimfi iz avgusta kreće se od 7,3 do 9,2 mm. Nalaz krupnih oblika zrelih nimfi može se objasniti jedino njihovom pripadnosti generaciji koja prezimljuje, a nikako ljetnoj generaciji. Nestanak mladih i poluodraslih nimfi navodi na pomisao da u ovome periodu dolazi do zastoja u razviću najmlađih stupnjeva. U prilog ovom mišljenju ide i nalaz strukture populacije u septembru, kada se smanjuje procentualna zastupljenost larvula, povećava zastupljenost ostalih sukcesivnih razvojnih stupnjeva. Veličina zrelih nimfi u septembru kreće se od 4,5 do 5,8 mm i po veličini su približne zrelim nimfama iz jula. Oktobra mjeseca struktura populacije pokazuje izvjesne sličnosti sa strukturom iz maja iste godine, u pogledu zastupljenosti larvi, mladih i poluodraslih nimfi. U ovom mjesecu konstatovan je i treći maksimum procentualne zastupljenosti larvula, a veličina zrelih nimfi kretala se od 6,9 do 7,2 mm. U novembru struktura populacije pokazuje izvjesne specifičnosti, što se ogleda prije svega u odsustvu zrelih nimfi, zatim u maksimumu zastupljenosti poluodraslih i odraslih nimfi. Treći maksimum zastupljenosti larvi nađen je takođe u ovom mjesecu. Po-

većanje zastupljenosti poluodraslih i odraslih nimfi u populaciji možemo smatrati rezultatom bržeg razvića druge generacije, pa možda se ona i razvija do kraja godine. Međutim, kako nije proučena struktura populacije u decembru, to se nije moglo ustanoviti da li svi stariji stupnjevi završavaju svoje razviće u toj godini ili neki od njih prezime i dalje se razvijaju u narednoj godini. U rano proljeće 1968, mjeseca marta, u populaciji je zapažena veća procentualna zastupljenost mladih, odraslih i zrelih nimfi. Iako prisustvo odraslih nimfi ukazuje da generacija koja prezimljuje počinje da izlijeće, ipak se ne zapaža opadanje procentualne zastupljenosti najmlađih stupnjeva. Ovakva struktura populacije vjerovatno je rezultat zastoja piljenja jaja položenih u jesen.

Illies (1959) i Pleskot (1961) su konstatovali da se kod vrsta roda *Baetis* jaja položena u jesen ne pile sva u kratkom vremenskom intervalu, nego se manji broj jaja pili u kasnu jesen, a ostala jaja padaju u dijapauzu i pile se tek u januaru. Polazeći od toga da *Baetis rhodani* prezimljuje jednim dijelom kao larvula ili larva, a drugim dijelom u stadiju jajeta, koje se pili tek u januaru iduće godine, može se objasniti struktura populacije iz mjeseca marta. Aprila mjeseca procentualna zastupljenost larvula naglo opada, a zastupljenost zrelih nimfi raste i dostiže maksimalnu vrijednost. U aprilu je veliki procenat poluodraslih i odraslih nimfi, što je posljedica bržeg razvića u proljeće generacije koja prezimljuje. Već u maju se u populaciji javlja visok procenat larvula, a u junu larvi. Struktura populacija u maju i junu 1968. god. veoma je slična strukturi populacije iz istih mjeseci prethodne godine. Mjerenje veličine zrelih nimfi pokazalo je da se kod *Baetis rhodani* (u 1967. godini), pored krupnih oblika veličine od 7,3—9,2 mm, javljaju i sitni oblici veličine od 4,5—5,8 mm. Ova razlika u veličini zrelih nimfi ukazuje da vrsta ima dvije generacije godišnje (jednu generaciju, koja prezimljuje, krupnijih imaga i jednu generaciju sitnih imaga). Nimfe koje sazrijevaju u maju, junu i avgustu su krupnije od zrelih nimfi nađenih u julu, to jasno pokazuje da se javlja preklapanje dviju sukcesivnih generacija. Prema tome, prezimljena generacija izlijeće od ranog proljeća do avgusta, a sitnija imaga nove generacije počinju s izlijetanjem već u julu. Međutim, nalaz drugog maksimuma procentualne zastupljenosti najmlađih stupnjeva u avgustu, kada se javlja i oskudica mladih i poluodraslih nimfi, moguće je objasniti jedino zastojem razvoja larvula, što je vjerovatno uvjetovano većim zagrijavanjem vode na pojedinim lokalitetima, te one padaju u dijapauzu. U jesen, kad je temperatura vode nešto niža, mlađi stupnjevi izlaze iz dijapauze i nastavljaju s brzim razvijanjem, tako da u septembru nalazimo veću zastupljenost larvi, mladih nimfi i sitnih zrelih nimfi.

Izgleda da u dijelu populacije koja naseljava lokalitete čija se temperatura vode u toku ljeta znatno povećava dolazi do prekida u razviću larvula i larvi ljetne generacije, zbog čega se jav-

ljaju dvije jasno razgraničene generacije. Imaga prezimljujuće generacije izlijeću od aprila do juna i krupnija su od imaga ljetnje generacije koja se javljaju u septembru.

Dio populacije koji naseljava lokalitete na kojima se voda u toku ljeta znatno ne zagrijava nema prekida u razviću, te se period izlijetanja imaga proteže kontinuirano do jeseni. Prezimljena generacija ima dug period izlijetanja od proljeća do avgusta, a zrele nimfe nove generacije javljaju se već u julu, tako da dolazi do preklapanja generacija.

Postojanje dviju generacija, a i preklapanja generacija na pojedinim lokalitetima, otežava razgraničenje pojedinih generacija i analizu strukture u okviru jedne generacije.

DISKUSIJA

Distribucija vrsta roda *Baetis*

Vrste roda *Baetis* nađene u Stavnji imaju različito zoogeografsko rasprostranjenje. Pored tri vrste široko rasprostranjene u Evropi (*Baetis rhodani*, *Baetis fuscatus* i *Baetis muticus*), dvije naseljavaju uže područje Evrope: *Baetis alpinus* — srednju i južnu Evropu, a *Baetis lutheri* — srednju Evropu i jugoistočni dio Balkanskog poluostrva.

Rasprostranjenost slatkovodnih organizama, kao što je poznato, pod uticajem je niza abiotičkih faktora, kao što su: temperatura vode, količina kisika, tip podloge, brzina i količina vode. Na koji način ti faktori utiču na rasprostranjenost efemeroptera još nije tačno poznato.

U radovima u kojima je analizirana distribucija efemeroptera u pojedinim tekućicama ukazuje se na faktore koji na to utiču. Ide (1935), Illies (1952) i Dittmar (1955) smatraju distribuciju rezultatom temperaturnih razlika, dok Percival i Whilhead (1929) i Macan (1952) pridaju osobitu važnost supstratu. Ikonov (1960) daje podatke o distribuciji efemeroptera u dva planinska potoka u Makedoniji u odnosu na nadmorsku visinu i izdvaja vertikalne zone koje se međusobno fiziografski razlikuju. Po Kamler-ovoj (1962), sastav faune efemeroptera zavisi od nadmorske visine sa kojom se mijenja i termički režim tekućice. Isti autor smatra da su: tip podloge, veličina čestica, kao i brzina i dubina tekućice veoma značajni za distribuciju. Kao značajne faktore za distribuciju efemeroptera u tekućicama, Macan (1957) ističe proticaj vode, sadržaj kisika i koncentraciju kalcijuma u vodi. Međutim, kakav je direktan uticaj pojedinih faktora, o tome se, za sada, još malo zna.

Distribucija pojedinih vrsta roda *Baetis* u Stavnji je različita. Samo dvije vrste (*Baetis rhodani* i *Baetis muticus*) dopiru do izvorišnog područja koje se nalazi na nadmorskoj visini iznad 1000

m i koje se karakteriše malom količinom vode. *Baetis alpinus* i *Baetis fuscatus* naseljavaju Stavnju uzvodno samo do lokaliteta 3 (nadmorska visina malo ispod 1000 m), a *Baetis lutheri* do lokaliteta 5.

Postoji veći broj radova u kojima nalazimo podatke o distribuciji roda *Baetis* u tekućicama, kao i pokušaj da se ona dovede u vezu s faktorima biotopa. Iako su ovi podaci nepotpuni, ipak mogu korisno da posluže u objašnjavanju sastava populacija vrsta *Baetis* u rijeci Stavnji.

Prema zapažanjima većeg broja autora, *Baetis alpinus* naseljava hladne, dobro aerirane planinske potoke, gdje njene larve žive pod kamenjem ili u mahovini. Ikonov (1962) iznosi da ova vrsta ima široku amplitudu raširenja s obzirom na nadmorsku visinu i sreće se od nizijskih predjela do 2000 m, ali uvijek u hladnim i dobro aeriranim vodama. Ovu kontsataciju su potvrdila i zapažanja Müller-Liebenau-ove (1969). Kamler (1962) ističe da je *Baetis alpinus* dominantna vrsta u potocima Tatra. Prema Zelinki i Marvanu (1961) naseljava betaoligosaprobne do alfaoligosaprobne tipove voda, pa je možemo smatrati indikatorom čistih voda.

Imajući u vidu uslove staništa u Stavnji kao i navode autora o distribuciji vrste *Baetis alpinus*, možemo reći da u ovoj tekućici postoje povoljni uslovi za razviće preimaginalnih stadija ove vrste. Međutim, ova vrsta u Stavnji nikad nije nađena u probama na prva dva lokaliteta, koja se karakterišu malom količinom vode. Vjerovatno je mala količina vode na ovim lokalitetima i razlog što *Baetis alpinus* tu nije nađen.

Prema Müller-Liebenau-ovoj (1967), *Baetis lutheri* je česta vrsta planinskih tekućica. Tipično stanište ove vrste odlikuje se kamenitom podlogom, velikom brzinom vode i povišenjem ljetnih temperatura vode iznad 14°C. Prema nalazima pomenutog autora, često je konstatovana na nadmorskoj visini od 210—650 m. Ikonov (1964) je nalazi od 200—500 m nadmorske visine, a izuzetno i do 1000 m u dobro aeriranim tekućicama.

Uslovi staništa koje Müller-Liebenau navodi za ovu vrstu, naročito brzina vode i tip podloge, odgovaraju uslovima staništa upravo onih lokaliteta na kojima je *Baetis lutheri* i konstatovan u Stavnji. Ova vrsta nije nađena na prva četiri lokaliteta. Možda veća nadmorska visina na tim lokalitetima predstavlja ograničavajući faktor za distribuciju ove vrste.

Baetis rhodani je česta vrsta u planinskim tekućicama, gdje njene larve žive pod kamenjem i u mahovini. Prema podacima Ikonova (1962), naseljava planinske potoke i do 2300 m nadmorske visine, kao i gornje i srednje tokove rijeka. Našao je da ova vrsta imao veću brojnost u gornjim tokovima rijeka, nego u donjim i smatra je tipičnom hladno-stenotermnom formom.

U potocima zapadne Njemačke (Illies 1952, Dittmar 1955) nije nađena u izvorima i izvorskim pocima, dok je u gornjim i sred-

njim tokovima tekućica dominantna vrsta efemeroptera. Macan (1957) je smatra tipičnom vrstom planinskih potoka s kamenitim dnom. U pogledu boniteta vode, prema podacima Zelinke i Marvane (1961), javlja se od betaoligosaprobne do alfamezosaprobne tipa vode.

U Stavnji *Baetis rhodani* je konstatovan na svim lokalitetima i po brojnoj zastupljenosti dolazi na prvo mjesto. Vjerovatno u Stavnji postoje povoljni uslovi za razvoj ove vrste.

Ikonomov (1962) je preimaginalne stadije *Baetis fuscatus* nalazio u srednjim i donjim tokovima manjih potoka, od 150 — 900 m nadmoske visine, rjeđe na visini od 1200 m, a i u srednjim tokovima većih rijeka (na oko 500 m n.v.). Isti autor smatra da optimalne uslove za život larvi pružaju šljunkovita staništa na kojima se brzina vode kreće od 1,5 — 2 m/sec.

Baetis fuscatus u Stavnji je nađen na lokalitetima nizvodno od izvorišnog područja. Smatramo da veća nadmorska visina na najgornjim lokalitetima (1 i 2), kao i najmanja brzina vode koja je na njima konstatovna mogu biti ograničavajući faktori.

Vrsta *Baetis muticus* naseljava brze i hladne planinske tekućice. Müller-Liebenau (1969) navodi da se javlja i u malim planinskim potocima i u većim tekćicama, a njene populacije se redovno odlikuju malom gustom. Prema Ikonomovu (1962), u brzim planinskim potocima ova vrsta najčešće naseljava mirnije facijese sa pjeskovitim dnom ili živi u vodenoj vegetaciji, a optimalna temperatura za život larvi kreće se od 13 — 20°C.

Stavnja je u svom gornjem toku planinska tekućica i životni uslovi u njoj u potpunosti odgovaraju opisu staništa koji daju drugi autori za *Baetis muticus*, pa se time i objašnjava prisustvo ove vrste.

Sastav populacija

Ispitivanja planinskih tekućica različitih oblasti Evrope, u okviru kojih su obrađivane i efemeroptere, pokazuje da se u njima javljaju mješovite, a rijetko čiste populacije ovih insekata; njihov sastav zavisi od uslova staništa.

Macan (1957) smatra da za sastav faune efemeroptera veliki značaj ima tip podloge, brzina i količina vode u tekućici. Isti autor je u planinskim potocima sa kamenitim dnom u Engleskoj nalazio *Baetis rhodani* i *Baetis muticus* udružene sa *Rhithrogena semicolorata*, *Ecdyonurus torrentis*, *Heptagenia lateralis*, *Ephemerella ignita* i *Paraleptophlebia submarginata*. U brzim rijekama sa kamenitim dnom nalazi, pored vrsta iz planinskih potoka, i druge vrste, kao: *Baetis fuscatus*, *Baetis scambus*, *Centroptilum pennulatum* i druge. U gornjim i srednjim tokovima tekućica Njemačke (Illies, 1952) nađene su *Baetis rhodani* i *Baetis muticus* udružene sa *Ecdyonurus venosus*, *Rhithrogena semicolorata*, *Habroleptoides modesta*

i *Ephemerella ignita*, a u samim izvodima nisu konstatovane vrste roda *Baetis*. Dittmar (1955) navodi da u izvorišnom regionu dolazi *Baetis muticus* u zajednici sa *Baetis alpinus*, dok u gornjem toku tekućice, pored njih, nalazi i *Baetis rhodani* i *Baetis niger*.

Analizirajući vertikalnu distribuciju efemeroptera u planinskim potocima, koja je pod kontrolom osnovnih ekoloških faktora, Ikonomov (1960) izdvaja grupe vrsta koje naseljavaju pojedine longitudinalne zone tekućice. U najvišim dijelovima potoka od 1660 — 2200 m, gdje je nagib 196 m na 1 km, a brzina vode od 1 — 2,5 m/sec i podloga kamenita, nalazi *Baetis rhodani* udruženog sa *Baetis alpinus*, *Ecdyonurus helveticus* i *Epeorus assimilis*. U drugoj zoni od 900 — 1600 m, s padom od 100 m na 1 km, brzinom od 0,80 — 2 m/sec, s kamenitom podlogom ili sa nakupinama lišća, Ikonomov je našao vrste iz najviših dijelova: (*Baetis rhodani*, *Baetis alpinus*, *Ecdyonurus helveticus* i *Epeorus assimilis*) udružene sa *Baetis muticus*, *Habroleptoides modesta*, *Ephemerella ignita*, *Baetis* i *Ecdyonurus venosus*.

Filipović (1969) u Lisinskom potoku nalazi *Baetis rhodani*, *Baetis alpinus* i *Baetis muticus* cijelom dužinom toka, a u srednjem i donjem toku ove tri vrste su u zajednici sa *Baetis lutheri* i *Baetis fuscatus*.

U stavnji *Baetis rhodani* dolazi u zajednici sa još četiri vrste roda *Baetis*: *Baetis alpinus*, *Baetis lutheri*, *Baetis fuscatus* i *Baetis muticus*. Mješovita populacija efemeroptera u Stavnji najsličnija je po sastavu onoj u Lisinskom potoku na Kopaoniku.

Prema navedenim podacima iz literature uočava se da je *Baetis rhodani* i u drugim do sada ispitivanim tekućicama nalažen sa većim brojem vrsta roda *Baetis* sa kojima je i u Stavnji nađen.

Gustina populacija

Gustina mješovite populacije vrsta roda *Baetis* na izvoru je mala, a nizvodno se stalno povećava (Tab. 8 i 9). Ova previlnost se ne ispoljava kad su u pitanju populacije pojedinih vrsta, ali je uglavnom kod svih vrsta gustina populacije na nizvodnim lokalitetima veća nego na prvom na kome su nađeni. Izuzetak je *Baetis muticus* koji upravo na prva dva lokaliteta ima veću gustinu populacije.

Gustina populacija efemeroptera manje je obrađivana i zbog toga postoji mala mogućnost poređenja ovog atributa populacija vrsta roda *Baetis* iz Stavnje sa drugim populacijama koje žive u sličnim uslovima. Za takva poređenja mogu se koristiti podaci koje daju Macan (1957), Dittmar (1955) i Filipović (1969). U toku 1951, 1952. i 1953. godine Macan je ispitivao gustinu populacija efemeroptera u jednom planinskom potoku u Engleskoj. Među sedam vrsta, koje su tamo bile konstatovane, našao je *Baetis rhodani* i *Baetis*

muticus. Ustanovio je da *Baetis rhodani* ima najveću gustinu populacije u odnosu na sve ostale vrste efemeroptera i da u trogodišnjem periodu ispitivanja gustina populacije ne pokazuje velika godišnja variranja. On smatra da nalaz ovako velikog broja individua ukazuje na postojanost populacije, što je uvjetovano povoljnim uslovima staništa, i zaključuje da su planinski potoci optimalno stanište za razviće ove vrste. I u obrađivanom području Stavnje vrsta *Baetis rhodani* je imala najveću gustinu populacije u odnosu na ostale vrste roda *Baetis*. Prosječna gustina populacije kretala se od 9,50 — 25,70 jedinki u probi (Tab. 6 i 7). Prema podacima Macan-a, *Baetis muticus* je imala daleko manju brojnost u odnosu na *Baetis rhodani* i u toku cijelog perioda istraživanja gustina njene populacije pokazivala je velika kolebanja. Macan smatra da ispitivani planinski potok ne pruža idealno stanište za razvoj ove vrste. Prateći kretanje gustine populacija *Baetis rhodani* i *Baetis muticus* na uzdužnom profilu potoka, našao je da se brojnost i jedne i druge povećava nizvodno, a najveća gustina nađena je na najnižem lokalitetu.

U Stavnji *Baetis rhodani* imao je najveću gustinu populacije na najnižem lokalitetu (8) u obje godine ispitivanja. Gustina populacije *Baetis muticus* na uzdužnom profilu Stavnje gotovo da ne pokazuje nikakva variranja.

Filipović (1965) je analizirala kretanje gustine populacije *Baetis rhodani*, *Baetis alpinus* i *Baetis muticus* na pojedinim tačkama Lisinskog potoka u 1953. godini. Ustanovila je da *Baetis rhodani* ima najveću gustinu populacija u srednjem, a najmanju u donjem dijelu toka, kod *Baetis alpinus* najveća je u gornjem i početnom dijelu srednjeg toka, a dalje nizvodno gustina populacije znatno opada. Vrsta *Baetis muticus* imala je relativna malu gustinu u odnosu na ostale vrste roda *Baetis*, a najveća vrijednost registrovana je u gornjem toku.

Imajući u vidu rezultate Macan-a (1957), očekivala bi se u Stavnji velika gustina populacije *Baetis rhodani*. Međutim, ovdje je konstatovana manja gustina populacije, što je, vjerovatno, uslovljeno izmjenom kompleksa abiotičkih faktora, jer u Stavnji se od lokaliteta 5 do 8 ulijevaju mnogobrojni izvori, a iznad posljednjeg lokaliteta Stavnja prima hladnu vodu Ponikve.

Smatramo da je manja gustina populacija vrsta roda *Baetis* u Stavnji posljedica poznate ekološke zakonitosti da: veliku raznolikost biocenoze prate male gustine populacije koje ulaze u njen sastav.

Gustina populacije vrste *Baetis rhodani* u nizvodnom toku Stavnje raste, a najveća gustina je registrovana na lokalitetu 8 u kasnu jesen, kada su u populaciji brojno zastupljeni mladi stupnjevi. Povećanje brojnosti na lokalitetu 8 u jesen, možda, je i uslovljeno migracijom larvi iz gornjeg dijela tekućice. Macan (1957) je zapazio da se u ljeto na najnižim lokalitetima u potoku znatno

povećava gustina populacije *Baetis rhodani*, a to dovodi u vezu sa migracijom larvi iz gornjih dijelova potoka.

O postojanju migracija kod larvi trioptera i simulida utvrdile su Marinković-Gospodnetić (1961) i Kačanski (1965). One su pratile promjene u gustini populacije trioptera, odnosno simulida, na pojedinim lokalitetima u funkciji vremena i poređenjem nastalih promjena utvrdile da postoji izvjesno migriranje larvi jedne generacije na uzdužnom profilu tekućice.

Baetis muticus ima u gornjim lokalitetima Stavnje najveću gustinu, a nizvodno ona opada. Do sličnih rezultata došao je i Dittmar (1955) koji je konstatovao da ova vrsta prodire u same izvore i u izvorskim potocima dostiže najveću brojnost, a zatim, u daljem toku, njena brojnost opada.

Ciklus razvića i broj generacija *Baetis rhodani*

Prema navodima većine autora, *Baetis rhodani* je polivoltna vrsta i ima dvije generacije u godini. U pogledu dužine razvića (vrijeme trajanja razvića generacije) pojedinih generacija, mišljenja pojedinih autora su različita.

Macan (1957a) je na osnovu analize kretanja brojnosti prema veličini grupa larvi, kao i mjerenjem veličine imaga *Baetis rhodani*, prikupljenih iz jednog planinskog potoka u Engleskoj u toku tri godine (1950, 1951. i 1952), ustanovio da postoje dvije generacije u godini koje se preklapaju i zbog toga je teško razgraničiti pojedine generacije. Imaga je nalazio od aprila do novembra. Od proljeća do avgusta imaga su bili brojniji i krupni oblici veličine od 8,5—10,5 mm. Međutim, u julu nalazi mali broj sitnih imaga veličine od 5,5—8 mm, a takva ista imaga nalazi još u septembru i oktobru mjesecu. Nalaz sitnih imaga u vrijeme kad još izlijeću krupniji oblici, ukazuje da je došlo do razvića nove generacije prije nego što je generacija krupnih imaga završila izlijetanje, pa se tako javlja preklapanje dviju sukcesivnih generacija u ljetnom periodu. On smatra da se krupnija imaga razvijaju od jaja položenih u jesen i njihovo razviće traje tokom zime i proljeća, pa su veća jer duže žive dok se sitniji oblici razvijaju od jaja položenih u proljeće ili ljeto, brzo se razvijaju i zbog toga ostaju sitni. U zimskom periodu nalazi veliki broj najmlađih larvi, a naročito u mjesecu januaru, po čemu zaključuje da se sva jaja položena u jesen ne pile odmah, već samo jedan dio, a da veći broj jaja pada u dijapauzu i pili se tek u januaru. Upravo zbog toga imaga prezimljene generacije imaju produženi period izletanja — od aprila do avgusta. S obzirom da prva imaga prezimljene generacije izlijeću već u aprilu, to se i može objasniti pojava sitnih imaga u julu, koji pripadaju ljetnoj brzo-rastućoj generaciji, kao i nalaz sitnijih imaga od konca ljeta do kasno u jesen. I upravo zbog toga razvića ljetne generacije prije nego je završeno izlijetanje prezimljene generacije, dolazi do hete-

rogenosti u strukturi populacije i teškoće da se razgraniči kraj zimske i početak ljetne generacije.

Pleskot (1958) je analizirala ciklus razvića *Baetis rhodani* u potoku Švehatu na osnovu brojne zastupljenosti šest uzrasnih stupnjeva sabranih u periodu od četiri godine, kao i na osnovu broja i veličine prikupljenih imaga, i konstatovala da ova vrsta izlijeće od aprila do oktobra, ali da se u mjesecu julu javlja prekid u izlijetanju i u populaciji su bili brojno zastupljeni samo najmlađi stupnjevi. Prema tome, nalazi da se period izlijetanja može podijeliti u dva dijela: proljetni od aprila do jula, kada je veličina imaga od 7 — 9 mm, jesenji od septembra do oktobra. Imaga u septembru imaju veličinu od 4,5 — 5 mm, a u oktobru od 7 — 7,5 mm, tj. nešto su veća od septembarskih. Na osnovu analize strukture populacije u Švehatu razlikuje dvije generacije: proljetnu, kod koje period izlijetanja traje od marta do jula, i, kraću, jesenju, čij imga izlijeću u septembru i u oktobru. Jaja koja polože imaga jesenje generacije prezime kao larvule ili larve, a od marta do aprila larve sazrijevaju i javljaju se prva imaga proljetne generacije. Mlade larve ispiljene iz proljetnih legala ne nastavljaju svoje razviće tokom ljeta već ulaze u dijapauzu, jer se temperatura vode u tekućici penje iznad 20°C, pa uslovi za daljnje razviće postaju nepovoljni. Useptembru, kada temperatura vode opada, larve izlaze iz dijapuze, nastavljaju s brzim razvojem i već krajem septembra se nalaze prva sitna imaga veličine četiri do pet milimetara. Proučavanjem strukture populacije *Baetis rhodani* u Stavnji, na osnovu brojne i procentualne zastupljenosti pojedinih uzrasnih stupnjeva i mjerenje veličine zrelih nimfi u 1967. i 1968, konstatovane su dvije generacije u godini kao i to da postoji razlika u trajanju razvića generacija na pojedinim lokalitetima, a uvjetovana je razlikama u temperaturi vode. Mišljenja smo da u populaciji koja naseljava lokalitete 3, 4 i 6 na Stavnji, gdje se temperatura vode u ljetnom periodu penje do blizu 20°C i iznad 20°C, dolazi do prekida u razviću ljetnje generacije, jer larve ulaze u dijapauzu. Javljaju se dvije jasno izdvojene generacije, slično nalazima Pleskot-ove u Švehatu. Međutim, u populaciji koja naseljava niže lokalitete sa hladnom vodom iz velikog broja izvora i iz rječice Ponikve ne javlja se prekid u razviću, dolazi do preklapanja ljetnje generacije sa zimskom, što otežava razgraničenje tih dviju generacija.

Prema nalazima Pleskot-ove (1961), populacija *Baetis rhodani* jedne dotoke jezera Linca na visini od 1100 m ima period izlijetanja kontinuirano od proljeća do ljeta; njena imaga su iste veličine. Pleskot misli da posebni uslovi u staništu dovode do potiskivanja ljetnje generacije, a rezultat je jednogodišnji ciklus razvića.

Moguće je čak i pretpostaviti da dio populacije *Baetis rhodani* u Stavnji ima jednogodišnji ciklus razvića, s obzirom da su u pro-

bama iz novembra nađene poluodrasle nimfe, ali za sada su to samo pretpostavke, jer struktura nije praćena u zimskim mjesecima.

Tibault (1971) je studirao cikluse razvića efemeroptera potoka Lisuraža sa Pirineja na osnovu kvantitativne zastupljenosti dužinskih klasa larvi prikupljenih u toku tri godine i ustanovio da *Baetis rhodani* ima dvije generacije godišnje, a da se pred kraj godine javlja i jedna nepotpuna treća generacija. Zapazio je da postoje tri perioda izlijetanja: jedan, lako uočljiv, od januara do maja, kada se veličina zrelih larvi kreće od 6—9,9 mm, drugi od juna do oktobra, kada je veličina zrelih larvi od 5—7,5 mm i one su malobrojne u odnosu na proljetne, te, najzad, treći, nepotpuni, krajem godine i tada se veličina zrelih larvi kreće od 5—7 mm.

Naši rezultati u pogledu broja generacija kod vrste *Baetis rhodani* odstupaju od rezultata Tibault-a. Smatramo da razlike u geografskom položaju, nadmorskoj visini, temperaturi vode i drugim uslovima staništa između Lisuraža i obrađivanog toka Stavnje dovode do razlika u ciklusu razvića *Baetis rhodani*.

REZIME

U ovom radu obuhvaćeno je ispitivanje populacija preimaginalnih stadija vrsta roda *Baetis* u gornjem toku Stavnje, desne pritoke Bosne. Ispitivanja su vršena od maja do novembra 1967. i od marta do juna 1968. godine. Rezultati baziraju na kvantitativnim probama koje su uzimane Surber-ovom mrežom, površine 929 cm², te se svi brojevi podaci u radu odnose na tu površinu. Probe su uzimane svakog mjeseca sa osam lokaliteta odabranih u uzdužnom profilu Stavnja. Uporedo sa prikupljanjem materijala, uzimani su i podaci o osnovnim abiotičkim faktorima, a uzorci za hemijsku analizu vode uzeti su samo jedanput, u oktobru 1968. godine.

Dužina obrađivanog toka Stavnje iznosi oko 4,350 km. U periodu ispitivanja brzina proticaja vode kretala se od 0,24—1,40 m/sec, a temperatura vode od 4—21°C. Izvorišno područje odlikuje se izrazito mekom vodom, nizvodno njena tvrdoća postepeno raste i tek na posljednjem lokalitetu postaje srednje tvrda. Koncentracija O₂ na pojedinim lokalitetima kreće se od 9,4—12,8 mg/l, a vrijednost pH kretala se od 7,60—8,30.

U gornjem toku Stavnje ustanovljeno je pet vrsta roda *Baetis*, i to: *Baetis alpinus* Pictet 1843—45, *Baetis lutheri* Müller-Liebenau 1967, *Baetis rhodani* Pictet 1843—45, *Baetis fuscatus* Linné 1761 i *Baetis muticus* Linné 1758.

Ispitivana je distribucija vrsta na uzdužnom profilu Stavnje, a izvršen je i pokušaj da se ona dovede u vezu s faktorima biotopa. *Baetis rhodani* je konstatovan na svim lokalitetima i predstavlja

dominantnu vrstu u ispitivanom dijelu toka. *Baetis muticus* takođe je nađen na svim lokalitetima, a abundancija ove vrste je vrlo mala. *Baetis alpinus* i *Baetis fuscatus* su nađene na svim lokalitetima, izuzimajući izvorišno područje. *Baetis lutheri* je nađena na četiri posljednja lokaliteta.

Od faktora koji bi mogli uticati na distribuciju ispitivanih vrsta u biotopu, uzeli su u obzir: temperatura vode, brzina vodenog toka, tip staništa i nadmorska visina.

Praćena je vremenska dinamika gustine populacija *Baetis rhodani*, *Baetis alpinus*, *Baetis fuscatus*, *Baetis muticus* i *Baetis lutheri*. Pored dinamike gustine populacija u odnosu na vrijeme, praćene su promjene gustine u odnosu na prostor i izračunata je za svih pet vrsta srednja gustina populacije na pojedinim lokalitetima u 1967. i u 1968. godini. Gustina populacije *Baetis rhodani* je veća nego ostalih vrsta roda *Baetis*, i njena srednja vrijednost kretala se od 9,50—25,70 jedinki. Najveća gustina populacije u obje godine je u junu i u novembru 1967, kada se u populaciji javlja veliki broj mladih jedinki. Srednja gustina populacije *Baetis rhodani* je različita na pojedinim lokalitetima; najveća brojna zastupljenost u obje godine nađena je na lokalitetu 8, a najmanja na lokalitetu 1.

Po gustini populacije *Baetis alpinus* dolazi odmah poslije *Baetis rhodani*. Visoka srednja vrijednost gustine populacije *Baetis alpinus* u obje godine je u junu, a 1967. maksimalne vrijednosti konstatovane su u julu i avgustu mjesecu. U obje godine najmanja gustina populacije nađena je na lokalitetu 3.

U poređenju sa gustinom *Baetis alpinus*, gustine populacije *Baetis fuscatus* i *Baetis lutheri* su manje.

Prvi maksimum srednje gustine populacije *Baetis fuscatus* konstatovan je u junu, a drugi u oktobru. Najmanja srednja vrijednost gustine populacije zabilježena je na lokalitetu 3.

U periodu ispitivanja najveća brojnost vrste *Baetis lutheri* nađena je mjeseca jula, kada je srednja vrijednost gustine populacije iznosila 13,81. Najmanja srednja gustina populacije *Baetis lutheri* u obje godine nađena je na lokalitetu 8.

Gustina populacije *Baetis muticus*, u poređenju sa gustinom ostalih vrsta roda *Baetis*, je izrazito mala na svim lokalitetima i tokom cijelog perioda ispitivanja pokazuje približno istu vrijednost. Najmanja srednja gustina populacije bila je 1967. na lokalitetu 7, a 1968. na lokalitetu 8.

Struktura populacije *Baetis rhodani* u gornjem toku Stavnje praćena je, u periodu od maja do novembra 1967. i od marta do juna 1968, na osnovu zastupljenosti dva razvojna stupnja larvi i četiri razvojna stupnja nimfi.

Izdvajanje perimaginalnih stadija po uzrasnim stupnjevima vršeno je prema karakterističnim morfološkim odlikama. Mjerena

je dužina zrelih nimfi, jer je primijećeno da se u populaciji javljaju krupne i sitne nimfe.

Dinamika strukture populacije analizirana je na osnovu promjene broja i procentualne zastupljenosti pojedinih uzrasnih stupnjeva u kvantitativnoj probi, koja predstavlja srednju gustinu populacije. Iz podataka dobivenih na osnovu kretanja zastupljenosti pojedinih stupnjeva, kao i mjerenjem zrelih nimfi, utvrdilo se da *Baetis rhodani* u gornjem toku Stavnje ima dvije generacije. Postoji razlika u trajanju razvića generacija na pojedinim lokalitetima. Izgleda da u dijelu populacije koji naseljava lokalitete čija se temperatura u toku ljeta znatno povećava dolazi do prekida u razviću ljetne generacije, te se javljaju dvije razgraničene generacije. Međutim, na lokalitetima gdje se u toku ljetnog perioda temperatura znatno ne povećava ne dolazi do prekida u razviću ljetne generacije. Zimska generacija ima produžen period izlijetanja od proljeća do avgusta, a zrele nimfe ljetne generacije javljaju se već u julu, tako da dolazi do preklapanja dviju sukcesivnih generacija.

SUMMARY

This paper covers the investigation of populations of preimaginal stages of species genus *Baetis* in the upper part of the river Stavnja, the right tributary of the river Bosna. The investigations were done from May to November 1967 and from March to June 1968. The results are based upon the quantitative samplings taken with the Surber's net of 929 cm², and all the numerical data in the paper are related to that surface. The samples were taken each month at eight localities chosen in the longitudinal profile of the Stavnja. Along with the gathering of the material, the basic data on the abiotic factors were collected, while the samples for chemical analysis of water were taken only once, in October 1968.

The length of the studied bed of the Stavnja is cca 4,350 km. During the investigated period the water flow speed was from 0,24 — 1,40 m/sec. and the temperature of water was 4 — 21°C. The area close to the spring is characterized with particularly soft water, its hardness gradually grows downstream and only at the last locality it becomes medium hard. The O₂ concentration at particular localities is between 9,4 — 12,8 mg/l, while the pH value is between 7,60 — 8,30.

In the upper stream of the Stavnja five species of the genus *Baetis* were found: *Baetis alpinus* Pictet 1843—45, *Baetis lutheri* Müller-Liebenau 1967, *Baetis rhodani* Pictet 1843—45, *Baetis fusca-tus* Linné 1761 and *Beatis muticus* Linné 1758.

The distribution of species was investigated along the longitudinal profile of the Stavnja, and we also tried to connect it with

the biotope factors. *Baetis rhodani* was found at all localities and it is a dominant species in the investigated part of the Stavnja. *Baetis muticus* was also found at all localities but the abundance of this species is very low. *Baetis alpinus* and *Baetis fuscatus* were found at all localities with exception of the spring area. *Baetis lutheri* was found at the last four localities.

We discussed the factors which might affect the distribution of the investigated species — water temperature, water flow speed, habitat type and the altitude above the sea level.

The time dynamics of the population density of *Baetis rhodani*, *Baetis alpinus*, *Baetis fuscatus*, *Baetis muticus* and *Baetis lutheri* was also observed. Along with the population density dynamics as related to time, we also observed the population density changes as related to the space and we calculated the mean population density for all the five species at particular locations in 1967 and in 1968. The population density of *Baetis rhodani* is higher than of the other species of the genus *Baetis*, and its mean value was from 9,50 — 25,70 individuals. The highest population density in both years was in June and November 1967 when a large number of young individuals appeared in the population. The mean population density of *Baetis rhodani* is different at different localities; the highest number found in both years was found at locality No. 8, and the lowest at locality No. 1.

The next species in the population density after *Baetis rhodani* is *Baetis alpinus*. The high mean value of population density of *Baetis alpinus* was in both years in June, and in 1967 the maximum values were found in July and August. In both years the lowest mean value was found at locality No. 3.

The population densities of *Baetis fuscatus* and *Baetis lutheri* as compared to the density of *Baetis alpinus* are lower.

The first maximum of the mean population density of *Baetis fuscatus* was found in June and the second in October. The lowest mean population density value was found at locality No. 3.

In the period of the investigation the highest number of the species *Baetis lutheri* was found in July when the mean value of the population density was 13,81. The lowest mean population density of *Baetis lutheri* in both years was found at location No. 8.

The population density of *Baetis muticus* as compared to the density of other species of genus *Baetis* is very low at all localities and it was almost the same in the course of the whole investigation period. The lowest mean population density was in 1967 at locality No. 7 and in 1968 at locality No. 8.

The structure of population of *Baetis rhodani* at the upper reaches of the Stavnja was investigated in the period May through November 1967 and again from March through June 1968, based upon the representative number of two development stages of larva and four development stages of nimpha.

Selection of preimaginal stages into growth instars was done after characteristic morphological features. The length of ripe nymphs was measured since it was noticed that the were large and tiny nimpha in the population. The dynamics of the population structure was analyzed in accordance with the change in the number and percentage rate om representation of particular stages in the quantitative sample, which represents the mean population density. It was found out, from the data obtained upon changes in representation of particular stages as well as upon measuring ripe nymphs, that *Baetis rhodani* in the upper reaches of the Stavnja has two generations. Particular localities show differences in the duration of development of generations. Apparently there is a break in the development of the summer generation in one part of the population which inhabits the localities whose temperature considerably increases in the summer time and consequently there are two separate generations. On the other hand, at localities where the temperature does not considerably increase in the summer time there is no break in development of the summer generation. The generation which gets through the winter has a prolonged period of appearance from the spring till August and the ripe nymphs of the summer generation appear as early as June and therefore there is a overlapping of two successive generations.

LITERATURA

- Berg, K. (1948): Biological Studies on the River Sussa. — Folia Limnol. Scand. No 4, 1—318.
- Bretschko, G. (1965): Zur Larvalentwicklung von *Cloeon dipterum*, *Cloeon simile*, *Centroptilum luteolum* und *Baetis rhodani*. Z. Wiss. Zool., 172, 1/2, 17—36.
- Dittmar, H. (1955): Ein Sauerlandbach. Untersuchungen an einer Wiesen-Mittelgebirgsbach. — Arch. Hydrobiol. 50 (3—4): 305—552.
- Filipović, D. (1969): Recherches d'un cours d'eau salmonicole. Ekologija 4 (1): 60—90.
- Gessner, F. (1950): Die ökologische Bedeutung der Strömungs-geschwindigkeit fließender Gewässer und ihre Messung auf kleinstem Raum — Arch. Hydrobiol., XLIII, (2): 195—199.
- Höll, K. (1968): Wasser, 4. Aufl. Verlag Walter de Gruyter and Co, Berlin.
- Ide, F. P. (1935): The effect of temperature on the distribution of the mayfly fauna of a stream. — Publications of the Ontario fisheries research laboratory No 50.
- Ikonomov, P. (1960): Rasprostranjenje na Ephemeroptera vo Makedonija. Mus. Maced. Sci. Nat. Tom 7 (3): 41—74.
- Ikonomov, P. (1962): Baetidae (Ephemeroptera) na Makedonija — Fac. Sci. Nat. Univ. Skoplje. Biologie 83—140.
- Illies, J. (1952): Die Mölle. Faunistisch-ökologische Untersuchungen am einem Forellenbach im Lipper. Bergland. — Arch. Hydrobiol. 46: 424—612.

- Illies, J. (1959): Retardierte Schlupfzeit von *Baetis*-Gelegen (Ins. Ephem.). — Naturwiss. 46, 119—120.
- Illies, J. (1967): Limnofauna Europaea. Eine Zusammenstellungen aller die europäischen Binnengewässer bewohnenden mehrzelligen Tierarten mit Angaben über ihre Verbreitung und ökologie. (Ephemeroptera 220—229). Stuttgart, Fischer.
- Kačanski, D. (1968): Dinamika populacija simulida (Diptera Simuliidae) Godišnjak Biol. inst. Univ. Sarajevo, 21: 71—128.
- Kamler, E. (1962): La faune des Ephémères de deux torrents des Tatras. — Polshc Arch. Hydrobiol. 10 (23): 107—127.
- Landa, V. (1968): Development cycles of central European Ephemeroptera and their interrelations. — Act ent. byohemosl. 65 (4): 275—284.
- Liebmann, H. (1962): Handbuch der Frieschwasser — und Abwasserbiologie, Bd. 1, 2 Aufl. R. Oldenbourg. Jena, 1962.
- Macan, T. T. (1957): Ephemeroptera of a Stony Stream. J. Anim. Ecol., 26: of the Genus *Baetis* (Ephem.). — Trans. Soc. Brit. Ent. 10 (3): 143—166.
- Macan, T. T. (1957): Ephemeroptera of a Stoicy Stream. J. Anim. Ecol., 26: 317—342.
- Macan, T. T. (1957a): The Life Histories and Migrations of the Ephemeroptera in a Stony Stream. — Trans. Soc. Brit. 12 (5): 129—156.
- Marinković-Gospodnetić, M. (1961): Dinamika populacija *Hydropsyche fulvipes* Curtis i *Hydropsyche saxonica* McLaclan, Godišnjak Biološ. inst. Univer. Sarajevo, 14: 15—84.
- Matoničkin, I. et al. (1966): Brzina vode kao ekološki faktor u krškim vodama tekućicama. — Biološki glasnik 19: 51—63.
- Matoničkin, I. et al. (1969): Prilog limnologiji gornjeg toka rijeke Save. — Ekologija 4 (1): 91—124.
- Müller-Liebenau, I. (1967): Eintagsfliegen aus der Eifel. — Gewässer und Abwässer H. 27: 55—79, Bagel. Düsseldorf.
- Müller-Liebenau, I. (1967): Zur Frage der *Baetis »venustus»*, Zugleich Beschreibung der neuen Art *Baetis lutheri* n. sp. (Insecta, Ephemeroptera). — Gewässer und Abwässer, H. 44/45: 48—46, Bagel, Düsseldorf.
- Müller-Liebenau, I. (1969): Revision der europäischen Arten der Gattung *Baetis* LEACH, 1815 (Insecta, Ephemeroptera). Gewässer und Abwässer, H 48/49: 1—214, Göttingen.
- Percival, E. & H. Withead (1930): Biological survey of the River Wharfe. II. Report on the invertebrate fauna. — J. Ecol. 18, 286—302.
- Pleskot, G. (1958): Die Periodizität einiger Ephemeropteren in der Schwemmat. — Wass. Abwass., 1—32.
- Plaskot, G. (1961): Beobachtungen über Diapausen in der Entwicklung der Ephemeropteren. — Verh. Internat. Kongress für Entomologie, Bd. I.
- Pleskot, G. (1961a): Die Periodizität der Ephemeropteren — Fauna einiger österreichischer Fließgewässer. — Verh. Internat. Verein. Limnol. 14: 410—416.
- Standard Methods for the Examination of Water and waste Water. Eleventh Edition, APHA, New York 1960.
- Tanasijević, M. (1970): Fauna Ephemeroptera na području planina Maglič, Volujak i Zelengora. — GZM, Sarajevo, 9: 179—184.
- Tibault, M. (1971): Le développement des éphéméroptères d'un ruisseau a truites des Pyrénées-Atlantiques, Le Lissurage. Annls. Limnol., 7, 1: 53—120.
- Thorup, J. (1963): Growth and Life-cycle of Invertebrates from Danish Springs. — Hydrobiologia, 22 (1/2): 55—84.
- Zelenika, M. & Marvan, P. (1961): Zur Präzisierung der biologischen Klassifikation der Reinhert fließender Gewässer. — Arch. Hydrobiol. 57 (3): 389—407.

JELENA ŽIVADINOVIĆ,
Biološki institut Univerziteta u Sarajevu

EKOLOGIJA VRSTE *TULLBERGIA AFFINIS*
B Ö R N E R, 1902. (COLLEMBOLA)
ECOLOGY OF THE SPECIES *TULLBERGIA AFFINIS*
B Ö R N E R, 1902 (COLLEMBOLA)

U V O D

Tokom dugogodišnjih faunističkih istraživanja u Bosni i Hercegovini (Živadinović, 1965, 1966, 1970, 1971, 1972/73, 1974. itd.) prikupljeno je mnogo ekoloških podataka o pojedinim vrstama Collembola na širem području Dinarida. Jedna od vrlo čestih vrsta u ovoj oblasti je *Tullbergia affinis* Börner, 1902.

U literaturi (Gisin, 1960, Palissa, 1964, Nosek, 1967, itd.) ova vrsta je označena kao evropska vrsta, pa čak je neki autori, kao Dallai (1971, 1973) smatraju kosmopolitom. U Evropi ona naseljava suva staništa (Rusek, 1965, Gisin, 1943, itd.), poglavito livade i pašnjake (Dunger, 1968, Loksa, 1966, Nosek, 1967, itd.).

U Jugoslaviji: u Sloveniji (Červek, 1968), u Hrvatskoj (Pagliarini, 196—, Živadinović, 1971. i 1973) i u Srbiji (Bogojević, 1969. i 1973, Živadinović—Cvijovi, 1974) *T. affinis* je konstatovana na suvim livadama i oranicama i šumskim zajednicama retkog sklopa.

U ovom radu biće izneti ekološki podaci o ovoj vrsti na području Bosne i Hercegovine.

METOD RADA

Probe zemljišta uzimane su iz različitih zajednica, tipova tla i podloga, na vertikalnom profilu od podnožja do vrha planine.

Način uzimanja proba i njihova obrada opisani su ranije (Živadinović, 1963, Živadinović — Cvijović, 1967, 1970).

Gustina populacija u probama uvek je preračunavana na 1000 cm³ zemlje.

REZULTATI RADA I DISKUSIJA

U Bosni i Hercegovini *T. affinis* je konstatovana na 91 lokalitetu. Oni se nalaze u sklopu većih planinskih masiva dinarskog sistema, kao što su: Maglić, Volujak i Zelengora, zatim Igman, Bjelašnica i Jahorina, nadalje Prenj, Čvrstica i Velež, te Klekovača, Šator i Dinara. (Tabela 1).

Većina ovih lokaliteta nalazi se u livadama, rudinama i inicijalnim stadijima razvoja zajednice i zemljišta, koje predstavljaju tipična staništa ove vrste (66 lokaliteta). U šumskim ekosistemima *T. affinis* je konstatovana samo na 25 lokaliteta. Oni su obično šume retkog sklopa, kao, na primjer, fragmenti jasenove šume u Livanjskom polju, sastojine crnog bora na Vardi, *Ostryo-Pinetum* na Magliću itd., ili su to degradirane šume, kao, na primjer, degradirana šuma *Carpinetum orientalis* na Buškom blatu i na Podveležju. Interesantno je da su gustine populacija ove vrste u šumskim zajednicama veće nego u vanšumskim. Tako je na Magliću i Zelengori prosečna gustina populacije *T. affinis* na 1000 cm³ zemlje u vanšumskim zajednicama oko 0,7 jedinki, a u šumskim 1,6 jedinki. Isto tako, na kraškim poljima u vanšumskim zajednicama gustina populacija je manja i iznosi oko 1,1 jedinki, a dublje u šumskim zajednicama 2,5 jedinke.

Ova kserofilna vrsta (Rusek, 1955) živi na širem području Dinarida, pretežno na suvim staništima krečnjačkih, dolomitnih i serpentinskih podloga. Međutim, ona je konstatovana i na vlažnim staništima silikatne podloge (primer *Pančićion* na Magliću). Na Livanjskom polju i Glamočkom polju *T. affinis* je brojna u poplavnim livadama, poglavito na laporcu i laporovitom krečnjaku. Te livade su jednim delom godine, kad voda oteče, potpuno suve i tada je u tlu konstatovana *T. affinis* (Živadinović, 1972). U Kaknju, na jalovini, ona živi u vrlo ekstremnim uslovima naglih i velikih kolebanja temperature i vlage (Živadinović, 1977).

T. affinis je konstatovana na različitim nadmorskim visinama od 200 m do preko 2000 m. Međutim, ona je najčešća i najbrojnija na visinama od 1000 m — 2000 m, gde naseljava pretežno livade, rudine i šume retkog sklopa na krečnjaku i dolomitu (češća je na visinama preko 1500 m nego od 1000 m — 1500 m). Lokaliteti na visinama od 700 m — 1000 m nalaze se uglavnom na kraškim poljima, koje predstavljaju depresije u kršu, a lokaliteti na manjim visinama od 700 m su na serpentinskoj i dolomitnoj podlozi, za koju

Tabela 1. Lokaliteti u Bosni i Hercegovini na kojima je nađena vrsta *Tullbergia affinis* Börner, 1902.
Localities in Bosnia and Herzegovina at which species *Tullbergia affinis* Börner, 1902 was found.

Lokaliteti	nadmor. visina	ekspozicija	Biljna zajednica	Tip tla i podloga
1. Maglič, Dragoš Sedlo	1250	SW	Pančićon Lkšć.	ilimerizovano zem. na verfenu
Dragoš Sedlo	1280	S	Pančićon Lkšć.	ilimerizovano zem. na verfenu
Perućica	1120	SW	Pančićon Lkšć.	ilimerizovano zem. na verfenu
Perućica	1070	NW	Pančićon Lkšć.	ilimerizovano zem. na verfenu
Snježnica	1650	S	Oxytropidion dinaricae Lkšć.	organogena crnica na krečnjaku smeđe krečnjačko zem. na krečnjaku
Snježnica	1750	W	Festucion pungentis Horv.	točilo na rečnjaku
Trnovačko jezero	1820	—	Festucion pungentis Horv.	organogena crnica na krečnjaku
Prijevor	1730	W—SW	Edraiantho-Veronicetum satureioidis	organomineralna crnica na krečnjaku
Prijevor	1730	W—SW	Poeto-Caricetum caryophylleae	dolomitna rendzina
Snježnica	1410	S	Ostry-Pinetum nigrae	dolomitna rendzina
Snježnica	1450	S	Ostry-Pinetum nigrae	kiselo smeđe zem. na verfenu
Donje Bare	1470	O	Jasionion orbiculatae Lkšć.	kiselo smeđe zem. na verfenu
Donje Bare	1450	N	Pančićon Lkšć.	— —
Donje Bare	1450	N	Senecietum rupestris rumicetosum	— —
Čemerno	1350	S	Pančićon Lkšć.	— —
Čemerno	1520	—	Plantago-Barbaretum illöriceae	kiselo smeđe zem. na erptivu
Orlovačko jezero	1470	NO	Jasionion orbiculata LŠć.	— —
Orlov	1740	N	Festucion pungentis Horv.	organogena rendzina na dolomit. krečnjaku
Orlovačko jezero	1570	S	Festucion pungentis Horv.	dolomitna rendzina
Uglješin vrh	1565	O	Driadetum dolomiticum Lkšć.	dolomitna rendzina
Uglješin vrh	1610	O	Driadetum dolomiticum Lkšć.	dolomitna rendzina
Uglješin vrh	1765	N	Jasionion orbiculatae Lkšć.	dolomitna rendzina
Milinklade	990	NO	Fagetum illyricum montanum (Horv.) Fuk.	kiselo smeđe zem. na verfenu
Čemerno	1200	SO	Fagetum illyricum montanum (Horv.) Fuk.	kiselo smeđe zem. — ilimerizovano na flišu
Gredelj	1320	—	Fagetum illyricum montanum (Horv.) Fuk.	— —

Nastavak tabele 1.

3. Volujak, Vratar	850	W	Edraiantho-Daphneetum malyanae Lkšć.	—
Poljane	1300	W	Ostryo-Pinetum nigrae Fuk.	—
4. Lebršnik	1450	W	Festucion pungentis Horv.	—
	1720	W	Festucion pungentis Horv.	organomineralna crnica na krečnjaku
5. Džermanica	1700	S	Senecio-Festucetum spadideae Lkšć.	kisele smeđe zem. na krednim krečnjacima
6. Rudo, Jajačko brdo Varda	400	—	pionirska vegetacija	dolomit
	400	—	pionirska vegetacija	serpentin
7. Igman, Malo polje Babin dol	1200	—	suvi tip borove šume (Pinus nigrae)	serpentin
	1100	—	Nardetum alpinae	ilimerizovano zem. na krečnjaku
	1400	—	Nardetum alpinae	ilimerizovano zem. na krečnjaku
Brezovača	1000	SO	Quercu-Ostryetum	organomineralna crnica na krečnjaku
Brezovača	1100	NW	Abieti-Fagetum Fuk.	organomineralna crnica na krečnjaku
Malo polje	1100	NO	Piceetum abietetosum inverse	organomineralna crnica na krečnjaku
8. Bjelašnica, vrh	1970	—	Carex levis-Herlianth. alpestre	organogena crnica na krečnjaku
vrh	2040	—	Carex levis-Herlianth. alpestre	organogena crnica na krečnjaku
vrh	1970	—	Agroste-Potentiletum aureae	organomineralna crnica na krečnjaku
9. Sarajevo, Betanija	1820	—	Festucetum pungentis Horv.	organomineralna crnica na krečnjaku
10. Kakanj	600	—	Arrhenatheretalia	krečnjaku
11. Jahorina	500	—	jalovina	pseudoglej
	1490	—	sastojine Acer heldraichi	jalovina
	1880	—	Junipero-Sempervirentum schleanii	—
12. Kladanj	600	—	Erico Pinetum	—
13. Ozren, dolina Jadrine	600	—	pionirska vegetacija	serpentin
14. Bugojno, Borje	800	—	Aceri obtusati-Fagetum	serpentin
15. Drvar, Javorova kosa	600	—	Saponario-Scabiosetum	dolomit
16. Osječnica	1720	S	Festucion pungentis	dolomit
17. Klekovača	1650	SW	Fagetum subalpinum	organogena crnica na krečnjaku
				organomineralna crnica na krečnjaku

Nastavak tabele 1.

	1750	S	Festucion pungentis	organogena crnica na krečnjaku organomineralna crnica na krečnjaku
	1650	S	Festucion pungentis	organomineralna crnica na krečnjaku
18. Šator	1570	S	Nardetum strictae H-ić	smeđe krečnjačko zem. na krečnjaku
	1460	O	Fagetum subalpinum	organomineralna crnica na krečnjaku
19. Dinara, Troglav	1895	S	Festucion pungentis	organomineralna crnica na krečnjaku
	1890	S	Festucion pungentis	organomineralna crnica na krečnjaku
	1810	N	Festucion pungentis	—
	1690	SW	Festucion pungentis	—
	720	ravno	Satureton subspicatae Horv.	rendzina na laporovitom krečnjaku
20. Livanjsko polje,	720	ravno	Molinio-Lathyretum pannonicum	treset
	720	ravno	Linnetum flavi-angustifolii Rt-St.	rendzina na laporovitom krečnjaku
	720	ravno	Deschampsietum mediae illyricum	rendzina na laporovitom krečnjaku
	700	ravno	fragmenti šume poljskog jasena	kiselu smeđe zemljište
	720	ravno	fragmenti šume poljskog jasena	rendzina na laporovitom krečnjaku
	720	ravno	vrlo degradiran Carpinetum orientalis	crnica na krečnjaku
	700	ravno	vrlo degradiran Carpinetum orientalis	—
21. Glamočko polje,	730	N—NO	Linnetum flavi angustifolii Rt-St	pelosol na glinovitom laporcu
	900	ravno	Danthonio-Scorzoneretum villosae	rendzina na laporcu
	920	ravno	Molinio-Lathyretum pannonicum	—
	870	ravno	Eriophorio-Caricetum davallianae	treset
	900	ravno	—	organogena crnica na krečnjaku
22. Čvrstnica, V. Vilinac	2116	N	sastojine Elyna myosuroides	organogena crnica na krečnjaku
	2110	N	sastojine Elyna myosuroides	organogena crnica na krečnjaku
	2116	S	Minuaetia handeli	organogena crnica na krečnjaku
	2056	S	Festucetum pungentis Horv.	organomineralna rendzina na dol. krečnjaku
	2010	N	sastojine Drias octopetala	—
Plasa	1510	N	Alchemillo-Crepidetum bosniacae	—
Pestibrdo				

Nastavak tabele 1.

V. Vilinac							
	Diva Grabovica	1590	NO	sastojina Juniperus nana	organogena crnica na krečnjaku		
23.	Konjic, Vrtaljica	400	S	Carpinetum orientalis	dolomitna rendzina		
	Suhi dol	300	—	Ostryo-Carpinion orientalis	dolomit		
		400	—	Alysetum melendorfiani	dolomit		
24.	Prenj, Aleksin Han	250	W—SW	Peterietum ramentaceae	dolomitna rendzina		
	Cetina	1860	NW	Festucion pungentis Horv.	organomineralna crnica na krečnjaku		
	Cetina	1975	NW	Festucion pungentis Horv.	organomineralna crnica na krečnjaku		
	Cetina	1800	NW	sastojina Drias octopetala	crnica na krečnjaku		
	Kantar	1850	S	Pinetum mughii illyricum	crnica na krečnjaku		
		1720	NW	Seslerion tenuifoliae	—		
25.	Velež				—		
	Podveležje	710	S—SW	kultura crnog bora	organomineralna crnica na krečnjaku		
	Podveležje	200	S—SW	Carpinetum orientalis	crvenica		
	Podveležje	1200	S—SW	Seslerio-Ostryetum	organomineralna crnica na krečnjaku		

je karakteristično da ih naseljavaju i planinske vrste (Živadinović-Riter, 1970). Na planinama Čvrsnici i Bjelašnici *T. affinis* je konstatovana i na visinama iznad 2000 m a do 2200 m, i to s populacija male gustine. Ona se ovde javlja pojedinačno.

T. affinis naseljava, po pravilu, S, SW i W padine. Međutim, ona je konstatovana i na N i NO padinama većih nadmorskih visina, kao na Čvrsnici, Magliču i Zelengori. Tada su populacije na ovim hladnim staništima nešto manje brojne od onih na južnim ekspozicijama. Na primer, na Čvrsnici je konstatovano dva puta više jedinki na južnim ekspozicijama nego na severnim. I na Magliču, Zelengori, Igmanu i Bjelašnici zabeležena je veća brojnost na južnim padinama.

Istraživanja su pokazala da vrsta *T. affinis* živi u celom profilu jednog zemljišta. Njena brojnost nije jednaka u svim slojevima tla. Na kraškim poljima, na lokalitetima gde je ona frekventnija, moglo se konstatovati da su populacije *T. affinis* brojnije u sloju od 4—8 cm dubine nego u površinskom sloju od 0—4 cm (Živadinović, 1972). Tako, na Sinjskom polju, u livadskoj zajednici *Deschampsietum mediae illyricum*, gustina populacija je veća u sloju od 4—8 cm. Ovde je frekvencija vrste ista u oba sloja tla. Na Glamočkom polju, u livadskoj zajednici *Caricetum elatae caricosum gracilis*, takođe je gustina populacija *T. affinis* znatno veća u sloju od 4—8 cm, ali je i frekvencija ovde veća u dubljem sloju.

U okolini Sarajeva, u livadskoj zajednici tipa *Arrhenatheretalia*, konstatovana je veća gustina populacija i veća frekvencija u sloju od 4—8 cm nego u površinskom sloju od 0—4 cm. U livadi su vršena istraživanja na tri lokaliteta tokom dve godine (Tabela 2).

Na Magliču, u zajednici *Ostryo-Pinetum nigrae*, u dolomitnoj rendzini (lokalitet 1) i u zajednici *Oxytropidion dinarice*, u organogenoj rendzini (lokalitet 2), gustina populacija je isto tako veća u nižim slojevima tla nego u površinskim (Tabela 3).

Na osnovu svega ovoga može se zaključiti da *T. affinis* živi u sivim slojevima tla; i to s najvećom brojnošću u nižim slojevima tla.

ZAKLJUČCI

U Bosni i Hercegovini, na širem području Dinarida, *Tullbergia affinis* je konstatovana na 91 lokalitetu.

Po pravilu, *T. affinis* živi u tlu vanšumskih ekosistema, na livadama, rudinama i inicijalnim stadijima razvoja zemljišta i zajednice. Konstatovana je i u tlu degradiranih šuma ili šumskih sastojina retkog sklopa. U ovim zajednicama je vrsta brojnija.

T. affinis živi pretežno na suvim staništima krečnjačkih, dolomitnih i serpentinških podloga. Retko nastanjuje i vlažnija staništa.

Najveću frekvenciju i brojnost dostiže u gorskom i subalpskom pojasu, dok je na manjim nadmorskim visinama ređa ili se nalazi na dolomitnoj ili serpentinskoj podlozi, specifičnim staništima, na kojima žive i planinske vrste na manjim nadmorskim visinama.

T. affinis, po pravilu, naseljava tople južne, jugozapadne i zapadne padine. Na hladnim severnim i severoistočnim staništima ona je retka i uvek malobrojna.

Ova vrsta živi u svim slojevima tla, ali su obično njene populacije brojnije i vrsta je frekventnija u nižim slojevima tla.

LITERATURA

- Bogojević, J., 1969: Prilog poznavanju naselja Collembola vinograda, Glasnik Prir. muz. 24, Beograd.
- Bogojević, J., 1973: Distribucija Collembola u nekim zajednicama Deliblatske peščare, Mat. Srpska, Zbornik z. prir. m. 44, Novi Sad.
- Cvijović, M. i Živadinović, J., 1970: Fauna Collembola na planinama Maglič, Volujak i Zelengora, GZM, 9, Sarajevo.
- Cvijović, M. i Živadinović, J., 1967: Dinamika populacija Apterygota u šumskoj zajednici *Querco-Carpinetum croaticum* Horv. Godišnjak Biol. inst. Univ. 20, Sarajevo.
- Cvijović, M. i Živadinović, J., 1974: Fauna Collembola na Zlatiboru i Tari, GZM, 13, Sarajevo.
- Červček, S., 1968: Mrazišče unška koliševka in njeni Gollembola. Biol. vest. 16, Ljubljana.
- Dallai, R., 1971: Ricerche sui Collemboli XV. Lavori della soc. Ital. d. biogeogr. II, Siena.
- Dallai, R., 1973: Ricerche sui Collemboli. XVII. Lavori della soc. Ital. d. biogeogr. III, Siena.
- Dunger, W., 1968: Die Entwicklung der Bodenfauna auf rekultivierten Kippen und Halden der Braunkohlentagebaues, Abh. Ber. Naturkundemus. 43. Görlitz.
- Gisin, H., 1960: Collembolenfauna Europas, Geneve.
- Gisin, H., 1943: Oekologische und Lebensgemeinschaften der Collembolen im Schweizerischen Exkursionsgebiet Basels, Rev. Suisse Zool. 50. Geneve.
- Loksa, I., 1966: Die Bodenzoologischen Verhältnisse der Flameichen-Buschwälder Südostmitteleuropas, Budapest.
- Nosek, J., 1967: The investigation on the Apterygotan fauna of the Low Tatras, Acta Univ. Carol. Biol. Mal. Praha.
- Pagliarini, N., 1971: Prilog poznavanju faune Collembola u tlu kultivirane livadne zajednice u Kostreni (Kvarner), GZM, Sarajevo.
- Palissa, A., 1964: Die Tierwelt Mitteleuropas, Apterygota, Leipzig.
- Rusek, J., 1965: Zur Kenntnis der Apterygoten-Fauna des Gebirges Krupinska vrchovina in der Mittel-Slovakae. Acta faunis. Entom. Mus. Nation, Praha.
- Živadinović, J., 1963: Dinamika populacija Collembola u šumskom i livadskom tlu Igmana. Godišnjak Biol. inst. Univ. 16, Sarajevo.

- Živadinović, J., 1965: Prilog poznavanju faune Collembola na području Neum-Klek i Ston, Godišnjak Biol. inst. Univ. 18, Sarajevo.
- Živadinović, J., 1966: Pregled faune tla Igmana, Radovi Šum. fak. i inst. 10, Sarajevo.
- Živadinović, J., 1971: Fauna Poduridae, Onychiuridae i Isotomidae (Collembola) na Sinjskom, Livanjskom, Glamočkom i Kupreškom polju, GZM, 10, Sarajevo.
- Živadinović, J., 1972: Vrste kolembola iz familija Poduridae, Onychiuridae i Isotomidae kao članovi biocenoza kraških polja dinarskog masiva, i dinamika njihovih populacija. Godišnjak Biol. inst. Univ. 25, Sarajevo.
- Živadinović, J., 1972/73: Prilog poznavanju faune Poduridae, Onychiuridae i Isotomidae (Collembola) u Bosni, GZM, 11—12, Sarajevo.
- Živadinović, J., 1973: Fauna Poduridae, Onychiuridae i Isotomidae (Collembola) u Makarskom primorju, Imtoskom polju i Mostarskom blatu, Godišnjak Biol. inst. Univ. 24, Sarajevo.
- Živadinović, J., 1975: Distribucija vrsta Poduridae, Onychiuridae i Isotomidae (Collembola) na vertikalnom profilu Igmana i Bjelašnice, GZM, 14, Sarajevo.
- Živadinović, J., 1978: Naselje Collembola tla na nekim degradiranim životnim zajednicama Sarajevsko-Zeničkog bazena. Zemljište i biljka, 26, Beograd.
- Živadinović, J. i Riter, K., 1970: Karakteristike kolembolske faune na dolomitnim i serpentinskim kompleksima u BiH. Akad. nauka i umjet. BiH. Radovi, 39, Sarajevo.