

GODIŠNJA K BIOLOŠKOG INSTITUTA U SARAJEVU

JAHRBUCH
DES
BIOLOGISCHEN INSTITUTES
IN SARAJEVO

ANNUAIRE
DE
L'INSTITUT BIOLOGIQUE
A SARAJEVO

GLAVNI I ODGOVORNI UREDNIK:
Dr. ŽIVKO SLAVNIĆ

GOD. VIII 1955 FASC. 1—2
NARODNA ŠTAMPARIJA — SARAJEVO

Sadržaj: — Contenu:

1. Mučibabić S. — Izvesni aspekti rastenja čistih i mešovitih populacija flagelata i cilijata	3
Some aspects of the growth of single and mixed populations of flagellates and ciliates	
2. Buturović A. — O nekim vrstama roda <i>Trichoniscus</i> iz Jugoslavije	105
Sur quelques espèces du genre <i>Trichoniscus</i> de Yougoslavie	
3. Glumac S. — Zbirka sifrida (sirphidae, diptera) Biološkog instituta u Sarajevu	115
4. Marin ković M. — Dve nove vrste iz grupe <i>Chaetopteryx</i> (Limnophilidae, Trichoptera) u okolini Sarajeva	125
5. Buturović A. — Kopneni izopodi iz pećina u oblasti između reka Cetine i Neretve	131
Les isoopdes terrestres des grottes de la région Cetina—Neretva (Yougoslavie)	
6. Rukavina J. — Delić Š. — <i>Brachylecthum lobatum</i> Railliet (1900) kod sive vrane	139

SMILJA MUČIBABIC
(Filozofski fakultet u Sarajevu)

Izvesni aspekti rastenja čistih i mešovitih populacija flagelata i cilijata

P R E D G O V O R

Proučavanju rastenja populacija prilazio se dosad teoretski, eksperimentalno i posmatranjima u prirodi, i nekad u istom radu kombinuju se dva ili više postupaka proučavanja. Tako, istraživači terenskih populacija organizovali su neke eksperimente da bi dobili odgovor na pitanja koja su iskrسавala za vreme njihovih posmatranja. Opet, analizu rezultata terenskih posmatranja kao i rezultata eksperimentalnog rada često prate pokušaji teorijskih generalizacija. Rastenje populacija — povećanje, održavanje, oscilacije i opadanje brojnosti populacije — opisano je za mnoge vrste, kako iz terenskih tako i eksperimentalnih istraživanja, ali proučavanje faktora koji utiču na rastenje, i uopšte proučavanje dinamike rastenja populacija, može se vršiti kako treba samo pod kontrolisanim uslovima u laboratoriji. Rezultati eksperimentalnog rada bacili su više svetlosti na problem dinamike terenskih populacija; i takvo induktivno prilaženje predmetu (kao što se često dešava u biološkim studijima) može otkriti pravu vrednost raznih teorija konstruisanih prvenstveno primenom deduktivne metode. Zaista, izgleda da su matematičke teorije o interakciji populacija važnije u stimuliranju eksperimentalnih istraživanja nego u rešavanju problema dinamike populacija. Naprimer, rad Nikolsona (Nicholson, 1933), koji često citiraju studenti dinamike populacija, bio je prvenstveno deduktivan po metodi. Čitajući njegov rad dobija se utisak da pisac objavljuje dogmu u koju treba verovati, a ne teoriju koju treba proveriti.

U radu koji će biti izložen ovde usvojeno je čisto induktivno prilaženje studiji rastenja populacija. Kulture, bez bakterija, triju vrsta protozoa bile su upotrebljene u ovim studijama, i prvi odeljak bavi se materijalom i metodama proučavanja. Sledeći odeljak tretira rastenje čistih populacija kad su promenljive: a) koncentracija hranljivog medijuma i b) temperatura. On se takođe bavi promenama u veličini i obliku organizama za vreme rastenja populacija na različitim temperaturama. Sledeći odeljak

razmatra rastenje mešovitih populacija i obuhvata eksperimente: a) na dvema vrstama koje se ne hrane jedna drugom; i b) na dvema vrstama od kojih je jedna plen druge. On takođe tretira promene u veličini i obliku organizama kad rastu u čistim i mešovitim populacijama. Najzad, iznesena su izvesna preliminarna posmatranja o distribuciji organizama u prostoru unutar kultura, i o promenama u pH za vreme rastenja populacija. Tad sledi opšta diskusija i kratak pregled celog rada.

I

MATERIJAL I METODE

Da bi se izbegao preopširan istoriski uvod u rad kao celinu, odlučeno je da se da nezavisno uvod za svaki odjeljak rada i da se ograniče ove uvodne primedbe na kratak komentar o metodologiji populacionih studija Protozoa.

Istoriski, istraživanje rastenja populacija Protozoa može se podeliti u dve faze: 1. fazu kad su kulture protozoa sadržavale bakterije i 2. fazu s kulturama bez bakterija.

Analiza faktora koji utiču na dinamiku rastenja populacija bila je vrlo teška u prvoj fazi, jer istraživači nisu mogli da provere eksperimentalno da li su se promene u brojnosti protozoa dešavale usled promena u populaciji bakterija ili usled nekog drugog faktora.

U prvoj fazi populacionih studija moguće je razlikovati nekoliko stupnjeva u pokušaju da se uprosti analiza. Prvi stupanj pretstavljen je klasičnim radom Vudrafa (Woodruff, 1912, 1913a). On je studirao sukcesiju faune protozoa u infuzumima koji su sadržavali mnogo vrsta protozoa i nepoznat broj vrsta bakterija. Posljednji stupanj je proučavanje izolovane vrste protozoa koja ima za hranu samo jednu vrstu bakterija. Gauzeova istraživanja (Gause, 1934a, 1935a) populacija protozoa takođe pripadaju ovoj fazi, i to ne njenom posljednjem stupnju. Istina je da je on upotrebljavao *Bacillus pyocyaneus* kao hranu za vrste koje je studirao, ali nijedna od njegovih kultura nije bila sterilna; to su bile kulture pojedinačnih ili mešovitih populacija protozoa s mnogo vrsta bakterija.

U drugoj fazi, istraživanje populacija protozoa vršilo se pod povoljnijim uslovima za eksperimentalnu analizu rastenja populacija. Uglavnom, ovi bolji uslovi korišteni su dosad u istraživanju čistih populacija protozoa. Rad koji je preuzeo pisac takođe je počeo istraživanjem čistih populacija protozoa, ali se proširio na dvije vrste protozoa u istom medijumu, na istraživanje njihove interakcije, dok su njihove odvojene populacije upotrebljavane kao kontrolne kulture.

Materijal. Organizmi upotrebljeni u ovim eksperimentima bili su kriptomonadna flagelata *Chilomonas paramecium* Ehrenberg i dvije himenostomatske cilijate *Tetrahymena pyriformis*

(Ehrenberg) Lwoff, soj W i *Tetrahymena patula* (Muller) Corliss. Primerici kultura su dobijeni od Kolekcije kultura alga i protozoa, Botaničke škole u Kembridžu.

Nekoliko autora opisalo je nezavisno jedan od drugoga *Chilomonas paramecium*. Prvi opis dao je Erenberg (Ehrenberg, 1838), a najnoviji Oland (Hollande, 1942) u svojoj citološkoj studiji nekih flagelata, Furgason (1940) opisao je *Tetrahymena pyriformis* pod imenom *T. gelei*. Mopa (Maupas, 1888) pisao je o *Tetrahymena patula* kao *Leucophrys patula* dajući opis vrste s mnogo zanimljivih posmatranja iz njenog životnog ciklusa. Fore-Fremije (Fauré-Fremiet, 1948) proširio je Mopova opis za državši isto ime (*Leucophrys*). U novije vreme Korlis (Corliss, 1952, 1953) je dao pun prikaz istorije, sistematike i morfologije i jedne i druge vrste *Tetrahymena*.

Pre početka eksperimenata izvedeni su kloni za svaku od ovih vrsta, premda kulture u Kolekciji kultura potiču od klena, ali klena izolovanih pre više godina. Pringshajm (Pringsheim) je izolovao *Ch. paramecium*, koji se prvi put pojavljuje u spisku njegove zbirke kultura 1936, a nema ga u spisku od 1929. *T. pyriformis* — W izolovao je Klaf (C. L. Claff) 1939, a *T. patula* Fore-Fremije pre 1942 (Corliss, 1952). Dobro je poznato da se u toku tako dugog perioda mogu pojaviti varijacije unutar populacije. Kidder i Devi (Kidder and Dewey, 1945) pominju biohemisku varijaciju koja se pojavila između roditeljskog soja T od *T. pyriformis* i kćeri soja T-P. Izvedeni su sveži kloni radi sigurnosti da su populacije vrsta upotrebljenih u ovim eksperimentima homogene.

Medijumi. *Ch. paramecium* gaji se u Kolekciji kultura u medijumu od 0.1% govedeg ekstrakta (beef extract, Difco) i 0.1% natrijum acetata. Ovaj medijum bio je upotrebljen u eksperimentima rastenja populacija hilomonasa na različitim temperaturama. Ovaj medijum, samo u drugim koncentracijama, bio je takođe upotrebljen u eksperimentima rastenja hilomonasa pri raznim količinama hrane.

Sve vrste *Tetrahymena* održavaju se u Kolekciji kultura u 1% rastvoru protecza-peptona (Proteose peptone, Difco) i 0.5% natrijum hloridu.

Za rastenje mešovitih populacija *Ch. paramecium* i *T. pyriformis*, nijedan od ovih medijuma nije bio pogodan, jer su organizmi umirali u medijumu druge vrste. Stoga je učinjen pokušaj da se gaje u rastvoru koji se sastojao od jednakih količina jednog i drugog medijuma. U njemu su oni živeli i razmnožavali se, ali rastenje hilomonasa nije bilo tako dobro kao u medijumu od govedeg ekstrakta. Stoga je ova mešavina napuštena i tražen je medijum u kom obilno raste i jedna i druga vrsta. Nadeno je da je to rastvor 0.1% proteoznog peptona i 0.1% natrijum acetata. U njemu *T. pyriformis* rasla je dobro, a za rastenje *Chilomonas-a*

bio je pogodniji nego medijum s govedim ekstraktom, kao što će se videti docnije.

Za rastenje mešovitih populacija *Ch. paramecium* i *T. patula* upotrebljen je bio rastvor od 1% proteoza-peptona i 0.1% natrijum acetata. Bio je učinjen pokušaj da se upotrebni isti medijum kao u eksperimentima s *T. pyriformis*, ali se *T. patula* nije razmnožavala u 0.1% proteoza-peptonu.

Pripremljene su odjednom veće količine 10% rastvora govedeg ekstrakta (Difco), zatim 10% rastvora proteoza-peptona (Difco) i 10% natrijum acetata. Nekoliko kapljica prezervativa (1 deo flortoluena, 2 dela n-butil hlorida, 1 deo etilen dihlorida) bilo je dodato u svaki rastvor. Oni su čuvani u frižideru (5—7° C).

Medijumi su uvek pravljeni od ovih rastvora i dva puta destilisane vode (u staklenim sudovima). U početku je bila upotrebljavana nesterilna, u staklenim sudovima destilisana voda, koja je čuvana u skladištu, ali, kasnije, ona je bila sterilisana odmah posle destilisanja, da bi se sprečilo proizvodjenje i nagomilavanje bakteriskih produkata, i ova sterilna destilisana voda upotrebljavana je potom za sve medijume. Oni su sterilisani u autoklavu, pod pritiskom od jedne atmosfere, na temperaturi od 120° C. Čim bi pritisak dostigao 1 atmosferu, gas je isključen. Od početka do kraja ova operacija je trajala oko 30 minuta.

Važno je naglasiti da medijum treba da bude pripremljen dan uoči inokulisanja, jer je rastenje tada bolje nego u mediju mu koji je čuvan izvesno vreme.

Stakleni sudovi. Sve epruvete, pipete i satna stakla bili su prani sredstvom za čišćenje »komproks A«, isprani dobro običnom vodom, pa destilisanim vodom. Sterilisani su u peći na 120° C po dva sata. Pipete i satna stakla pripremani su za sterilisanje kao što je opisao Pringshajm u svojoj knjizi o kulturama alga (1946).

Izvesno vreme u početku eksperimenta, epruvete i pipete sterilisane su u autoklavu. Međutim, za vreme sterilisanja u autoklavu, kapljice vode kondenzovale su se na staklenim zidovima, i bilo je potrebno ostavljati ih da se suše. Stoga, kasnije, one su sterilisane u peći.

Upotrebljavane su pireks epruvete zapremine tri kubna centimetra. Pre početka eksperimenata izmeren je njihov dijametar, i odabrane su samo epruvete 7.5 mm široke.

Pripremanje kultura. Pola mililitra sterilnog medijuma sipano je pipetom u svaku sterilnu epruvetu. Lakše bi bilo da je sterilizacija vršena posle sipanja medijuma u epruvete; ali ta tehnika nije bila primenjena da bi se izbegao mali gubitak medijuma za vreme sterilizacije i sitne razlike u sastavu medijuma pojedinih kultura, koje bi se mogле pojaviti da su one sterilisane odvojeno.

Inokulum je uziman iz kulture stare $2\frac{1}{2}$ —3 dana. U nekoliko slučajeva za masovno inokuliranje bilo je potrebno preko

dvanaest sati, tako da su možda poslednji inokulumi bili koji sat preko tri dana stari. Inokulum je stavljeno u sterilno satno staklo, i pod malim uvećanjem binokulara deset organizama je izdvojeno kapilarnom mikropipetom i stavljeno u svaku epruvetu. Četiri do šest kultura inokulisano je iz istog satnog stakla. Preko čepa od sterilne vate koja ne apsorbuje vodu, obavijen je pergament papir i vezan gumenom vrpcem.

Kulture su čuvane u mraku, u jednoj vrsti tegla za kompot (oko tri litra), koje su stavljene u vodena kupatila termostatički kontrolisana (Brown, 1951). Jedino su kulture na 10.5°C držane u sobi sa stalnom temperaturom.

Brojanje. Iz kapljica kulture jedan po jedan organizam je uziman mikropipetom i brojan. Uzimane su u obzir samo žive jedinke. Cele populacije su brojane, dok je broj jedinki bio do hiljadu; čim je bio veći od hiljade, uzimano je pet proba standardne zapreminе iz svake kulture i one su brojane. Da bi se proverila ova metoda proba, cela populacija je brojana u deset slučajeva, premda su kulture imale 1000—8000 organizama. Ako je u probi bilo preko pedeset organizama, kulture su razblažene istim medijumom 3, 5, 10 ... 40 puta, i onda su uzimane probe. Kalibrirana pipeta sa suženjem upotrebljavana je za uzimanje proba (njapre pipeta od 4.56 mm^3 , zatim od 3.72 mm^3 i najzad od 5.48 mm^3). Posle brojanja kulture su bačene.

Mnogo me je zadužio g. P. A. Plack iz Instituta za biohemiju, Univerziteta u Kembridžu, što mi je poklonio ove pipete koje je on sam napravio i kalibrirao.

Mašina za brojanje bila je upotrebljavana. Bila je udešena da se može pokretati nogom, ali nije bila nabavljenja odmah u početku eksperimenata, tako da su čiste populacije brojane bez nje.

Proveravanje sterilnosti. Pre početka brojanja puno okice svake pojedinačne kulture povučeno je preko kosog hranljivog agar-a za bakterije (banctonutrient agar, Difco). Ovaj kosi agar čuvan je u termostatu na 22.5°C dve nedelje. Podaci za kulture koje su bile zaražene uvek su odbačeni.

Vredno je ovde napomenuti da *Tetrahymena pyriformis* W raste na hranljivom agaru za bakterije, gradeći male okrugle mrlje koje se lako mogu zameniti s kolonijama bakterija.

Merenje pH. Prostorna distribucija hilomonasa u medijumu kulture menja se za vreme rastenja populacije. Radi toga su vršena merenja pH da se vidi da li distribucija zavisi od pH.

Određeno je pH gornjeg, srednjeg i donjeg dela medijuma. Medijum se mora uzeti pažljivo i finom pipetom. Čista pipeta bila je upotrebljena za svako merenje. Svakog dana određen je pH za tri kultura s hilomonasom i za tri kontrolne kulture (bez organizama).

U prvoj seriji eksperimenata pH je meren električnim pehametrom, ali kako se on kasnije pokvario, upotrebljen je kapilator u drugoj seriji (kolorimetrikska metoda).

Merenje veličine. Preliminarna merenja veličine na fiksiranim organizmima nisu bila zadovoljavajuća, jer se organizmi skupe za vreme fiksiranja. Fotografisani su, zbog toga, živi organizmi svakog drugog dana za vreme rastenja populacije.

Kao svetlosni izvor upotrebljena je lampa sa živinim lukom, da bi se smanjilo vreme ekspozicije, i time omogućilo dobijanje trenutnih fotografija organizama koji plivaju. Toplotni filter (Chance Brothers heat resisting glass ON 20), obično plavo staklo i plavi filter (Kodak, Wratten M filters, 47) stavljeni su između lampe i mikroskopa, da se izbegne povreda organizma prilikom ekspozicije. U početku su organizmi bili fotografisani kamerom Leica koja je stavljena na mikroskop s objektivom $\times 10$ i okularom 10; docnije bila je upotrebljavana druga kombinacija sociva, objektiv malog uvećanja ($\times 6$) i okular velikog uvećanja ($\times 25$), da bi se povećala dubina fokusa i na taj način dobile oštре fotografije organizama.

U svakom filmu uzeta je i fotografija mikrometarske skale. Pozitivi su bili uvećani, tako da je konačno uvećanje bilo oko 300 puta.

Veličina organizama — dužina i najveća širina — merene su s fotografija šestarom. Samo organizmi u oštrom fokusu bili su mereni.

II

RASTENJE ČISTIH POPULACIJA OPŠTI PRINCIPI I PRETHODNI RADOVI

Eksperimentalno proučavanje rastenja populacija vršeno je na sisarima, krustaceama, insektima, protozoama, kvascima i bakterijama. Protozoa su naročito pogodni za eksperimentalno proučavanje rastenja populacija, jer se razmnožavaju brzo, jer njihove kulture zauzimaju malo prostora, i što ih je relativno lako održavati. Međutim, oni su manje pogodni od insekata što ih je teže brojati, i, ako se primeni tehnika uzimanja proba, što se mogu dati samo aproksimativne procene veličine populacije. Njihova prednost pred insektima je u mogućnosti gajenja kultura kloni, a time su bolje ispunjeni zahtevi kontrolisanog eksperimenta, jer je klon homogena populacija.

Rastenje populacije izražava se promenama u veličini te populacije u vremenu. Veličina populacije je statističko pretstavljanje dinamičkog procesa, presečenog u određenim vremenskim intervalima, dužinu kojih bira istraživač prema brzini promena koje se dešavaju za vreme procesa. Dinamički aspekt rastenja više je naglašen, ako se proces izrazi brzinom rastenja, ili, u slučaju populacija mikroorganizama, »generacionim vremenom«.

Biće dat pregled nekih faktora za koje se smatra da utiču na brzinu rastenja populacija.

Produkti metabolizma. Mnogi autori, upotrebljavajući različite vrste, proučavali su različite faktore koji utiču na brzinu deljenja protozoa, i njihovi zaključci nisu uvek saglasni. Tako, Vudraf (Woodruff, 1911, 1913 a) smatrao je da ekskretorni produkti *Paramecium aurelia* i *P. caudatum* u infuzumu sa senom vrše depresivni uticaj na brzinu deljenja, premda produkti njihovog metabolizma nisu bili toksični za organizam koji se pojavio sledeći u redu sukcesije; međutim, Kider i Stjuart (Kidder and Stuart, 1939 a) zaključili su da ekskretorni produkti imaju samo malu ulogu u rastenju populacije. Felps (Phelps, 1936) došao je do istog zaključka, dok Grinlif (Greenleaf, 1926), na osnovu rezultata eksperimenata na *Paramecium aurelia*, *Pleurotricha lanceolata* i *Styloynchia pustulata*, pripisao je smanjenje brzine deljenja količini produkata metabolizma nagomilanih u medijumu kulture. Bers (Beers, 1933) takođe je prepostavljaо da ekskretorni produkti smanjuju brzinu deljenja *Styloynchia pustulata* i *Didinium nasutum*.

Hrana. Raniji autori, kao Mopa (Maupas, 1888) i Dženings (Jennings, 1908), zapazili su uticaj hrane na brzinu deljenja i zaključili su da je kontrolisanje količine hrane u eksperimentalnim kulturama od velike važnosti. Kvalitativnu kontrolu hrane otpočeli su Hargit i Frej (Hargitt and Fray, 1917) i Eler (Oehler, 1919). Ovi autori uspeli su u gajenju nekih protozoa u sterilnim kulturama. Hargit i Frej iznose da paramecijumi rastu bolje ako im se hrana sastoji od više vrsta pomešanih bakterija, i da je *Bacillus subtilis* bio pogodan kad je samo jedna vrsta bakterija bila dodata sterilnom infuzumu od sena. Eler, s druge strane, hranio je flagelate *Bodo* i *Prowazekia* i cilijatu *Colpoda steinii* mrtvima bakterijama. E. i M. Šaton (E. et M. Chatton, 1923) i Džonison (Johnsn, 1935) takođe su uspeli da gaje *Glaucoma* na mrtvima bakterijama.

Izvestan broj autora proveravao je pogodnost raznih vrsta bakterija kao hrane za odredene vrste cilijata. Njihovi rezultati sadrže izvesna razilaženja, koja se možda mogu objasniti rezultatima koje je dobio Lesli (Leslie, 1940 a i 1940 b) kad je ispitivao pogodnost preko trideset vrsta bakterija kao hrane za *Paramecium multimicronucleata*, naime da starost upotrebljenih bakteriskih kultura može imati uticaja na to da li su one pogodne ili nepogodne kao hrana za pomenutu vrstu paramecijuma. Kider i Stjuart (Kidder and Stuart, 1939 a i 1939 b) pišu o štetnom uticaju koji vrše neke bakterije na rastenje *Colpoda*. Oni su našli da brzina deljenja izolovanih jedinki bila je direktno сразмерna s koncentracijom bakterija, i to roda *Aerobacter* koji je bio upotrebljen kao hrana. Lesli (1940 a), međutim, iznosi da gustina bakteriske populacije nema nikakvog uticaja na brzinu deljenja

P. multimicronucleata sve dотле dok je ta gustina unutar izvesnih granica optimuma. Gauze (Gause, 1935 b) je našao da su se totalne zapremine populacija *P. caudatum* i *P. aurelia* otrprilike udvostručile ako ih je gajio u medijumu kome je kao inkulum dodao jednu ezu bakterija umesto pola eze.

Ipak, kvantitativna kontrola rezerva hrane ostvarena je tek otkako su dobijene kulture bez bakterija. Felps (Phelps, 1936) je našao da je maksimalni broj *Glaucoma pyriformis* bio direktno proporcionalan koncentraciji hranljivih materija u medijumu. On je uporedio faze u rastenju populacija *Glaucoma* s onima kod bakterija i kvasaca i našao da su slične.

Minerali. Ne samo količina i vrsta hrane nego i druge komponente mogu uticati na veličinu populacije. Lefer (Loefer, 1936) iznosi da su i koncentracija soli i koncentracija organskih materija imale uticaja na rastenje *Paramecium bursaria* u kulturama bez bakterija. Nekoliko autora primetilo je da nedostatak specifičnih minerala može smanjiti brzinu deljenja protozoa. Potrebu *Chilomonas paramecium* za gvožđem studirali su Lvov i Duzi (Lwoff et Dusi, 1938) i Hačens (Hutchens, 1940). Oni se slažu da je brzina deljenja veća kad se gvožđe doda u rastvor. Slične rezultate dobio je Šenborn (Schoenborn, 1940). Mast i Peis (Mast and Pace, 1937) su pokazali da se čestoča deoba *Chilomonas paramecium* bila povećala za 24% ako je silicijum u optimalnoj koncentraciji bio dodat rastvoru. Mast, Peis i Mast (1936) našli su dalje da je sumpor neophodan za održavanje *Chilomonas*. Oni su primetili da se u hilomonasu pojavilo nagomilavanje masnih granula, kad su kulture rasle bez sumpora, i da su organizmi zatim uginuli. Nestanak kalcijuma i magnezijuma u medijumu kultura sprečavao je deobe hilomonasa i doveo do pojave multinuklearnih monstruma, koji su uginuli posle nekoliko dana (Mast i Peis, 1939). Monstruozni oblici su se pojavili takođe, ako su natrijum ili kalijum bili u prevelikoj koncentraciji (Peis, 1941). Fosfor je takođe neophodan elemenat za hilomonasa (Mast i Peis, 1942).

Hol (Hall, 1937) je proučavao različite uticaje mangana na rastenje *Euglena anabaena*, *Astasia* sp. i *Colpidium campylum*. Mangan je samo stimulirao rast euglene, dok je rast astazije i kolpidijuma bio bolji u kontrolnim kulturama.

Kiseonik i ugljični dioksid. Jan (Jahn, 1936) je našao da razlike u naponu kiseonika utiču na razne vrste protozoa različito. On je saopštio da Protozoa takođe pokazuju specifičnu reakciju na promene u naponu CO_2 .

Oksidaciono-redukcioni potencijal. Jan (1935) je pratilo promene u oksidaciono-redupcionom potencijalu medijuma za vreme rastenja populacije *Chilomonas paramecium*, i on je prepostavio da te promene mogu uticati na brzinu rastenja.

Koncentracija vodoničnih jona. Prema eksperimentima Lefera (1935) na *Chilomonas paramecium* i Kidera (1941) na *Tetrahymena geleii*, ove protozoe su eurijonične. Mast i Peis (1938), upotrebljavajući drukčiji medijum nego Lefer, našli su da za rastenje *Chilomonas paramecium* postoji samo jedan optimum pH, a ne dva odvojena optimuma što je utvrdio Lefer. I njihovi rezultati pokazuju da je *Chilomonas* eurijonična vrsta.

Eliot (Elliott, 1933) je našao da je oblik krivulje rastenja *Colpidium striatum* pri različitom pH zavisi od upotrebljenog medijuma. Krivulja je bila unimodalna ili bimodalna prema tome da li je bilo ili nije bilo natrijum acetata u medijumu, a njena širina bila je takođe manja ili veća. Maksimalni rast imale su kulture s početnim pH 7.0, a u kulturama bez natrijum acetata pojavio se i drugi maksimum kad je pH 5.7.

Vingo i Anderson (Wingo and Anderson, 1951) iznose da su i oni dobili bimaksimalne krivulje rastenja u vezi s raznim pH u njihovim eksperimentima na *Tetrahymena geleii*. Ali oni su propustili da pomenu direktnu vezu koju je našao Eliot između upotrebljenog medijuma i pojave bimodalne ili unimodalne krivulje rastenja. Međutim, u njihovim eksperimentima maksimumi su bliže (pri pH 5.5—6.5 i 7.5), a minimum je između njih na 7, što je optimum pH u Eliotovim eksperimentima.

Džonson (Johnson, 1935, 1936) ističe da rastenje *Glaucoma ficaria* i *G. piriformis* vrši se takođe u širokim granicama pH. Da li je krivulja rastenja bila unimodalna ili bimodalna, zavisilo je od vrste upotrebljenog medijuma.

Eliot (1935) je našao da stimulirajući uticaj nekih ugljičnih hidrata na rastenje *Colpidium campylum* i *C. striatum* zavisi od pH medijuma.

Jan (1934) iznosi da *Euglena gracilis* podnosi široke granice koncentracije vodoničnih jona. To isto primećuje Džouns (Jones, 1930) za *Paramecium multimicronucleatum*. Saunders (1924) je pokazao da je *Spirostomum* osetljiviji na promene pH, te se stoga može uzeti kao stenojonična vrsta.

Svetlost. Uticaj svetlosti na bezbojne protozoe nije bio mnogo proučavan. Edi (Eddy, 1928) iznosi da sukcesija protozoa u kulturama koje su rasle u mraku ne razlikuju se od sukcesije kultura na svetlosti. Ričards (Richards, 1929), međutim, našao je da je sezonski ritam u rastenju *Paramecium aurelia*, *Blepharisma undulans* i *Histro complanatus* u korelaciji sa količinom sunčane svetlosti. Mast i Peis (1934) su našli da je rastenje *Chilomonas paramecium* u mraku bilo dobro, možda bolje nego na svetlosti.

Faktori rastenja. Dosada je relativno mali broj cilijata mogao da se gaji u kulturama bez bakterija. Lvov (1932) je istakao da je to zbog toga što se desio gubitak funkcija za vreme morfološke i fiziološke evolucije cilijata. Većina oblika prešla je na

ishranu čvrstim delićima, i izgubila je, za vreme njihove fiziološke evolucije, sposobnost da koristi kao hranu jednostavnija rastvorena jedinjenja. Kider i njegovi saradnici odredili su koji su faktori rastenja potrebni za neke cilijate u kulturama bez bakterija, ali to je van interesa ovog rada.

Alelokataliza. Uticaj koncentracije hrane i uticaj produkata metabolizma na brzinu deljenja protozoa bili su predmet diskusija u proučavanju alelokatalize, gde se ispituje odnos između početne gustine populacije i brzine deljenja. Rezultati eksperimenta različiti su ne samo za razne vrste nego i za jednu istu vrstu (možda se radilo o raznim sojevima jedne vrste). Džonson je objasnio (1933) razilaženja u rezultatima za kulture s bakterijama pretpostavkom da uticaj početne gustine cilijata na njihovu brzinu deljenja zavisi od gustine bakterija. Derbi (Darby, 1930), naprotiv, pripisuje neslaganje rezultata razlikama u pH kultura. Svit (Sweet, 1939) je istakao da brzina deljenja *Euglena gracilis* raste s veličinom inokuluma pri optimalnoj zapremini autotrofnog medijuma, a u kulturama s bakterijama. Ako je zapremina autotrofnog medijuma bila manja, kulture s manjim inokulumom imale su veću brzinu deljenja.

Biološko uslovljavanje medijuma. Zaključak koji se može izvesti nakon razmatranja svih rezultata u literaturi o ovom predmetu — njihov pregled je dat u piščevom prethodnom radu (Mučibabić, 1952) — jest da početna brzina deljenja organizama u kulturi zavisi od »biološkog uslovljavanja« medijuma. Izraz biološko uslovljavanje uveo je Park (1934) u odnosu na populacije insekata, ali se može i ovde primeniti. U ovom slučaju biološko uslovljavanje može se uzeti kao skup svih promena u medijumu koje potiču od organizama koji u njemu žive. Ove promene nisu samo dodavanje izvesnih materija medijumu, nego i oduzimanje materija iz medijuma. Biološko uslovljavanje medijuma može biti ili stimulirajuće ili inhibitorno na brzinu deljenja.

Hol i Lefer (1940) pokazali su da dodavanje, ili neupotrebljenog ali starog rastvora, ili filtrata stare kulture svežem rastvoru, stimuliralo je brzine deljenja u novoj kulturi. U preliminarnim eksperimentima na *Chilomonas paramecium* pisac ovih redova je našao da neupotrebljen ali star medijum ne pomaže rastenje tako dobro kao sveže pripremljen rastvor. Možda mešavina starog i novog medijuma koju su upotrebili Hol i Lefer imala je drukčiji uticaj na razmnožavanje organizama. Razmer upotrebljenih zapremina starog i novog rastvora (ne pominju ga Hol i Lefer) može biti vrlo značajan.

Iz ovog pregleda može se videti da je relativno malo poznato o uticaju raznih faktora na rastenje populacija Protozoa. Rezultati raznih autora ne slažu se uvek, i, za sada, još nije moguće izvesti zaključke koji važe za celu grupu.

A. UTICAJ RAZLICITIH KONCENTRACIJA HRANLJIVOOG MEDIJUMA NA RASTENJE POPULACIJE

Chilomonas paramecium

Među faktorima koji mogu uticati na rastenje populacije, izgleda da je koncentracija hrane neobično važna. Njen značaj istakli su dosada mnogi autori, ali njen detaljan odnos s rastenjem populacija Protozoa nije još bio proučavan. *Chilomonas paramecium*, kao saprofitski oblik, izgleda da je vrlo pogodan za takvo istraživanje, jer se količina hrane u njegovim kulturama bez bakterija može odrediti tačno, a ne samo aproksimativno kao u eksperimentima s protozoama koje se hrane bakterijama. Varijajući koncentraciju njegove hranljive sredine i održavajući ostale faktore konstantnim, istraživač može ispitivati uticaj ovih variranja na rastenje populacije. Šta ima da se proučava u tom slučaju? Reći samo — rastenje populacija — nije dovoljno, jer zadatak bi bio suviše neodređen. Izgleda da u najmanju ruku sledeći aspekti treba da se razmotre pod svakim uslovom ishrane: 1) maksimalna numerička veličina populacije; 2) brzine rastenja; 3) faze rastenja; 4) dužina života populacije.

U ovim eksperimentima *Chilomonas* je gajen u šest različitih koncentracija hranljivog medijuma. Najveći broj posmatraњa izvršen je na kulturama koje su rasle u rastvoru 0.1% govedeg ekstrakta i 0.1% natrijum acetata. Kao što je bilo ranije menjeno, ovo je medijum u kome se održavaju kulture hilomonasa u Kolekciji kultura, i u prvim eksperimentima on je upotrebljen kao medijum »standardne« koncentracije. Ti su eksperimenti trajali oko šest meseci, i za njih je bilo potrebno više vremena nego za druge, jer to je bio i period standardizovanja tehnike kad je trebalo bolje upoznati eksperimentalne organizme. Stoga je mnogo vremena bilo utrošeno uglavnom na kulture stare jedan i dva dana, delom i na kulture stare tri dana, da bi se utvrdile granice variranja u dobijenim brojevima, pri brojanju cele populacije.

Time se objašnjava pojava daleko većeg broja posmatranja u nekim eksperimentima; to ne znači — mora se istaći — da su ovi posebni eksperimenti bili smatrani važnijima od ostalih.

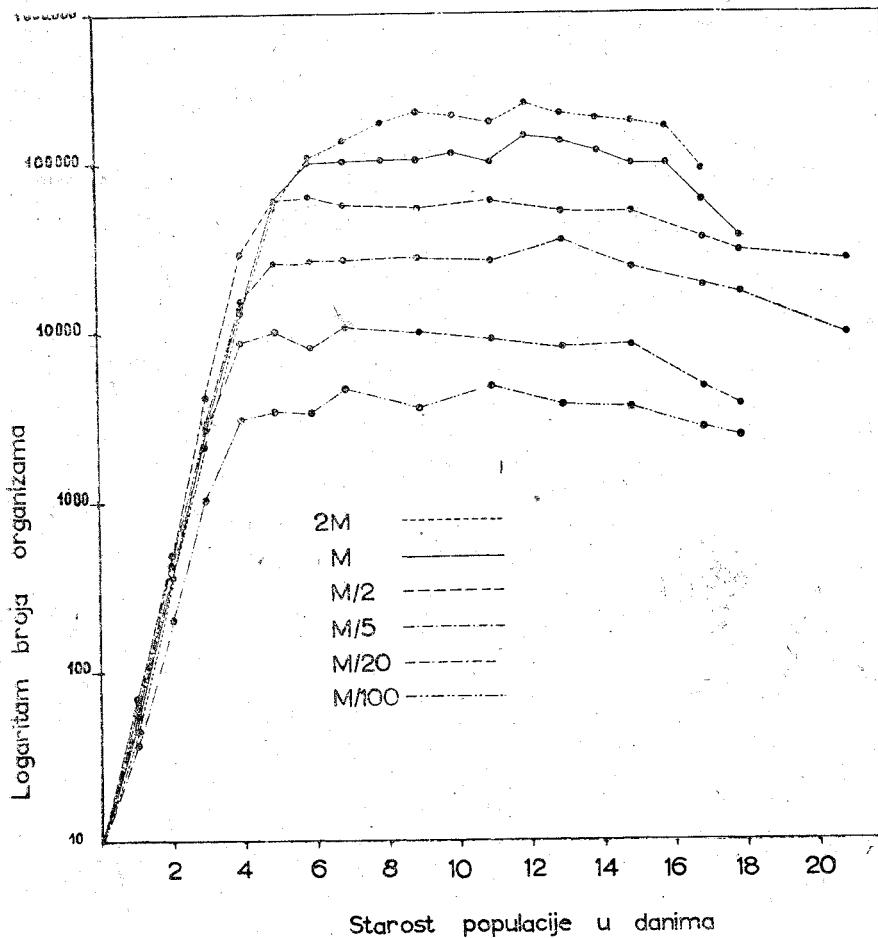
»Standardni« medijum bio je upotrebljen u dvostrukoj koncentraciji u jednoj jedinoj seriji eksperimentata; inače on je bio razrađen dva, pet, dvadeset ili sto puta. Ako se početna (»standardna«) koncentracija označi sa M, ostale će biti: 2 M, M/2, M/5, M/20 i M/100. Inokulum je bio jednak veličine i starosti u svim kulturama. Za kulture sa razređenim medijumom inokulum je uziman iz matičnih kultura s medijumom koncentracije M/2; pre inokuliranja kultura organizmi su oprani u velikoj količini (puno satno staklo) konačnog medijuma. Na taj način medijum iz rezervnih kultura nije bio prenošen u eksperimentalne kulture. Sve kulture su čuvane na 22.5° C.

Tablica I. Rastenje populacija *Chilomonas paramecium* u različitim koncentracijama hranljivog medijuma.

The growth of populations of *Chilomonas paramecium* in different concentrations of the nutrient medium.

Sifra testa dneva u dnevima Age in days	Koncentracija medijuma — Concentration of medium																	
	M/100			M/20			M/5			M/2			M			2 M		
	\bar{X}	s	n	\bar{X}	s	n	\bar{X}	s	n	\bar{X}	s	n	\bar{X}	s	n	\bar{X}	s	n
1	37.3	1.2	3	66.6	5.7	3	62.8	7.4	6	71	4.0	3	54.8	4.88	103	43.6	15.0	6
2	269.5	94	2	432.3	83.3	3	491.3	10.6	3	486.6	389.1	3	406	97.2	143	389	37.2	4
3	1025	318	2	2900	813	3	2920	110	3	4163	620	3	2724	891	35	2130	150	3
4	3100	170	3	9160	400	3	15725	3380	4	30430	387	3	14388	5090	24	13630	740	3
5	3460	50	3	10400	460	3	27060	1460	3	57600	2100	3	59620	16500	24	51600	16000	3
6	3360	290	3	8030	120	3	26400	3570	3	63390	260	3	101000	20000	10	105300	4400	3
7	4700	1	11100	3460	3	27600	2600		57600	2100	3	104000	10100	7	135000	5030	3	
8													163000	16800	8	163000	336100	4
9	3700	1	10200	1	28000		1	56000		1	105500	12000		4	207000	15400	3	
10													118300	3230	3	195000		1
11	4900	1	9300	1	27000		1	61000		1	100300	15000		3	178000		1	
12													152500	13300	2	235000		1
13	3800	1	8200	1	35600		1	52000		1	136000	2800		2	200000		1	
14													121000		1	191000		1
15	3700	1	8400	1	25200		1	53000		1	100000			1	182000		1	
16													101000		1	167000		1
17													66000		1	98000		1
18	1500	1	3800	1	16900		1	31000		1	36000		1					
21													10100	1				

Tablica I sadrži podatke o starosti, srednjoj veličini populacije (\bar{x}), standardnoj devijaciji (s) i broju posmatranih populacija (n), za svaku koncentraciju. Oni su pretstavljeni grafički na slici 1, gde su uneseni na ordinati logaritmi broja organizama, a na apscisi starost populacije.



Sl. 1. — Rastenje populacija *Chilomonas paramecium* u različitim koncentracijama hranljivog medijuma

1. Maksimalna veličina populacija

Prvo pitanje koje treba proučiti iz tih podataka jest uticaj različitih koncentracija hranljivog medijuma na maksimalnu veličinu populacija. Radi bolje preglednosti, srednja veličina maksimalnih populacija data je u tablici II. Jasno je da maksimalni

Tablica II. Maksimalna veličina populacija *Chilomonas paramecium* u različitim koncentracijama hranljivog medijuma.
 The maximum size of populations of *Chilomonas paramecium* in different concentrations of the nutrient medium.

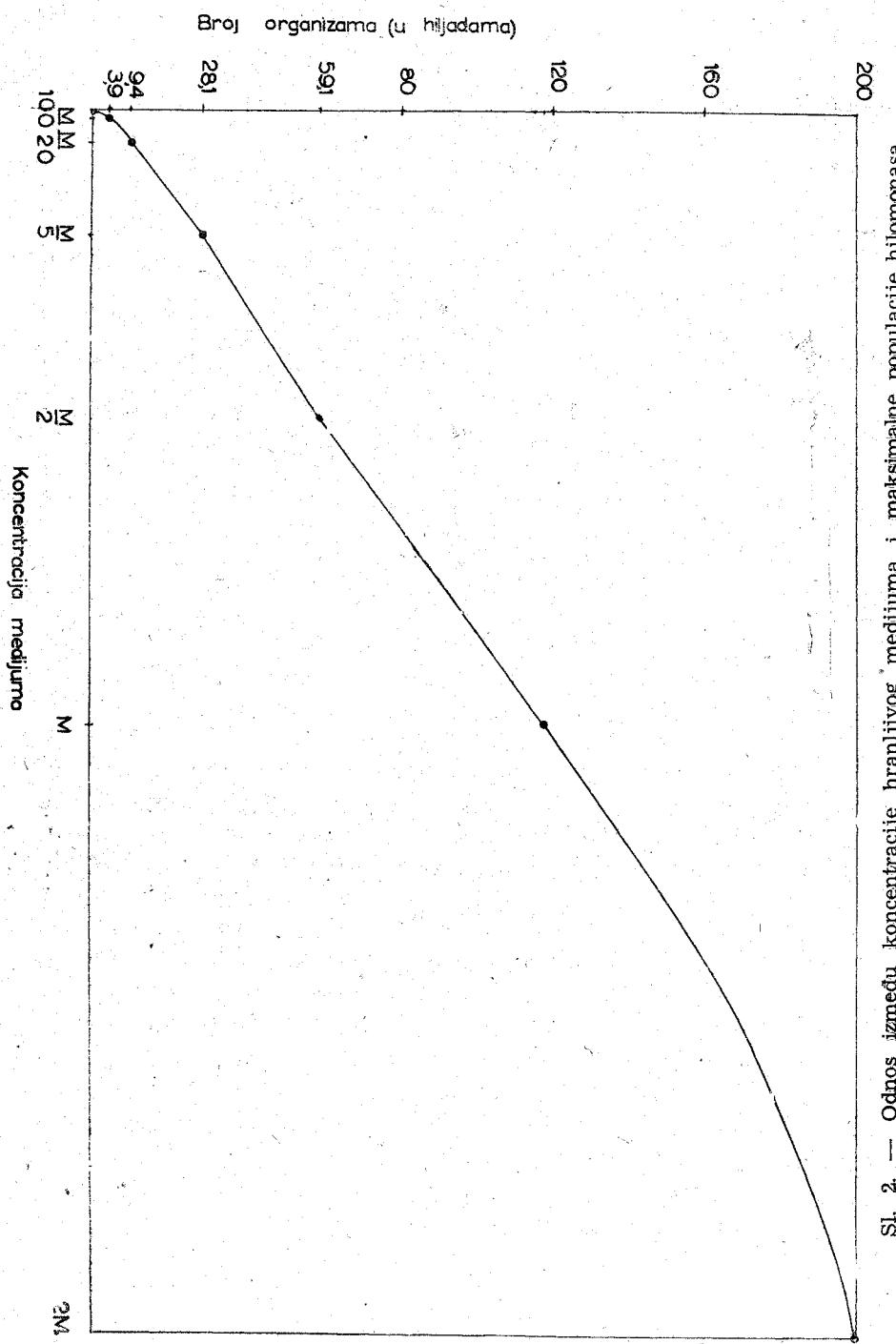
Koncentracija medijuma — Concentration of medium	2M	M	M/2	M/5	M/20	M/100	
Veličina populacije Size of population	posmatrana — observed	200000	118000	59100	28100	9400	3900
	očekivana — expected	236000	118000	59000	23600	5900	1180

broj jedinki u populaciji opada sa opadajućom koncentracijom hranljivog medijuma. Da vidimo da li su posmatrani brojevi proporcionalni koncentraciji medijuma. Ako uzmemo veličinu populacije u standardnoj koncentraciji medijuma kao početni broj za računanje, veličine populacija pri drugim koncentracijama mogu se lako naći, ako pretpostavimo da su proporcionalne količini hrane. Upoređujući odgovarajuće brojeve u tablici II, možemo videti da su posmatrane veličine populacija premašile očekivane brojeve u razređenim medijumima, dok je obrnut slučaj u dva puta koncentrisanom medijumu. Iz grafikona na slici 2 može se videti da je odnos između maksimalne populacije i koncentracije hranljivog medijuma skoro linearan, ali da na oba kraja otstupa od linearног. Ovo će biti tretirano kasnije.

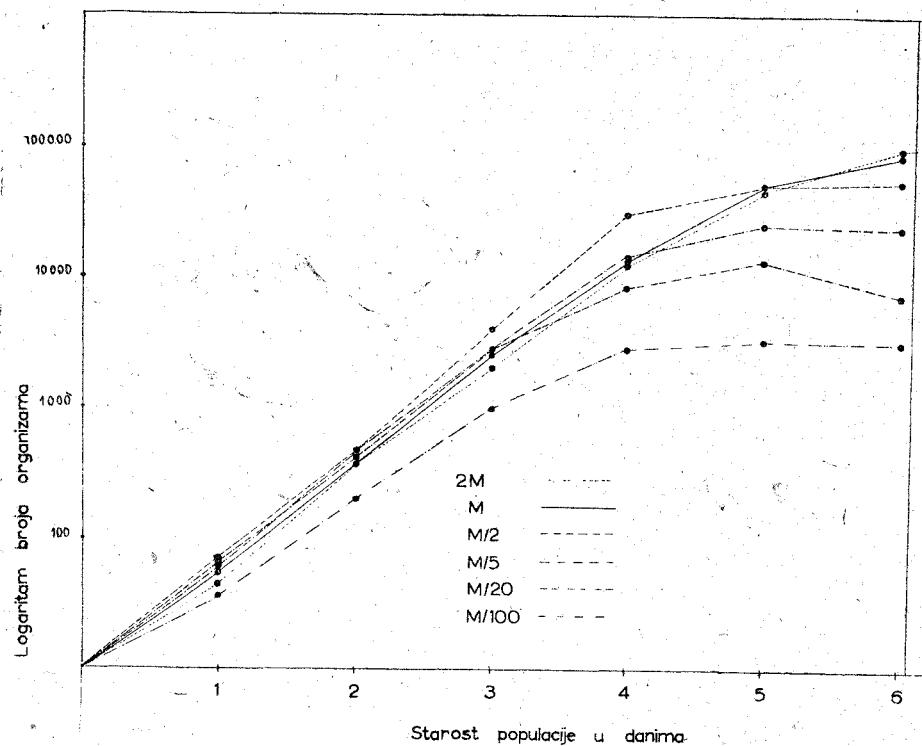
Iz ovoga se može zaključiti da koncentracija hranljivog medijuma može biti ograničavajući faktor za maksimalno rastenje populacija hilomonasa.

2. Brzina rastenja populacija

Drugo pitanje koje je potrebno studirati jest uticaj raznih koncentracija medijuma na brzinu rastenja ovih populacija. Brzina rastenja biće posmatrana samo u logaritamskoj fazi, jer je ona tada maksimalna i relativno stalna. Na taj način mogu se uporediti brzine posmatrane u kulturama koje su rasle pod različitim uslovima.



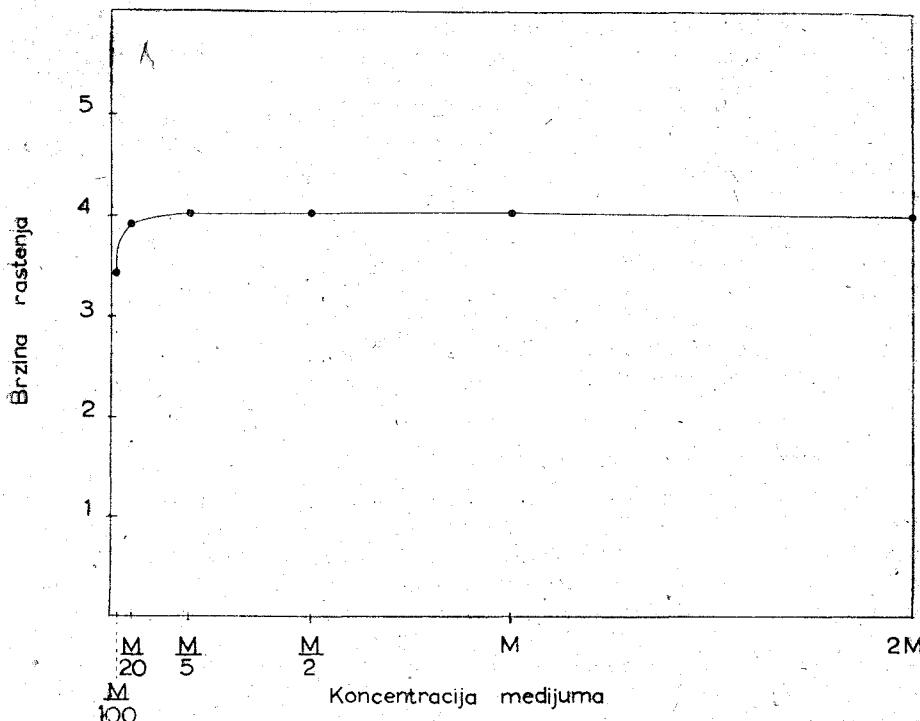
Sl. 2. — Odnos između koncentracije hranljivog "medijuma i maksimalne populacije hilomonasa



S1. 3. — Početni deo krivulje rastenja iz slike 1 — uvećan

Radi jasnoće početni deo krivulja rastenja dat je u većoj srazmeri na slici 3. Treba razmotriti samo deo koji predstavlja rastenje od kraja prvog dana do kraja trećeg dana, jer samo u tom periodu sve posmatrane populacije bile su u fazi logaritamskog rasta. Krivulje rastenja za taj period su linearne i aproksimativno paralelne, osim linije koja predstavlja rastenje u najrazređenijem medijumu. Kako su nagibi linija (tj. koeficijenti tih pravaca) koji predstavljaju brzinu približno jednaki, znači da nema razlike u brzini rastenja u medijumima raznih koncentracija. Jedini izuzetak je medijum najveće razrednosti, u kojem je brzina rastenja daleko manja. Odnos između koncentracija hranljivog medijuma i brzine rastenja populacija predstavljen je grafički na slici 4.

Može se zaključiti da, unutar širokih granica, brzina rastenja populacija hilomonasa ne zavisi od koncentracije hranljivog medijuma.



Sl. 4. — Odnos između koncentracije hranljivog medijuma i brzine

3. Faze* rastenja populacije

Razlike u koncentraciji medijuma odrazile su se i na faza rastenja populacija. Kako su sve populacije bile brojane prvi put nakon dvadeset i četiri časa od vremena inokuliranja kultura, početna stacionarna faza ne može se posmatrati. Lag faza (možda bi se našim izrazom mogla označiti kao faza početnog sporog rasta) nije primećena u medijumima koji su bili razređeni od dva do dvadeset puta. Ona je bila najjače naglašena u najrazređenijem medijumu, nešto manje u medijumu najveće koncentracije i skoro se može zanemariti u medijumu »standardne« koncentracije. Već se završila krajem prvog dana.

Vreme početka logaritamske faze nije isto za sve populacije zbog pojave lag faze u nekim od njih. Može se naći izvesna korelacija između trajanja logaritamske faze + faze negativne akceleracije rastenja i koncentracije medijuma. Ove dve faze

* Faze su obeležene kako ih razlikuju Buchanan i Fulmer (1928).

trajale su samo tri dana u medijumu sto puta razređenom, četiri dana u medijumu dvadeset puta razređenom, pet dana u medijumima koncentracije M/5, M/2 i M, a osam dana u medijumu dvostrukе koncentracije. Možda bi se otkrile izvesne razlike između kultura koje pokazuju isto trajanje logaritamske faze i faze negativne akceleracije rastenja, da je brojanje bilo češće nego jednom dnevno.

Razlike u trajanju ovih dveju faza imale su uticaja na početak stacionarne faze; ona je nastupila ranije u kulturama s nižom koncentracijom medijuma. Nije bilo značajnih razlika u trajanju stacionarne faze, izuzev u kulturama s dvostruko koncentrisanim medijumom. Njihova stacionarna faza bila je kraća nego u drugim kulturama.

4. Dužina života populacije

Koliko se može sagledati iz malog broja posmatranja (sl. 1), brzina opadanja populacije bila je veća u kulturama s M i 2 M koncentracijom medijuma nego u drugim. Ako prepostavimo da ova brzina ostane stalna, moglo bi se očekivati da će dužina života ovih populacija biti kraća. To se slaže s očekivanjem na kulturama za rasad (matične kulture) da se karakteristični oblaci umirućih ili mrtvih hilomonasa pojave pre u kulturama koje imaju više koncentrisan medijum nego u takvim kulturama s razređenim medijumima.

5. Izgled hilomonasa u medijumima različite koncentracije

Treba pomenuti i izvesna kvalitativna posmatranja o izgledu hilomonasa u medijumima različite koncentracije. Ona ukazuju (kao i dužina života populacije) da dvostruko koncentrisan medijum nije pogodan za hilomonasa. U ovom medijumu organizmi postanu mali i prozirni kad su populacije stare samo šest dana. Sledecih dana oni se još više smanje i postanu providniji, a to je karakterističan izgled »gladnih« organizama među protozoama (o tom piše Mopa, naprimer). Međutim, u isto vreme u kulturama standardne koncentracije (medijum M), organizmi imaju rezerve u vidu skrobnih zrnaca, i veličina im nije naizgled izmenjena. Providni i mali organizmi primećeni su takođe u medijumima razređenim dvadeset i sto puta, i to za vreme logaritamske faze rastenja, a posle toga postali su veći i tamniji, zahvaljujući formiranju granula rezervnih materija u njihovim celicama.

Diskusija

Ovi eksperimenti potvrdili su ranija shvatanja o važnosti količine hrane za rastenje populacija. Promena u količini rastenja nije bila neočekivana, ali je iznenadjuće da su na različite aspekte rastenja razne koncentracije medijuma delovale različito: maksimalna veličina populacije i trajanje pojedinih faza rastenja zavisili su od koncentracije medijuma, ali brzina rastenja u logaritamskoj fazi vrlo se neznatno menjala u odnosu na variranje koncentracije unutar širokih granica.

Maksimalni prinos. Maksimalni prinos populacije hilomonaša bili su proporcionalni s koncentracijama hrane. Grafikon pokazuje da je njihov odnos linearan samo unutar određenih granica. Šta znače ove devijacije? One pokazuju da je maksimalni prinos u medijumima niže koncentracije bio relativno veći, i da je, s druge strane, on bio relativno manji u medijumu najveće koncentracije. Izgleda da organizmi bolje iskoriste medijum, ako je količina hrane manja. To nije neobično, jer medijumi u kojima *Chilomonas* živi u prirodi obično imaju vrlo nisku koncentraciju organskih materija. Niže koncentracije nekih medijuma upotrebljenih u ovim eksperimentima odgovaraju možda bolje okolini hilomonasa u prirodi, i tako one su pogodnije za njegovo rastenje.

Koji faktor ili faktori ograničavaju njihovo rastenje na višoj koncentraciji, nije moguće reći na osnovu ovih eksperimentata. Možda produkti metabolizma igraju neku ulogu i sprečavaju dalje rastenje kad populacija postane vrlo gusta. Prestanak rastenja saprofitske forme *Glaucoma pyriformis* pre nestanka hrane zapazili su Lvov i Rukelman (Lwoff et Roukhelman, 1926). Nestanak CO_2 može takođe igrati ulogu, jer, prema Janu (1936), ovaj gas je važan za dobro rastenje kultura hilomonasa.

Felps (Phelps, 1936) je istakao blizak odnos između koncentracija hrane i maksimalnih populacija u njegovim eksperimentima na *Glaucoma pyriformis*. On je upotreboio svoje eksperimentalne rezultate kao dokaz da produkti metabolizma nemaju nikakvog uticaja na rastenje populacije. Devet koncentracija koje je on upotreboio u jednoj seriji eksperimentata bile su vrlo visoke, i samo dve najniže odgovaraju koncentracijama $M/2$ i $2 M$ upotrebljenim u ovim eksperimentima s hilomonasom. On je prevideo činjenicu da medijumi s nižom koncentracijom hrane bolje su pomagali rastenje glaukome. Uzimajući podatke iz njegovih eksperimentata i unoseći ih u formulu kojom je on pretstavio proporcionalnost između koncentracije hrane i broja životinja (samo nije mogao biti unesen broj životinja za najnižu koncentraciju, jer je rezultat bio negativan broj), posmatrani brojevi su veći od brojeva dobijenih računanjem iz njegove formule. Ako se njegovi podaci unesu u grafikon većeg razmara nego što je onaj koji je

on upotrebio (za niže koncentracije) odnosi između njih postaju jasniji. Devijacija od prave linije na nižim kao i na najvišim koncentracijama bila je znatna. Samo četiri od devet unesenih tačaka leže na pravoj liniji; na savijenim krajevima leže četiri tačke u donjem delu i jedna u gornjem. Međutim, Felps je istakao da se samo na najvišoj koncentraciji koju je on upotrebio u svojim eksperimentima, pokazao uticaj nekog drugog faktora — produkata metabolizma. Inače, koncentracija hrane bila je jedini faktor koji je uticao na rastenje populacija glaukome. Prema analizi dатој ovde, njegovi rezultati na *Glaucoma* slažu se s rezultatima u ovim eksperimentima na *Chilomonas*.

Linearni odnos između veličine stacionarnih populacija *Bact. lactis aerogenes* i koncentracija medijuma opisali su Dagli i Hinšelvud (Dagley and Hinshelwood, 1938), i Lodž i Hinšelvud (Lodge and Hinshelwood, 1939). Oni su takođe našli da se stacionarna populacija povećava linearno u početku a onda sporije, sa koncentracijom medijuma. Devijacija nađena na višoj koncentraciji bila je manja u medijumu laktosa-amonijum tartarat, nego u medijumu glikoza-fosfat. Krivulja koja pretstavlja odnos između koncentracija tartarata i maksimalnih populacija *Bact. lactis aerogenes* vrlo je slična s onom na slici 2 u eksperimentima s *Chilomonas*.

Pringshajm (Pringsheim, 1914) je ukazao na skoro linearan odnos između prinosa plesni *Aspergillus niger* i koncentracije njegog hranljivog medijuma. Prinos je izražen suhom težinom plesni i meren je sedamnaestog dana od inokuliranja. Kako je on relativno bio manji za više koncentracije, autor je pretpostavio da su možda ove kulture još rasle, i da bi njihov prinos mogao biti veći, da je bio određen nekoliko dana kasnije. Istina je da je kultura s medijumom više koncentracije potrebno više vremena da dostignu maksimalnu stacionarnu fazu, ali je vrlo verovatno da su ovi prinosi aspergilusa bili mereni u toj fazi i da su bili relativno manji kao i u napred pomenutim eksperimentima na protozoama i bakterijama. U istom članku Pringshajm iznosi da plesan *Mucor rhizopodiformis* ne daje relativno veće prinose na višim koncentracijama i da njen prinos pri 20% koncentraciji šećera nije bio veći od prinosu pri 10% koncentraciji.

I prinos kvasca, prema Pringshajmu (1914), zavisi od koncentracije hranljivog medijuma, ali optimum je pomeren ka oblasti viših koncentracija.

Brzina rastenja. Kao što smo videli, brzina rastenja hilonomasa u logaritamskoj fazi nije pokazivala značajnu zavisnost od koncentracije hrane, dok je ta zavisnost bila tako izrazita za maksimalni prinos. Brzina rastenja u kulturama s najnižem koncentracijom medijuma nije bila tako niska, i njeno smanjenje ne može se uporediti s padom u maksimalnom prinosu pri niskoj koncentraciji.

Felps (1936), u eksperimentima na *Glaucoma pyriformis*, istakao je takođe nepromenljivost brzine rastenja u logaritamskoj fazi u odnosu na koncentraciju hrane. Penfould i Noris (Penfold and Norris, 1912), studirajući uticaj različitih koncentracija peptona na dužinu generacionog vremena *B. typhosus*, našli su takođe da nema značajne promene u granicama koncentracija između 0.4 i 1.25%, ali ispod 0.4% generaciono vreme se mnogo produživalo. Međutim, Pringshajm (1914) je našao da se brzina rastenja populacije kvasca povećavala s koncentracijom medijuma.

Monoovi eksperimenti (Monod, 1942) na *B. coli* pokazali su da, unutar širokih granica, koncentracija hranljivih materija nema značajnog uticaja na brzinu rastenja populacija. U eksperimentima na *Bact. lactis aerogenes* koji su već bili pomenuti, Hinselvud i njegovi saradnici (1938, 1939) istakli su da na srednje generaciono vreme u logaritamskoj fazi ne utiču promene u koncentraciji hrane:

Faze rastenja. Lag faze koje su se pojavile u kulturama s najvišom i najnižom koncentracijom hranljivog medijuma, nisu morale nastati na isti način. Kulture s medijumom dvostrukе koncentracije bile su inokulirane iz matične kulture sa standardnom koncentracijom medijuma (M). Organizmi se verovatno nisu delili dok se nisu oporavili od šoka zbog prenosa iz medijuma jedne koncentracije u medijum druge koncentracije. S druge strane, u kulturama s medijumom najniže koncentracije organizmi su bili oprani četiri puta pre inokuliranja. Mogli su neki možda uginuti zbog povreda pri tom postupku, ili možda zbog naglog prenosa u medijum koji je siromašniji. U tom slučaju moguće je da lag faza nije prava lag faza, nego samo prividna. Može biti da u Džonsonovim eksperimentima (1933) manja brzina deljenja *Oxytricha fallax* u kulturama s većom gustinom *Pseudomonas fluorescens* nego u kulturama s manjom gustinom bakterija, bila je usled pojave lag faze samo u kulturama s većom količinom hrane, kao i u eksperimentima s hilomonasom. Da su njegovi eksperimenti trajali više od jednog dana, tako da bi sve kulture dospele u logaritamsku fazu, možda se ne bi ni pojavile razlike između kultura s velikom i s malom gustinom bakterija. S druge strane, možda su toksični produkti bakterija mogli smanjiti brzinu deljenja u kulturama s većom gustinom bakterija.

Ranije je bilo pomenuto da period logaritamskog rasta i rasta u fazi negativne akceleracije rastenja bili su duži u kulturama s većom koncentracijom hrane. Posledica dužeg perioda rastenja bila je veća stacionarna populacija. Felps (1936) nije pomenuo uticaj raznih koncentracija medijuma na trajanje logaritamske faze, ali može se videti iz grafikona koji je on dao, da njeno trajanje raste s koncentracijom hrane. Iz datog grafikona može se zaključiti da se njegovi rezultati razlikuju od rezultata

koji su dobijeni na hilomonasu u ovom radu što je ponekad potpuno izostala faza negativne akceleracije rastenja. Ova faza trajala je najduže pri najmanjoj koncentraciji medijuma i nije se uopšte pojavila u kulturama s većom koncentracijom medijuma. Naprotiv, u rastenju populacija hilomonasa, ona je bila uvek zastupljena i trajala je najduže na najvišoj koncentraciji.

Ovi rezultati takođe ukazuju da je dužina života populacije kraća u kulturama s višom koncentracijom hranljivog medijuma. Hadlston (Huddleston, 1951) je iznela da to važi i za kulture *Tetrahymena gelei* koje su održavane u raznim koncentracijama proteoza-peptona.

Iz ovih eksperimenata može se zaključiti da različite koncentracije hranljivog medijuma utiču na maksimalnu veličinu populacije, trajanje rastenja i dužinu života populacije, ali, unutar širokih granica, nemaju značajnog uticaja na brzinu rastenja populacije u logaritamskoj fazi.

B. UTICAJ TEMPERATURE NA RASTENJE POPULACIJE

Chilomonas paramecium

Uticaj temperature proučavan je više od uticaja i jednog drugog ekološkog faktora, i njen značaj za rastenje populacija mnogih vrsta poznat je već duže vreme. Ranije studije na protozoama bile su ograničene na uticaj temperature na brzinu deljenja, i, koliko je poznato, drugi aspekti problema nisu još bili istraživani. Tako Vudraf i Beitsel (Woodruff and Baitsell, 1911), i Mičel (Mitchell, 1929) ispitivali su uticaj temperature na brzinu deljenja *Paramecium* u kulturama koje su bile s bakterijama. Smit (Smith, 1940) je studirao ovaj efekat na *Chilomonas paramecium* u izolovanim kulturama (svaka samo s jednom individuom), a Felps (1946) na *Tetrahymena gelei*. Felps je posmatrao brzinu deljenja samo u logaritamskoj fazi rastenja, i u tom radu njega nije zanimalo uticaj temperature na rastenje populacije. Izgledalo je, stoga, da je vredno proučiti detaljnije uticaj temperature na populaciju *Chilomonas paramecium*.

Kulture hilomonasa održavane su na osam različitih temperatura od 5° do 36° C. Nije primećeno da je nagli prenos s 22.5° C na druge temperature izazvao pojavu lag faze. Aklimatizacija, koju su neki autori vršili, može biti važna možda u kratkim eksperimentima u kojima posmatranja ne traju više od 24 sata, ali je nepotrebna u eksperimentima rastenja populacija. Tu su kulture gajene bar nekoliko dana, jedna serija preko mesec dana, a jedna druga oko dva meseca.

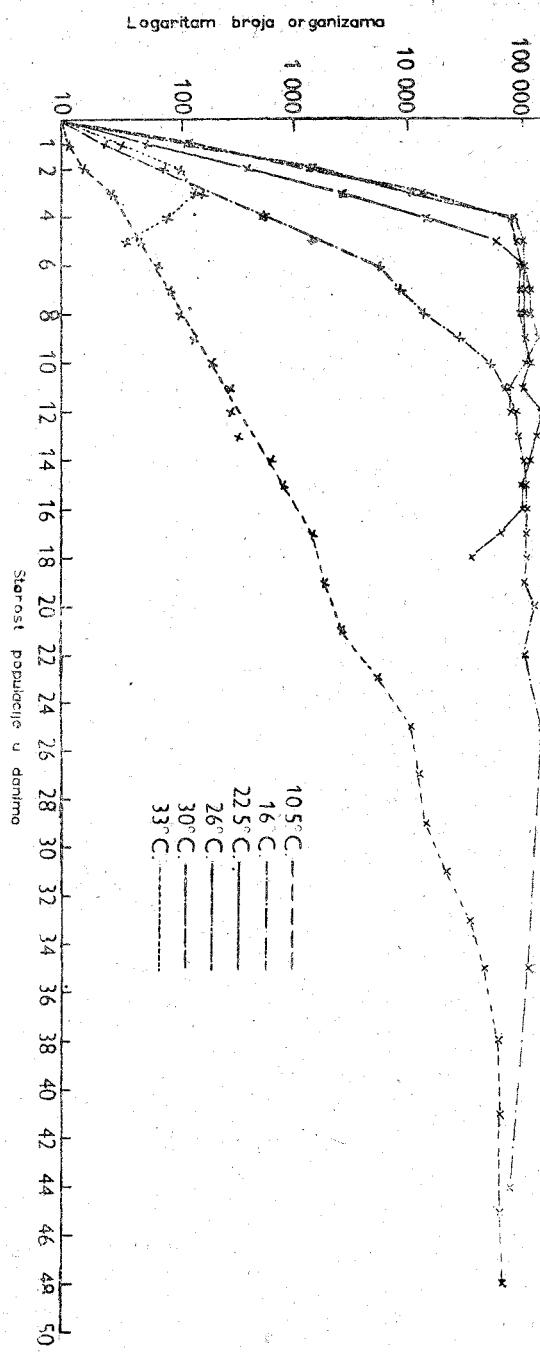
1) Rastenje populacije izraženo brojem organizama

Na temperaturama 5° i 36° C nema rastenja populacija, i na 36° C organizmi su uginuli prvog dana posle inokuliranja. Međutim, na 5° neki od njih su ostali u životu, ali se nisu razmnožavali. Zbog toga i nema podataka u tablici III o kulturama

Tablica III. Rastenje populacija *Chilomonas paramecium* na različitim temperaturama izraženo brojem organizama

The growth of the populations of *Chilomonas paramecium* at different temperatures in terms of total number of organisms

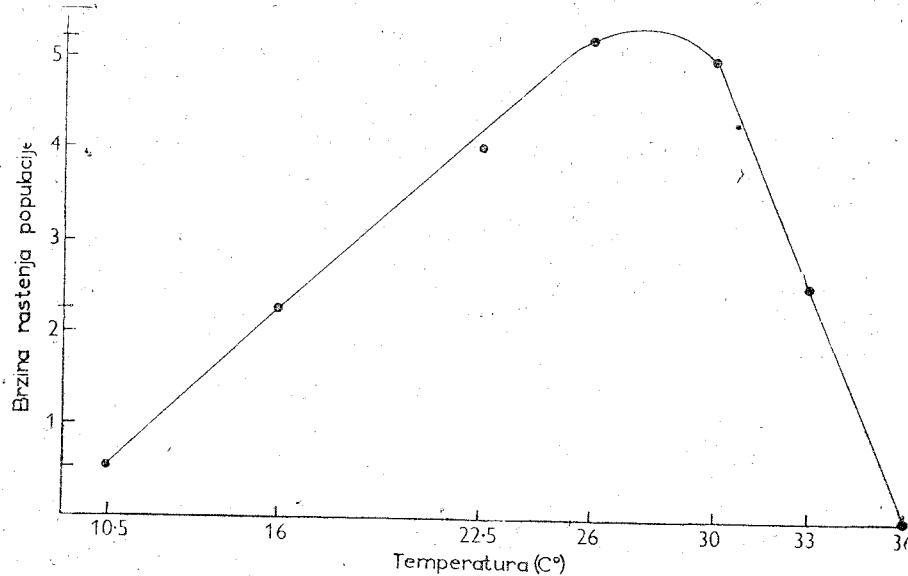
Dani Days	TEMPERATURA										33°							
	10.5°			16°			22.5°			26°			30°			33°		
	X	S	n	X	S	n	X	S	n	X	S	n	X	S	n	X	S	n
1	11.5	2.3	4	23.6	3.2	3	54.8	4.88	103	120	5.5	3	126	15.3	3	33.3	7.6	3
2	15.8	2.4	6	79.25	10.1	4	405	97.2	148	1490	304	3	1368	100.4	3	107.6	23.7	3
3	28	4.1	4	171.0	3	2724	891	35	10630	1889	3	13400	3608	3	141	11.1	3	
4	37	6.8	5	552.3	70.0	3	14488	5090	24	85000	15200	5	84300	5400	3	86.3	29.0	3
5	46.8	10.8	4	1440	70	3	56620	16500	24	102200	15200	5	90000	3400	3	26	4.3	3
6	69.5	17.9	4	5766	934	6	101000	20000	10	103600	16900	7	98300	7300	3	195600	15700	3
7	87.75	28.6	4	8600	2060	4	104000	16100	7	118300	15100	1	1	1	1	1	1	
8	107.5	47.4	4	14050	3510	4	103000	18800	8	119000	18000	1	95000	108000	1	1	1	
9	141	20.2	4	28040	10970	7	103500	12600	4	142000	1	1	1	1	1	1	1	
10	199.3	22.2	3	53680	23800	6	118300	32300	3	112000	4200	2	1	1	1	1	1	
11	260	35.0	3	72800	1500	3	103300	15000	3	78000	1	1	1	1	1	1	1	
12	294.2	76.4	5	87800	6600	5	152500	13300	2	83000	1	1	1	1	1	1	1	
13	343	19.5	4	94000	7800	3	136000	2800	2	1	1	1	1	1	1	1	1	
14	643	216.2	4	104500	7300	4	121000	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
15	830	17.0	3	109000	1	1	100000	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
16	17	1510	606	4	107000	1	101000	1	1	10000	1	1	1	1	1	1	1	
18	19	1888	467	4	109000	1	106000	1	1	66000	1	1	1	1	1	1	1	
20	21	2710	753	5	125000	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
22	23	5560	450	3	145000	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
25	27	12700	1470	3	162000	3	113000	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
29	29	15700	3500	3	15800	4	82000	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
30	31	22400	7130	4	126000	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
33	33	36860	3660	3	18200	3	113000	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
35	46600	16200	3	113000	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
38	63000	15800	4	82000	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
41	65600	3100	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
45	72600	7500	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
47	50	68000	12200	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	



Sl. 8. — Uticaj temperature na stanje populacije *Chilomonas paramecium*

na 5° i 36° . Cifre su date samo za temperature na kojima je bilo rastenja. U tablici je data srednja veličina populacije (\bar{x}), standardna devijacija (s) i broj posmatranih populacija (n) za svaku temperaturu i starost. Ovi podaci su prikazani grafički na slici 5, gde je celokupni broj organizama unesen na ordinatu, a starost populacije u danima na apscisu. Iz krivulja je jasno da temperatura ima dubok uticaj na brzinu rastenja populacije, a nema značajnog uticaja na njen maksimalni prinos. Veća razlika u veličini maksimalne populacije pojavila se samo na 33°C , gde je temperatura bila skoro letalna. Na ovoj temperaturi organizmi su živeli samo pet do šest dana.

Kako iz grafikona na slici 5 nije moguće videti kakav je odnos između temperature i brzine rastenja populacije, bilo je potrebno izračunati brzinu rastenja u logaritamskoj fazi za svaku temperaturu i uneti ove vrednosti u grafikon nasuprot temperaturi. Ovo je prikazano na slici 6. Brzine rastenja su koeficijenti



Sl. 6. — Odnos između temperature i brzine rastenja populacije hilomonasa rastenja populacije hilomonasa

pravca (tangensi ugla između apscise i krivulje rastenja) koji pretstavlja rastenje populacije u logaritamskoj fazi. Brzine su pretstavljene na ordinati, a temperature na apscisi. Asimetrična krivulja dobijena na taj način, potseća na slične krivulje koje pretstavljaju odnos između temperature i brzine raznih bioloških procesa: ona je strma u oblasti viših temperatura, a za niže temperature ima manji nagib. Na 26° i 30° rastenje populacije je

vrlo slično, tako da se krivulje rastenja poklapaju skoro celom njihovom dužinom. Međutim, može se videti na slici 6 da je na 26° C brzina rastenja nešto veća nego na 30° C; tačka infleksije krivulje leži između ovih temperatura.

Slika 5 pokazuje da temperatura utiče i na dužinu života populacije. Ona je najveća na 10.5° C i postaje sve manja s višom temperaturom. Na 33° C maksimalna stacionarna faza nije se ni pojavila. Čim je populacija dostigla maksimalnu veličinu, počela je da opada.

2) Rastenje populacije izraženo celokupnom zapreminom organizama

Organizmi su fotografisani svaki drugi dan za vreme rastenja populacije na svakoj temperaturi (samo su na 33° fotografije uzimane svaki dan). Dok je gustina populacije bila vrlo mala, cela kultura je prvo raspoređena u po dva reda kapljica na predmetna stakla, a zatim su pod binokularom svi organizmi skupljeni kapilarnom mikropipetom u jednu kapljicu. U suprotnom slučaju, oko osam do deset kapljica kulture raspoređeno je na predmetno staklo. Svaka kapljica raširena je u tanak sloj. Kapljice nisu poklapane pločicom, jer bi u tom slučaju organizmi mogli promeniti oblik i veličinu. Pogodna kombinacija sočiva (objektiv malog uvećanja-dubokog fokusa i okular velikog uvećanja) izabrana je da bi se dobio veliki broj organizama u oštrom fokusu. Jak izvor svetlosti (lampa živinog luka od 250 vati) omogućio je trenutno fotografisanje (1/200 deo sekunde ekspozicija), tako da su organizmi u pokretu dobijani u oštrom fokusu. U koliko nisu dobijene fotografije dvadeset organizama u oštrom fokusu za svaku starost i temperaturu, inokulirana je nova serija kultura, i organizmi su fotografisani onog dana za koji nije bilo dovoljnog broja dobrih fotografija. Trebalo je to ponoviti tri ili više puta za rane stupnjeve rastenja populacije, kad je gustina populacije vrlo mala.

Koliko temperatura utiče na veličinu i oblik hilomonasa može se videti s fotografija na slici 7—13. Uticaj starosti populacije (koja je rasla na 30°) pokazan je na fotografijama na slici 12. U tablici III veličina populacije hilomonasa izražena je brojem organizama. Veličina organizama merena je s fotografija za različitu starost i temperaturu, i ovi podaci su upotrebljeni za izračunavanje veličine populacije izražene celokupnom zapreminom. Rezultati su prestavljeni u tablici IV.

Uticaj temperature na maksimalnu veličinu populacije izraženu brojem organizama i izraženu celokupnom zapreminom organizama nije isti, što se vidi iz tablice V i slike 14; jer dok

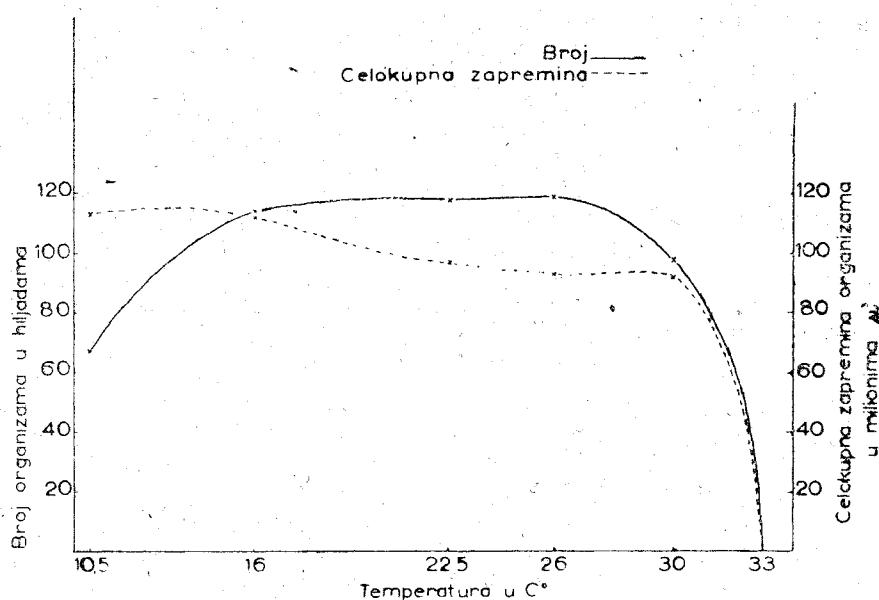
maksimalna veličina populacije, izražena zapreminom, opada s porastom temperature, maksimalna veličina izražena brojem organizama raste. Potrebno je uočiti da populacija na 10.5° koja izgleda znatno manja od ostalih po broju organizama, nije samo velika kao ostale, neglo i veća od njih po zapremini.

Tablica IV. Rastenje populacija *Chilomonas paramecium* na različitim temperaturama izraženo celokupnom zapreminom (veličina populacije data u hiljadama kubnih mikrona).

The growth of populations of *Chilomonas paramecium* at different temperatures in terms of total volume (the size of population given in thousands of cubic micra).

Dani Days	10.5°	16°	22.5°	26°	30°	33°
0	11	11	11	11	11	11
1						79
2	34	173	665	2676	2179	216
3						362
4	82	841	15147	78391	82867	225
5						85
6	164	11880	97137	82685	91616	
8	219	21960	89481	92567		
10	454	73459	82810			
12	743	107500				
14	1290	111541				
16	1962					
18	2617					
20	4427					
22	5317					
24	11985					
26	20226					
28	28857					
30	47534					
32	55175					
34	72263					
36	93298					
38	106895					
40	127696					
42	103673					
45	116046					
47	110352					
50	81150					

Interpolirane vrednosti — Interpolated values



Sl. 14. — Odnos između temperature i maksimalne veličine populacije hilo-monasa (izražena brojem i celokupnom zapreminom organizma)

Tablica V. Uticaj temperature na maksimalnu populaciju *Chilomonas paramecium*. The effect of temperature on the maximum population of *Chilomonas paramecium*.

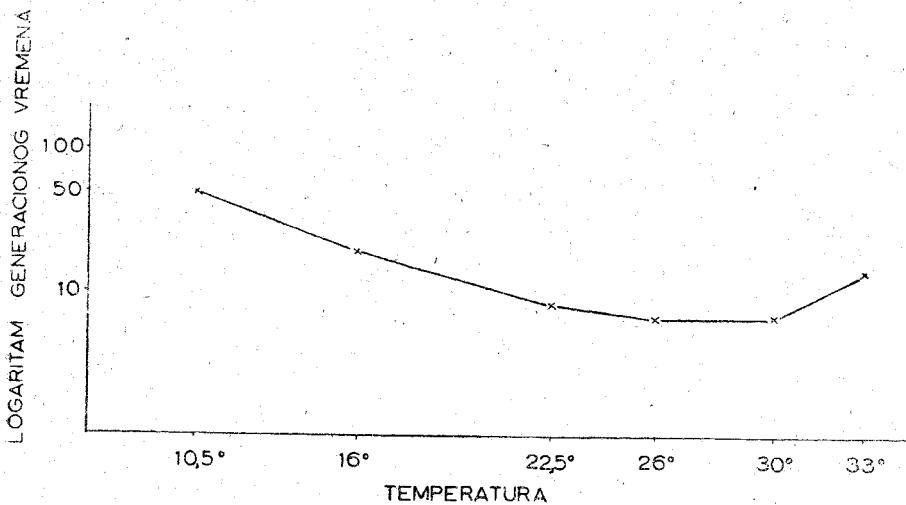
Temperatura		10.5°	16°	22.5°	26°	30°	33°
Veličina populacije Size of population	Broj organizama - Total number of organisms	68000	114000	118000	119000	98000	141
	Celokupna zapremina organizama (milioni kubnih mikrona) - Total volume of organisms (millions of cubic micra)	113	112	97	93	92	0.36

Tablica VI. Uticaj temperature na generaciono vreme *Chilomonas paramecium*. The effect of temperature on the generation time of *Chilomonas paramecium*.

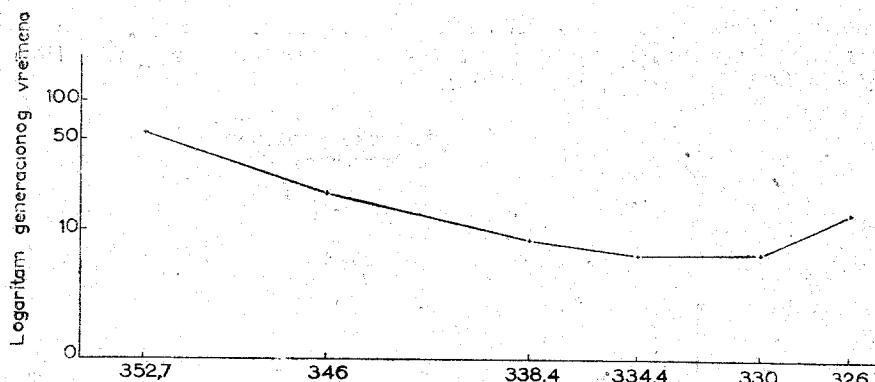
Temperatura	Generaciono vreme (u časovima) — Generation time (in hours)
10.5 °C	58.46
16 °C	19.40
22.5 °C	8.517
26 °C	6.640
30 °C	6.931
33 °C	14.0

3) Temperaturski koeficijent i termalni priraštaji brzine razmnožavanja *Chilomonas paramecium*

Brzina razmnožavanja *Chilomonas paramecium* na različitim temperaturama može se izraziti dužinom generacionog vremena. Koliko je ono za razne temperature, vidi se u tablici VI. Logaritmi ovih brojeva uneseni su u grafikon nasuprot temperaturi ili absolutne temperature na slici 15 i 16, pokazujući na taj



Sl. 15. — Logaritam generacionog vremena nasuprot temperatu



Recipročna vrednost apsolutne temperature $\times 10^5$

Sl. 16. — Logaritam generacionog vremena nasuprot recipročne vrednosti apsolutne temperature $\times 10^5$

način odnose Q_{10} odnosno μ . Ako bi Q_{10} i μ bili konstantni za sve temperature, sve tačke bi ležale na pravoj liniji. Iz krivulja je jasno da su koeficijenti promenljivi, i to veći su za niže temperature. Vrednosti Q_{10} su 8.71 između 10.5° i 16° C, 3.55 između 16° i 22.5° C i 2.03 između 22.5° i 26° C. Odgovarajuće vrednosti μ su 32 891, 21 638 i 12 366 kalorija.

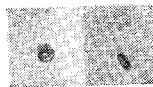
One su računate prema formuli $Q_{10} = \frac{10 (\log k_1 - \log k_2)}{t_1 - t_2} + 4.6 (\log k_2 - \log k_1)$

$$\mu = \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}$$

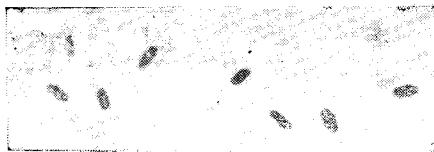
(Bělehrádek, 1935), gde k_1 i k_2 su brzine rastenja populacije, t_1 i t_2 temperature, i T_1 i T_2 apsolutne temperature. Kako su vrednosti generacionog vremena recipročne od broja generacija u jedinici vremena, u računanju je bilo potrebno promeniti predznake.

Na slici 17 logaritmi generacionog vremena uneseni su nasuprot logaritama temperature. Oni pretstavljaju Belehradekovu jednačinu (1926) za temperatursku konstantu. Tačke su bliže pravoj liniji nego na dve prethodne slike. Na slici 18 uzete su u obzir vrednosti »biološke nule«, prema formuli

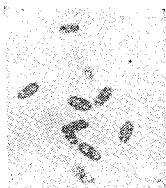
$b = \frac{\log y_1 - \log y_2}{\log (t_2 - a) - \log (t_1 - a)}$ koju je Bělehrádek (1935) docnije predložio. U ovim eksperimentima na hilomonasu vrednost biološke nule nije bila poznata, izuzev da ona mora ležati između 10.5° C i 5° C, to jest između najniže temperature na kojoj je populacija rasla i temperature na kojoj su organizmi samo preživeli. Uvodeći temperature 5, 5.5, 6 ... 9.5 kao vrednosti za a u ovu formulu, nadeno je da vrednost 6.5 najbolje odgovara. U



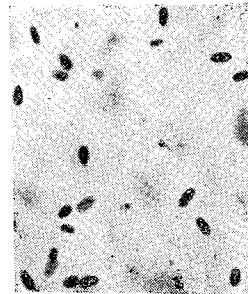
Sl. 7



Sl. 8



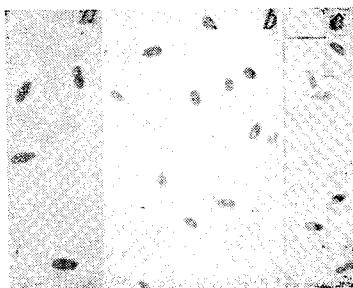
Sl. 9



Sl. 10



Sl. 11



Sl. 12

Sl. 7. *Chilomonas paramecium* Ehrenberg: fotografisan živ bez pločice odgajan u kulturi na 5° C. Istina jedinka posmatrana površinski sa strane. Uveć. 200 ×

Sl. 8. *Chilomonas paramecium* na 10.5° C. Uveć. 200 ×

Sl. 9 *Chilomonas paramecium* na 16° C. Uveć. 200 ×

Sl. 10 *Chilomonas paramecium* na 22.5° C. Uveć. 200 ×

Sl. 11. *Chilomonas paramecium* na 26° C. Uveć. 200 ×

Sl. 12. *Chilomonas paramecium* na 30° C; a) populacija stara 2 dana;

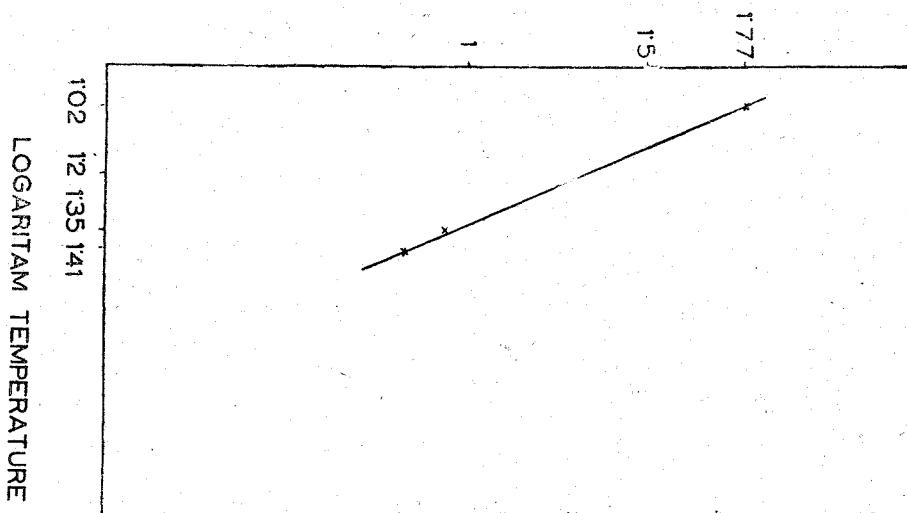
b) populacija stara 4 dana; c) populacija stara 6 dana

b) populacija stara 4 dana; c) populacija stara 6 dana. Uveć. 200 ×

Sl. 13. *Chilomonas paramecium* na 33° C. Uveć 200 ×

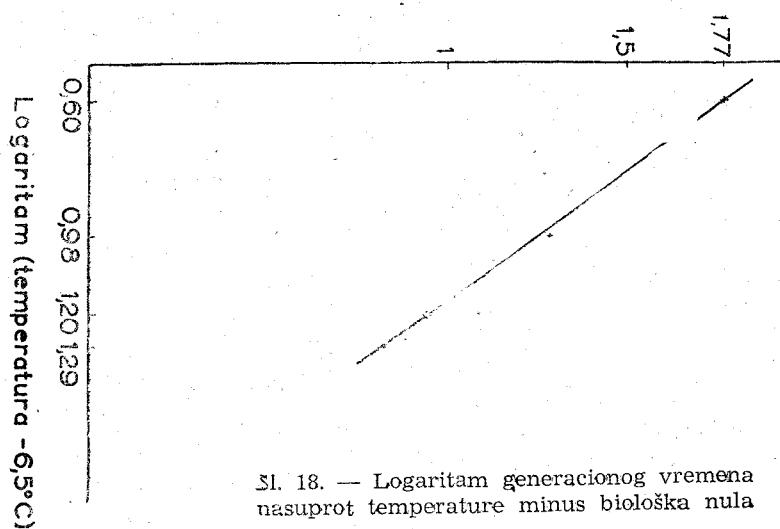
tom slučaju vrednosti za temperatursku konstantu b su 1.27 između 10.5° i 16° C, 1.09 između 16° i 22.5° C, i 1.25 između 22.5° i 26° C. Srednja vrednost je 1.20 sa standardnom devijacijom 0.098.

LOGARITAM GENERACIONOG VREMENA



Sl. 17. — Logaritam generacionog vremena
nasuprot logaritma temperature

Logaritam generacionog vremena



Sl. 18. — Logaritam generacionog vremena
nasuprot temperaturom minus biološka nula

4) Promene u veličini i obliku Chilomonas paramecium pri raznoj starosti populacije i na raznim temperaturama

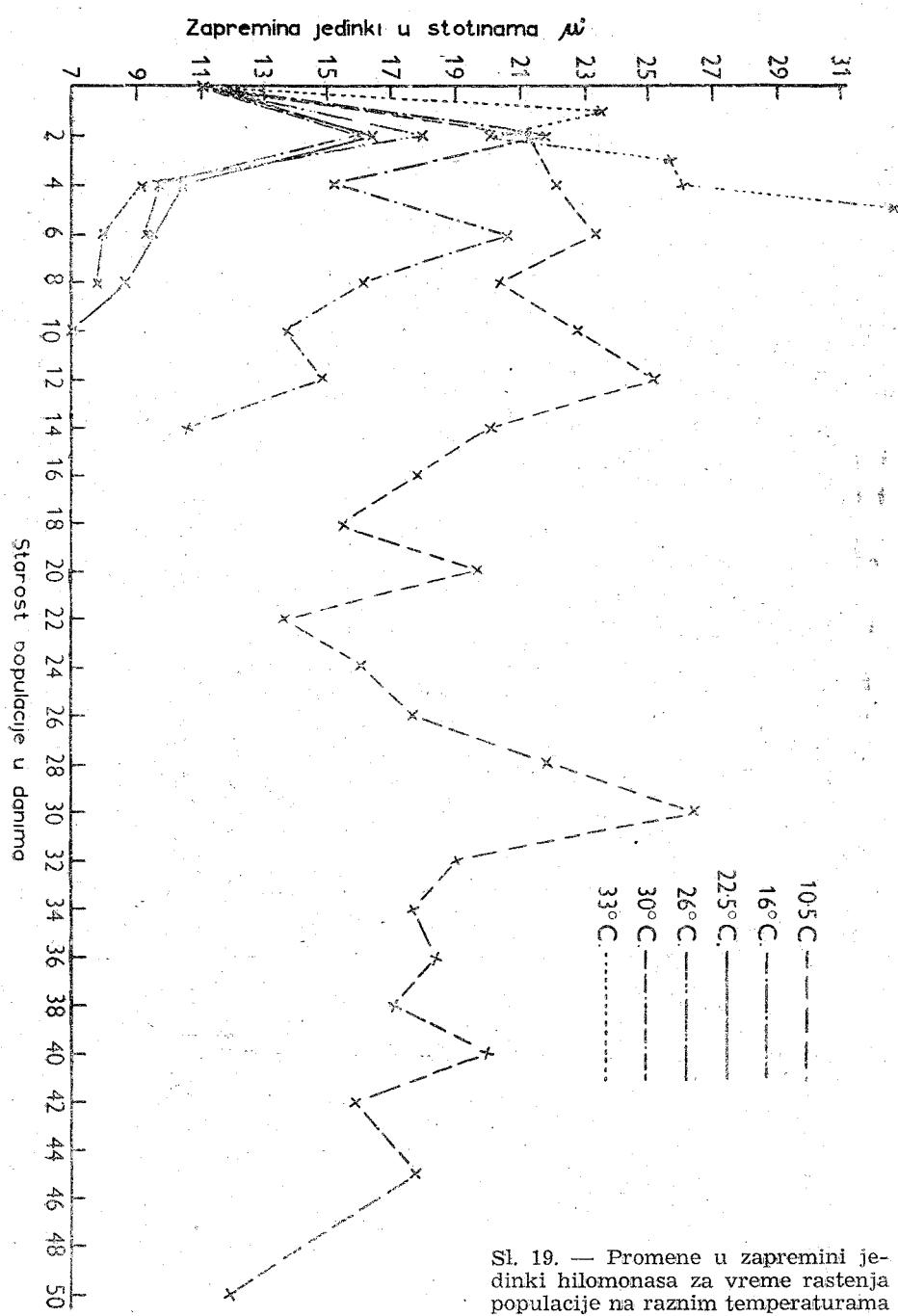
Bilo je primećeno da se promene dešavaju ne samo u broju organizama nego i u njihovoj veličini i obliku. Bilo je poželjno da se kvantitativno izraze ove promene. Promene u *veličini* mogu se pretstaviti podacima o dužini, širini i zapremini organizama; promene u obliku mogu se izraziti donekle promenama u razmeru između dužine i širine. Ovaj razmer računat je za svaki organizam koji je bio meren. Povećanje ili smanjenje ovog razmera pokazuje da li organizmi postaju vitkiji ili zdepastiji, a njegov koeficijent variranja može donekle pokazati do koje mere varira oblik organizama pri određenoj starosti i temperaturi.

Kako je oblik hilomonasa približan elipsoidu, njegova zapremina je računata po formuli $V = \frac{4}{3} \pi \frac{L}{2} \cdot \left(\frac{W}{2}\right)^2$, gde su L i W

dužina i najveća širina. Ovo je formula za volumen elipsoida s dve jednakе ose. Širina i debljina hilomonasa nisu u stvari jednake; debljina je oko $\frac{4}{5}$ do $\frac{5}{6}$ širine. Međutim, s fotografija se može dobiti podatak samo o dve dimenzije: a) dužini i b) širini ili debljini, ili nečem prelaznom između njih. Kako je meren veliki broj organizama, bila je podjednaka šansa da se meri debljina ili širina. Upotrebljavajući srednju vrednost ovih podataka kao srednju poprečnu dimenziju, ne menja se znatno rezultat. Može se jednostavnom računicom pokazati da razlika između zapremine hilomonasa računate iz ove formule i zapremine u kojoj su tri različite ose uzete u obzir, bila bi manja od 1%.

Tablice VII—XII sadrže podatke o srednjoj vrednosti, standardnoj devijaciji i koeficijentu variranja za dužinu, širinu i njihov razmer, zatim prosečnu zapreminu, i najzad broj merenih organizama. Kako je inkokulum bio uvek uziman iz matične kulture na 22.5°C , fotografija organizama na dan inkokuiranja uzimana je samo jedanput. To je razlog zašto su podaci za dan 0 jednak za sve temperature. Na slici 19 prikazane su promene u zapremini hilomonosa na raznim temperaturama za vreme rastenja populacija.

Podaci pokazuju znatan porast u veličini organizama za vreme ranog rastenja kultura na svim temperaturama. Koeficijenti variranja takođe postaju veći za vreme početnog rasta; na nekim temperaturama oni su najveći u tim ranim stupnjevima rastenja. Zanimljivo je uočiti da se veliko variranje u veličini i obliku organizama ponovo javlja kad populacije prelaze u maksimalnu stacionarnu fazu rastenja (četrdeseti dan na 10.5°C , dvanaesti dan na 16°C , osmi dan na 26°C). Na ekstremnim temperaturama vrednost koeficijenta variranja dostigla je maksimum. To su bile najveće vrednosti koeficijenta variranja posmatrane za sve kulture na svim temperaturama.



Sl. 19. — Promene u zapremini jedinki hilomonasa za vreme rastenja populacije na raznim temperaturama

Tablica VII. Veličina *Chilomonas paramecium* na 10.5° C.
Size of *Chilomonas paramecium* at 10.5° C.

Dani Days	L			W			L/W			V	n
	X	s	c. v.	X	s	c. v.	X	s	c. v.		
0	22.9	2.27	9.90%	9.6	0.59	6.15%	2.40	0.27	11.25%	1104	27
2	27.5	4.11	14.97%	12.2	1.99	16.31%	2.28	0.31	13.40%	2131	22
4	28.6	2.89	10.10%	12.2	1.39	11.43%	2.37	0.25	10.55%	2215	32
6	29.4	2.99	10.19%	12.4	2.02	16.30%	2.41	0.34	14.02%	2333	31
8	26.9	2.48	9.23%	12.1	1.25	10.37%	2.25	0.30	13.33%	2041	22
10	29.5	3.25	11.02%	12.2	1.64	13.50%	2.45	0.28	11.43%	2279	20
12	29.9	3.51	11.76%	12.7	2.25	17.70%	2.38	0.29	12.18%	2524	34
14	29.3	2.89	9.85%	11.4	1.58	13.82%	2.58	0.26	10.08%	2006	21
16	27.7	2.24	8.10%	11.1	1.05	9.46%	2.52	0.30	11.90%	1184	29
18	25.8	2.80	10.86%	10.7	1.15	10.77%	2.45	0.34	13.88%	1540	28
20	28.3	2.58	9.12%	11.5	1.21	10.49%	2.47	0.22	8.91%	1960	36
22	26.3	3.17	11.90%	9.9	1.42	14.36%	2.73	0.41	15.02%	1363	116
24	27.8	3.11	11.19%	10.5	1.05	10.02%	2.68	0.33	12.31%	1598	50
26	28.7	2.02	7.05%	10.8	0.30	2.77%	2.66	0.27	10.15%	1759	23
28	30.5	2.41	7.91%	11.7	1.28	10.95%	2.67	0.36	13.48%	2178	29
30	30.0	2.49	8.29%	13.0	2.08	16.05%	2.35	0.34	14.47%	2641	28
32	26.4	3.16	11.96%	11.7	1.03	8.78%	2.25	0.23	10.22%	1903	26
34	28.2	2.45	8.68%	10.9	1.03	9.43%	2.60	0.26	10.80%	1763	51
36	27.4	3.78	13.76%	11.3	1.58	14.01%	2.45	0.36	14.69%	1829	75
38	26.6	4.17	15.68%	11.0	2.05	18.57%	2.44	0.41	16.80%	1697	25
40	27.2	3.86	18.77%	11.8	2.22	18.77%	2.34	0.36	15.38%	1995	54
42	26.08	4.06	15.57%	10.8	1.38	12.83%	2.45	0.44	17.96%	1580	38
45	26.5	3.42	12.92%	11.3	1.53	13.54%	2.35	0.28	11.91%	1769	30
50	22.6	2.50	11.05%	10.0	0.30	2.99%	2.26	0.25	11.06%	1193	53

Tablica VIII. Veličina *Chilomonas paramecium* na 16° C.
Size of *Chilomonas paramecium* at 16° C.

Dani Days	L			W			L/W			V	n
	X	s	c. v.	X	s	c. v.	X	s	c. v.		
0	22.9	2.27	9.90%	9.6	0.59	6.15%	2.40	0.27	11.25%	1104	27
2	28.0	3.0	10.70%	12.2	1.36	13.38%	2.32	0.29	12.37%	2177	28
4	25.7	2.32	12.94%	10.7	1.19	10.33%	2.42	0.33	13.60%	1523	20
6	28.9	3.54	12.27%	11.7	1.29	11.04%	2.49	0.28	11.08%	2061	22
8	26.6	2.58	9.69%	10.6	1.26	11.90%	2.54	0.31	12.17%	1563	27
10	25.7	3.48	13.53%	10.1	1.44	14.27%	2.59	0.38	14.93%	1369	68
12	25.1	3.47	13.80%	10.7	1.40	13.12%	2.38	0.41	17.14%	1491	44
14	23.2	2.81	12.10%	9.4	1.29	13.77%	2.50	0.29	11.60%	1067	21

Tablica IX. Veličina *Chilomonas paramecium* na 22,5° C.
Size of *Chilomonas paramecium* at 22,5° C.

Dan Days	L			W			L/W			V	n
	X	s	c. v.	X	s	c. v.	X	s	c. v.		
0	22.9	2.27	9.90%	9.6	0.59	6.15%	2.40	0.27	11.25%	1104	27
2	25.7	2.73	10.63%	11.0	1.59	14.40%	2.36	0.38	16.10%	1639	26
4	22.8	2.53	11.10%	9.4	0.26	2.78%	2.45	0.27	11.18%	1046	50
6	21.0	2.22	10.56%	9.4	1.33	14.22%	2.28	0.41	17.98%	962	53
8	20.0	2.07	10.35%	9.1	1.19	13.06%	2.22	0.29	12.93%	869	46
10	20.4	2.48	12.16%	8.1	0.92	1.13%	2.53	0.298	11.78%	700	21

Tablica X. Veličina *Chilomonas paramecium* na 26° C
Size of *Chilomonas paramecium* at 26° C.

Dan Days	L			W			L/W			V	n
	X	s	c. v.	X	s	c. v.	X	s	c. v.		
0	22.9	2.27	9.90%	9.6	0.59	6.15%	2.40	0.27	11.25%	1104	27
2	26.0	3.09	11.86%	11.5	1.68	14.63%	2.29	0.37	16.16%	1796	27
4	21.0	2.39	11.38%	9.2	1.03	11.24%	2.30	0.25	10.87%	922	31
6	19.1	2.03	10.64%	8.9	1.26	14.09%	2.15	0.30	13.95%	798	50
8	19.5	2.54	14.09%	8.7	1.23	14.09%	2.24	0.23	10.27%	778	22

Tablica XI. Veličina *Chilomonas paramecium* na 30° C.
Size of *Chilomonas paramecium* at 30° C.

Dan Days	L			W			L/W			V	n
	X	s	c. v.	X	s	c. v.	X	s	c. v.		
0	22.9	2.27	9.90%	9.6	0.59	6.15%	2.40	0.27	11.25%	1104	27
2	26.1	3.13	9.35%	10.8	1.01	9.35%	2.38	0.27	11.34%	1593	24
4	20.8	2.57	12.36%	9.5	0.87	9.16%	2.23	0.25	11.21%	983	17
6	21.5	1.41	6.56%	9.1	0.58	6.37%	2.37	0.17	7.17%	932	10

Tablica XII. Veličina *Chilomonas paramecium* na 33° C.
Size of *Chilomonas paramecium* at 33° C.

Dan Days	L			W			L/W			V	n
	X	s	c. v.	X	s	c. v.	X	s	c. v.		
0	22.9	2.27	9.90%	9.6	0.59	6.15%	2.40	0.27	11.25%	1104	27
1	27.1	4.9	18.08%	12.9	1.5	11.63%	2.12	0.39	18.40%	2360	39
2	26.2	3.6	13.74%	12.1	1.06	8.26%	2.18	0.29	13.30%	2008	35
3	29.5	2.8	9.49%	12.9	1.3	10.08%	2.26	0.26	11.50%	2569	52
4	26.2	4.3	16.41%	13.8	1.9	13.76%	1.94	0.44	22.68%	2611	26
5	25.3	5.0	19.76%	15.7	3.1	19.75%	1.68	0.47	27.98%	3264	24

Na kraju rastenja, veličina organizama bila je mnogo manja nego u ranoj logaritamskoj fazi, izuzev na 33° C, gde su širina i zapremina organizama bile maksimalne. Neobično je zanimljivo da je primećen vrlo sličan uticaj temperature na oblik i veličinu organizama na 5° C. I oni su bili vrlo široki. Nekoliko fotografija uzeto je od jednog od njih. To je bio poseban monstrum: 20 mikrona dug, 19 mikrona širok i 9 mikrona debeo (sl.7). Nađen je u kulturi dva dana staroj. Jedan organizam iz druge kulture devet dana stare, bio je 31 mikron dug i 18 mikrona širok.

Dok su promene u obliku organizama bile relativno male na 22.5° , 26° i 30° C, one su bile vrlo izrazite na ekstremnim temperaturama. Treba istaći crtu zajedničku za sve kulture da organizmi postaju vitkiji na kraju logaritamske faze rastenja, a zdepasti u starim kulturama (u stacionarnoj fazi). Najveći razmer između dužine i širine dostignut je na 10.5° C, a najmanji na 33° , to jest na niskoj temperaturi organizmi su najvitkiji a na visokoj najzdepastiji. Iz tablica VII—XII može se videti da je vitkost organizama najviše izražena na 10.5° C, dok na višim temperaturama ona postaje manja; najposle na 33° organizmi dostižu drugu krajnost i postaju primetno zdepasti.

Analizirajući veličinu organizama na raznim temperaturama, iz tablica VII—XII može se videti da je maksimalna veličina (dužina, širina i zapremina) dostignuta na ekstremnim temperaturama (10.5° i 33°), ali ne u istoj fazi rastenja. Na 10.5° C maksimalna dužina, širina i zapremina su u fazi negativne akceleracije rastenja (dan 28 i 30), dok na 33° ovi maksimumi su u različitim fazama; najveća dužina je u fazi negativne akceleracije rastenja (treći dan), najveća širina i zapremina u takozvanoj logaritamskoj fazi smrti (Buchanan i Fulmer, 1928).

Na 10.5° C javile su se vremenom fluktuacije u dužini organizma, ali one nisu praćene velikim promenama u koeficijentima variranja. Oni su ostali u granicama između 8.10 i 11.96% u periodu od trideset dana (tablica VII). Fluktuacije u veličini i obliku organizama pojavile su se i na 16° C. Nije poznat uzrok ovih oscilacija na niskim temperaturama.

Interesantna činjenica proizlazi iz poređenja koeficijenata variranja za dužinu, širinu i njihov razmer. Ako ne postoji korelacija između dužine i širine, onda je

$$Er = E_1^2 + Ew^2,$$

gde E_1 , Ew i Er su odgovarajući koeficijenti variranja za dužinu, širinu i razmer. Ako se vrednosti za Er , izračunate prema ovoj formuli, uporede sa posmatrаниm vrednostima datim u tablicama VII—XII, nađeno je da skoro u svim slučajevima (44 od 48) izračunate vrednosti su veće od posmatranih. To znači da postoji

pozitivna korelacija između dužine i širine i stoga da pod nekim datim skupom uslova oblik organizama pokazuje tendenciju da se održi, premda, kao što je pre pokazano, postoje sistematske promene u obliku kao što su između jedne i druge grupe uslova.

Diskusija

Iz ovih eksperimenata je jasno da *Chilomonas paramecium* može živeti i razmnožavati se unutar širokih granica temperature (od 10.5° do 33° C). On pripada, stoga, euritermnoj grupi protozoa. U svojim studijama faktora koji utiču na distribuciju cilijsata u slatkoj vodi, Noland (1925) je istakao da većina cilijsata može živeti unutar širokih granica temperature, i on smatra da bi čovek mogao očekivati tako široku adaptivnost, jer cilijsate žive većinom u plitkim baricama gde su faktori okoline podložni velikom kolebanju. To se može primeniti i na flagelatu kao što je *Chilomonas paramecium*. To je vrsta česta u limanima i barama duž tihih potoka i reka. Može živeti i u drugim staništima. Tako je nadjen u svih osam staništa koja je ispitivao Laki (Lackey, 1938). On pokazuje široku adaptivnost na različite faktore okoline, i nije ni malo iznenađujuće da može živeti u tako širokim granicama temperature.

Iz rezultata ovih eksperimenata možemo videti da se populacije hilomonasa razlikuju samo po brzini rastenja na različitim temperaturama, ali ne po maksimalnoj gustini. Već je bilo poznato iz eksperimenata na izolovanim organizmima da temperatura utiče na brzinu deljenja protozoa. Smit (1940) je ispitivao uticaj osam raznih temperatura na čestoću deoba pojedinih hilomonasa koji su održavani na pločama s depresijom u toku dvadeset četiri časa. Temperaturske granice koje on pominje odgovaraju onima u ovim eksperimentima, ali, koliko se može videti iz grafikona, brzina razmnožavanja njegovih organizama bila je manja. Može biti da organizmi ne rastu dobro na pločama s depresijom, i, možda, medijum koji je on upotrebio bio je manje pogodan za hilomonasa. Možda se taj soj hilomonasa sporije razmnožava. On je našao da optimalna temperatura leži između 26° i 30° C. Ako se optimalna temperatura procenjuje prema brzini razmnožavanja, ona odgovara sašvima dobro rezultatima koji su ovde izneseni, gde je najmanje generaciono vreme zabeleženo na 26° C, i nešto je veće na 30° C. Međutim, uzimajući u obzir krivulju rastenja kao celinu, izgleda da kulture hilomonasa najbolje uspevaju na 16° C. Dok se na 30° C pojavio izvestan broj monstruoznih, samo delimično podeljenih oblika, šest dana posle inokuliranja, na 16° C organizmi su bili još zdravi u kulturama starim trideset dana. Smit je takođe posmatrao da je čestoća deljenja manja u početku, ako se organizmi prenesu iz niske na višu temperaturu. U ovim eksperimentima, međutim, nije bilo

tako, kao što se može videti na slici 5. Kulture na 26° , 30° i 33° C bile su inokulirane iz matične kulture na 22.5° C, a nije bilo lag faze ni u jedne od njih. Smit je gajio neke od svojih kultura na 9.5° C i njih je upotrebio kao inokulum. Kako su mnogi organizmi uginuli na 9.5° C u njegovim eksperimentima, pitanje je da li su organizmi koje je on upotrebio kao inokulum bili uopšte zdravi. Sami njegovi eksperimenti pokazuju da bi ova pretpostavka mogla biti tačna. Kad su kulture na 27° bile inokulirane iz matične kulture na 13.5° C, čestoća deljenja nije bila manja u početku.

Gauze (1931) izvršio je matematičku analizu rezultata Terao i Tanake (1928) kao primer uticaja temperature na veličinu populacije. Terao i Tanaka upotrebili su svoje rezultate samo da pokažu razlike u rastenu populacije *Moina macrocoda* na tri različite temperature. Međutim, Gauze je uneo u koordinatni sistem maksimalnu veličinu tih triju populacija nasuprot temperaturi, i ne samo da je nacrtao krivulju kroz te tri tačke, nego je dao i njenu formulu. Nažalost, on nije objasnio šta znače simboli u njegovoj formuli; ali u svakom slučaju ne izgleda da formula $c = 499 e - P^2$ može prestavljati krivulju sa uzlaznim i si-

72

laznim krakom. Šta više, pitanje je da li je Gauze bio u pravu kad je izabrao ove eksperimente kao primer uticaja temperature na veličinu populacije, jer u njima *Moina* je uzimala protozoe kao hranu, i mi ne znamo kakav je bio uticaj temperature na te organizme. Ne može se biti siguran da li su se razlike u rastenu *Moina* na tri različite temperature javile usled promena temperature, ili količine hrane, ili i jednog i drugog.

Nadeno je, naprotiv, u sadašnjim eksperimentima da maksimalna veličina populacije hilomonasa ne zavisi, unutar širokih granica, od temperature. Postoje izvesne razlike u maksimalnom prinosu na raznim temperaturama, ali one nisu tako upadne kao razlike u brzini rastenja populacije, kao što se može videti poređenjem krivulja na slici 14 i 6. To nije bilo pre poznato, koliko se može videti iz literature o rastenu populacija protozoa.

Zanimljivo je da je maksimalni prinos izražen volumenom veći na nižim temperaturama (10.5° i 16° C). On se menja neosetno s temperaturom u oblasti između 10.5° i 30° C, ali naglo opada čim se temperatura približi 33° C.

Gram-Smit (Graham-Smith, 1920) pokazao je da najveća veličina bakteriskih populacija izražena brojem organizama, bila je dostignuta na najnižoj temperaturi. On je gajio *Staphylococcus aureus* na tri različite temperature između 17° i 37° C. Dužina života populacije bila je takođe najveća na 17° C.

Mono (1942) je pokazao za kulture *B. coli* da totalni prinos postaje postepeno manji s porastom temperature, i da je relativno konstantan između 29° i 33° , a onda naglo opada ka 40° C.

Eksperimenti na hilomonasu potvrdili su za još jedan biološki sistem variranja temperaturskog koeficijenta (Q_{10}) i termalnog priraštaja (μ), s temperaturom. Oba se smanjuju s povećanjem temperature. Belehradekov koeficijenat b relativno je više konstantan u širokim granicama temperature. U ovim eksperimentima njegov koeficijent variranja je samo 8.10% između 10.5° i 33° C. Izgleda, stoga, da se vrednosti za brzine rastenja populacije na drugim temperaturama mogu interpolirati tačnije, ako se upotrebi druga Belehradekova jednačina nego jednačine vant Hofa ili Areniusa. U svom radu o uticaju temperature na brzinu rastenja populacije *Tetrahymena gelei*, Felps (1946) je bio više za dve poslednje jednačine, jer je on verovao da ako se one upotrebe s tri različite konstante za razne intervale temperature, izraziće tačnije odnos između brzine procesa i temperature nego Belehradekova jednačina. To ne izgleda vrlo ubeđljivo, i, u stvari, ove jednačine ne mogu se upotrebiti za približno određivanje vrednosti brzine rastenja na različitim temperaturama, ako je brzina rastenja poznata samo za dve temperature.

Uticaj različitih temperatura na veličinu i oblik *Chilomonas paramecium* jasno je pokazan u ovim eksperimentima. Organizmi su veći i vitkiji na nižim temperaturama, postaju manji i zdepastiji s porastom temperature. Zanimljivo je da promene u dužini i širini organizama nisu pozitivno korelativne. Rezultat ovog različitog uticaja na individualno rastenje u dve dimenzije jest promena u obliku organizama. Ekstremne temperature, 5° i 33°, uticale su jako na širinu organizama, tako da je njihov zdepast oblik bio jako upadljiv. Izgleda kao da jedan isti sistem u ćelici nije odgovoran za rastenje u dužinu i u širinu. Inače teško je razumeti, zašto na 33° C, u kulturama starim pet dana, organizmi dostižu maksimalnu širinu i minimalnu dužinu istodobno. Kad bi ove promene bile u korelaciji, koeficijenti variranja dužine, širine i njihovog razmara, bili bi približno isti. U stvari, kao što smo videli, koeficijent variranja razmara je veći nego onaj dužine ili širine.

Merenje organizama iz kultura različite starosti pokazalo je da se najveći porast dešava u ranim stupnjevima rastenja populacije, tako da na svim temperaturama zapremina poraste između 44 i 113%. Povećanje veličine ćelica praćeno je povećanjem variranja veličine i oblika. To se vidi iz koeficijenata variranja u tom periodu. Veće variranje pojavilo se ponovo u početku stacionarne faze, kad je volumen jedinki dostigao najnižu vrednost, skoro polovinu one u ranoj fazi rastenja.

Studirajući promene u veličini *Bacillus megatherium*, Enrići (Henrici, 1928) je našao da je najveće variranje bilo u početku rastenja kultura, kad je i povećanje veličine bilo najizrazitije. Međutim, u njegovim kulturama nije se posle toga ponovo javljalo povećanje variranja. Dženings (Jennings, 1908) takođe iz-

nosi da koeficijent variranja dužine *Paramecium* bio je oko dva puta veći u kulturi koja je rasla nego u stacionarnoj. Piters (Peters, 1921), navodi naprotiv da je variranje dužine *Colpidium colpoda* bilo veće kad je populacija prestala da raste. Studirajući rastenje populacija triju vrsta algi, Kečum i Redfild (Ketchum and Redfield, 1949) su našli da najveća varijabilnost u veličini *Chlorella pyrenoidosa* pojavljuje se u mладим kulturama.

Zanimljivo je da je veći broj autora primetio za vreme rastenja populacija raznih vrsta bakterija slične promene u veličini kao kod hilomonasa. Morfološke promene za vreme rastenja populacije pratili su Klak i Ril (Clark and Ruehl, 1919) na sedamdeset sojeva (trideset sedam vrsta) bakterija. Oni su našli da organizmi postaju veći u prvim časovima rastenja populacije, a docnije manji. Oni su istakli da samo difteriski sojevi bili su manji u početku rastenja. Međutim, Enriči (1928) je posmatrao i kod ove grupe malo početno povećanje veličine. U svojim studijama veličine ćelica *Bacillus megatherium*, Enriči (1921—1924) pokazao je da one postaju oko šest puta veće nego što su bile u početku, a onda se naglo smanjuju. On ističe da porast zavisi od veličine i starosti inokuluma, tako da je veći što je inokulum manji i stariji. Huntington i Uinslou (Huntington and Winslow, 1937) merili su veličinu *Escherichia coli*, *Salmonella gallinarum* i *S. pullorum* za vreme rastenja populacije. Oni su našli da sve tri vrste pokazuju porast u zapremini ćelica u lag fazi, i on je zatim praćen opadanjem. Ove tri vrste dostigle su maksimalnu veličinu u razno vreme, ali ovaj maksimum je uvek prethodio maksimalnoj brzini razmnožavanja.

Promene koje pokazuju ćelice *Saccharomyces cerevisiae* bile su drukčije od onih kod *Chilomonas*. Proučavao ih je Ričards (Richards, 1928). On je pokazao da prosečna veličina ćelica postaje manja za vreme prvih dvadeset časova posle inokuliranja, a zatim one postaju veće. One su bile najmanje za vreme najaktivnijeg pupljenja.

Postoji izvestan broj kvalitativnih i kvantitativnih posmatranja promena u veličini ćelica protozoa za vreme rastenja populacije u ranjoj literaturi. Mopa (Maupas, 1888) saopštava da su uglavnom jedinke manje u starim kulturama koje su u degeneraciji. Kolkins (Calkins, 1904) je našao takođe da veličina *Paramecium caudatum* postaje dvaputa manja nego obično za vreme depresije kultura. Popov (1907) je posmatrao opadanje veličine *Styloynchia mytilus* i *Paramecium caudatum* kad su kulture bile u periodu depresije. Međutim, Gregori (Gregory, 1909) je našao da prosečna veličina jedra i citoplazme bila je praktično ista za vreme celog životnog ciklusa *Tilina magna*. Mudi (Moody, 1912) je posmatrala opadanje u veličini jedra *Spathidium spatula* za vreme perioda depresije kultura. Njena opažanja ne slazu se s rezultatima Popova (1907), koji je svoje eksperimente

upotrebio kao dokaz za Hertvigovu teoriju o odnosu između jedra i citoplazme. Vudraf (Woodruff, 1913 b) je mjerio veličinu *Oxytricha fallax* u četiri kulture koje su se razlikovale po aktivnosti razmnožavanja i vitalnosti. Njegovi rezultati ne potvrđuju nalaze Popova. *Oxytricha* postaje veća kad se brzina razmnožavanja smanji. Peters (Peters, 1921) je prvi pratio promene u veličini protozoa za vreme rastenja populacije. On je našao da dužina *Colpidium colpoda* varira između 7.2 i 7.9 podelaka (10 podelaka = 48μ) u prvoj fazi rastenja populacije. U drugoj i trećoj fazi, kad populacija nije više rasla, veličina organizama je opada, i na kraju je bila samo 5 podelaka. Vieweger (1925) izvršio je slične eksperimente na *Colpidium colpoda*. On je pretpostavio da zapremina organizama opada u starim kulturama usled nedostatka hrane. Rezultati eksperimenata Devia i Kidera (Dewey and Kidder, 1940) o karakteristikama rastenja *Perispira ovum* potpuno se slažu s podacima o promenama u veličini *Chilomonas paramecium*. Veličina čelica *Perispira* takođe se povećava za vreme lag faze i početka logaritamske faze, a zatim opada. Ormsbi (Ormsbee, 1942) je dobio drukčije rezultate na *Tetrahymena gelei*. Čelice *Tetrahymena* postaju progresivno manje u ranoj fazi rastenja, i onda, posle završetka logaritamske faze, one porastu i dostignu početnu veličinu. Ova veličina održi se samo četiri dana i onda se postepeno smanjuje. Veličina *Chlorella pyrenoidosa* bila je takođe veća u mlađim kulturama u eksperimentima Kečuma i Redfilda (Ketchum and Redfield, 1949). Autori to ne pominju, ali se može videti iz poligona frekvencije (izražene u procentima).

Lefer (Loefer, 1952) je odredio veličinu četrnaest sojeva *Tetrahymena gelei* (*pyriformis*). On je našao da je veličina porasla posle inokuliranja, ali samo u periodu od 48 časova. U računanju zapremine organizama on je učinio grešku uvodeći vrednost cele dužine i širine umesto polovine u formulu za zapreminu elipsoida. Tako svi njegovi brojevi za zapremine različitih sojeva *Tetrahymena gelei* su osam puta veći.

Promene u veličini čelica protozoa na raznim temperaturama posmatralo je više autora. Popov (1908) iznosi da je *Frontonia leucas* (kao *Chilomonas*) manja na 25° nego na 14° C. On je našao da su zapremina citoplazme i jedra pozitivno korelativne, i zato je u duhu Hertvigove teorije o deobi čelice tvrdio da su organizmi na 14° C dele rede nego na 25° , jer njima treba više vremena za rastenje. On ide tako daleko u svojem verovanju u Hertvigovu teoriju da pretpostavlja da variranje u veličini čerki čelica iz iste kulture bilo je prouzrokovano razlikama u veličini jedara čerki čelica. I Rautman (Rautmann, 1909) je proučavao promene u veličini protoplazme i jedra *Paramecium caudatum* na četiri temperature između 10° do 20° C, dok se brzina deljenja povećava sve do 25° C.

Adolf (Adolph, 1929) iznosi da veličina *Colpoda* opada s porastom temperature od 17° do 26° C. Izgleda da njegova pretpostavka nije tačna da je veličina organizama kvocijent brzine assimilacije i brzine deljenja. Pokazano je u ovom radu da se individualno rastenje hilomonasa može nastaviti na temperaturama na kojima nije više moguća deoba. U tom bi slučaju, prema njegovoj formuli, veličina organizama bila beskonačno velika.

Porast veličine organizama na visokoj temperaturi pokazali su Šerbaum i Cojen (Scherbaum and Zeuthen, 1954) u svojim eksperimentima na *Tetrahymena pyriformis*. Oni su izložili organizme nizu šokova kratkog trajanja na 34° C, puštajući da se oporave na 28° C. Organizmi su se vrlo malo razmnožavali za vreme postupka. Za vreme postupka oni su postali veći nego u početku, što se vidi na fotografijama u radu. Autori su napustili Efrusijevu hipotezu (Ephrussi, 1926-27) od koje su pošli u svojim eksperimentima, naime da su temperaturski koeficijenti, Q_{10} , različiti za razne faze mitotičkog ciklusa. Oni su prepostavili da je subletalna temperatura delovala blokiranjem specifičnog koraka u ćeličnom ciklusu, i pozivali su se na Felpsove (1946) nalaze da se na visokoj temperaturi rastenje smanjuje ili ga nikako ni nema. Međutim, to je zabuna. Felpsov rad je samo o rastenju populacije *Tetrahymena*, dok su oni posmatrali *individualno rastenje*. Oni pišu: »Tako mi prepostavljamo da subletalna temperatura sprečava rastenje (tj. sintezu), ona takođe sprečava da nove ćelice uđu u deobu, ali ne sprečava deobu koja je već otpočela da se izvrši do kraja«. Njihov zaključak da ćelice *Tetrahymena* povećavaju veličinu zato što su bile prenete na »optimalnu« temperaturu, nije tačna; jer eksperimenti na hilomonasu pokazali su da subletalna temperatura ne sprečava individualni rast u ovom genusu.

Dakle, ovi eksperimenti su pokazali da temperatura utiče u prvom redu na brzinu rastenja populacije *Chilomonas paramcium*, a nema tako izrazit uticaj na maksimalnu veličinu populacija.

Veličina i oblik organizama zavise od temperature i starosti populacije, najveća je na ekstremnim temperaturama i u ranoj fazi rastenja kultura. Izgleda da je variranje u obliku i veličini najveće u to vreme i za vreme prelaza u maksimalnu stacionarnu fazu, kako je zovu Buchanan i Fulmer (1928).

III

RASTENJE MEŠOVITIH POPULACIJA

PREGLED PRETHODNOG RADA

Vremenski, matematički postupak prethodio je eksperimentalnom u istraživanju rastenja mešovitih populacija; uveli su ga Lotka (1925) i Voltera (Volterra, 1926, 1931), a bazirao se na podacima terenskih posmatranja.

U eksperimentalnim proučavanjima mešovitih populacija mogu se razlikovati tri tipa: 1) kompeticija između vrsta, 2) interakcija između predatora i plena i 3) interakcija između parazita i domaćina.

1) Kompeticija između dve vrste

Eksperimentalna proučavanja rastenja mešovitih populacija, gde su dve vrste u kompeticiji za iste izvore okoline, vršena su uglavnom na populacijama artropoda (naročito insekata) i protozoa. Ishod iz takve kompeticije, prema ovim studijama, zavisi od mnogo faktora, uključujući biološki karakter populacija kao i faktore okoline.

Veća brzina razmnožavanja jedne vrste može biti uzrok potiskivanju drugog kompetitora. Frank (1952) u eksperimentima na *Daphnia pulicaria* i *Simocephalus vetulus* pokazao je da *Simocephalus*, vrsta s manjom brzinom razmnožavanja, uvek izumire. Gauze (1935 a, 1935 b) u svojim proučavanjima rastenja mešovitih populacija protozoa, pretpostavljao je da manja brzina razmnožavanja *Paramecium aurelia* bila je uzrok njegovom potiskivanju od *Glaucoma scintillans*, i slično da je *Paramecium caudatum* bio potisnut od *Paramecium aurelia* iz istog razloga. Polazeći od teorija Lotke i Volttere, Gauze je povezao ove i druge svoje rezultate za matematički postupak i dalje je razvio ove teorije. Premda je ovo vrlo zanimljiva strana njegovog rada, ipak izgleda da su njegove generalizacije zasnovane na suviše malo eksperimentalnih podataka. U želji da održava organizme pod stalnim uslovima za vreme rastenja populacije, on je centrifugirao kulture svaki dan da bi otstranio stari medijum i dodao sveži. On je time u stvari počinjao s novim kulturama svaki dan, samo s različitom veličinom inokuluma, koji se sastojao od nepoznatog broja verovatno i živih i mrtvih organizama. Njegova procena veličine populacije izvršena je prema broju organizama u jednoj jedinoj probi iz svake kulture. To je vrlo nesigurna procena, naročito kad je gustina populacije vrlo mala. Za računanje celokupnog volumena populacije, on je pretpostavio da je veličina organizama konstantna za celo vreme rastenja kulture i da je ista u čistim i mešovitim populacijama, kako u svežem, tako i u uslovljenom medijumu.

Drugi faktor koji utiče na rezultat kompeticije može biti *početni razmer* brojeva dveju vrsta. Pak, Greg i Luterman (Park, Gregg and Lutherman, 1941) iznose da tvrdokrilac *Gnathoceros cornutus* potisne *Trogoderma versicolor*, ako su njihove početne populacije jednake ili ako je populacija gnatocerosa veća. Ako je početni razmer između ovih vrsta bio veći zato što je populacija trogoderme bila veća, *Gnathoceros* izumire. S druge strane, rezultat kompeticije između *Tribolium confusum* i *Trogoderma versicolor* nije zavisio od početnog razmira, jer *Tribolium* uvek potpisne trogodermu.

Treći faktor koji treba razmotriti jest *uticaj produkata metabolizma*. Gauze (1932), u svojim studijama borbe za opstanak između dve vrste kvasca, zaključio je da pobeda jedne vrste, *Schizosaccharomyces kefir*, nad drugom, *Saccharomyces cerevisiae*, potiče od nagomilavanja produkata metabolizma. *S. kefir*, prema Gauzeu, proizvodi veću količinu alkohola i tako umanjuje brzinu rastenja *S. cerevisiae* u mešovitim populacijama. Međutim, Gauzeovi eksperimeneti nisu ubedljivi. Oni se zasnivaju na suviše malom broju posmatranja. Gauze tvrdi da je izveo četiri grupe eksperimenata, ali on daje rezultate samo za dve grupe. On je računao zapremine koje zauzima svaka vrsta u mešovitoj populaciji, pretpostavljajući da je prosečni broj celica svake vrste u jedinici zapremine isti za sve vreme rastenja populacije. Međutim, kao što je Rićards (1928) pokazao, veličina celica kvasca menja se za vreme rastenja populacije, tako da je polazna tačka u Gauzeovom računanju bila pogrešna. Stoga se ne može očekivati da su njegovi zaključci o rastenju *Schizosaccharomyces* i *Saccharomyces* u mešovitim populacijama više nego kvalitativno tačni.

Treba takođe razmotriti važnost faktora okoline. Tako, živeći u brašnu *Tribolium confusum* potpisne *Oryzaephilus surinamensis*, a to se ne desi ako je medijum bilo žito (Crombie, 1946).

Mor (Moore, 1952) iznosi da *Drosophila simulans* istisne *D. melanogaster*, ako rastu na 15° C, ali suprotno se desi na temperaturi 25° C. Slično tome, u prirodi ishod kompeticije između triklada *Planaria montenegrina* i *Planaria gonocephala*, prema ispitivanju Bičampa i Aliota (Beauchamp and Ulyot, 1932), zavisi od temperature potoka. *Planaria montenegrina* potpisne *P. gonocephala* ispod 14° C, dok se *P. gonocephala* nade u potocima s temperaturom iznad 14° C. Prema istim autorima, distribucija dveju drugih vrsta planarija, *Planaria alpina* i *Polycelis cornuta*, zavisi od brzine potoka.

Merel (Merrel, 1951) iznosi da u mešovitoj populaciji *Drosophila melanogaster* i *D. funebris*, prisustvo *D. melanogaster* smanjuje fertilitet *D. funebris*. Rastenje prve bilo je bolje u svezem medijumu, dok je rastenje *D. funebris* bilo bolje u starom medijumu. Krombi (Crombie, 1945) je uporedio rastenje mešo-

vitih populacija moljaca i tvrdokrilaca *Sitotroga cerealella*, *Rhizoperta dominica* i *Oryzaephilus surinamensis* u svežem i u uslov-ljenom medijumu. Svež medijum potpomagao je rastenje orize-filusa, dok je uslovljeni potpomagao rastenje drugih dveju vrsta. Medutim, rezultat kompeticije između *Sitotroga* i *Rhizoperta* bio je isti u oba medijuma, jer je *Sitotroga* uvek bila potisnuta.

Gauze (1934 a) iznosi da je rastenje *Paramecium caudatum* sprečavala *Stylonychia mytilus*, kad je medijum bio pripremljen od zobnog brašna, bez sedimenta i kad je sadržavao *Bacillus subtilis* kao hrani. Rezultati su se razlikovali kad je, pri istom međijumu, postojao talog, i kad su bile upotrebljene »divlje« bakte-rije. Pod ovim poslednjim uslovima, *Paramecium* je rastao isto tako dobro u mešovitoj populaciji kao i u kontrolnim kulturama, ali *Stylonychia* je bila potisnuta. Ali nemoguće je videti iz njego-vih eksperimenata šta je uzrok različitim rezultatima, da li pro-mena hrane ili upotreba medijuma sa sedimentom, ili i jedno i drugo. Kasniji Gauzeovi (1935 a) eksperimenti pokazali su jasni-je nego ovi već pomenuti, kako promena okoline može izmeniti ishod kompeticije. Dve paralelne grupe eksperimenata razliko-vale su se jedna od druge samo po jednom uslovu. I jedne i druge su bile mešovite populacije *Paramecium caudatum* i *P. aurelia*, i u obe grupe kao hrana je upotrebljen *Saccharomyces exiguum* i *Bacillus pyocyanus*. Ako je medijum već bio upotrebljavan za kulture parameciuma i tako sadržavao njihove produkte metaboli-zma, *P. aurelia* je istisnuo *P. caudatum*. Ako pak medijum nije bio pre upotrebljavan, *P. caudatum* istisne *P. aurelia*. U ranijim eksperimentima pokazali su Gauze, Nastukova i Alpatov (1934) da je *P. aurelia* otporniji prema produktima metabolizma obe-ju vrsta nego *P. caudatum*. Izmenjen ishod kompeticije nastupio je usled različitih fizioloških osobina ovih dveju vrsta, i, naro-čito, usled njihovih različitih reakcija na promene okoline.

U vrlo detaljnim i pažljivo organizovanim eksperimentima kompeticije između dva brašnena tvrdokrilca, Pak (Park, 1948) je pokazao da *Tribolium confusum* obično potisne *T. castaneum*. Ali ako su kulture bile bez parazita *Adelina tribolii* (kokcidije koja živi u tkivima ovih tvrdokrilaca), *T. castaneum* je rastao bolje i potisnuo je *T. confusum*.

Gauze (1935 a) istakao je prvi da dve vrste mogu živeti zajedno neograničeno dugo, ako zauzimaju različite niše. Tako *Paramecium bursaria* i *P. caudatum*, kao i *P. bursaria* i *P. aurelia* ne potisu jedan drugoga, jer *P. bursaria* živi na dnu, dok *P. aurelia* živi u gornjem delu medijuma. Ako je početna gu-stina *P. caudatum* bila manja nego gustina *P. bursaria*, prva vrsta izumre. Gauze objašnjava ovo potiskivanje većom osetljivošću *P. caudatum* na produkte metabolizma.

Vreme može uticati kao faktor u dominantnosti jedne vrste u mešovitoj populaciji. Krombi (1944) je pokazao da u kompeticiji između larava *Rhizoperta dominica* i *Sitotroga cerealella*, vrsta koja uđe u zrno prva, bila je nadmoćna.

Ishod kompeticije može zavisiti i od rase koja je upotrebljena. Divlja rasa *Drosophila melanogaster* uvek potpisne *D. pseudoobscura*, ali rasa »olal« (all-al) *D. melanogaster* uvek je potpisnuta od *D. pseudoobscura* (Zimmering, 1948).

Najzad, Leritije i Tesije (L'. Héritier et Teissier, 1935) zajedno dve vrste *Drosophila* neodređeno dugo. Oni su istakli neslaganje svojih rezultata sa matematičkim teorijama i s rezultatima Gauzea.

2) Odnos između predatora i plena

Eksperimentalna proučavanja odnosa između predatora i plena nisu do sada bila tako brojna niti su vršena na tako mnogo različitih vrsta kao što su studije kompeticije između organizama. Gauze (1934b, 1935a, 1935c) je pokazao da interakcija između predatora i plena ne vodi neizmenjeno periodičnim oscilacijama gustine njihovih populacija, kao što tvrde matematičke teorije Lotke i Voltere, nego da pojava oscilacija zavisi od nekih karaktera vrsta koje se ispituju i od faktora okoline. Gauze (1935c) je posmatrao periodične oscilacije u brojnosti predatora i plena *Paramecium bursaria* i *Saccharomyces pombe*, pod uslovom da se kvasac dodavao u medium s vremena na vreme, i da se populacija predatora smanjivala uzimanjem proba. U Gauzeovim eksperimentima (1935a) s *Bursaria truncatella* kao predatom i *Paramecium bursaria* kao plenom, periodične fluktuacije nisu se pojavile, i *Bursaria* je izumrla pre nego što su paramecijumi uništeni. Gauze ne pominje da su ovi odnosi komplikovani od onih u njegovom prethodnom eksperimentu na *P. bursaria* i *Saccharomyces pombe*, ali očevidno lanac ishrane *Bursaria*—*Paramecium*—*Saccharomyces* bio je složeniji od jednostavnog odnosa predator—plen. Prema Sandonu (Sandon, 1932) *Bursaria truncatella* se hrani cilijatama, a uzima i drugu hranu. U Gauzeovim eksperimentima, *Bursaria* je mogla uzimati i paramecijume i kvasac. Prema Lundovim eksperimentima (1914a, 1914b) o biranju hrane od strane *B. truncatella*, ovaj organizam je uzimao delice tvrdo kuhanog žumanca, koje je bilo obojeno bojama nerastvorljivim u vodi, a nije uzimao delice žumanca obojenog bojama rastvorljivim u vodi. Šefer (Schaeffer, 1917), međutim, ne slaže se da *Bursaria* ima ikakav mehanizam za biranje hrane; odbijanje hrane ponekad je samo reakcija celog tela na više ili manje nepovoljne stimuluse.

Gauze (1934b) iznosi da je *Didinium nasutum*, vrlo proždrljivi predator, uništio sve jedinke *Paramecium caudatum* i

onda uginuo. Nisu se pojavile fluktuacije u gustini njihovih populacija. One su se samo pojavile kad je interakcija bila modifikovana »skloništem« (sedimentom kvasca) ili kad je, kao u drugim eksperimentima, on unosio obe vrste u kulture, u pravilnim intervalima.

Gauze i Smaragdova (Gauze 1935a) izveli su eksperimente na dve vrste akarina iz brašna, gde se *Cheyletus eruditus* hratio plenom *Aleuroglyphus agilis*. Varirajući početni razmer između dve vrste, oni su dobili tri vrste rezultata: 1) plen je bio uništen; 2) predator je izumro; 3) obe vrste nastavile su zajednički život s periodičnim fluktuacijama u gustini njihovih populacija. Gauze, Smaragdova i Vit (1936) proučavali su uticaj okoline na interakciju između *Cheyletus* i *Aleuroglyphus*. Bilo je potrebno više vremena za uništenje plena od strane predstavnika u pšeničnom brašnu nego u prosu. Međutim, rezultirajuće krivulje o interakciji između predstavnika i plena baziraju se samo na dva eksperimenta za svaki medijum. Oni su nastavili eksperimente i uporedili rezultate interakcije između ovih vrsta u semoleti i pšeničnom brašnu. Oni su našli da, u slučaju male početne gustine plena, u pšeničnom brašnu predstavnik izumre, dok u semoleti plen bude uništen.

Braun (Brown, 1940) je posmatrao rastenje mešovitih populacija predstavnika *Leucophrys patula* na *Glaucoma pyriformis*. Njega je samo zanimala logaritamska faza rastenja leukofrisa, i on je nacrtao četiri grafikona, s teoriskim i posmatranim krivuljama rastenja za tu fazu. On je pratilo rastenje kultura samo četiri dana, tako da njegovi eksperimenti daju samo oskudne podatke o odnosima predstavnik—plen. U svoje jednačine za brzine rastenja, Braun je uvrstio vrednosti za leukofrisa iz grafikona koji predstavlja rastenje leukofrisa u čistim populacijama, a nije spomenuo uslove pod kojima je leukofris rastao u čistim populacijama. U to vreme *Leucophrys patula* (*Terahymena patula* prema Korlisu, 1952) još nije bio dobijen u kulturama bez bakterija. Stoga je pitanje da li je Braun bio u pravu da uvrsti vrednosti za rastenje leukofrisa iz grafikona koji se baziraju na podacima njegovog rastenja pod sasvim drugim uslovima. Isto tako nije jasno zašto je Braun pripisao u jednom slučaju kraj eksponencijalne faze visokoj koncentraciji predstavnika, a u drugom slučaju samo nestaćici hrane. Jer gustina leukofrisa bila je isto tako velika, ili veća, u drugom slučaju nego u prvom, što se vidi iz grafikona. On ne kaže iz koliko kultura i proba podaci su dobijeni. Studija Devija i Kidera (Dewey and Kidder, 1940) o rastenju *Perispira ovum* sa *Euglena gracilis* daje više detalja i za duži period nego Braunov rad. Zanimljivo je da se *Perispira* razmnožavala još izvesno vreme posle nestanka plena na račun veličine jedinki.

Lilijeva studija (Lilly, 1942) o ishrani *Styloynchia pustulata* i *Pleurotricha lanceolata* je takođe važna kao prilog istraživanju rastenja mešovitih populacija. Ona takođe otvara pažljivom čitaocu, kako sitni detalji iz života posmatrane vrste mogu biti korisni u objašnjenju rastenja populacija. U isto vreme teško je ne pomisliti, koliko mnogo promenljivih mora se zanemariti, ako se rastenje mešovitih populacija, naprimjer interakcija između predatora i plena, proučava matematički. Lili je potvrdio da dužina lag faze za ove cilijate zavisi od starosti inokuluma. On je našao da je veličina organizama takođe važna za dužinu trajanja lag faze. Lag faza je trajala duže, ako su bili inokulirani mali organizmi, zato što nisu mogli uzimati za hranu krupne jedinke plena, sve dok nisu porasli. Lili je uporedio faze rastenja oba predatora i iznosi da su one karakteristične za svaku vrstu. Razlike u rastenju njihovih populacija pojavile su se i kad je hrana bila potrošena: *Pleurotricha* je i dalje rasla, dok *Styloynchia* nije.

Treća grupa eksperimentalnog proučavanja mešovitih populacija — proučavanje interakcije između parazita i domaćina — leži van cilja ovog rada.

A. RASTENJE MEŠOVITIH POPULACIJA *Chilomonas paramecium* I *Tetrahymena pyriformis*

Rastenje mešovitih populacija protozoa koje su u kompeticiji za istu hranu bilo je prethodno proučavano samo na organizmima koji se hrane bakterijama. U takvim studijama, pažnja je bila obraćena samo na rastenje protozoa; rastenje bakterija i njihov uticaj na ishod kompeticije bili su potpuno zanemareni. Uopšte uzev, odnosi između organizama postaju vrlo složeni u kulturama s više od dve vrste. Rešenje, izgleda, nije u zanemarivanju rastenja jedne od tri vrste, nego u poduzimanju bolje kontrolisanih eksperimenata u kulturama bez bakterija. Polazna tačka preliminarnih eksperimenata bila je traženje dveju vrsta protozoa koje rastu dobro u istom organskom mediju, u kulturama bez bakterija. Dve takve vrste su *Chilomonas paramecium* i *Tetrahymena pyriformis* soj W. Kako se one ne hrane jedna drugom, organski medijum u kome žive je njihova jedina hrana.

Kulture su bile inokulirane sa deset organizama svake vrste, dok su čiste populacije svake vrste služile kao kontrolne kulture. Inokulum poslednjih bio je deset jedinki hilomonasa ili tetrahimene. Sve kulture održavane su na 22.5° C. Izvršeno je sedam serija eksperimenata. Posmatranja su trajala preko mesec u dve serije, u jednoj dve nedelje, a u ostale četiri samo šest do osam dana. Bilo je potrebno ponoviti posmatranja po-

četnog rastenja populacija, jer se pojavilo variranje u trajanju logaritamske faze u pojedinim kulturama. Tako kulture hilomonasa dostigle su maksimalnu stacionarnu fazu za pet do sedam dana, a kulture tetrahimene za osam do deset dana. U početnim stupnjevima to je otežavalo poređenje početnog rastenja eksperimentalnih i kontrolnih populacija, jer čovek nije mogao biti siguran da li je veći broj organizama u eksperimentalnim kulturama bio posledica variranja u rastenju kultura ili boljeg rastenja mešovitih nego čistih populacija.

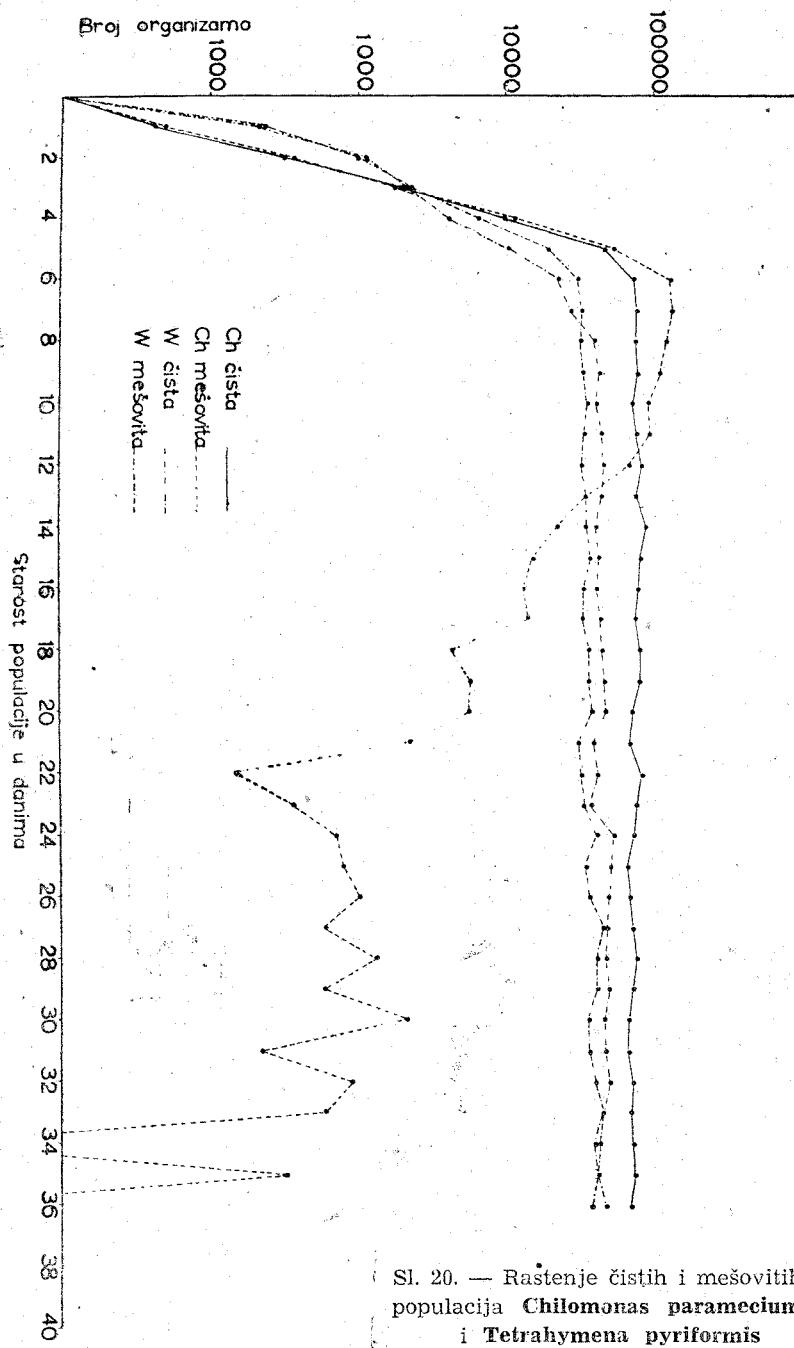
1) Rastenje populacija *Chilomonas paramecium* i *Tetrahymena pyriformis* izraženo brojem organizama

Rastenje mešovitih i čistih populacija hilomonasa i tetrahimene izraženo brojem organizama predstavljeno je grafički na slici 20. Odgovarajući podaci nalaze se u tablici XIII. Oni pokazuju da je maksimalna veličina populacije hilomonasa veća kad raste s tetrahimenom nego kad raste posebno. Ona iznosi oko 170% maksimalne populacije u čistim kulturama. Uopšte uzev, *Chilomonas* raste bolje u mešovitim populacijama nego u čistim prvih jedanaest dana. Razlike u veličini između njegovih populacija u eksperimentalnim i kontrolnim kulturama su vrlo upadne u maksimalnoj stacionarnoj fazi. Ipak, veliki broj hilomonasa u mešovitim populacijama ne održava se dugo; on počinje opadati, polako u početku, zatim naglo do kraja dvadeset drugog dana. Kasnije javlja se mali porast u broju, i posle nekih fluktuacija hilomonas potpuno isčeza trideset šestog dana.

Rastenje populacije tetrahimene u mešovitim kulturama razlikuje se od rastenja hilomonasa. Sedam prvih dana njen broj je takođe veći nego u kontrolnim kulturama, a zatim je manji, tako da u početku maksimalne stacionarne faze on je oko 16% manji nego u kontrolnim kulturama. Taj se broj ne menja značajno sve do naglog pada u populaciji hilomonasa; tad on pokazuje porast, tako da se pri kraju eksperimenta ne razlikuje znatno od broja tetrahimena u kontrolnim kulturama.

U kontrolnim kulturama, kad populacije hilomonasa i tetrahimene dostignu maksimalnu stacionarnu fazu, one održavaju te brojeve, s malim fluktuacijama sve do kraja posmatranja (36 dana).

U tablicama XIV i XV uporedene su statistički srednje vrednosti veličine populacija u čistim i mešovitim kulturama. Za značaj razlike srednjih vrednosti upotrebljena je t proba. Vrednost t je računata deobom razlike srednjih vrednosti standardnom greškom razlike (Fišer, 1950). Tablica XIV pokazuje



Sl. 20. — Rastenje čistih i mešovitih populacija *Chilomonas paramecium* i *Tetrahymena pyriformis*

Tablica XIII. Rastenje čistih i mešovitih populacija *Ch. paramecium* i *T. pyriformis* izraženo brojem organizama.

Growth of single and mixed populations of *Ch. paramecium* and *T. pyriformis* in terms of total number of organisms.

Days Dani	Čiste populacije Single populations						Mešovite populacije Mixed populations					
	Ch			W			Ch			W		
	X	s	n	X	s	n	X	s	n	X	s	n
1	42.4	11.2	17	210.9	55.4	13	46.6	13.1	17	231.2	79.6	17
2	308.4	71.3	19	1046	175	16	358.8	180	18	976	314	18
3	1905	1170	20	2200	320	20	1785	631	20	2235	710	20
4	10165	7580	20	4190	1710	19	11400	7440	18	6720	3500	18
5	47000	25100	20	10640	6510	16	53600	32900	18	19520	10030	18
6	75300	14000	19	20350	11700	16	128600	27500	15	31030	6090	15
7	79600	6900	10	27620	7590	9	135100	26500	9	33230	4330	
8	79600	7500	7	41600	10800	6	126900	31300	10	32600	2700	6
9	81400	7500	7	44600	7700	7	111600	12600	9	34770	6300	9
10	75600	12700	7	42700	7300	7	96800	31700	9	37200	6100	9
11	78000	6000	7	45600	5500	7	97200	16400	9	35200	3600	9
12	84250	13700	4	46500	3800	4	70900	20100	8	33370	4900	8
13	80600	5500	3	45600	3500	3	36000		5	36000	1800	
14	92000	13200	4	42250	1200	4	23300		9	36100	6500	
15	85300	1200	3	41500	15200	4	15400		5	39000	5500	
16	83000	12400	3	42600	2100	3	13600		5	35200	6000	
17	79300	8100	3	46000	3600	3	14800		5	34600	6700	
18	84030	6200	3	45300	2500	3	4400		5	37200	9100	
19	81600	20300	3	47000	1410	2	6000		5	38000	5300	
20	77500	2000	2	49000	5600	2	5800		4	40000	5200	4
21	73000		1	41000		1	1300		3	33600	4900	3
22	86000	11300	2	43000		1	148		3	33300	5500	3
23	80000		1	38000		1	360		3	36600	3200	3
24	77000		0	56000		1	730		3	43300	13600	3
25	69000		1				830		3	36300	1500	3
26	73500	2000	2				1028		3	39000	4400	3
27	77000		1	50000		1	600		3	46000	7000	3
28	82500	7700	2	59000		1	1338		3	43700	4400	3
29	76000		1	51000		1	600		3	43600	5100	3
30	73000	9800	2	49000		1	2190		1	44000		1
31	71000		1	50000		1	230		3	38600	7000	3
32	77500	6300	2	55000		1	940		3	38700	7400	3
33	75000		1	47000		1	600		3	47000	6900	3
34				42000		1	0		3	44000	7100	3
35	81000		1				360		3	43600	2300	3
36	73000		1	50000		1	0		3	39600	2900	3

Tablica XIV. Statistička poređenja srednjih veličina populacija hilomonasa u čistim i mešovitim kulturama.

Statistical comparisons of mean sizes of the *Chilomonas* population in single and mixed cultures.

Dani Days	t	Stepeni slobode Degrees of freedom	Verovatnoća Probability	Zaključak — Consulsion
1	1.02	32	0.4—0.3	nije značajno — not significant
2	1.105	35	0.3—0.2	" " "
3	0.74	38	0.5—0.4	" " "
4	0.513	36	0.7—0.6	" " "
5	0.687	36	0.5—0.4	" " "
6	6.93	32	<0.001	značajno significant
7	6.07	17	<0.001	" " "
8	4.634	15	<0.001	" " "
9	5.919	14	<0.001	" " "
10	1.916	14	0.1—0.05	skoro značajno - nearly significant
11	3.24	14	0.01—0.001	značajno significant
12	1.348	10	0.3—0.2	nije značajno — not significant
13	5.30	6	0.01—0.001	značajno significant
14	7.76	11	<0.001	" " "
15	13.869	6	<0.001	" " "

da veća veličina populacije hilomonasa u mešovitim kulturama nije statistički značajna u početku, nego samo od šestog dana dalje. Od dvanaestog dana dalje ovaj značaj ima drugo značenje. Posle naglog pada populacije hilomonasa u mešovitim kulturama, on pokazuje da je broj hilomonasa u mešovitim populacijama značajno manji nego u čistim kulturama.

Tablica XV daje statističku analizu razlika u broju tetrahimena u čistim i mešovitim populacijama. Veći broj tetrahimena u mešovitim populacijama takođe nije značajan prva tri dana; od devetog dana analiza pokazuje da je populacija tetrahimene značajno veća u čistim populacijama. Razlike između broja tetrahimena u čistim i mešovitim kulturama prestaju da budu značajne od dvadesetog dana dalje, to jest u vreme kad je populacija

Tablica XV. Statističko poređenje srednjih veličina populacije *T. pyriformis* u čistim i mešovitim kulturama.

Statistical comparison of mean sizes of the *T. pyriformis* population in single and mixed cultures.

Dani Days	t	Stepeni slobode Degrees of freedom	Verovatnoća Probability	Zaključak — Conclusion
1	0.843	28	0.5—0.4	nije značajno — not significant
2	0.811	32	0.5—0.4	" " "
3	0.144	38	0.9—0.8	" " "
4	2.776	35	0.01—0.001	značajno significant
5	3.09	32	0.01—0.001	" " "
7	3.215	29	0.01—0.001	" " "
6	1.923	16	0.1—0.05	skoro značajno - nearly significant
8	1.982	14	0.1—0.05	" " "
9	2.72	14	0.02—0.01	značajno significant
10	1.641	14	0.2—0.1	nije značajno — not significant
11	4.267	14	<0.001	značajno significant
12	4.901	10	<0.001	" " "
13	4.365	6	0.01—0.001	" " "
14	2.79	11	0.02—0.01	" " "
15	0.311	7	0.8—0.7	nije značajno — not significant
16	2.487	6	0.05—0.02	značajno significant
17	3.11	6	0.05—0.02	" " "
18	1.862	6	0.2—0.1	nije značajno — not significant
19	3.45	5	0.02—0.01	značajno significant
20	1.883	4	0.2—0.1	nije značajno — not significant
22	0.065	4	>0.9	" "

hilomonasa u mešovitim kulturama skoro potpuno potisnuta. Populacije obej vrsta su *značajno* veće u mešovitim kulturama šestog dana posle inokuliranja; sledeći dan, ova razlika je još visoko značajna za hilomonasa i skoro značajna za populaciju tetrahimene.

2) **Rastenje populacija Chilomonas paramecium i Tetrahymena pyriformis izraženo celokupnom zapreminom organizama**

Bilo je pomenuto u ovom radu da preliminarna merenja veličine fiksiranih organizama nisu bila zadovoljavajuća, jer se organizmi skupe za vreme fiksiranja. Isprobani su različiti fiksativi. Skupljanje je bilo najmanje u Šampijevom rastvoru. Radi ispitivanja kakvi se rezultati mogu dobiti s ovim fiksativom, foto-

grafisane su najpre pojedinačno žive tetrahimene, a onda isti organizmi posle fiksiranja u Šampijevoj tečnosti i ispiranja u Da Fanovom rastvoru (Corliss, 1953 b). Sesnaest organizama fotografisano je na ovaj način (sl. 21). Veličina živih i fiksiranih organizama (dužina i najveća širina) mereni su s fotografija. Iz niza razlika nađeno je t (Fisher, 1950; vidi »Significance of mean of a small sample«). Njegova vrednost (2.59) i za dužinu i za širinu (za 15 stepeni slobode) pokazuje da razlike u veličini između živih organizama i organizama fiksiranih u Šampijevom fiksativu su statistički značajne (verovatnoća — P — između 0.05 i 0.02). Zbog toga su uzimane fotografije živih organizama u čistim i mešovitim kulturama svaki drugi dan za vreme rastenja populacija (sl. 22—31). Merene su dužina i maksimalna širina organizama u oštrom fokusu. Izračunata je prosečna zapremina jedinki u čistoj populaciji, kao i prosečna zapremina organizama u mešovitoj populaciji.

Ovi podaci upotrebljeni su za izračunavanje totalne zapremine hilomonasa i tetrahimene u čistim i mešovitim kulturama. Celokupni brojevi organizama hilomonasa i tetrahimene (tablica XIII) pomnoženi su odgovarajućom vrednosti zapremine jedinki iste starosti (tablice XVII—XX). Rezultati su prikazani u tablici XVI. Oni pokazuju da se maksimalna veličina populacije koju dostigne hilomonas i tetrahimena u kontrolnim kulturama ne održi tako dugo, kao što izgleda kad je veličina izražena brojem organizama. Populacije obeju vrsta pokazuju izvesno opadanje celokupnih zapremina u početku maksimalne stacionarne faze; ali posle tog početnog pada, one pokazuju samo male fluktuacije do kraja eksperimenta.

Rastenje populacija hilomonasa u mešovitim kulturama izraženo totalnim volumenom organizama pokazuje iste crte kao kad je izraženo brojem jedinki: bolje je nego u mešovitim populacijama prvih osam dana; zatim totalni volumen organizama opada, i, posle naglog pada, opet pokazuje mali porast pre koničnog potiskivanja hilomonasa. Međutim, rastenje populacija tetrahimene u mešovitim kulturama, izraženo celokupnom zapreminom, različito je od onoga izraženog brojem jedinki. Rastenje je slabije nego u kontrolnim kulturama (izuzev jednog dana), maksimalni prinos je samo 44% od onog u čistoj populaciji. Početno opadanje populacije hilomonasa u mešovitim kulturama praćeno je opadanjem u populaciji tetrahimene; ali kad populacija hilomonasa postane vrlo mala, populacija tetrahimene počinje ponovo da raste, dostiže veličinu čiste populacije i čak je nadmaši, za kratko vreme.

Tablica XVI. Rastenje čistih i mešovitih populacija *Ch. paramecium* i *T. pyriformis* izraženo celokupnom zapreminom organizama (hiljade kubnih mikrona).

Growth of single and mixed populations of *Ch. paramecium* and *T. pyriformis* in terms of total volume of organisms (thousands of cubic micra).

Dani Days	Čiste populacije Single populations		Mešovite populacije Mixed populations	
	Ch	W	Ch	W
0	12	175	12	175
2	512	12720	535	10780
4	19832	92431	22048	103864
6	95255	474766	231223	369971
8	101510	1287894	133753	423547
10	131998	728419	113740	565626
12	135306	575252	54644	323989
14	127236	450512	20574	327319
16	92130	434520	14090	312963
18	81816	487519	4176	289862
20	86955	455651	8462	372760
22	84108	488179	157	287012
24	95480	536928	958	339082
26	63798	478300	1245	380367
28	68145	436442	1545	464444
30	71686	427672	2146	448184
32	76570	551760	905	446056
34	95706	410550	0	356136

Treba uočiti da su celokupne zapremine tetrahimene, bilo u čistim ili mešovitim populacijama, uvek veće od celokupnih zapremina populacije hilomonasa. Maksimalna veličina čiste populacije hilomonasa je oko 231 milion kubnih mikrona, dok je ona tetrahimene oko 1288 miliona kubnih mikrona. Ove razlike pojavljuju se u kulturama s istom vrstom i količinom hranljivog medijuma. One pokazuju, stoga, da stepen iskorišćavanja hranljivog medijuma zavisi od izvesnih fizioloških karaktera vrste.

3) Promene u veličini i obliku *Chilomonas paramecium* i *Tetrahymena pyriformis* za vreme rastenja njihovih čistih i mešovitih populacija

Promene u dužini i širini, u razmeru između dužine i širine, kao i promene u zapremini jedinki hilomonasa i tetrahimene za vreme rastenja u čistim i mešovitim populacijama prikazane su u tablicama XVII—XX. One sadrže srednju vrednost (\bar{x}), stan-

dardnu devijaciju (s) i koeficijent variranja (c. v.) dužine, širine i njihovog razmara; prosečnu zapreminu (V); i broj merenih jedinki (n). Razmer između dužine i širine računat je za svaku jedinku koja je bila merena. Prosečna zapremina tetrahitomene računata je na isti način kao zapremina hilomonasa

$$(V = \frac{4}{3} \pi \left(\frac{L}{2} \right)^2 \left(\frac{W}{2} \right)^2)$$
, jer izgleda da je oblik oba organizma najsličniji elipsoidu.

Tablica XVII. Promene u veličini i obliku *Ch. paramecium* u čistoj populaciji za vreme rastenja populacije.
Changes in size and shape of *Ch. paramecium* in single populations during population growth.

Dani Days	L			W			L/W			V	n
	X	s	c. v.	X	s	c. v.	X	s	c. v.		
0	24.1	2.45	10.17%	9.95	0.72	7.24%	2.43	0.26	10.70%	1247	22
2	26.2	2.46	17.02%	11.0	1.64	14.91%	2.43	0.46	18.93%	1659	30
4	27.2	2.93	10.58%	11.6	1.55	13.36%	2.43	0.31	12.76%	1951	45
6	22.8	2.45	10.75%	10.3	0.82	7.96%	2.23	0.31	13.90%	1265	10
8	24.4	3.64	14.92%	10.0	1.12	11.20%	2.44	0.33	13.52%	1276	32
10	26.6	3.34	12.56%	11.2	1.31	11.70%	2.40	0.31	12.92%	1746	52
12	24.5	2.72	11.10%	11.2	1.14	10.18%	2.20	0.22	10.0 %	1606	27
14	24.9	3.13	12.57%	10.3	0.73	7.09%	2.44	0.31	12.70%	1383	20
16	22.1	2.92	13.21%	9.8	1.57	16.02%	2.22	0.23	10.36%	1110	51
18	22.5	2.54	11.29%	9.2	0.74	8.0 %	2.44	0.25	10.25%	974	12
20	21.9	2.88	13.15%	9.9	1.36	13.74%	2.22	0.29	13.06%	1122	30
22	20.3	2.23	10.99%	9.6	1.0	10.42%	2.15	0.21	9.77%	978	38
24	21.5	1.47	6.84%	10.5	0.96	9.14%	2.06	0.19	9.22%	1240	30
26	19.2	2.60	13.54%	9.3	1.56	16.77%	2.08	0.22	10.58%	868	20
28	19.5	2.21	11.33%	9.0	1.02	11.33%	2.20	0.26	11.81%	826	42
30	20.8	2.20	10.58%	9.5	1.16	12.21%	2.21	0.23	10.41%	932	21
32	20.5	2.06	10.05%	9.6	0.97	10.10%	2.16	0.23	10.65%	988	21
34	23.0	2.69	11.70%	10.1	0.90	8.91%	2.29	0.28	12.23%	1227	17

Tablice XVII—XX pokazuju da veličina i oblik oba organizma zavisi od starosti populacije i od prisustva odnosno otsutstva druge vrste (sl. 22—31). Jasno je da se *Tetrahymena* i *Chilomonas* razlikuju ne samo (i očevidno) po obliku i veličini, nego i po sukcesiji promena u obliku i veličini za vreme rastenja populacija. *Chilomonas* postaje veći posle inokuliranja, dok *Te-*

trahymena postaje manja. Porast u veličini hilomonasa, i u čistim i u mešovitim kulturama, ograničen je na rane stupnjeve rastenja populacije. Za vreme ovog perioda, u logaritamskoj fazi rastenja, veličina tetrahimene opada (sl. 22); zatim u fazi negativne akceleracije rastenja ona ponovo postaje veća (sl. 27). Ovo povećanje veličine pratio je naglim smanjenjem u početku stacionarne faze. Međutim, kasnije nema značajnih promena u njenoj veličini. U mešovitoj populaciji *Tetrahymena* ne dostigne maksimalnu veličinu organizama u čistoj populaciji (sl. 26 i 27), i, kasnije, smanjenje njene veličine je veće nego u kontrolnim kulturama (sl. 29 i 30). Ipak veličina tetrahimene u mešovitim populacijama postaje ponovo veća kad je populacija hilomonasa skoro ischezla (sl. 31). U čistim kulturama veličina tetrahimene povećava se u fazi negativne akceleracije rastenja (sl. 22 i 27), dok veličina hilomonasa opada. Opadanje veličine hilomonasa je veće u čistim nego u mešovitim kulturama (sl. 23 i 24). Kad čista populacija hilomonasa prestane rasti, veličina jedinki ponovo se poveća (sl. 25) (ona prelazi veličinu organizama u mešo-

Tablica XVIII. Promene u veličini i obliku *Ch. paramecium* u mešovitim populacijama za vreme rastenja populacije.

Changes in size and shape of *Ch. paramecium* in mixed populations during population growth.

Dani / Days	L			W			L/W			V	n
	X	s	c. v.	X	s	c. v.	X	s	c. v.	X	
0	24.1	2.45	10.17%	9.95	0.72	7.24%	2.43	0.26	10.70%	1247	22
2	24.4	2.97	12.17%	10.8	0.85	7.87%	2.25	0.20	8.89%	1490	12
4	26.1	2.78	10.65%	11.9	1.61	13.53%	2.22	0.34	15.32%	1934	34
6	27.9	2.72	9.75%	11.1	1.29	11.62%	2.53	0.30	11.86%	1798	43
8	23.8	3.36	14.12%	9.2	0.98	10.65%	2.61	0.41	15.71%	1954	46
10	22.9	2.65	11.57%	9.9	1.37	13.84%	2.37	0.41	17.30%	1175	47
12	20.4	2.29	11.23%	8.5	1.15	13.53%	2.44	0.31	12.70%	771	33
14	22.3	2.91	18.05%	8.7	1.33	15.29%	2.61	0.36	13.79%	883	30
16	22.9	3.10	13.54%	9.3	1.15	12.37%	2.48	0.26	10.48%	1036	35
18	22.4	2.83	12.63%	9.0	1.29	14.33%	2.54	0.52	20.47%	949	7
20	26.3	2.59	9.85%	10.3	1.0	9.71%	2.55	0.22	8.63%	1059	57
22	24.1	3.10	12.86%	9.2	1.09	11.85%	2.63	0.33	12.55%	1067	62
24	25.1	3.09	12.41%	10.0	0.98	9.80%	2.52	0.28	11.11%	1313	40
26	22.7	4.57	20.13%	10.1	1.09	10.79%	2.24	0.33	14.73%	1211	45
28	23.0	3.11	13.52%	9.8	1.39	14.18%	2.38	0.34	14.29%	1155	34
30	22.3	2.61	11.70%	9.2	0.95	10.33%	2.43	0.33	13.58%	983	23
32	21.3	2.24	10.52%	9.3	1.12	12.04%	2.32	0.33	14.22%	963	20

Tablica XIX. Promene u veličini i obliku *T. pyriformis* u čistim populacijama za vreme rastenja populacije.
 Changes in size and shape of *T. pyriformis* in single populations during population growth.

Dani Days	L			W			L/W			V	n
	X	s	c. v.	X	s	c. v.	X	s	c. v.		
0	69.1	7.70	11.14%	22.0	2.81	12.77%	3.17	0.36	11.36%	17491	16
2	42.8	4.0	9.35%	23.3	2.76	11.85%	1.85	0.15	8.11%	12161	22
4	49.3	3.08	6.25%	29.3	2.03	6.94%	1.69	0.08	4.73%	22060	36
6	56.9	7.05	12.39%	28.0	5.26	18.79%	2.06	0.24	11.65%	23330	15
8	62.4	4.41	7.07%	30.8	3.02	9.81%	2.04	0.19	9.31%	30959	39
10	54.3	5.66	10.42%	24.5	4.12	16.82%	2.25	0.27	12.0 %	17059	23
12	52.1	3.82	7.33%	21.3	2.51	11.78%	2.46	0.15	6.10%	12371	30
14	46.2	4.01	8.68%	21.0	1.32	6.29%	2.20	0.16	7.27%	10663	24
16	41.8	4.60	11.0 %	21.6	1.79	8.29%	1.94	0.16	8.25%	10200	80
18	43.3	5.93	13.70%	21.8	4.35	19.95%	1.93	0.35	18.13%	10762	44
20	41.8	3.34	7.99%	20.9	1.50	7.99%	2.01	0.14	6.97%	9549	33
22	48.3	6.57	13.60%	21.2	3.16	14.91%	2.29	0.26	11.35%	11353	16
24	43.2	4.39	10.16%	20.6	2.01	9.76%	2.10	0.18	8.57%	9588	43
26	43.1	3.81	8.84%	20.6	1.73	8.40%	2.10	0.18	8.57%	9566	41
28	45.6	4.32	9.27%	19.7	1.82	9.24%	2.37	0.19	8.02%	9458	61
30	40.9	3.08	7.53%	20.2	2.27	11.24%	2.04	0.14	8.86%	8728	23
32	45.2	4.89	10.82%	20.6	1.50	7.28%	2.19	0.19	8.68%	10032	39
34	43.2	5.16	11.94%	20.8	1.31	6.30%	2.07	0.19	9.18%	9775	25

vitim kulturama, sl. 26), ali ne dostigne veličinu organizama iz ranih stupnjeva rastenja populacije. Veličina hilomonasa u mešovitim kulturama takođe postaje veća, čim se smanji gustina populacije, i njegova veličina premaša veličinu organizama u kontrolnim kulturama.

Razmer između dužine i širine ponovo je bio uzet kao kvantitativni izraz promena u obliku organizama za vreme rastenja populacije. Uopšte uzev, vrednost razmera je veća u mešovitim populacijama nego u čistim. To znači da su organizmi vitki kad rastu u mešovitim kulturama nego u čistim. Ove promene u obliku za vreme rastenja populacije više su izražene kod tetrahimene nego kod hilomonasa (sl. 22, 24, 26, 27, 29, 30 i 31).

Tetrahymena je zdepasta u logaritamskoj fazi rastenja. Međutim, u fazi negativne akceleracije rastenja i u prvom delu stacionarne faze, organizmi su vitki; u starim kulturama ima i vitkih i zdepastih organizama. S druge strane, *Chilomonas* je zdepast samo u čistim kulturama, preko dvadeset dana starim. U me-

Tablica XX. Promene u veličini i obliku *T. pyriformis* u mešovitim populacijama za vreme rastenja populacije.

Changes in size and shape of *T. pyriformis* in mixed populations during population growth.

Dani Days	L			W			L/W			V	n
	X	S	c. v.	X	S	c. v.	X	S	c. v.		
0	69.1	7.70	11.14%	22.0	2.81	12.77%	3.17	0.36	11.36%	17491	16
2	43.6	3.84	8.81%	22.0	2.61	11.86%	2.0	0.17	8.50%	11045	30
4	48.8	4.85	9.94%	24.6	2.82	11.46%	1.98	0.15	7.58%	15456	39
6	50.3	4.75	9.45%	21.3	2.32	10.89%	2.35	0.24	10.21%	11923	12
8	54.5	4.39	8.06%	21.6	3.63	16.81%	2.56	0.34	13.28%	13299	35
10	55.4	5.24	9.46%	22.9	5.15	22.49%	2.36	0.25	10.59%	15205	36
12	47.8	4.69	9.81%	19.7	1.58	8.02%	2.43	0.17	7.0 %	9709	58
14	49.1	6.33	12.89%	18.7	2.0	10.70%	2.63	0.24	9.13%	9067	32
16	42.5	3.63	8.54%	20.0	1.91	9.55%	2.14	0.18	8.41%	8891	40
18	40.0	3.78	9.45%	19.3	0.41	2.12%	2.07	0.14	6.76%	7792	49
20	42.4	4.54	10.71%	20.5	1.06	5.17%	2.09	0.20	9.56%	9319	51
22	42.9	5.44	12.68%	19.6	3.06	15.61%	2.20	0.17	7.73%	8619	40
24	40.2	4.64	11.54%	19.3	1.91	9.90%	2.10	0.20	9.52%	7831	56
26	43.1	2.52	5.85%	20.8	4.46	21.44%	2.10	0.23	10.95%	9753	41
28	49.8	6.44	12.93%	20.2	4.31	21.34%	2.54	0.48	18.78%	10628	38
30	50.7	7.85	15.48%	19.6	5.96	29.80%	2.70	0.51	18.89%	10186	24
32	49.5	9.62	19.43%	21.1	6.94	32.89%	2.44	0.40	16.39%	11526	53
34	40.7	3.84	9.43%	19.5	3.83	19.60%	2.01	0.15	7.46%	8094	51

šovitim kulturama on je vitkiji, izuzev u logaritamskoj fazi rastenja, kad su organizmi zdepastiji nego u čistim kulturama.

U mešovitim kulturama *Tetrahymena* se kreće brže nego u čistim. U malim kapljicama, iz kojih su vađeni pipetom prilikom brojanja, organizmi su plivali brzo blizu ruba kapljice. Bilo je moguće uzeti ih sve iz kapljice bez traženja, nego samo posmatranjem malog dela blizu ruba kapljice i lovljenjem jednog iza drugog kad dodu na posmatranu tačku. Ova veća brzina plivanja tetrahimene u mešovitim populacijama nije bila posmatrana u početku rastenja populacije. Mogla se uočiti od faze negativne akceleracije rastenja pa dalje. Međutim, ona je ponovo isčezla u starim kulturama. Da li su ove razlike u brzini povezane s razlikama u obliku organizama u mešovitim i čistim kulturama, nije poznato. Iz njihovog oblika zašiljenog napred i nazad u kultura osam dana starim (sl. 26 i 27), može se očekivati da će organizmi iz mešovite populacije biti brži plivači od tetrahimena koje rastu u čistoj kulturi.

Tablice XVII—XX pokazuju da, uglavnom, koeficijenti variranja dužine, širine i njihovog razmara, veći su u mešovitim

populacijama, i za hilomonasa i za tetrahimenu. Zanimljivo je da je variranje u *obliku* hilomonasa više izraženo nego variranje u *veličini*, dok je za tetrahimenu suprotno tačno: *veličina* tetrahimene varira više nego njen *oblik*. Upoređujući vrednosti koeficijenta variranja dužine, širine i njihovog razmera, za ovu vrstu, naći ćemo da su najveće za širinu. Širina tetrahimene varira više nego njena dužina, a obe više nego njihov razmer.

Za vreme rastenja populacije koeficijenti variranja hilomonasa rastu, dok oni tetrahimene pokazuju opadanje. Variranje hilomonasa u čistoj populaciji opet je veće samo u početku maksimalne stacionarne faze, dok u mešovitoj populaciji visoke vrednosti koeficijenata pojavljuju se skoro kroz celo rastenje populacije.

Povećano variranje tetrahimene u čistim kulturama pojavljuje se na kraju faze negativne akceleracije rastenja, i u početku i u sredini maksimalne stacionarne faze.

Kad populacija hilomonasa u mešovitim kulturama počinje da opada, variranje tetrahimene se smanjuje, i jedino se ponovo

Tablica XXI. Statističko poređenje srednjih vrednosti dužine, širine i razmera između dužine i širine *Chilomonas paramecium* u čistim i mešovitim kulturama.

Statistical comparison of means of length, width and ratio of length to width of *Chilomonas paramecium* in single and mixed cultures.

Dani Days	Stepeni slobode Degrees of freedom	L		W		L/W	
		t	Verovatnoća Probability	t	Verovatnoća Probability	t	Verovatnoća Probability
2	40	1.55	0.9—0.8	0.239	0.9—0.8	1.76	0.1—0.05
4	77	2.47	0.02—0.01	0.329	0.01—0.001	2.734	0.01—0.001
6	51	5.81	< 0.001	2.547	0.02—0.01	2.752	0.01—0.001
8	76	0.72	0.5—0.4	3.265	0.01—0.001	1.708	0.1—0.05
10	97	6.12	< 0.001	4.81	< 0.001	0.40	0.7—0.6
12	58	6.22	< 0.001	9.09	< 0.001	3.515	< 0.001
14	48	2.90	0.01—0.001	5.498	< 0.001	1.767	0.1—0.05
16	84	1.20	0.3—0.2	1.418	0.1—0.05	4.887	< 0.001
18	17	0.077	> 0.9	0.375	0.8—0.7	0.483	0.7—0.6
20	30	6.70	< 0.001	1.418	0.2—0.1	5.37	< 0.001
22	100	7.09	< 0.001	1.877	0.1—0.05	8.905	< 0.001
24	68	6.12	< 0.001	1.845	0.1—0.05	8.185	< 0.001
26	63	3.91	< 0.001	1.955	0.1—0.05	2.25	0.05—0.02
28	74	5.53	< 0.001	2.787	0.01—0.001	2.51	0.02—0.01
30	42	2.07	0.05—0.02	0.931	0.4—0.3	2.595	0.02—0.01
32	39	1.188	0.3—0.2	0.911	0.4—0.3	1.785	0.1—0.05

Tablica XXII. Statističko poređenje srednjih vrednosti dužine, širine i razmera između dužine i širine *Tetrahymena pyriformis* u čistim i mešovitim kulturama.

Statistical comparison of means of length, width and ratio of length to width of *Tetrahymena pyriformis* in single and mixed cultures.

Dani Days	Stepeni slobode Degrees of freedom	L		W		L/W	
		t	Verovatnoća Probability	t	Verovatnoća Probability	t	Verovatnoća Probability
2	50	0.725	0.5—0.4	0.171	0.9—0.8	3.346	< 0.001
4	73	0.877	0.4—0.3	8.227	< 0.001	13.01	< 0.001
6	25	2.919	0.01—0.001	4.423	< 0.001	2.06	0.05
8	72	7.625	< 0.001	11.93	0.001	7.977	< 0.001
10	57	0.145	0.5—0.4	1.316	0.2—0.1	1.569	0.2—0.1
12	86	4.555	< 0.001	2.0	0.05—0.02	0.773	0.5—0.4
14	54	2.092	0.05—0.02	5.18	< 0.001	8.055	< 0.001
16	118	0.908	0.4—0.3	1.397	0.2—0.1	5.86	< 0.001
18	91	3.16	0.01—0.001	3.794	< 0.001	2.49	0.02—0.01
20	82	0.687	0.5—0.4	1.333	0.2—0.1	2.13	0.05—0.02
22	54	2.914	0.01—0.001	1.726	0.1—0.05	1.283	0.2—0.1
24	97	3.289	0.01—0.001	3.257	0.01—0.001	*	
26	80	*		0.268	0.8—0.7	*	
28	97	2.204	0.01—0.001	0.664	0.6—0.5	2.101	0.05—0.02
30	45	5.674	< 0.001	0.466	0.7—0.6	6.119	< 0.001
32	90	2.799	0.01—0.001	0.508	0.7—0.6	3.927	< 0.001
34	89	2.187	0.05—0.02	2.338	0.02—0.01	1.424	0.2—0.1

razlika (difference) = 0.

poveća pred kraj eksperimenta, kad je *Chilomonas* skoro sasvim potisnut, i kad se populacija tetrahimene počela da povećava. Ove poslednje vrednosti su maksimalne vrednosti koeficijenta variranja u ovim eksperimentima. Kako je veliko variranje tetrahimene u mešovitim kulturama u to vreme, može se videti na fotografiji na slici 31.

Iz veličina koeficijenata variranja obeju vrsta jasno je da su oni manji za tetrahimenu, i u čistim i u mešovitim populacijama. *Chilomonas* varira više nego *Tetrahymena* kroz celu krvuljju rastenja, izuzev na kraju rastenja u mešovitim populacijama, kad je variranje tetrahimene izuzetno visoko.

Vrednosti dužine, širine i razmera između dužine i širine hilomonasa, u čistim i mešovitim kulturama, upoređene su statistički, upotrebljavajući *t* probu značaja. Ovi rezultati prikazani su u tablici XXI. Tablica XXII sadrži odgovarajuće podatke za tetrahimenu. Oni pokazuju da razlike srednjih vrednosti dužine

i širine organizama u čistim i mešovitim populacijama nisu značajne u početku rastenja nego tek od četvrtog do šestog dana posle inokuliranja. S druge strane, razlika u obliku tetrahimene u čistim i mešovitim kulturama postaje značajna od početka merenja. Ona je i za hilomonasa skoro značajna.

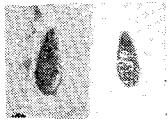
Kao što se može očekivati, značaj razlike srednjih vrednosti menja se za vreme rastenja populacije; ali, uopšte uzev, ove razlike između organizama u čistim i mešovitim kulturama su značajne.

Bilo je od interesa statistički proveriti da li su značajne razlike koje se javljaju u dužini, u širini ili u razmeru za vreme rastenja jedne vrste kultura, samo čistih ili samo mešovitih. Zato su upoređene maksimalne i minimalne vrednosti dužine, širine i razmera unutar čiste populacije, kao i unutar mešovite populacije. One su visoko značajne ($P < 0.001$). Vrednosti t za hilomonasa su: u čistoj kulturi: 11.69 (dužina), 9.318 (širina) i 5.681 (razmer); u mešovitoj kulturi odgovarajuće vrednosti t su: 12.057, 3.765 i 4.596. Vrednosti za tetrahimenu su: a) u čistoj kulturi: 22.23, 23.678 i 22.164; b) u mešovitoj kulturi: 14.799, 10.28 i 6.639. (Vrednost 2.75 t je već visoko značajna za 30 stepeni slobode).

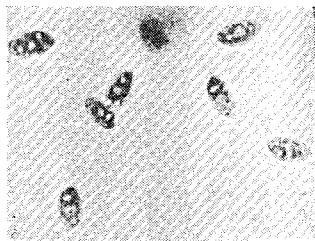
Diskusija

Ovi eksperimenti pokazali su da rastenje dveju vrsta u mešovitoj populaciji nije tako jednostavno kao što su matematičke teorije prepostavljale. Statistički značajne razlike u veličini populacije hilomonasa i tetrahimene između čistih i mešovitih kultura, pojavile su se u početku rastenja populacije. Ove razlike ukazuju na bolji rast obe vrste u mešovitim populacijama. Međutim, docnije u rastenju populacije, značajno bolji rast bio je za obe vrste u čistim populacijama. *Chilomonas paramecium*, vrsta čija maksimalna populacija je skoro dva puta veća u mešovitim nego u čistim kulturama, bude potisnut od *Tetrahymena pyriformis* čija maksimalna populacija je veća u čistim nego u mešovitim kulturama. Prema matematičkim teorijama kompeticije između dve vrste, čovek ne bi očekivao potiskivanje vrste koja raste bolje u mešovitim kulturama kroz sve faze rastenja populacije, od logaritamske do stacionarne faze.

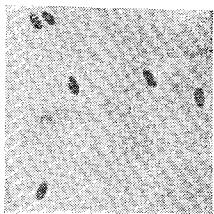
Razlog za bolji početni rast obeju vrsta u mešovitim kulturama nije poznat. Pokušaji su bili vršeni da se gaji *Chilomonas* u medijumu u kome su tetrahimene živele tri dana, i da se gaji *Tetrahymena* u medijumu uslovljenom hilomonasima. Međutim, eksperimenti nisu bili uspešni, jer posle centrifugiranja nekoliko organizama je uvek nadeno u medijumu koji je zatim brzo pipetom izvađen i potom inokuliran drugom vrstom. Za okjašnjenje boljeg rastenja obeju vrsta u mešovitim kulturama potreban je



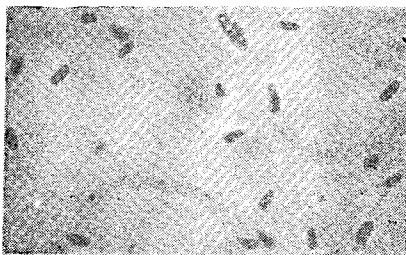
Sl. 21



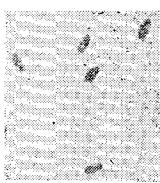
Sl. 22



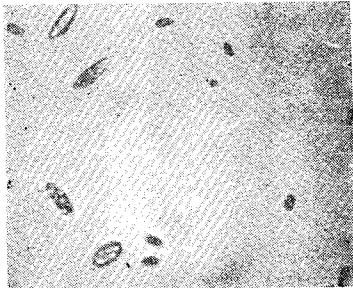
Sl. 23



Sl. 24



Sl. 25

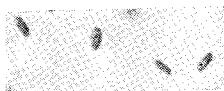


Sl. 26

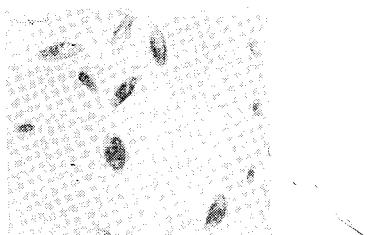
- Sl. 21. **Tetrahymena pyriformis** (Ehrenberg) Lwoff: organizam fotografisan živ i posle fiksiranja u Šampijevom rastvoru. — Uveć. 200 ×
- Sl. 22. **Tetrahymena kyriiformis** u čistoj kulturi staroj 4 dana. — Uveć. 200 ×
- Sl. 23. **Chilomonas parameciatum** u čistoj kulturi staroj 6 dana. — Uveć. 200 ×
- Sl. 24. Mešovita kultura hilomonasa i tetrahymene stara 6 dana. — Uveć. 200 ×
- Sl. 25. **Chilomonas paramecium** u čistoj kulturi staroj 8 dana. — Uveć. 200 ×
- Sl. 26. Mešovita kultura hilomonasa i tetrahymene stara 8 dana. — Uveć. 20 ×



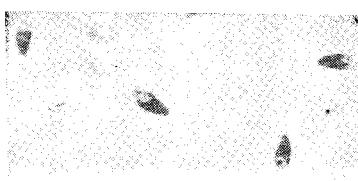
Sl. 27



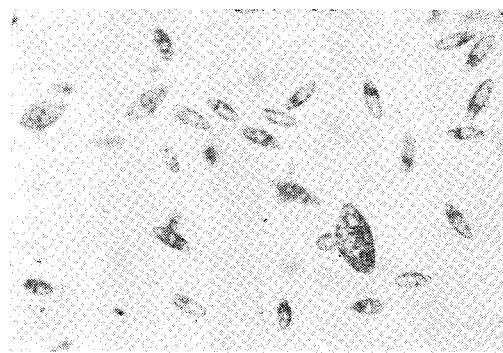
Sl. 28



Sl. 29



Sl. 30



Sl. 31

- Sl. 27. **Tetrahymena pyriformis** u čistoj kulturi staroj 8 dana. Uveć. 200 ×
Sl. 28. **Chilomonas paramecium** u čistoj kulturi staroj 14 dana. Uveć. 200 ×
Sl. 29. Mešovita kultura hilomonasa i tetrahimene stara 14 dana. Uveć. 200 ×
Sl. 30. **Tetrahymena kystiformis** u čistoj kulturi staroj 14 dana. Uveć. 200 ×
Sl. 31. Mešovita kultura hilomonasa i tetrahimene stara 32 dana. Uveć. 200 ×

poseban program istraživanja. Očevide mogućnosti su: izvesni produkti metabolizma jedne vrste povoljni su za rastenje druge vrste; ili da jedna vrsta uzima nešto iz medijuma i čini ga tako pogodnjim za rastenje druge vrste. Za ovo uslovljavanje medijuma potrebno je nekoliko dana, jer značajno veći broj tetrahimena u mešovitim kulturama pojavljuje se tek četvrtog dana, a hilomonasa šestog dana posle inokuliranja. Veća količina CO_2 u mešovitim kulturama (usled većeg broja organizama) mogla bi stimulirati rastenje populacija hilomonasa (Jahn, 1936; Pace and Ireland, 1945).

Brzina rastenja populacije tetrahimene (sl. 20), i u čistim i u mešovitim kulturama, veća je nego ona populacije hilomonasa za vreme prvog dana; ali kasnije, brzina rastenja hilomonasa je stalno veća. Iz njegove brzine rastenja moglo bi se očekivati da će hilomonas pobediti u kompeticiji s tetrahimenom. Naprotiv, *Chilomonas* je potisnuta vrsta. Vremenom, medijum mešovitih kultura postaje manje pogodan za rastenje obeju vrsta, i verovatno kompeticija između njih je tada oštija nego između organizama iste vrste u čistim kulturama. Možda je *Chilomonas* osetljiviji na ove promene nego *Tetrahymena*, i stoga izumre.

Haksli (Huxley, 1942) je istakao govoreći uopšte da promena uslova okoline može uticati na rezultat kompeticije. Hačinson (Hutchinson, 1941) je pokazao da sukcesija u nekom sistemu može biti prouzrokovana unutrašnjim ili spoljašnjim promenama koje modifikuju osobine koje uticu direktno na borbu za opstanak. Krombi (1945) prepostavlja da matematičke teorije o kompeticiji između dve vrste važe samo dok uslovi eksperimenta ostaju stalni.

Razlike u veličini organizama za vreme rastenja populacije dovele su do različite vrednosti brzine rastenja kad je izražena celokupnom zapreminom organizama od one kad je izražena brojem organizama. U čistim kulturama hilomonasa i tetrahimene, veličina populacije dostignuta u početku maksimalne stacionarne faze održava se samo (s malim fluktuacijama) ako je izražena brojem organizama. Veličina populacije izražena celokupnim volumenom organizama smanjuje se u početku stacionarne faze. Kompeticija između hilomonasa i tetrahimene drukčije izgleda ako je veličina populacije izražena celokupnom zapreminom organizama. *Tetrahymena* tad raste gore u mešovitim nego u čistim kulturama od samog početka, pošto je *Chilomonas* potiskuje. To je u slučaju kad je rastenje izraženo zapreminom organizama. Međutim, izraženo brojem organizama, kao što smo videli, populacija tetrahimene u mešovitim kulturama je značajno veća u to vreme nego u čistim kulturama. Solt (Salt, 1932) je pokazao da rastenje populacije *Lucilia sericata* ima druge vrednosti ako je veličina populacije izražena brojem organizama nego kad je izražena težinom organizama.

Hol (Hall, 1950) iznosi da je upotreboio *Chilomonas paramecium* kao hranu za *Tetrahymena geleii* W. Međutim, u ovim eksperimentima nije nikad bilo primećeno da *Tetrahymena pyriformis* W uzima hilomonasa za hranu, uprkos najpažljivijeg posmatranja. U stvari na jednom stupnju rada postojala je nuda da se upotrebi soj W kao predator; ali niti direktna posmatranja, niti rezultati bojenja rastvorom joda kao probom za skrob od progutanih hilomonasa, nisu dali naslutiti da soj W može užimati hilomonasa za hranu.

Kider (1941) je našao da *Tetrahymena geleii*, soj W (to je *T. pyriformis* prema Korlisu, 1952) ima dugu fazu negativne akceleracije rastenja i kratku stacionarnu fazu. I u mojim eksperimentima faza negativne akceleracije rastenja bila je duga; ali je i maksimalna stacionarna faza bila vrlo duga, ako je veličina populacije bila izražena brojem organizama (i Kider je tako izrazio veličinu populacije). Ona je trajala do kraja eksperimenta (do trideset šestog dana).

Makvej i Braun (McVeigh and Brown, 1954) uporedili su rastenje flagelata *Chlamydomonas chlamydogama* i *Haematooccus pluvialis* u čistoj i mešovitoj populaciji, kad su kulture bile stare dve i tri nedelje. Oni su našli da je rastenje bolje u čistim kulturama posle dve nedelje, i u mešovitim kulturama posle tri nedelje. Kako oni nisu pratili rastenje populacije celo vreme, njihovi rezultati ne mogu se u potpunosti uporediti sa nalazima u mojim eksperimentima. Ali i njihovi rezultati potvrđuju bolje rastenje obeju vrsta u mešovitim populacijama pri određenoj starosti kultura.

Ovi eksperimenti pokazali su da je veličina organizama u mešovitim kulturama značajno različita od veličine organizama u čistim kulturama. Postoje izrazite razlike i između veličine organizama iste kulture pri različitoj starosti populacije. To znači da se ne može meriti izvestan broj organizama iz čiste kulture, i upotrebiti srednje vrednosti dobijene takvim merenjem za računanje veličine populacije izražene zapreminom organizama, za kulture različite starosti i kompozicije. Gauze (1935 a, 1935 b) je to učinio u svojim eksperimentima o kompeticiji između dve vrste cilijskih organizama.

Varijabilnost u veličini i obliku organizama je veća u mešovitim populacijama nego u kulturama s jednom vrstom. To znači da uslovi kompeticije između dve vrste induciraju povećanu varijabilnost organizama u mešovitim kulturama. Varijabilnost u veličini i obliku tetrahimene naročito je upadna u vreme kad je *Chilomonas* skoro nestao. Razlike u veličini i obliku organizama iz iste kulture mogu tad biti vrlo velike. To znači da se duboke promene moraju dešavati ne samo u zapremini organizama nego i u njihovoj površini. Može se zamisliti ili da se kineti povećavaju u dužini ili se razdaljina između njih povećava za

vreme povećanja površine; ili se i jedno i drugo dešava istodobno. S još većim povećanjem površine, možda se formiraju novi kineti. Ali to je predmet za buduća ispitivanja.

Varijabilnost u veličini *Glaucoma* posmatrala je Robertson (1939) u njenim serološkim proučavanjima; to znači da su verovatno organizmi uzeti iz kultura u stacionarnoj fazi. Ormsbi (Ormsbee, 1942) takođe pominje varijabilnost u veličini tetrahimene u stacionarnoj fazi rastenja populacije. On je sudio o promenama u veličini organizama samo po promenama dužine. On je smatrao da razmer između dužine i širine ne varira značajno za vreme rastenja populacije. Međutim, moji eksperimenti pokazali su suprotno: duboke promene u razmeru između dužine i širine dešavaju se u logaritamskoj fazi rastenja populacije tetrahimene. I Ormsbi je primetio smanjenje veličine tetrahimene za vreme logaritamske faze rastenja. On iznosi da se one zatim povećavaju u stacionarnoj fazi. U mojim eksperimentima povećanje veličine posmatrano je u fazi negativne akceleracije rastenja. Lefer (1952) ističe da svi sojevi *Tetrahymena geleii* koje je on merio, dostignu punu veličinu posle 48 sati. U mojim eksperimentima, puna veličina dostignuta je tek osmog dana; ali on je upotrebo drugu vrstu i količinu medijuma, i držao je kulture na višoj temperaturi.

Sleite i Eliot (Slater and Elliott, 1951) našli su da je zapremina jedinki *Tetrahymena geleii* bila najveća na kraju logaritamske faze. To je sasvim suprotno rezultatima u ovom radu. Harding (1937) je merio veličinu *Glaucoma pyriformis* (*Tetrahymena pyriformis*) u kulturama bez hrane i našao je da se ona naglo smanjuje u početku gladovanja kad su se organizmi još razmnožavali. Možda je u mojim eksperimentima, opadanje u veličini organizama kad je broj organizama ostao stalan, povezano s nestaćicom hrane u starim kulturama. Vajs (Weis, 1954) je takođe posmatrao progresivno opadanje veličine *Tetrahymena pyriformis* u kulturama koje su u gladovanju.

Pri kompeticiji između tri vrste muha lešinarki posmatrao je Alijet (Ullgett, 1949) manju veličinu lutaka u mešovitim nego u čistim populacijama.

Glavni zaključci koji se mogu izvesti iz ovih eksperimenata jesu:

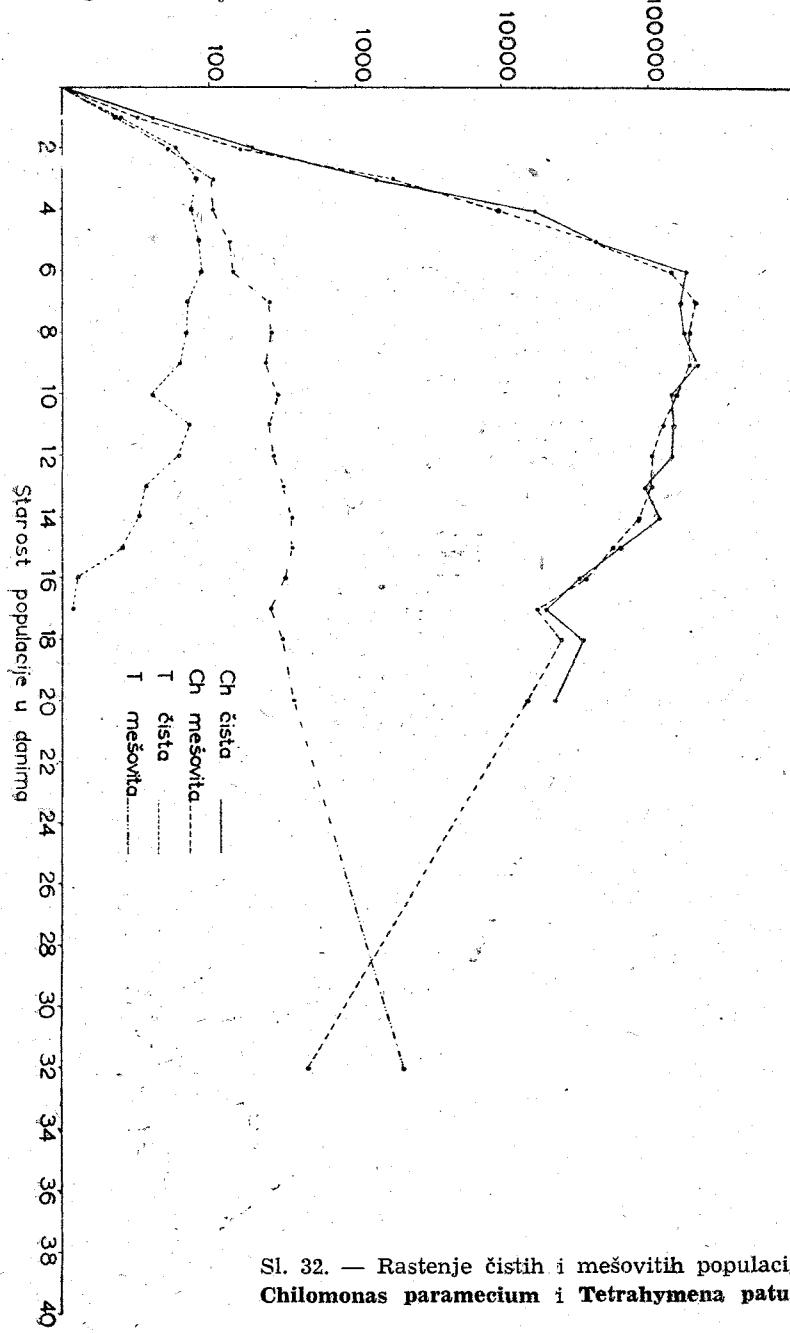
- 1) Priroda kompeticije između *Chilomonas paramecium* i *Tetrahymena pyriformis* menja se za vreme rastenja populacije. Ona je oštra kad populacija dostigne stacionarnu fazu, i zatim tetrahimena potisne hilomonasa.
- 2) Na veličinu i oblik jedinki utiče prisustvo druge vrste. U mešovitim kulturama *Chilomonas paramecium* i *Tetrahymena pyriformis* su uvek vitkiji nego u kontrolnim kulturama.
- 3) Varijabilnost organizama je veća u mešovitim populacijama i menja se sa starošću populacije.

B. RASTENJE MEŠOVITIH POPULACIJA *Chilomonas paramecium* I *Tetrahymena patula*

Rastenje mešovitih populacija dveju vrsta protozoa koje se odnose kao predator i plen, pre je proučavano ili u malim zajednicama sastavljenim najmanje od tri vrste, ili na dve vrste u kulturama bez bakterija ali bez kontrolnih eksperimentima (vidi strane 50 i 51). U preliminarnim eksperimentima tražene su dve vrste protozoa koje mogu živeti odvojeno u istom organskom medijumu, a kada su zajedno da budu u interakciji kao predator i plen. Kako je *Chilomonas* bio eksperimentalni organizam u svim prethodnim eksperimentima u ovom radu, bilo je poželjno upotrebiti ga i dalje. On je plen mnogih cilijsata, ali kako je većina od njih karnivorna i ne može živeti samo u organskom medijumu bez drugih organizama, izbor je bio ograničen na mali broj cilijsata koje su bile dobijene u kulturama bez bakterija. Od flagelata, *Peranema trichophorum* hrani se hilomonasom, prema Čenu (Chen, 1950), ali ona ne može živeti sa hilomonasom u istom organskom medijumu. Pokušaj je bio učinjen da se upotrebi *Tetrahymena vorax* (soj V₂) kao predator. Mešovite kulture bile su inokulirane samo makrostomnim oblicima, jer su oni poznati kao karnivorni. Oni su se hranili hilomonasom, ali posle tri do četiri dana, svi makrostomni oblici su iščezli, i populacija je bila sastavljena samo od mikrostomnih oblika, koji nisu grabljivi (Kidder, Lilly and Claff, 1940). Ova vrsta je stoga napuštena. Zatim je nadeno da je *Tetrahymena patula* pogodna za ove eksperimente; ona uzima hilomonasa za hranu (sl. 33), a može živeti i kao saprofitski oblik. U principu bilo je poželjno izvesti eksperimente s istom vrstom medijuma koji je bio upotrebljen u eksperimentima na *T. pyriformis*; ali to nije bilo moguće, jer u tom medijumu, posle jedne ili dve deobe u početku, *T. patula* se nije više razmnožavala. Medijum je bio povoljan kad se koncentracija proteo-peptona u njemu povećala od 0.1% na 1%.

Kulture u 1% proteoza-peptonu bile su inokulirane s deset hilomonasa i deset *T. patula*, a kontrolne kulture sa po deset organizama jedne ili druge vrste. Držane su na 22.5° C. Broj organizama je određivan, kao i pre, svakog dana, ali kako se gustina populacije hilomonasa razlikovala znatno od one *T. patula* od trećeg dana dalje, veličina obeju populacija nije se mogla odrediti na isti način: pet proba je brojano da se odredi veličina populacija hilomonasa, dok je cela populacija *T. patula* brojana celo vreme. Kako se kultura mora razrediti pre brojanja populacije hilomonasa, *T. patula* je brojana pre nego je kultura bila razredena.

Logoritam broja



Sl. 32. — Rastenje čistih i mešovitih populacija
Chilomonas paramecium i *Tetrahymena patula*

Jedna kapljica kulture stavljena je na ploču. Za vreme brojanja nije bilo moguće hvatati samo *T. patula*. Prema tome, organizmi prikupljeni u kapilarnu mikropipetu za vreme brojanja, nisu bili bačeni, nego su stavljeni u veliku epruvetu koja je sadržavala 5—10 cm³ svežeg medijuma. Sledеća kapljica stavljena je na isto mesto na ploči, i tako dalje, dok cela kultura nije bila ispitana. Kad je poslednja kapljica uzeta, 0.3 cm³ medijuma sipano je pipetom u epruvetu. I ovaj je bio ispitani, da bi bili pokupljeni organizmi koji su mogli ostati na zidu epruvete. Jedinke hilomonasa koje su ostale na ploči bile su sprane sa ploče u veliku epruvetu u kojoj je cela kultura razređena. Za spiranje upotrebljeno je 5 cm³ svežeg medijuma. Najzad je dodata potrebna količina medijuma da se dobije potrebno razređenje. Iz ove razređene kulture brojano je pet proba, da bi se odredila veličina populacije hilomonasa.

1) **Rastenje čistih i mešovitih populacija *Ch. paramecium* i *T. patula* izraženo brojem organizama**

Rastenje populacija *Chilomonas paramecium* i *Tetrahymena patula* izraženo brojem organizama pretstavljen je na slici 32 i tablici XXIII. Tablica pokazuje srednju veličinu populacije, standardnu devijaciju i broj posmatranih kultura, i to u čistim i mešovitim kulturama za obe vrste. Tablica XXIII i slika 32 otkrivaju da je brzina rastenja populacije hilomonasa vrlo slična u čistim i mešovitim kulturama. Pojavila se izrazita lag faza u ovom medijumu u čistim i u mešovitim kulturama. Trajala je dva dana. Maksimalni broj hilomonasa u čistim i mešovitim kulturama ne razlikuje se značajno.

U početku, rastenje populacije *T. patula* vrlo je slično u čistim i mešovitim kulturama. Razlike se pojavljuju od trećeg dana, i docnije one postaju veće. Od šestog dana, populacija tetrahimene u čistim kulturama počinje da degeneriše: organizmi postaju vrlo neprozirni, pljosnati i monstruozni, i njihov broj naglo opada. Međutim, u mešovitim kulturama tetrahimene su se razmnožavale sve do trideset drugog dana. Šestog dana one su počele da uzimaju za hranu hilomonasa više primetno nego pre, i organizmi s progutanim hilomonasima bili su česti (sl. 33). Sledеćeg dana populacija *T. patula* bila je skoro dvostruka. Ovo izbijanje deoba tetrahimene posle povećane grabiljnosti šestog dana bilo je posmatrano u obe serije eksperimenata. Kako su čiste kulture tetrahimene izumrle osamnaestog dana, brojanje mešovitih kultura nije nastavljeno posle dvadesetog dana. Ipak s vremena na vreme vršena su posmatranja i posle toga. Trideset drugog dana cela populacija hilomonasa i tetrahimene brojana je u jednoj kulti. Populacija hilomonasa bila je vrlo mala (samo 474 organizma), dok je populacija tetrahimene imala preko hiljadu jedinki. Posle dva meseca populacija

Tablica XXIII. Rastenje čistih i mešovitih populacija *Chilomonas paramecium* i *Tetrahymena patula*.

Growth of single and mixed populations of *Chilomonas paramecium* and *Tetrahymena patula*.

Dani Days	Čiste populacije Single populations						Mešovite populacije Mixed populations					
	Ch			T			Ch			T		
	X	s	n	X	s	n	X	s	X	s	n	
0	10			10			10		10			
1	42	5.5	4	25.2	6.3	6	34.5	11.0	23	1.7	6	
2	197	49.6	4	60.3	8.0	6	173.5	55.0	54	15.4	6	
3	1383	375	4	83.3	20.4	6	1825	642	192.1	28.8	6	
4	16700	5100	4	78.9	59.5	7	9710	3740	105.6	60.7	6	
5	44500	10400	4	87.7	49.2	6	44500	19900	139.3	55.7	6	
6	185000	33900	4	90.5	14.8	6	147000	28000	149	16.1	6	
7	170750	43400	4	75.6	18.2	6	217100	27100	261.3	104.5	6	
8	184750	32500	4	72.6	12.4	6	190300	27200	275.2	139.8	6	
9	225000		1	56.0	19.8	3	194000	27000	251.6	48.4	6	
10	147000		1	42			156800	34800	302.6	203.8	6	
11	153000		1	76			125690	35000	266.5	50.3	6	
12	150000		1	64			110000	15200	279.5	92.4	6	
13	97000		1	38			104600	10500	335.0	94.6	6	
14	119000		1	34			88000	30447	377.6	173	6	
15				26			55000	3606	373.8	148	5	
16	35000		1	13			38300	9592	348.3	34.2	3	
17	20000		1	12			18000	5654	265	69.2	2	
18	37000		1				26300	1591	332.0	46.1	3	
20	23000		1				15000	8660	389.0	167	3	
32							474		1072		1	

*) Razlika (diference) = 0

tetrahimene još je bila gusta, kad više ni jedan hilomonas nije nađen u mešovitoj kulturi.

Podaci iz tablice XXIII za populaciju hilomonasa u čistim i mešovitim kulturama statistički su upoređeni kao i podaci za populaciju tetrahimene. U tablici XXIV prikazani su rezultati statističke analize. Samo četvrtog dana populacija hilomonasa je značajno veća u čistim nego u mešovitim kulturama. Međutim, sedmog dana populacija hilomonasa je skoro značajno veća u mešovitim nego u čistim kulturama.

Razlika između veličine populacije tetrahimene u čistim i mešovitim kulturama je značajna od šestog dana rastenja populacije, tako da je veličina populacije veća u mešovitim nego u čistim kulturama.

Tablica XXIV. Statističko poređenje srednjih veličina populacije *Chilomonas paramecium* i *Tetrahymena patula* u čistim i mešovitim kulturama.

Statistical comparison of mean sizes of the population of *Chilomonas paramecium* and *Tetrahymena patula* in single and mixed cultures.

Dani Days	Ch. paramecium			T. patula		
	t	Stepeni slobode Degrees of freedom	Verovatnoća Probability	t	Stepeni slobode Degrees of freedom	Verovatnoća Probability
1	1.437	8	0.2—0.1	0.827	10	0.5—0.4
2	0.701	8	0.6—0.5	0.886	10	0.5—0.4
3	1.36	8	0.3—0.2	1.324	10	0.3—0.2
4	2.358	8	0.05—0.02	0.796	10	0.5—0.4
5	*	8		1.699	10	0.2—0.1
6	1.857	8	0.2—0.1	8.529	10	< 0.001
7	1.901	8	0.1—0.05	4.282	10	0.01—0.001
8	0.281	8	0.8—0.7	3.563	10	0.01—0.001
9				7.003	6	< 0.001

*) Razlika (diference) = 0

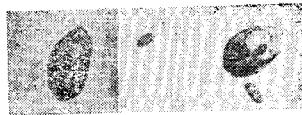
Tablica XXV. Rastenje populacije *Chilomonas* u čistim kulturama i u mešovitim kulturama sa *T. patula* izraženo celokupnom zapreminom organizama (u hiljadama kubnih mikrona).

Growth of population of *Chilomonas* in single cultures and in mixed cultures with *T. patula* in terms of total volume of organisms (in thousands of cubic micra).

Dani Days	Čiste populacije Single populations	Mešovite populacije Mixed populations
0	16.9	16.9
2	282	257
4	18003	12118
6		175224
8	193249	153001
10	215776	123402
14		83512

2) Rastenje populacije hilomonasa u čistim i mešovitim kulturama izraženo celokupnom zapreminom organizama

Tablica XXV prikazuje rastenje populacije hilomonasa u čistim i mešovitim kulturama izraženo celokupnom zapreminom organizama. Celokupne zapremine organizama računate su iz



Sl. 33



Sl. 34



Sl. 35



Sl. 37



Sl. 36

Sl. 33. **Tetrahymena patula** sa progutanim hilomonasom. Uveć. 200 ×
Sl. 34. **Tetrahymena patula** kao polomorfna vrsta: makrostomski i mikrostomski oblici, prelazni oblici i oblici sa malom pukotinom umesto usta. Uveć. 200 ×

Sl. 35. Kanibalistički oblici **Tetrahymena patula**. Uveć. 200 ×
Sl. 36. Makroskopski oblici **Tetrahymena patula** s urezanim zadnjim krajem
Uveć. 200 ×

Sl. 37. Makrostomski oblici **Tetrahymena patula** s uzdužnim naborima.
Uveć. 200 ×

podataka u tablicama XXIV i XXVII—XXX. Rezultati pokazuju da je u početku populacija hilomonasa manja u mešovitim nego u čistim kulturama. Kasnije, za kratko vreme, ona nadmašuje veličinu čistih populacija, ali čim dostigne maksimalnu stacionarnu fazu, populacija hilomonasa u mešovitim kulturama počinje da opada.

3) Promene u kompoziciji populacije *T. patula* u čistim i mešovitim kulturama

Tetrahymena patula je poznata kao polimorfna vrsta (sl. 34). Oblici s velikim peristomom-ustima (makrostomski), s malim ustima (mikrostomski) i s malom pukotinom umesto usta, posmatrani su ranije i u kulturama s bakterijama i bez bakterija. Prelazni oblici između makrostomskih i mikrostomskih takođe su bili opisani. U ovom radu, za vreme prve serije eksperimenata, bilo je primećeno da se kompozicija populacije tetrahimene menja za vreme rastenja populacije. Radi toga je u drugoj seriji eksperimenata zabeležen broj svake forme tetrahimene. To produžava i otežava brojanje, jer se mora čekati dok organizmi budu u takvom položaju da se usta mogu videti. Ponekad nije bilo moguće odrediti posmatranjem živih organizama kojem tipu jedna jedinka pripada. Prelazni oblici između mikrostomskih i makrostomskih oblika ubrajani su u makrostomske.

Računat je procenat svake forme organizama u celoj populaciji, da bi se rezultati mogli porebiti. Oni su prikazani u tablici XXVI. Tablica otkriva da se oblici s ustima u vidu pukotine nikad ne pojavljuju u čistim populacijama. Mikrostomski oblici su češći za vreme logaritamske faze rastenja populacije nego u drugo vreme, i u čistim i u mešovitim kulturama. Njihov broj u mešovitim populacijama povećava se sedmog dana, u vreme kad brzina rastenja populacije naglo poraste.

Procenat makrostomskih oblika povećava se za vreme rastenja populacije. On je najveći kad su čiste kulture u stacionarnoj fazi. U isto vreme njihov procenat je najveći u mešovitim populacijama; kasnije njihov broj opada kad se pojavljuju u većem broju oblici sa ustima u vidu pukotine. Ovi makrostomski oblici su poznati kao kanibalisti (sl. 35). Oni se hrane oblicima sa ustima u vidu pukotine kao i hilomonasom, tako da oscilira procenat makrostomskih oblika i oblika sa ustima u vidu pukotine. U kulturama starim mesec i dva meseca, oblici sa ustima u vidu pukotine su najmnogobrojniji; procenat makrostomskih oblika je manji nego ranije, ali oni su veliki i zdravi. Mikrostomski oblici su slabo zastupljeni.

Ova podela oblika *T. patula* u tri grupe samo je približno tačna. Ona ne odražava raznovrsnost oblika u kojima se mogu pojaviti makrostomske forme u istoj kulturi. Osim oblika koji su zaobljeni na zadnjem kraju, koje pominju raniji autori, ima

Tablica XXVI. Kompozicija populacije *T. patula* u čistim i mešovitim kulturama.

Composition of population of *T. patula* in single and mixed cultures.

Dani Days	Ciste kulture — Single cultures						Mešovite kulture — Mixed cultures								
	Makrostomski Macrostomatous		Mikrostomski Microstomatous		Oblici sa ustima u vidu pakotine split mouthed forms	n	Makrostomski Macrostomatous		Mikrostomski Microstomatous		Oblici sa ustima u vidu pakotine split mouthed forms	n			
	X	s	X	s			X	s	X	s					
1	72.54%	*	17.32	26.13%	15.03	—	—	3	27.9%	14.3	72.1%	14.50	—	3	
2	33.51%	3.13	44.03%	2.3%	—	2.46	3	38.74%	7.10	41.26%	7.41	—	—	3	
3	87.13%	*	3.57	11.31%	3.62	—	1.56	3	68.05%	3.24	27.74%	1.61	—	4.21	3
4	86.86%	4.61	13.14%	4.61	—	—	3	89.81%	6.62	9.91%	1.71	0.28	—	3	
5	95.19%	3.29	4.17%	1.44	—	0.64	3	96.64%	0.96	2.50%	0.31	—	0.88	3	
6	95.42%	7.11	1.21%	—	—	3.37	3	95.52%	0.24	4.27%	0.46	—	0.21	3	
7	83.06%	22.0	7.76%	6.80	—	9.18	3	64.59%	1.48	17.39%	3.02	17.68	0.27	3	
8	46.39%	10.0	5.88%	5.44	—	47.77	3	88.01%	3.56	5.41%	1.35	6.58	—	4	
9								79.35%		11.03%		9.62	—	3	
10								77.14%		10.08%		12.78	—	3	
11								71.68%		8.19%		20.20	—	3	
12								64.68%		5.97%		29.35	—	3	
13					*			73.80%		3.62%		22.57	—	3	
14								75.32%		4.57%		20.11	—	3	
15								77.06%		3.84%		19.09	—	3	
20								72.27%		3.98%		22.33	1.42	2	
32								29.66%		2.99%		67.35	—	1	

* značajna razlika - significant

oblika s urezanim zadnjim krajem (sl. 36), oblika s uzdužnim naborima (sl. 37), i oblika s tupo zašiljenim krajem. Ove poslednje oblike pominje i Mopa (1888). U kulturama starim osam dana i više, makrostomski oblici su posmatrani u čudnom i karakterističnom položaju, kao da traže hranu. Telo je bilo koso nagnutu ka podlozi, sa ustima na dole koja su verovatno istraživala podlogu, dok se organizam sporo kretao.

Uglavnom nema statistički značajnih razlika u procentu mikrostomskih ili makrostomskih oblika u čistim i mešovitim populacijama. Najvažnija razlika je u pojavi oblika sa ustima u vidu pukotine samo u mešovitim populacijama.

4) Promene u obliku i veličini *Chilomonas paramecium* i *Tetrahymena patula* za vreme rastenja njihovih čistih i mešovitih populacija

Tablice XXVII—XXX sadrže podatke o promenama u veličini i obliku *Ch. paramecium* i *T. patula* za vreme rastenja njihovih čistih i mešovitih populacija. Oni su dobijeni na isti način kao u prethodnim eksperimentima o rastenu mešovitih populacija *Ch. paramecium* i *T. pyriformis* (vidi strane 56 i 57). Zapremina jedinki *T. patula* ne može se izračunati iz elemenata dobijenih sa fotografija, zbog nepravilnog oblika životinje, i zato u tablicama XXIX i XXX nema podataka o zapremini *T. patula*.

Dužina, širina i zapremina jedinki hilomonasa u čistim i mešovitim kulturama opada za vreme rastenja populacije. Jedino veličina jedinki poraste kad broj hilomonasa u mešovitim kulturama počinje da opada.

Tablica XXVII. Promene u veličini i obliku *Chilomonas paramecium* za vreme rastenja populacije u čistim kulturama.
Changes in size and shape of *Chilomonas paramecium* during population growth in single cultures.

Dani Days	L			W			L/W			v	n
	X	s	c. v.	X	s	c. v.	X	s	c. v.		
0	27.2	3.48	12.79%	10.9	1.41	12.94%	2.51	0.36	14.54%	1690	16
2	23.5	2.85	12.13%	10.8	0.96	8.86%	2.18	0.24	10.96%	1434	25
4	21.9	2.73	12.44%	9.7	1.69	17.42%	2.20	0.24	11.0%	1078	43
8	21.7	1.53	7.05%	9.6	0.56	5.80%	2.27	0.20	8.77%	1046	30
10	21.2	2.06	9.72%	9.3	0.84	9.0%	2.29	0.19	3.17%	959	21

Tablica XXVIII. Promene u veličini i obliku *Chilomonas paramecium* za vreme rastenja populacije u mešovitim kulturama.
Changes in size and shape of *Chilomonas paramecium* during population growth in mixed cultures.

Dani Days	L			W			L/W			v	n
	\bar{X}	s	c. v.	\bar{X}	s	c. v.	\bar{X}	s	c. v.	\bar{X}	
0	27.2	3.48	12.79%	10.9	1.41	12.94%	2.51	0.36	14.54%	1690	16
2	24.3	2.81	1.56%	10.8	1.25	6.71%	2.28	0.32	13.82%	1482	33
4	23.4	2.94	12.56%	10.1	1.04	10.30%	2.32	0.29	12.63%	1248	26
6	22.9	2.90	12.72%	10.0	0.92	9.15%	2.28	0.23	10.09%	1192	37
8	19.9	1.33	6.70%	8.8	0.30	3.45%	2.28	0.25	10.75%	804	40
10	19.0	1.90	10.0 %	8.9	0.89	10.0 %	2.15	0.25	11.49%	787	30
14	20.1	3.13	14.57%	9.5	0.26	2.72%	2.71	0.21	10.14%	949	28

Tablica XXIX. Promene u veličini i obliku *Tetrahymena patula*
za vreme rastenja populacije u čistim kulturama.
Changes in size and shape of *Tetrahymena patula* during po-
pulation growth in single cultures.

Dani Days	L			L			L/W			n
	\bar{X}	s	c. v.	\bar{X}	s	c. v.	\bar{X}	s	c. v.	
0	90.4	10.68	11.81%	50.6	5.41	10.69%	1.79	0.146	8.16%	5
	63.0	4.88	7.74%	34.9	4.07	11.66%	1.83	0.074	4.04%	10
2	84.95	8.43	9.98%	53.2	6.14	11.54%	1.60	0.114	7.13%	21
	63.0	8.05	12.78%	37.25	4.77	12.79%	1.71	0.23	13.45%	8
4	78.5	9.10	11.59%	49.8	5.72	11.49%	1.58	0.12	7.59%	20
	59.75	1.0	1.67%	39.0	3.74	9.59%	1.54	0.137	8.90%	4
6	72.9	11.29	15.49%	40.6	6.70	16.50%	1.81	0.224	12.33%	14
8	78.7	7.36	9.35%	44.3	3.55	8.01%	1.78	0.14	7.81%	6

Razmer između dužine i širine hilomonasa opada posle inokuliranja u čistim i mešovitim kulturama za vreme lag faze. To znači da organizmi postaju zdepastiji. U drugim fazama rastenja populacije, promene u veličini hilomonasa nisu velike. Samo u mešovitim kulturama javlja se izrazito smanjenje razmra na kraju stacionarne faze, kad populacija hilomonasa počinje da opada.

Tablica XXX. Promene u veličini i obliku *Tetrahymena patula* za vreme rastenja populacije u mešovitim kulturama.
 Changes in size and shape of *Tetrahymena patula* during population growth in mixed cultures.

Dani Days	W			W			L/W			n
	\bar{X}	s	c. v.	\bar{X}	s	c. v.	\bar{X}	s	c. v.	
0	90.4	10.68	11.81%	50.6	5.41	10.69%	1.79	0.146	8.16%	5
	63.0	4.88	7.74%	34.9	4.07	11.66%	1.83	0.074	4.04%	10
2	79.9	10.33	12.93%	49.0	5.22	10.65%	1.63	0.15	9.14%	28
	64.8	3.74	5.77%	41.8	4.81	11.51%	1.57	0.17	10.64%	10
4	79.5	10.86	13.66%	49.9	9.65	19.34%	1.71	0.16	9.47%	17
	81.8	13.31	16.28%	44.5	5.72	12.85%	1.85	0.29	15.66%	32
8	105.5	15.60	14.79%	56.3	9.18	16.31%	1.89	0.20	10.74%	27
	59			39			1.51			1
10	95.2	17.80	18.70%	53.3	8.32	15.61%	1.81	0.37	20.17%	18
13	102.0	20.78	20.37%	53.0	16.09	30.35%	1.98	0.39	19.49%	3
14	111.4	23.72	21.29%	63.6	14.29	22.47%	1.67	0.19	11.14%	19
	78.0	4.24	5.44%	40	0	0	1.95	0.11	5.44%	2
	54.5	3.32	6.09%	30.0	0.82	2.72%	1.82	0.14	7.64%	4

Dužina *T. patula* opada i u čistim i u mešovitim kulturama posle inokuliranja. Kasnije, dužina se povećava polako u čistim kulturama, premda organizmi nikad više ne dostignu dužinu organizama iz inokuluma. Međutim, u mešovitim kulturama ovo povećanje dužine je vrlo izrazito dan posle povećanog tamanjenja hilomonasa. Drugo povećanje dužine zabeleženo je u vreme kad organizmi postaju kanibalisti. U početku rastenja populacije oni nisu kanibalisti. I širina organizama povećava se u mešovitim kulturama u isto vreme.

Razmer između dužine i širine *T. patula* opada posle inokuliranja, i organizmi su zdepasti u početku logaritamske faze. Međutim, kasnije oni postaju vitki, čak vitkiji nego sveže inokulirani organizmi. U tablici XXIX i XXX uvek prvi red pretstavlja podatke za makrostomske forme, donji za mikrostomske forme i najdonji za forme sa ustima u vidu pukotine (četvraesti dan).

Variranje u obliku hilomonasa je veće u mešovitim nego u čistim kulturama, kao što se može videti iz koeficijenata variranja razmara dužina/širina. Variranje u veličini i obliku *T. patula* je vrlo veliko u mešovitim kulturama. U početku rastenja variranje je manje nego kasnije.

Upotrebljavajući t probu, podaci iz tablica XXVII—XXX statistički su poređeni radi određivanja značaja razlike srednje vrednosti između čistih i mešovitih kultura. Tablica XXXI pri-

Tablica XXXI. Statističko poređenje srednjih vrednosti dužine, širine i razmara između dužine i širine *Chilomonas paramecium* u čistim kulturama i mešovitim kulturama sa *T. patula*.

Statistical comparison of means of length, width and ratio of length to width in single and in mixed cultures with *T. patula*.

Dani Days	Stepeni slobode Degrees of freedom	L		W		L/W	
		t	Verovatnoća Probability	t	Verovatnoća Probability	t	Verovatnoća Probability
2	56	1.056	0.3—0.2			1.037	0.2—0.1
4	67	2.112	0.05—0.02	1.019	0.3—0.2	0.923	0.4—0.3
8	68	5.285	0.001	4.371	0.001	0.188	0.9—0.8
10	49	3.873	0.001	1.639	0.2—0.1	2.302	0.05—0.02

*) Razlika (difference) = 0

Tablica XXXII. Statističko poređenje srednjih vrednosti dužine, širine i razmara između dužine i širine *Tetrahymena patula* u čistim i mešovitim kulturama.

Statistical comparison of means of length, width and ratio of length to width of *Tetrahymena patula* in single and mixed cultures.

Dani Days	Stepeni slobode Degrees of freedom	L		W		L/W	
		t	Verovatnoća Probability	t	Verovatnoća Probability	t	Verovatnoća Probability
2	47	1.905	0.1—0.05	2.15	0.05—0.02	0.802	0.5—0.4
4	35	0.30	0.8—0.7	4.409	0.001	2.771	0.01—0.001
6	44	2.311	0.05—0.02	1.896	0.1—0.05	0.555	0.6—0.5
8	31	6.307	0.001	5.251	0.001	1.749	0.1—0.05

kazuje rezultate za hilomonasa i tablica XXXII za populaciju *Tetrahymena patula*. Tablica XXXI otkriva da značajne razlike postoje u dužini hilomonasa iz čistih i mešovitih kultura od početka logaritamske faze pa do kraja posmatranja. Razlike u širini organizama iz čistih i mešovitih populacija, kao i razlike u razmeru dužine i širine obično nisu značajne.

Poređenje podataka za *T. patula* pokazuje da su razlike širine organizama u čistim i mešovitim kulturama uvek značajne. Razlike u dužini tetrahimene su značajne od šestog dana, što se može i očekivati iz podataka tablica XXIX i XXX. Razlike u razmeru dužine i širine su manje značajne od razlika u dužini i širini.

Za vreme rastenja populacije pojavljuju se značajne razlike u veličini i obliku organizama iz kultura iste vrste samo različite starosti. Upoređujući maksimalnu dužinu hilomonasa s minimalnom dužinom hilomonasa u čistoj kulturi, zatim maksimalnu i minimalnu širinu, i maksimalni i minimalni razmer, dobijene su vrednosti t za čistu populaciju hilomonasa: 3. 67 za dužinu, 5.681 za širinu, 1.756 za razmer između dužine i širine. Odgovarajuće vrednosti za hilomonasa iz mešovitih kultura su: 13.022, 7.547 i 2.737. One pokazuju da su razlike visoko značajne, s izuzetkom razlike razmera između dužine i širine u organizama u čistoj populaciji, koja je skoro značajna. Odgovarajuće vrednosti t za *T. patula* u čistoj populaciji su: 3.40, 5.70 i 3.506; u mešovitoj 5.776, 5.568 i 5.416. Ove su sve visoko značajne.

Diskusija

Prema matematičkim teorijama Lotke (1925) i Voltere (1926), interakcija između predatora i plena je okarakterisana cikličnim variranjem u broju obej vrsta. Međutim, u ovim eksperimentima takve periodične oscilacije u broju organizama nisu se pojavile. Posle dostignuća stacionarne faze, populacija plena stalno se smanjivala dok nije istrebljena, dok se populacija predatora stalno povećavala. U početku rastenja populacije, veličina populacije hilomonasa u čistim i mešovitim kulturama ne razlikuje se značajno; međutim, za kratko vreme populacija hilomonasa je veća u mešovitim nego u čistim kulturama. To je dosta iznenadjuće u vreme kad *Tetrahymena* uzima više hilomonasa za hrani nego ranije. Mora biti da je brzina razmnožavanja hilomonasa u mešovitim kulturama veća u to vreme nego u čistim kulturama.

Pokazano je da na kompoziciju populacije *T. patula* utiče prisustvo ili odsustvo hilomonasa. Kompozicija se menja i sa starošću populacije. Oblici sa ustima u vidu pukotine ne pojavljuju se u čistim kulturama, dok u mešovitim kulturama njihov procenat raste sa starošću kultura. Korlis (Corliss, 1953) iznosi da su oblici sa ustima u vidu pukotine prelazni stupanj između mikrostomskih i makrostomskih oblika. Međutim, u ovim eksperimentima oblici sa ustima u vidu pukotine nisu se pojavili u čistim kulturama, premda je bilo i makrostomskih i mikrostomskih oblika. Bilo je zapaženo da oblici sa ustima u vidu pukotine plivaju brzo, i Mopa (1888) je takođe zabeležio veću brzinu plivanja oblika sa ustima u vidu pukotine. On ih je našao u kulturama sa malom količinom hrane. I u mojim eksperimentima oblici sa ustima u vidu pukotine nisu se pojavili od početka, nego tek od sedmog dana. Samo u jednoj kulturi primećen je jedan

jedini oblik sa ustima u vidu pukotine četvrtog dana. Mopa im pripisuje ulogu distribucije vrste. Fore-Fremije (Fauré-Fremiet, 1948) je posmatrao oblike sa ustima u vidu pukotine u kulturama *Leucophrys patula* (prema Korlisu, 1952, to je *Tetrahymena patula*), koje je prethodno hranio kolpidijumom. Oni su se pojavili samo u kulturama koje gladuju. On je posmatrao progresivnu redukciju u veličini usta mikrostomskih oblika. Kod nekih oblika ostao je samo trag od usta, i takvi organizmi nisu mogli uzimati ni bakterije. Fore-Fremije takođe spominje da su takvi oblici postali plen makrostomskih oblika, što je posmatrano i u ovim eksperimentima. Fore-Fremije i Migar (Fauré-Fremiet et Mugard, 1949) opisali su makrostomske i mikrostomske oblike *Espejoia mucicola*. Mikrostomski oblici su migratori, i primećeno je da se preobrade u makrostomske oblike čim uđu u sluzni pokrivač talusa *Batrachospermum*. Kod espejoje postojanje mikrostomskih i makrostomskih oblika ne zavisi od starosti populacije, kao što je posmatrano u ovim eksperimentima na *T. patula*, već od prisustva ili otsustva odgovarajuće sluzi.

Posmatrano je da *T. patula* ne tamani stalno hilomonasa. Posle dana proždrljivog hranjenja, izgleda kao da se ona »odmara«, jer sledećeg dana *Tetrahymena*, koliko se moglo videti, nije bila uzimala za hranu hilomonasa. Jednačine Lotke i Voltere za interakciju organizama baziraju se na pretpostavkama da je brzina hranjenja konstantna, i da je nalaženje plena od strane predavatora stvar slučaja. U starim kulturama, sa »oblacima« degenerirajućih hilomonasa, posmatrana je *T. patula* kako se skuplja u ovim oblacima. Pitanje je da li su i ova agregacija i diskontinuitet u uzimanju hrane rezultat slučaja.

Iz rezultata ovih eksperimenata, može se zaključiti:

- 1) da je u rastenu mešovitim populacijama dveju odabranih vrsta, (koje se odnose kao predavator i plen) plen, *Chilomonas paramecium*, istrebljen;
- 2) da *Tetrahymena patula* raste bolje kao predavator u mešovitim populacijama nego kao saprofit u čistim kulturama, i nastavlja da raste i kad se broj hilomonasa redukuje, premda su u čistim kulturama tetrahimene već izumirle;
- 3) da rastenje populacije hilomonasa nije sprečeno u početku prisustvom predavatora;
- 4) da kompozicija populacije tetrahimene u odnosu na makrostomske i mikrostomske forme i forme sa ustima u vidu pukotine zavisi od starosti populacije i od prisustva ili otsustva plena;
- 5) da veličina i oblik obeju vrsta zavisi od starosti populacije i od prisustva ili otsustva druge vrste;
- 6) da je varijabilnost u veličini i obliku organizama veća u mešovitim nego u čistim kulturama.

IV

BELEŠKE O DISTRIBUCIJI ORGANIZAMA U PROSTORU UNUTAR KULTURE.

Distribucija organizama u prostoru unutar kulture menja se za vreme rastenja populacije.

Chilomonas.

U početku *Chilomonas* je zauzimao najvećim delom dno kulture u epruveti, ali kasnije oni su se raširili kroz celu zapreminu kulture. Kad je populacija dostigla maksimalnu veličinu, organizmi su gradili gust sloj ispod meniskusa. Ovaj sloj je uvek paralelan sa meniskusom. On je kružan (ne prstenast) u kulturama koje su u uspravnom položaju. Ako je epruveta nešto nagnuta, sloj je eliptičan. Ovaj sloj se ne zadržava vrlo dugo. Formiraju se oblaci od organizama i padaju polako na dno. U starim kulturama gornji sloj ponovo ima manje organizama od donjeg regionala. U vrlo staroj kulturi organizmi su praktično nepokretni. Oni grade klupče na dnu. Brzina ovih promena u distribuciji zavisi od temperature i hranljivog medijuma, ali tok ovih promena je isti za sve kulture i sve temperature na kojima populacija raste.

Ovim kvalitativnim posmatranjima mogu se dodati kvantitativni podaci za kulture na 22.5°C stare jedan, dva i tri dana. U medijumu od goveđeg ekstrakta, u kulturama starim jedan dan, 1.65% populacije nađeno je u gornjem delu kulture, 0.98% u srednjem delu i 97.36% na dnu. Sledećeg dana distribucija je bila slična: vrlo mali broj organizama bio je u gornjem (0.74%) i srednjem delu kulture (0.32%), većina je bila na dnu (98.94%). Trećeg dana procenat organizama u gornjem delu bio je nešto veći (5.95%). Još je bio mali u srednjem delu kulture (0.64%). Najveći broj bio je na dnu (93.41%). Počev od četvrtog dana i dalje, brojano je pet proba iz svake kulture, tako da nije mogao biti određen broj organizama u gornjem, srednjem i donjem delu kulture. Međutim, poznato je iz drugih posmatranja da populacija u srednjem delu kulture nije nikad bila tako gusta kao u gornjem i donjem delu.

U medijumu od 0.1% proteoza-peptona, većina organizama bila je na dnu kulture prvog i drugog dana. Nije bilo značajnih razlika u distribuciji hilomonasa u čistim i mešovitim kulturama (sa *T. pyriformis*). Ipak procenat organizama u gornjem i srednjem delu kulture bio je veći nego u medijumu od goveđeg ekstrakta. Prvog dana, u čistim kulturama, 13.34% organizama nađeno je na vrhu, 15.35% u sredini i 71.31% na dnu. Odgovarajuće vrednosti za mešovite kulture su: 11.90% , 4.73% i 83.37% . Drugog dana distribucija organizama bila je slična. Kako je cela populacija brojana samo u čistim kulturama drugog dana, kvantitativni podaci o distribuciji hilomonasa postoje samo za čiste kulture. Od cele populacije 9.45% organizama bilo je na vrhu, 16.63% u sredini i 73.92% na dnu kultura.

Tetrahymena.

Prvog dana *Tetrahymena pyriformis* bila je takođe većinom na dnu kulture, i u čistim i u mešovitim populacijama. U gornjem sloju medijuma našlo se samo 7.27% organizama, u srednjem 7.16%, na dnu 85.57%, u čistim kulturama. U mešovitim kulturama odgovarajuće vrednosti su 4.93%, 5.58% i 89.49%. Kasnije svakog dana populacija tetrahimene brojana je uzimanjem proba, tako da postoje samo kvalitativna posmatranja. Organizmi se rašire kroz kulturu čim je populacija gušća. Postoji tendencija formiranja malih grupa — jedna vrsta »mozaičke« distribucije. U kulturama starim petnaest dana i više, organizmi su na dnu.

Tetrahymena patula takođe živi na dnu mešovitih kultura, kad je populacija stara deset ili više dana. U mešovitoj kulturi, deset dana staroj, u dve gornje trećine medijuma, našlo se samo 11.93% organizama, dok ih je na dnu bilo 88.07%. U kulturama *T. patula* preko tri dana starim, organizmi se skupljaju u grupama u sluzi, koju verovatno oni formiraju.

Promene u pH

pH je mereno u dve serije kultura hilomonasa na 22.5° C, u medijumu od govedeg ekstrakta (vidi stranu 7). Rezultati su prikazani u tablicama XXXIII i XXXIV. Oni otkrivaju da nema značajnih razlika u pH unutar tri dela kulture (vrh, sredina i dno). Ipak pH se menja iz dana u dan. Dok pH medijuma

Tablica XXXIII. pH medijuma u seriji I kultura *Chilomonas paramecium*.

pH of medium in series I of cultures of *Chilomonas paramecium*.

Dani Days	pH					
	Kontrolne kulture Control cultures			Eksperimentalne kulture Experimental cultures		
	Vrh Top	Sredina Middle	Dno Bottom	Vrh Top	Sredina Middle	Dno Bottom
0	6.36	6.43	6.51	6.62	6.58	6.63
1	6.36	6.36	6.37	6.30	6.33	6.63
2	6.61	6.39	6.62	6.46	6.51	6.45
3	6.35	6.32	6.33	6.44	6.45	6.48
4	6.48	6.48	6.56	7.62	7.54	7.60
5	6.30	6.35	6.15	7.93	7.74	7.99
6	6.50	6.36	6.42	8.38	8.41	8.35

Tablica XXXIV. pH medijuma u seriji II. kultura *Chilomonas paramecium*.
 pH of medium in series II of cultures of *Chilomonas paramecium*.

Dani Days	pH					
	Kontrolne kulture Control cultures			Eksperimentalne kulture Experimental cultures		
	Vrh Top	Sredina Middle	Dno Bottom	Vrh Top	Sredina Middle	Dno Bottom
0	6.26	6.36	6.26	6.17	6.20	6.13
1	6.36	6.36	6.40	6.40	6.33	6.40
2	6.38	6.40	6.40	6.43	6.45	6.42
3	6.40	6.42	6.42	6.57	6.60	6.57
4	6.56	6.46	6.43	6.93	6.97	7.03
5	6.40	6.40	6.40	7.90	7.97	7.93
6	6.50	6.45	6.55	8.07	8.07	8.07
7	6.40	6.40	6.40	6.23	8.23	8.30
8	6.40	6.43	6.40	8.27	8.30	8.27
9	6.40	6.40	6.40	8.22	8.23	8.20

kontrolnih kultura (bez organizama) ostaje oko 6.4 sve vreme, pH eksperimentalnih kultura raste sa starošću populacije. Povećanje nije postepeno. Za vreme prva tri dana nema značajnih razlika u pH između kontrolnih i eksperimentalnih kultura. Međutim, četvrtog dana razlike su upadne: javlja se naglo povećanje pH u eksperimentalnim kulturama. Ovo povećanje je naročito veliko u prvoj seriji (tablica XXXIII). Sledеćih dana, pH i dalje raste, i u maksimalnoj stacionarnoj fazi ponovo postaje konstantno.

Diskusija

U ovim eksperimentima bilo je posmatrano da *Chilomonas* i *T. pyriformis* u ranim stupnjevima rastenja populacije su većinom na dnu kultura. Kasnije oni se rašire kroz kulturu. Jan (Jahn, 1935) je kvalitativno posmatrao distribuciju *Chilomonas paramecium* u kulturi u flašama na 30° C. On, stoga, nije mogao posmatrati distribuciju organizama od početka, kad je populacija mala. On takođe pominje određeni sloj organizama formiran ispod površine tečnosti, i činjenicu da su organizmi potom potonuli na dno.

Postoje izvesna sitnija posmatranja u literaturi o distribuciji organizama u kulturama protozoa. Svi ti podaci potiču od makroskopskih posmatranja samo, i, stoga, nema indikacija kako su organizmi bili raspoređeni, kad je kultura počela da raste. Pruti (Pruthi, 1927) iznosi da se najveći broj organizama u njegovim infuzimima nalazio odmah ispod površine. Džouns (Jones, 1930) je pratilo promene u distribuciji *Paramecium multimicro-nucleatum*. On je našao da su oni bili blizu površine u mladom infuzumu. Kasnije su bili jednoliko raspoređeni kroz celu kulturu. U starim kulturama paramecijumi su bili na dnu. Čajld i Devini (Child and Deviney, 1926) iznose isto za *Paramecium caudatum* i pretpostavljaju da su razlike u distribuciji organizama povezane sa promenama u kiselosti kultura. Oni su takođe primetili da su kulture bile kisele u početku, zatim neutralne i konačno alkalne.

Jan (1935) je pratilo promene u pH kultura *Chilomonas paramecium*, koje su bile održavane u dve vrste medijuma, jednom sa natrijum acetatom i drugom bez natrijum acetata. Početni pH u oba medijuma bio je 6.5, a posle toga je rastao, tako da je devetog dana pH bio 6.90 u medijumu bez acetata a 7.81--7.83 u drugom medijumu. Bio je manji u oba medijuma nego u mojim eksperimentima. Ove razlike se mogu očekivati, jer je Jan upotrebo drukčije medijume a i drugu količinu medijuma. (On nije pomenuo zapreminu medijuma u njegovim kulturama, ali je ona morala biti veća nego u mojim eksperimentima, jer je on organizme gajio u flašama). Jan je takođe zabeležio nagli porast u pH kultura sa natrijum acetatom. Ovaj porast desio se ranije (drugog dana) nego u mojim eksperimentima, možda zbog većih početnih gustina njegovih kultura.

U mojim eksperimentima učinjen je pokušaj da se odredi da li pH utiče na distribuciju hilomonasa u kulti. Organizmi su bili na dnu kulture prva tri dana, premda pH donjeg dela kulture nije se razlikovao od pH gornjih delova. To znači da pH ne može biti uzrok takve distribucije. Bilo je posmatrano takođe da se hilomonasi skupljaju u satnim staklima u centralnom delu na dnu, odakle su hvatani za inokuliranje kultura. To se desilo i u malim kapljicama, u koje je razbijena kultura prilikom brojanja, naročito ako su organizmi tamo ostali preko petnaest minuta. Nije poznato da li je to samo reakcija na promene u napunu CO_2 i O_2 , pozitivni geotaksis ili nešto drugo. Takođe je otvoreno pitanje da li je nagla promena u pH i širenje organizama kroz celu kulturu samo koincidencija ili prava korelacija. Promene u pH za vreme rastenja populacije posmatrane u ovim eksperimentima slažu se sa posmatranjima Čajlda i Devinija (1926), i sa rezultatima Jana (1935). Ovo su samo činjenice. I остаće samo činjenice sve dok se druga vrsta eksperimenata ne organizuje.

OPSTA DISKUSIJA

Kako se o rezultatima ekseprimenata diskutovalo u svakom odeljku, smatralo se da ovu više opštu diskusiju treba ograničiti uglavnom na momente koji iskrasavaju iz poređenja rezultata dobijenih u raznim odeljcima.

Uticaj koncentracije hranljivog medijuma i temperature na rastenje populacije. U ovoj studiji je pokazano da uticaj koncentracije hranljivog medijuma na rastenje populacije hilomonasa je drukčiji od uticaja temperature. Dok koncentracija medijuma utiče na maksimalnu veličinu populacije, a ne menja unutar širokih granica brzinu rastenja populacije, temperatura, unutar širokih granica, ne utiče na maksimalnu veličinu populacije, ali utiče na brzinu rastenja populacije. U svetlosti Svonove hipoteze (Swann, 1953) o mehanizmu čelične deobe, izgleda na osnovu ovih eksperimenata da je period vremena potreban za akumulaciju energije za sledeću mitozu hilomonasa, ovisan samo od temperature, a ne od koncentracije hranljivog medijuma.

Uticaj različitih medijuma na rastenje populacije. Rastenje populacije hilomonasa zavisi i od vrste medijuma. Maksimalni broj hilomonasa nije bio isti u 0.1% govedem ekstraktu i u medijumu od 0.1% proteoza-peptona. U prvom je bio veći nego u poslednjem. Ali maksimalna veličina populacije hilomonasa izražena celokupnom zapreminom organizama bila je manja u medijumu od govedeg ekstrakta (97 miliona kubnih mikrona) nego u medijumu od 0.1% proteoza-peptona (135 miliona kubnih mikrona). S druge strane, brzina rastenja populacije, bila je slična u oba medijuma. Stacionarna faza bila je kratka u medijumu od govedeg ekstrakta (od šestog do šesnaestog dana) u poređenju sa trajanjem ove faze u medijumu od 0.1% proteoza-peptona (od šestog do trideset i šestog dana, do kraja eksperimenata). To znači da je poslednji medijum pogodniji za rastenje populacije hilomonasa nego govedi ekstrakt.

U eksperimentima o rastenju mešivotih populacija *Chilomonas paramecium* i *Tetrahymena patula*, hranljivi medijum je bio 1% proteoza-pepton sa 0.1% natrijum acetatom. Koncentracija proteoza-peptona bila je deset puta viša nego u eksperimentima o rastenju *Ch. paramecium* i *T. pyriformis*. Poređenje rezultata dobijenih za vreme rastenja hilomonasa u kontrolnim kulturnama u 0.1% proteoza-peptonu, i 1% proteoza peptonu, potvrđuje nalaze u eksperimentima o rastenju hilomonasa u različitim koncentracijama govedeg ekstrakta (rezultati nisu potpuno uporedljivi, jer koncentracija natrijum acetata u oba medijuma proteoza-peptona bila je 0.1%): maksimalna veličina populacije hilomonasa bila je samo dva i po puta veća u 1% proteoza-peptonu nego u medijumu od 0.1% proteoza-peptona. To je u svetlosti broja organizama. Izra-

ženo zapreminom organizama, razmer je još manji: maksimalna populacija u 1% proteoza-peptonu je samo 1.7 puta veća nego u 0.1% proteoza-peptonu. Dužina života populacije je kraća u medijumu od 1% proteoza-peptona nego u medijumu od 0.1% proteoza-peptona: od šesnaestog dana pa dalje populacija je naglo opadala u medijumu više koncentracije, dok je broj hilomonasa u medijumu niže koncentracije ostao visok sve do kraja eksperimenta (trideset šesti dan).

Brzina rastenja populacije u ovim medijumima bila je značajno različita. Posle duge lag faze u medijumu od 1% proteoza-peptona, brzina rastenja naglo se povećala i postala veća nego u medijumu od 0.1% proteoza-peptona. U medijumu od 1% proteoza-peptona brzina rastenja populacije u logaritamskoj fazi bila je 4.6, dok je za vreme iste faze u 0.1% proteoza-peptonu bila samo 3.7.

Rastenje populacije hilomonasa u mešovitim kulturama sa *T. pyriformis* i u mešovitim kulturama sa *T. patula* nije svim uporedljivo, usled razlika u koncentraciji medijuma. Ipak, izvesne zanimljive činjenice iskrsvaju. Dok u *čistim* kulturama u medijumu od 0.1% proteoza-peptona maksimalna veličina populacije hilomonasa je manja (izražena brojem organizama kao i izražena zapreminom organizama) nego u medijumu od 1% proteoza-peptona, u *mešovitim* kulturama maksimalna veličina populacije hilomonasa izražena zapreminom organizama (231 milion kubnih mikrona) je veća u medijumu od 0.1% proteoza-peptona nego u medijumu od 1% proteoza-peptona (173 miliona kubnih mikrona). Ova vrednost u proteoza-peptonu bila je maksimalna veličina populacije hilomonasa u ovim eksperimentima. Kasnije, smanjivanje populacije hilomonasa u mešovitim kulturama sa *T. pyriformis* (u 0.1% medijumu) bilo je naglje nego u kulturama sa *T. patula* (u 1% medijumu od proteoza-peptona). Očekivalo bi se suprotno, jer hilomonasa tamani *T. patula*; možda se to nije desilo, zbog veće količine proteoza-peptona u kulturama sa *T. patula*.

*Razlike u karakteristikama rastenja dveju vrsta tetrahymena. *T. pyriformis* i *T. patula** (gajene u različitim medijumima) pokazuju razlike u rastenju populacije. Stacionarna faza *T. pyriformis* bila je duga, dok je kod *T. patula* bila kratka. Faza negativne akceleracije rastenja bila je takođe kraća kod *T. patula* nego u kulturama *T. pyriformis*. Brzina rastenja populacije *T. patula* bila je samo 2.0, dok je kod *T. pyriformis* bila 6.3.

Uticaj različitih medijuma na veličinu i oblik hilomonasa. Na veličinu i oblik hilomonasa utiče medijum u kojem živi. Dužina organizama bila je najveća u 0.1% proteoza-peptonu. Ona se značajno razlikovala od maksimalne dužine hilomonasa u medijumu od 0,1% govedeg ekstrakta ($t = 2.886$, visoko značajno) i 1% proteoza-peptonu ($t = 5.844$, takođe visoko značajno). Ši-

rina organizama takođe je bila veća u medijumu od 0.1% proteoza-peptona, i visoko značajne razlike nađene su između maksimalne širine organizama u ovom medijumu i u 1% proteoza-peptonu ($t = 2.675$). Kako veličina hilomonasa nije merena u svima medijumima za isti vremenski period, podaci o minimalnoj dužini ili minimalnoj širini nisu sasvim uporedljivi. Tako, u čistim kulturama, minimalna dužina hilomonasa bila je 19.2μ u 0.1% proteoza-peptonu šesnaestog dana. Ali ako se uporede podaci za deseti dan (poslednji dan merenja u dva druga eksperimenta), organizmi su još najduži u medijumu od 0.1% proteoza-peptona, a najkraci u govedem ekstraktu. Ipak ako se minimalne dužine hilomonaša zabeležene u različitim medijumima uporede statistički, pojavljuju se značajne razlike između dužine organizama u 1% proteoza-peptonu i govedem ekstraktu, kao i između organizama u 1% proteoza-peptonu i 0.1% proteoza-peptonu.

Minimalna srednja vrednost za širinu hilomonasa zabeležena je u govedem ekstraktu. Ona se značajno razlikovala od minimalne širine organizama u 0.1% proteoza-peptonu i 1% proteoza-peptonu.

Maksimalna vrednost razmara između dužine i širine organizama (vitkost organizama je tada najveća) bila je najveća u medijumu od govedeg ekstrakta. Nije se značajno razlikovala od maksimalne vitkosti organizama u 0.1% proteoza-peptonu, dok se vitkost organizama u oba medijuma značajno razlikovala od one u 1% proteoza-peptonu. Minimalna vrednost razmara između dužine i širine zabeležena je u 0.1% proteoza-peptonu. Ona se nije razlikovala značajno od minimalne vrednosti razmara za organizme u 1% proteoza-peptonu, a razlikovala se značajno samo od minimalne vrednosti razmara za organizme u medijumu od govedeg ekstrakta.

Srednja vrednost koeficijenta variranja za vreme celog perioda rastenja populacije ne pokazuje značajne razlike u različitim medijumima. U medijumu od 0.1% govedeg ekstrakta, koeficijent variranja dužine hilomonasa je 10.16%, širine 9.12% i razmara dužine i širine 13.99%. Odgovarajuće vrednosti u 0.1% proteoza-peptonu su: 11.89%, 11.36% i 11.94%; u 1% proteoza-peptonu 10.34%, 10.27% i 9.73%. U mešovitim populacijama, ove vrednosti su veće. U 0.1% proteoza-peptonu one su: 12.48%, 11.98% i 13.48%; u 1% proteoza-peptonu 11.52%, 7.06% i 11.49%. Ove vrednosti pokazuju da je variranje dužine i širine najveće u medijumu od proteoza-peptona, dok je variranje razmara između dužine i širine najveće u medijumu od govedeg ekstrakta.

Perl (Pearl, 1906) je uporedio veličinu, oblik i varijabilnost *Chilomonas paramecium* koji su rasli u kulturama pod »povolj-

nim uslovima» (seno + barska voda) sa onima koji su rasli pod »nepovoljnim uslovima» (vodene biljke mrtve i koje trunu + barska voda). On je našao da, pod povoljnim uslovima, organizmi su veći i zdepastiji nego oni pod nepovoljnim uslovima. On je merio organizme jednom samo za vreme rastenja kultura. I u našim eksperimentima, organizmi su imali najveću dužinu i širinu u 0.1% proteoza-peptonu, to jest u medijumu, koji, sudeći po najvećoj dužini života populacije, za rastenje hilomonasa je najpovoljniji. Perl iznosi da koeficijenti variranja dužine i širine nisu bili značajno veći kod organizama koji su rasli pod nepovoljnim uslovima. Bilo je pokazano u našim eksperimentima da koeficijenti variranja nisu konstantni za vreme rastenja populacija. Ipak jedina vrednost koju je Perl našao, leži u granicama variranja, zabeleženim u našim eksperimentima.

Poređenje veličine i oblika hilomonasa u različitim medijumima ukazuje na to da rezultati merenja organizama koji su rasli pod jednim uslovima, ne mogu se upotrebiti u eksperimentima izvršenim pod drugim uslovima.

Eksperimentalni rezultati i matematička teorija. Ovi eksperimenti o kompeticiji za zajedničku hraništu između dve vrste protozoa, kao i eksperimenti o interakciji predavatora i plena ne slažu se sa matematičkom teorijom. Ipak, potrebno je istaknuti, da u eksperimentima rastenja *Chilomonas paramecium* i *Tetrahymena patula*, *Chilomonas* nije bio jedina hrana tetrahimene. Medijum od proteoza-peptona u kome su oni živeli, bio je njihova zajednička hrana. Ipak količina hrane bila je jednak u kontrolnim i eksperimentalnim kulturama. *T. patula* je izumrla u kontrolnim kulturama sa istom količinom hrane posle osamnaest dana, dok je u eksperimentalnim kulturama bila još živa posle dva meseca. Treba shvatiti da uslovi koje prepostavlja postojeća matematička teorija o interakciji između predavatora i plena, ne mogu se ostvariti u eksperimentima na protozoama. Ako bi neko htio da daje predavatoru samo jednu vrstu hrane, predavator bi morao biti stavljen u čisto mineralni medium, i plen tome dodan posle pranja u istom mineralnom rastvoru. Ostvariti to u praksi prestavlja veliku teškoću, ako količinu hrane treba tačno odmeriti. Šta više i hrana se mora svakog dana obnavljati, a i svaka mogućnost kontrolnih eksperimentata je isključena.

U svojim ispitivanjima odnosa između predavatora i plena, Gauze (1934b, 1935a) nije imao niti poznatu količinu hrane niti kontrolne kulture. Uinzor (Winsor, 1934) piše o Gauzeovim eksperimentima: »Ja ne nameravam da diskutujem o Gauzeovim eksperimentalnim rezultatima, poglavito zato koliko sam dosada mogao videti, oni mi izgledaju neadekvatni za formiranje mišljenja koliko su jednačine koje je on upotrebljio zaista adekvatne. U velikom delu njegovog publikovanog rada, broj

tačaka na krivulji rastenja je mali; i u mnogo slučajeva rasutost je tako velika da je crtanje ma kakve krivulje vrlo proizvoljno. Izgleda mi da je on u svom radu sa protozoama upotrebljavao populacije koje su sviše male da bi se moglo očekivati makar kvalitativno slaganje sa teorijom. »Uilson (Wilson, 1934) je istakao da je preveć veliki broj konstanti potreban za matematičko predstavljanje rastenja populacije različitih vrsta.

U ovom radu je pokazano da populacija u rastenju nema samo numerički aspekt. Samo pažljivo objektivno istraživanje svih aspekata može da dalje osvetli složene probleme rastenja čistih i mešovitih populacija protozoa.

KRATAK SADRŽAJ

Populacije *Chilomonas paramecium* održavane su u raznim koncentracijama hranljivog medijuma na 22.5° C. Maksimalni prinos bio je proporcionalan koncentraciji medijuma samo unutar određenih granica koncentracije, i relativno je veći u medijumu niže koncentracije. I na trajanje rastenja populacije su uticale različite koncentracije medijuma, rastenje je duže na višoj koncentraciji. Međutim, brzina rastenja populacije nije zavisila od koncentracije hranljivog medijuma unutar širokih granica koncentracije.

U standardnoj koncentraciji hranljivog medijuma (0.1% govedi ekstrakt sa 0.1% natrijum acetatom), ali na raznim temperaturama, brzina rastenja populacije hilomonasa raste sa porastom temperature do maksimuma, i zatim opada. S druge strane, razne temperature ne utiču, unutar širokih granica, na maksimalni prinos. Odnos između temperature i maksimalne veličine populacije bio je drukčiji kad je maksimalna veličina bila izražena brojem organizama od one kad je maksimalna veličina bila izražena celokupnom zapreminom organizama. U prvom slučaju, maksimalna veličina raste sa porastom temperature, dok u poslednjem ona opada s porastom temperature.

Belehradekovi temperaturski koeficijenti, b , brzine razmnožavanja hilomonasa ne pokazuju značajne razlike za razne oblasti temperature, dok koeficijenti Q₁₀ i termalni priraštaji su bili su veći za nižu oblast temperature.

Nadeno je da veličina i oblik hilomonasa zavise od temperature i starosti populacije. Sa porastom temperature veličina organizama opada do minimuma i onda ponovo raste, tako da su organizmi najveći na ekstremnim temperaturama. Uopšte, organizmi su vatkiji na nižim nego na višim temperaturama. Na svim temperaturama, veličina flagelate se povećava u početku rastenja populacije, a zatim se smanjuje. Variranje u veličini i obliku bilo je najveće u početku rastenja i za vreme prelaza u maksimalnu stacionarnu fazu.

U mešovitim kulturama, u kojima je *Chilomonas paramecium* bio u kompeticiji sa *Tetrahymena pyriformis* — W za istu rastvorenu hranu, veličina populacije obeju vrsta (izražena brojem organizama) bila je značajno veća nego u čistim kulturama sve do stacionarne faze. U stacionarnoj fazi populacija hilomonasa naglo se smanjila i konačno izumrla, dok se populacija tetrahimena povećavala i konačno je dostigla veličinu populacije u čistim kulturama. Rastenje populacije tetrahimene, izraženo zapreminom organizama, nije bilo tako dobro kao u čistim kulturama u početku. Kasnije, kad je populacija hilomonasa postala mala, populacija tetrahimene povećala se i konačno dostigla veličinu populacije u čistim kulturama.

Na veličinu i oblik jedinki utiče prisustvo druge vrste. *Chilomonas paramecium* i *Tetrahymena pyriformis* su vtipki u mešovitim nego u čistim kulturama, tako da su razlike značajne. Varijabilnost organizama bila je veća u mešovitim kulturama i menjala se sa starošću populacije. Za vreme rastenja populacije, veličina jedinki hilomonasa i tetrahimene se menjala, ali vremenski tok promena bio je drukčiji za svaku vrstu. Dok se veličina hilomonasa povećavala u logaritamskoj fazi i onda opada, veličina tetrahimene smanjivala se u logaritamskoj fazi i rasla u fazi negativne akceleracije rastenja. U starim kulturama, veličina obeju vrsta je manja nego u početku stacionarne faze.

U mešovitim kulturama, u kojima je *Tetrahymena patula* bila predator i *Chilomonas paramecium* plen, rastenje populacije hilomonasa nije se značajno razlikovalo od onoga u čistim kulturama, u početku rastenja. Međutim, kasnije smanjenje broja hilomonasa bilo je brže u mešovitim kulturama, gde su izumrli posle dva meseca. *T. patula* je pokazala značajno bolji rast u mešovitim nego u čistim kulturama; tako u čistim kulturama, *Tetrahymena* je izumrla posle osamnaest dana, dok su u mešovitim kulturama one bile još žive posle dva meseca.

Kompozicija polimorfne populacije *Tetrahymena patula* zavisi od starosti populacije i od prisustva ili odsustva hilomonasa. Oblika sa ustima u vidu pukotine nije bilo u početku rastenja i jedino su se pojavili u mešovitim kulturama kasnije. Procenat ovih oblika povećavao se u starim kulturama. Nasuprot tome, procenat mikrostomskih oblika bio je veći u početku rastenja populacije, i u čistim i u mešovitim kulturama. Procenat makrostomskih oblika povećavao se od početka, dostigao maksimum i onda opadao. Kanibalizam je posmatran u starim mešovitim kulturama.

Značajne razlike u veličini jedinki hilomonasa u čistim i mešovitim kulturama pojavile su se od početka logaritamske faze rastenja i bile su izrazite sve do kraja posmatranja. Zna-

čajne razlike u veličini *T. patula* pojavile su se nešto kasnije, od šestog dana dalje.

Razlike u veličini i obliku između organizama u kulturama iste vrste, ali različite starosti bile su takođe značajne. Variranje u veličini i obliku obeju vrsta bilo je veće u mešovitim nego u čistim kulturama.

Distribucija organizama u prostoru unutar kulture menja se za vreme rastenja populacije. U početku, *Chilomonas* i *T. pyriformis* bili su uglavnom na dnu kulture u epruveti. Kasnije, oni su se raširili kroz medijum. U starim kulturama, organizmi su opet bili na dnu.

U kulturama hilomonasa pH se menjao od kiselog do alkalnog (6.1 — 8.4) za vreme rastenja populacije. Nisu nađene značajne razlike u pH medijuma između dna, sredine i vrha kulture.

Rezultati ove eksperimentalne studije o interakciji hilomonasa i *T. pyriformis*, i hilomonasa i *T. patula*, nisu u sa-
glasnosti sa teorijom Lotke i Voltere.

Na kraju želela bih da izrazim svoju zahvalnost šefovima Botaničke škole i Zoološkog odjeljenja Kembridžskog univerziteta, profesoru Brigsu i profesoru Greju, na predusretljivosti, i mnogim laborantima koji nisu žaliili truda da mi pomognu. Iskrena zahvalnost profesoru E. G. Pringshajmu, Dr. G. Soltu, profesoru S. Stankoviću, profesoru G. E. Brigsu, Dr. S. Smitu, profesoru M. M. Svonu i gospodinu E. A. Džordžu za korisne diskusije i sugestije prilikom moga rada. Naročito me je mnogo zadužio Dr. L. E. R. Piken stalnom pomoći i ohrabrenjem.

L I T E R A T U R A

- Adolph, E. F. 1929. The regulation of adult body size in the protozoan *Colpoda*. J. exp. Zool. 53: 269—311.
- Beauchamp, R. S. A. and ULLYOTT, P. 1932. Competitive relationships between certain species of freshwater trichades. J. Ecol. 20: 200—208.
- Beers, C. D. 1933. The relation of density of population to rate of reproduction in the ciliates *Didinium nasutum* and *Stylochilia pustulata*. Arch. Protistenk. 80: 36—64.
- Bělehrádek, J. 1926. Influence of temperature on biological processes. Nature, 118: 117—118.
1935. Temperature and living matter. Protoplasma Monographien, 8: x—277.
- Brown, M. E. 1951. The effect of brown trout (*Salmo trutta* Linn). IV. The effect of food and temperature on the survival and growth of fry. J. exp. Biol. 28: 473—491.
- Brown, M. G. 1940. Growth of protozoan cultures. II. *Leucophrys patula* and *Glaucoma pyriformis* in a bacteria-free medium. Physiol. Zool. 13: 277—293.
- Buchanan, R. E. and FULMER, E. I. 1928. Physiology and Biochemistry of bacteria. London. pp. 16—18.
- Calkins, G. N. 1904. Studies on the life history of Protozoa. IV. Death of the A series. Conclusions. J. exp. Zool. 1: 423—462.
- Chatton, É. et CHATTON, M. 1923. L'influence des facteurs bactériens sur la nutrition, la multiplication et la sexualité des Infusoires. C. R. Acad. Sci., Paris, 176: 1262—1265.
- Chen, Y. T. 1950. Investigations of the Biology of *Peranema trichophorum*. Quart. J. Micr. Sci. 91: 279—308.
- Child, C. M. and DEVINEY, E. 1926. Contributions to the physiology of *Paramecium caudatum*. J. exp. Zool. 43: 257—312.
- Clark, P. F. and RUEHL, W. H. 1919. Morphological changes during the growth of bacteria. J. Bact. 4: 615—629.
- Corliss, J. O. 1952. Comparative Studies on Holotrichous Ciliates in the *Colpidium—Glaucoma—Leucophrys—Tetrahymena* Group. I. General Consideration and History of Strains in Pure Culture. Trans. Amer. Micr. Soc. 71: 159—184.
- Corliss, J. O. 1953a. Comparative Studies on Holotrichous Ciliates in the *Colpidium—Glaucoma—Leucophrys—Tetrahymena* Group. II. Morphology, Life Cycles and Systematic Status of Strains in Pure Culture. Parasitology, 43: 49—87.
- Corliss, J. O. 1953b. Silver Impregnation of Ciliated Protozoa by the Chatton-Lwoff technic. Stain Technol. 28: 97—100.
- Crombie, A. C. 1944. On intraspecific and interspecific competition in larvae of graminivorous insects. J. exp. Biol. 20: 135—151.
- Crombie, A. C. 1945. On competition between different species of graminivorous insects. Proc. Roy. Soc. B. 132: 362—395.

- Crombie, A. C. 1946. Further experiments on insect competition. Proc. Roy. Soc. 133: 76—109.
- Dagley, S. and HINSELWOOD, C. N. 1938. Physico-chemical aspects of bacterial growth. Part I. Dependence of growth of *Fact. lactis aerogenes* on concentration of medium. J. Chem. Soc. 1930—1936.
- Darby, H. H. 1930. Studies on growth acceleration in protozoa and yeast. J. exp. Biol. 7: 308—316.
- Dewey, V. C. and KIDDER, G. W. 1940. Growth studies on ciliates. VI. Diagnosis, sterilization and growth characteristics of *Perispira ovum*. Biol. Bull. Wood's Hole, 79: 255—271.
- Eddy, S. 1928. Succession of protozoa in cultures under controlled conditions. Trans. Amer. Micr. Soc. 47: 283—319.
- Ehrenberg, D. C. G. 1838. Infusorienthierchen als vollkommene Organismen. Leipzig. p. 30—31.
- Fauré-Fremiet, E. 1948. Doublets homopolaire et régulation morphogénétique chez la cilié *Leucophrys patula*. Arch. Anat. micr. 37: 183—203.
- Fauré-Fremiet, E. et MUGARD, H. 1949. Le dimorphisme de *Espejoia mucicola*. Hydrobiologia, 1: 379—389.
- Fisher, R. A. 1950. Statistical methods for research workers. London. pp. 114—119.
- Frank, P. W. 1952. A laboratory study of intraspecies and interspecies competition in *Daphnia pulicaria* (Forbes) and *Simocephalus venustus* O. F. Müller. Physiol. Zool. 25: 178—204.
- Furgason, W. H. 1940. The significant cytostomal pattern of the »Glaucoma—Colpidium group« and a proposed new genus and species, *Tetrahymena geleii*. Arch. Protistenk., 85: 209—223.
- Gause, G. F. 1931. The influence of ecological factors on the size of population. Amer. Nat. 45: 70—76.
- Gause, G. F. 1932. Experimental studies on the struggle for existence. I. Mixed population of two species of yeast. J. exp. Biol. 9: 389—402.
- Gause, G. F. 1934a. The struggle for existence. Baltimore, p. 163.
- Gause, G. F. 1934b. Untersuchungen über den Kampf ums Dasein bei Protisten. Biol. Zbl. 55: 536—547.
- Gause, G. F. 1935a. Vérifications expérimentales de la théorie mathématique de la lutte pour la vie. Paris, p. 62.
- Gause, G. F. 1935b. Experimentelle Untersuchungen über der Konkurrenz zwischen *Paramecium caudatum* und *Paramecium aurelia*. Arch. Protistenk. 84: 207—224.
- Gause, G. F. 1935c. Experimental demonstration of Volterra's periodic oscillations in the numbers of animals. J. exp. Biol. 12: 44—51.
- Gause, G. F., NASTUKOVA, O. K. and ALPATOV, W. W. 1934. The influence of biologically conditioned media on the growth of a mixed population of *Paramecium caudatum* and *P. aurelia*. J. Anim. Ecol. 3: 222—230.
- Gause, G. F., SMARAGDOVA, N. P., and WITT, A. A. 1936. Further

- studies of interaction between predators and prey. *J. Anim. Ecol.* 5: 1—18.
- Graham-Smith, G. S. 1920. The behaviour of bacteria in fluid cultures as indicated by daily estimates of the numbers of living organisms. *J. Hyg.* 19: 133—204.
- Greenleaf, W. E. 1926. The influence of volume of culture medium and cell proximity on the rate of reproduction of Infusoria. *J. exp. Zool.* 46: 143—167.
- Gregory, L. H. 1909. Observations on the life history of *Tilina magna*. *J. exp. Zool.* 6: 383—432.
- Hall, R. P. 1937. Effects of manganese on the growth of *Euglena ana-baena*, *Astasia sp.* and *Colpidium campylum*. *Arch. Protistenk.* 90: 178—184.
- Hall, R. P. 1950. Phytoflagellates as a source of food for *Tetrahymena*. *Proc. Amer. Soc. Protozool.* 1: 5.
- Hall, R. P. and LOEFER, J. B. 1940. Effects of culture filtrates and old medium on growth of the ciliate, *Colpidium campylum*. *Proc. Soc. exp. Biol., N. Y.* 43: 128—133.
- Harding, J. P. 1937. Quantitative studies on the ciliate *Glaucoma*. II. The effects of starvation. *J. exp. Biol.* 14: 431—439.
- Hargitt, G. T. and FRAY, W. W. 1917. The growth of *Paramecium* in pure cultures of bacteria. *J. exp. Zool.* 22: 421—455.
- Henrici, A. T. 1921—1922. A statistical study of the form and growth of a spore-bearing bacillus. *Proc. Soc. exp. Biol. N. Y.* 19: 132—133.
- Henrici, A. T. 1922—1923. A statistical study of the form and growth of a diphtheroid bacillus. *Proc. Soc. exp. Biol. N. Y.* 20: 179—180.
- Henrici, A. T. 1923—1924. Influence of age of parent culture on size of cells of *Bacillus megatherium*. *Proc. Soc. exp. Biol. N. Y.* 21: 343—345.
- Henrici, A. T. 1928. Morphologic variation and the rate of growth of bacteria. London. pp. 59—86, 99—110.
- L'Heritier, PH. et TEISSIER, G. 1935. Recherches sur la concurrence vitale. Étude de populations mixtes de *Drosophila melanogaster* et de *Drosophila funebris*. *C.R. Soc. Biol.* 118: 1396—1398.
- Holland, A. 1942. Étude cytologique et biologique de quelque flagellés libres. Volvocales, Cryptomonadines, Eugléniens. Protomastigines. *Arch. Zool. exp. gén.* 83: fasc. 1, 1—268.
- Huddleston, M. S. 1951. Effects of nutrients on *Tetrahymena geleii* W populations. *Physiol. Zool.* 24: 141—155.
- Huntington, E. and WINSLOW, C. E. A. 1937. Cell size and metabolic activity at various phases of the bacterial culture cycle. *J. Bact.* 33: 123—144.
- Hutchinson, G. E. 1941. Ecological aspects of succession in natural populations. *Amer. Nat.* 75: 406—418.
- Huxley, J. S. 1942. Evolution. The modern synthesis. London. pp. 119—120.
- Jahn, T. L. 1934. Problems of population growth in Protozoa. *Cold Spr. Harb. Symp. quant. Biol.* 2: 167—180.

- Jahn, T. L. 1935. Studies on the oxidation-reduction potential of protozoan cultures. II. The reduction potential of cultures of *Chilomomas paramecium*. Arch. Protistenk. 86: 225—237.
- Jahn, T. L. 1936. Effect of aeration and lack of CO₂ on growth of bacteria-free cultures of Protozoa. Proc. Soc. exp. Biol. N. Y. 33: 494—498.
- Jennings, H. S. 1908. Heredity, variation and evolution in protozoa. II. Proc. Amer. phil. Soc. 47: 393—546.
- Johnson, D. F. 1935. Isolation of *Glaucoma ficaria* Kahl in bacteria-free cultures, and growth in relation to pH of the medium. Arch. Protistenk. 86: 263—277.
- Johnson, D. F. 1936. Growth of *Glaucoma ficaria* Kahl in cultures with single species of other microorganisms. Arch. Protistenk. 86: 359—378.
- Johnson, W. H. 1933. Effects of population density on the rate of reproduction in *Oxytricha*. Physiol. Zoöl. 6: 22—54.
- Jones, E. P. 1930. Paramecium infusion histories. I. Hydrogen ion changes in hay and hay-flour infusions. Biol. Bull. Wood's Hole, 59: 275—284.
- Ketchum, B. H. and Redfield, A. C. 1949. Some physical and chemical characteristics of algae growth in mass culture. J. cell. comp. Physiol. 33: 281—299.
- Kidder, G. W. 1941. Growth studies on Ciliates. VII. Comparative growth characteristics of four species of sterile ciliates. Biol. Bull. Wood's Hole, 80: 50—68.
- Kidder, G. W. and Dewey, V. C. 1945. Studies on the biochemistry of *Tetrahymena*. III. Strain differences. Physiol. Zoöl. 18: 136—157.
- Kidder, G. W., Lilly, D. M. and Claff, C. L. 1940. Growth studies on ciliates. IV. The influence of food on the structure and growth of *Glaucoma vorax* sp. nov. Biol. Bull. Wood's Hole, 78: 9—23.
- Kidder, G. W. and Stuart, C. A. 1939 a. Growth studies on ciliates. I. The role of bacteria in the growth and reproduction of *Colpoda*. Physiol. Zoöl. 12: 329—340.
- Kidder, G. W. and Stuart C. A. 1939 b. Growth studies on ciliates. II. The food factor in the growth, reproduction and encystment of *Colpoda*. Physiol. Zoöl. 12: 341—347.
- Lackey, J. B. 1938. A study of some ecological factors affecting the distribution of protozoa. Ecol. Monogr. 8: 501—527.
- Leslie, L. D. 1940 a. Nutritional studies of *Paramecium multimicronucleata*. I. Quantitative and qualitative standardization of the food organism. Physiol. Zoöl. 13: 243—250.
- Leslie, L. D. 1940 b. Nutritional studies of *Paramecium multimicronucleata*. II. Bacterial foods. Physiol. Zoöl. 13: 430—438.
- Lilly, D. M. 1942. Nutritional and supplementary factors in the growth of carnivorous ciliates. Physiol. Zoöl. 15: 146—167.
- Lodge, R. M. and Hinshelwood, C. N. 1939. Physico-chemical aspects of bacterial growth. Part IV. Conditions determining stationary

- populations and growth rates of *Bact. lactis aerogenes* in synthetic media. J. Chem. Soc. 1683—1692.
- Loefer, J. B. 1935. Relation of hydrogen-ion concentration to growth of *Chilomonas paramecium*. Arch. Protistenk. 85: 209—223.
- Loefer, J. B. 1936. Bacteria-free cultures of *Paramecium bursaria* and concentration of medium as a factor of growth. J. exp. Zool. 72: 387—407.
- Loefer, J. B. 1952. Some observations on the size of *Teirahymena*. J. Morph. 90: 407—414.
- Lotka, A. J. 1925. Elements of Physical Biology. Baltimore. p. 64—99.
- Lund, E. J. 1914 a. The relations of *Bursaria* to food. I. Selection in feeding and in extrusion. J. exp. Zool. 16: 1—52.
- Lund, E. J. 1914 b. The relations of *Bursaria* to food. II. Digestion and resorption in the food vacuole, and further analysis of the process of extrusion. J. exp. Zool. 17: 1—43.
- Lwoff, A. 1932. Recherches biochimiques sur la nutrition des protozoaires. Le pouvoir synthèse. Monog. Inst. Pasteur. Paris. 158 pp.
- Lwoff, A. et Dusi, H. 1938. Culture de divers flagellés leucophytes en milieu synthétique. C. R. Soc. Biol., Paris 127: 53—56.
- Lwoff, A. et Roukheldman, N. 1926. Variations de quelque formes d'azote dans une culture pure d'infusiores. C. R. Acad. Sci., Paris, 183: 156—158.
- Mast, S. O. and Pace, D. M. 1934. Synthesis from inorganic compounds of starch, fats, proteins, and protoplasm in the colourless animal, *Chilomonas paramecium*. Protoplasma, 20: 326—358.
- Mast, S. O. and Pace, D. M. 1937. The effect of silicon on growth and respiration in *Chilomonas paramecium*. J. cell. comp. Physiol. 10: 1—13.
- Mast, S. O. and Pace, D. M. 1938. The relation between the hydrogen-ion concentration of the culture medium and the rate of reproduction in *Chilomonas paramecium*. J. exp. Zool. 79: 429—434.
- Mast, S. O. and Pace, D. M. 1939. The effects of calcium and magnesium on metabolic processes in *Chilomonas paramecium*. J. cell. comp. Physiol. 14: 261—279.
- Mast, S. O. and Pace, D. M. 1942. The effect of phosphorus on metabolism in *Chilomonas paramecium*. J. cell. comp. Physiol. 20: 1—9.
- Mast, S. O., Pace, D. M. and Mast, L. R. 1936. The effect of sulphur on the rate of respiration and on the respiratory quotient in *Chilomonas paramecium*. J. cell. comp. Physiol. 8: 125—139.
- Maupas, E. 1888. Recherches expérimentales sur la multiplications des infusoires ciliés. Arch. Zool. exp. gén. 2^e ser. 6: 165—277.
- McVeigh, I. and Brown, W. H. 1954. In vitro growth of *Chlamydomonas chlamydogama* Bold and *Haematococcus pluvialis* Flotow em. Wille in mixed cultures. Bull. Torrey bot. Cl. 81: 218—233.
- Merrel, D. J. 1951. Interspecific competition between *Drosophila funebris* and *Drosophila melanogaster*. Amer. Nat. 85: 159—169.

- Mitchell, W. H. 1929. The division rate of *Paramecium* in relation to temperature. J. exp. Zool. 54: 383—410.
- Monod, J. 1942. Recherches sur la croissance des cultures bactériennes. Paris. p. 58—78, 106—115.
- Moody, J. E. 1912. Observations on the life-history of the two rare ciliates, *Spathidium spathula* and *Actinobolus radians*. J. Morph. 23: 349—407.
- Moore, J. A. 1952. Competition between *Drosophila melanogaster* and *Drosophila simulans*. I. Population cage experiments. Evolution, 6: 407—412.
- Mučibabić, S. 1953. The effect of population density and medium volume on the division rate of *Colpidium colpoda*. Bull. Acad. serbe sci. math. nat. 12: 1—7.
- Nicholson, A. J. 1933. The balance of animal populations. J. Anim. Ecol., Suppl. 2: 132—177.
- Noland, L. E. 1925. Factors influencing the distribution of fresh water ciliates. Ecology, 6: 437—452.
- Oehler, R. 1919. Flagellaten- und Ciliaten-zucht auf reinem Boden. Arch. Protistenk. 40: 16—26.
- Ormsbee, R. A. 1942. The normal growth and respiration of *Tetrahymena geleii*. Biol. Bull. Wood's Hole, 82: 423—437.
- Pace, D. M. 1941. The effects of sodium and potassium on metabolic processes of *Chilomonas paramecium*. J. cell. comp. Physiol. 18: 243—255.
- Pace, D. M. and Ireland, R. L. 1945. The effects of oxygen, carbon dioxide, and pressure on growth in *Chilomonas paramecium* and *Tetrahymena geleii* Furgason. J. gen. Physiol. 28: 547—557.
- Park, T. 1934. Studies in population physiology. III. The effect of conditioned flour upon the productivity and population decline of *Tribolium confusum*. J. exp. Zool. 68: 167—182.
- Park, T. 1948. Experimental studies of interspecies competition. I. Competition between populations of the flour beetles, *Tribolium confusum* Duval and *Tribolium castaneum* Herbst. Ecol. Monogr. 18: 265—307.
- Park, T., Gregg, E. V. and Lutherma n, C. Z. 1941. Studies in population physiology. X. Interspecific competition in populations of granary beetles. Physiol. Zool. 14: 395—430.
- Pearl, R. 1906. Variation in *Chilomonas* under favourable and unfavourable conditions. Biometrika, 5: 53—72.
- Penfold, W. J. and Norris, D. 1912. The relation of concentration of food supply to the generation time of bacteria. J. Hyg. Camb. 12: 527—531.
- Peters, R. A. 1921. The substances needed for the growth of a pure culture of *Colpidium colpoda*. J. Physiol. 55: 1—32.
- Phelps, A. 1935. Growth of Protozoa in pure culture. I. Effect upon the growth curve of the age of the inoculum and of the amount of the inoculum. J. exp. Zool. 70: 109—130.

- Phelps, A. 1936. Growth of Protozoa in pure culture. II. Effect upon the growth curve of different concentrations of nutrient materials. *J. exp. Zool.* 72: 479—496.
- Phelps, A. 1946. Growth of Protozoa in pure culture. III. Effect of temperature upon the division rate. *J. exp. Zool.* 102: 277—292.
- Popoff, M. 1907. Depression der Protozoenzelle und der Geschlechtszellen der Metazoen. *Arch. Protistenk. Suppl. 1*: 43—82.
- Popoff, M. 1908. Experimentelle Zellstudien. *Arch. Zellforsch.* 1: 245—379.
- Pringsheim, E. G. 1914. Über den Einfluss der Nährstoffmenge auf die Entwicklung der Pilze. *Z. Bot.* 6: 577—624.
- Pringsheim, E. G. 1929. Algenreinkulturen. (Eine Liste der Stämme, welche auf Wunsch abgegeben werden). *Ber. deutsch. bot. Ges.* 47: 530—535.
- Pringsheim, E. G. 1936. Algenreinkulturen. (Eine Liste der Stämme, welche auf Wunsch abgegeben werden). *Ber. deutsch. bot. Ges.* 54: 533—541.
- Pringsheim, E. G. 1946. Pure cultures of algae. Cambridge, pp. 71—77.
- Rautmann, H. 1909. Der Einfluss der Temperatur auf das Größenverhältniss des Protoplasmakörpers zum Kern. Experimentelle Untersuchungen an *Paramecium caudatum*. *Arch. Zellforsch.* 3: 44—80.
- Pruthi, H. S. 1927. On the hydrogen-ion concentration of hay infusions, with special reference to its influence on the protozoan sequence. *J. exp. Biol.* 4: 292—300.
- Richards, O. W. 1928. Changes in size of yeast cells during multiplication. *Bot. Gaz.* 86: 93—106.
- Richards, O. W. 1929. The correlation of the amount of sunlight with the division rates of ciliates. *Biol. Bull. Wood's Hole*, 56: 298—305.
- Robertson, M. 1939. A study of the reactions in vitro of certain ciliates belonging to the *Glaucoma-Colpidium* group to antibodies in the sera of rabbits immunized therewith. *J. Path. and Lact.* 48: 305—322.
- Salt, G. 1932. The natural control of the sheep blowfly, *Lucilia sericata*, Meigen. *Bull. ent. Res.* 23: 235—245.
- Sandon, H. 1932. The food of Protozoa. Cairo, p. 121.
- Saunders, J. T. 1924. The effect of the hydrogen-ion concentration on the behaviour, growth and occurrence of *Spirostomum*. *Proc. Cambr. Phil. Soc. (Biol. Sci.)* 1: 189—203.
- Schaeffer, A. A. 1917. Choice of food in Ameba. *J. Anim. Behavior*, 7: 220—258.
- Scherbaum, O. and Zeuthen, E. 1954. Induction of synchronous cell division in mass cultures of *Tetrahymena pyriformis*. *Exp. Cell Res.* 6: 221—227.
- Schoenborn, H. W. 1940. Studies on the nutrition of colorless euglenoid flagellates. I. Utilization of inorganic nitrogen by *Astasia* in pure cultures. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 40: 1—36.

- Slater, J. V. and Elliott, A. M. 1951. Volume change in *Tetrahymena* in relation to age of the culture. Proc. Amer. Soc. Protozool. 2: 20.
- Smith, J. A. 1940. Some effects of temperature on the frequency of division and on the volume of starch and fat in *Chilomonas paramecium*. Biol. Bull. Wood's Hole, 79: 379—396.
- Swann, M. M. 1953. The mechanism of cell-division. A study with carbon monoxide on the sea-urchin egg. Quart. J. Micr. Sci. 94: 369—379.
- Sweet, H. E. 1939. A micropopulation study of *Euglena gracilis* Klebs in sterile, autotrophic media and in bacterial suspensions. Physiol. Zoöl. 12: 173—200.
- Terao, A. and Tanaka, T. 1928. Population growth of the water flea, *Moina macrocopa* Straus. Proc. imp. Acad. Japan, 4: 550—552.
- Ulyett, G. C. 1949. Competition for food and allied phenomena in sheep-blowfly populations. Phil. Trans. 234: 77—174.
- Vieweger, J. 1925. Recherches sur l'inanition de *Colpidium colpoda* Ehrbg. Arch. Biol., Paris, 34: 479—506.
- Volterra, V. 1926. Variazioni e fluttuazioni del numero d'individui in specie animali conviventi. R. Com. Talass. Ital. Mem. 131: 142 p.
- Volterra, V. 1931. Leçons sur la théorie mathématique de la lutte pour la vie. Paris, vi — 214.
- Weis, D. 1954. Observations on size reversibility in cultures of *Tetrahymena pyriformis* (Abstr.) J. Protozool. 1 (suppl.): 10.
- Wilson, E. B. 1934. Mathematics of growth. Cold Spr. Harb. Symp. quant. Biol. 2: 199—202.
- Wingo, W. J. and Anderson, N. L. 1951. Effect of pH of medium upon the growth rate of *Tetrahymena geleii* — T-P. J. exp. Zool. 116: 571—575.
- Winsor, C. P. 1934. Mathematical analysis of growth of mixed populations. Cold Spr. Harb. Symp. quant. Biol. 2: 181—187.
- Woodruff, L. L. 1911. The effects of excretion products of *Paramecium* on its rate of reproduction. J. exp. Zool. 10: 557—581.
- Woodruff, L. L. 1912. Observation on the origin and sequence of the protozoan fauna of hay infusions. J. exp. Zool. 12: 205—264.
- Woodruff, L. L. 1913 a. The effect of excretion products of infusoria on the same and on the different species with special reference to the protozoan sequence in infusions. J. exp. Zool. 14: 575—582.
- Woodruff, L. L. 1913 b. Cell size, nuclear size and the nucleo-cytoplasmic relation during the life of a pedigree race of *Oxytricha fallax*. J. exp. Zool. 15: 1—22.
- Woodruff, L. L. and Baitzell, G. A. 1911. The temperature-coefficient of the rate of reproduction of *Paramecium aurelia*. Amer. J. Physiol. 29: 147—155.
- Zimmering, S. 1948. Competition between *Drosophila pseudoobscura* and *Drosophila melanogaster* in population cages. Amer. Nat. 82: 326—330.

S U M M A R Y
SOME ASPECTS OF THE GROWTH OF SINGLE AND MIXED
POPULATIONS OF FLAGELLATES AND CILIATES

Smilja Mučibabić, a lecturer at Philosophical Faculty, University of Sarajevo
(Part of a dissertation presented for the degree of Doctor of Philosophy
in the University of Cambridge)

Populations of *Chilomonas paramecium* have been maintained at six different concentrations of the nutrient medium. The maximum yield was proportional to the concentration of medium only over a limited range of concentrations, being relatively larger in the medium of lower concentration. It appears that the organisms made better use of the media if the amount of food was smaller. This is not surprising, since the media in which *Chilomonas* lives in nature usually have a very low concentration of organic substances. The lower concentrations of some media used in these experiments correspond better, probably, to the natural surrounding of *Chilomonas* and so they are more suitable for its growth.

In the standard concentration of the nutrient medium (0.1% beef-extract with 0.1% sodium acetate), but at different temperatures, the rate of population growth of *Chilomonas* increased with the increase of temperature up to a maximum, and then decreased. The maximum yield, on the other end, was not affected, within wide limits, by different temperatures. The relationship between temperature and maximum size of population was different when maximum size was expressed in total number of organisms from that when maximum size was expressed in terms of total volume of organisms. In the former case, the maximum size increased with the increase of temperature; while in the latter, it decreased with increase of temperature.

Bělehraádek's temperature coefficients, b , of the multiplication rate of *Chilomonas* did not show significant differences for different temperature ranges, while the coefficients Q_{10} , and the thermal increments μ were larger for the lower temperature range.

The size and shape of *Chilomonas* were found to depend on the temperature and on the age of the population. With increase of temperature, the size of organisms decreased to a minimum and then increased again, so that organisms were largest at extreme temperatures. In general, the organisms were more slender at lower than at higher temperatures. At all temperatures, the flagellate increased in size at the beginning of population growth and later decreased. Variation in size and shape was greatest at the beginning of growth and during transition to the maximum stationary phase.

In mixed cultures, where *Chilomonas paramecium* and *Tetrahymena pyriformis* — W were in competition for the same dissolved food, the population size of both species (expressed in terms of total number of organisms) was significantly larger than in single cultures up to the

stationary phase. In the stationary phase, the population of *Chilomonas* rapidly decreased and finally died out, while that of *Tetrahymena* increased, eventually reaching the size of the population in single cultures. The growth of the *Tetrahymena* population, in terms of total volume of organisms, was not as good as in single cultures at the beginning. Later, when the *Chilomonas* population became very small, the population of *Tetrahymena* increased and finally reached the size of the population in single cultures.

Both size and shape of individual organisms were affected by the presence of the other species. *Chilomonas paramecium* and *Tetrahymena pyriformis* were both more slender in mixed than in single cultures, the differences being statistically significant. Variability of the organisms was greater in mixed cultures and changed with the age of population. During population growth, the individual size of *Chilomonas* and of *Tetrahymena* changed, but the time-course of change was different for the two species. While the size of *Chilomonas* increased in the logarithmic phase and then decreased, the size of *Tetrahymena* decreased in the logarithmic phase and increased in the phase of negative growth acceleration. In old cultures, the size of both species was smaller than at the beginning of the stationary phase.

In mixed cultures, where *Tetrahymena patula* preyed on *Chilomonas paramecium*, the growth of the *Chilomonas* population did not differ significantly from that in single cultures at the beginning of growth. Later, however, the decrease in numbers of *Chilomonas* was more rapid in mixed cultures, where it died out after two months. *T. patula* showed significantly better growth in mixed than in single cultures; thus, in single cultures, *Tetrahymena* died out after 18 days, while in mixed cultures, they were still alive after two months.

The composition of the polymorphic *Tetrahymena patula* population depended on age and on the presence or absence of *Chilomonas*. Slit-mouthed forms were absent at the beginning of growth and only appeared subsequently in mixed cultures. The percentage of these forms increased in old cultures. In contrast, however, the percentage of microstomatous forms was larger at the beginning of population growth, both in mixed and single cultures. The percentage of macrostomatous forms increased from the beginning, reached a maximum and decreased. Cannibalism was observed in old mixed cultures.

Significant differences in the size of individual organisms of *Chilomonas* between single and mixed cultures appeared from the beginning of the logarithmic phase of growth and were pronounced up to the end of observations. Significant differences in the size of *T. patula* between single and mixed cultures appeared somewhat later, from the sixth day onwards.

The differences in size and shape between organisms in cultures of the same kind but of different ages were also significant. Variation in size and shape of both species was greater in mixed than in single cultures.

The distribution of organisms in space within the culture changed during population growth. At the beginning, *Chilomonas* and *T. pyriformis* were mostly at the bottom of the test-tube cultures. Later, they spread throughout the medium. In old cultures, the organisms were again at the bottom.

In the *Chilomonas* cultures the pH changed from acid to alkaline (6.1–8.4) during population growth. No significant differences in pH of medium were found between the bottom, middle and top layers of the culture.

The population growth of *Chilomonas* depends also on the kind of medium used. The maximum number of *Chilomonas* was not the same in 0.1% beef extract medium as in 0.1% proteose peptone. In the former it was larger than in the latter. But the maximum size of the *Chilomonas* population in terms of total volume of organisms was smaller in beef extract medium than in 0.1% proteose peptone medium. The rate of population growth, on the other hand, was similar in both media. The stationary phase was short in beef-extract medium (from 6th day till 16th day) in comparison with the duration of that phase in 0.1% proteose peptone medium (from 6th day till 36th day, till the end of experiments). This means that the latter medium is more suitable for the growth of *Chilomonas* than beef-extract.

In experiments on the growth of mixed populations of *Chilomonas paramecium* and *Tetrahymena patula*, the nutrient medium was 1% proteose peptone with 0.1% sodium acetate. The concentration of proteose peptone was ten times higher than in the experiments on the growth of *Ch. paramecium* and *T. pyriformis*. The comparison of the results obtained during the growth of *Chilomonas* in control cultures in 0.1% proteose peptone, confirms the findings made in experiments on the growth of *Chilomonas* in different concentrations of beef extract medium (the results are not quite comparable, because the concentration of sodium acetate in both proteose peptone media was 0.1%): maximum size of the *Chilomonas* population was only 2.5 times greater in 1% proteose peptone than in 0.1% proteose peptone medium. This was in terms of total number of organisms. In terms of total volume of organisms the ratio is still smaller: the maximum population in 1% proteose peptone is only 1.7 times greater than in 0.1% proteose peptone medium. Life span of population is shorter in 1% than in 0.1% proteose peptone medium: from the 16th day onwards the population rapidly decreased in the medium of lower concentration, while the numbers of *Chilomonas* in the medium of lower concentration remain high till the end of experiments (36th day).

The rate of population growth in these media showed significant differences. After a long lag phase in 1% proteose peptone medium, the growth rate increased suddenly and became greater than in 0.1% proteose peptone medium. In 1% proteose peptone medium the rate of population growth in the logarithmic phase was 4.6, while during the same phase in 0.1% proteose peptone it was only 3.7.

The population growth of *Chilomonas* in mixed cultures with *T. pyriformis* and in mixed cultures with *T. patula* is not quite comparable, due to the differences in concentration of the media. Nevertheless, some interesting facts appeared. While in *single* cultures in 0.1% proteose peptone medium the maximum size of the *Chilomonas* population is smaller (both in terms of total number and in terms of total volume of organisms) than in 1% proteose peptone medium, in *mixed* cultures the maximum size of the *Chilomonas* population in terms of total volume of organisms (231 million cubic micra) is greater in 0.1% proteose peptone medium than in 1% proteose peptone medium (175 million of cubic micra). This value in proteose peptone was the maximal size of the *Chilomonas* population in these experiments. Later, the decrease of the *Chilomonas* population in mixed cultures with *T. pyriformis* (in 0.1% medium) was more rapid than in cultures with *T. patula* (in 1% proteose peptone medium). One would have expected the opposite to occur, because *Chilomonas* was eaten by *T. patula*; perhaps this did not happen because of the greater quantity of proteose peptone available in cultures with *T. patula*.

T. pyriformis and *T. patula* (maintained in different media) showed differences in the growth of population. The stationary phase of *T. pyriformis* was long, whilst that of *T. patula* was short. The phase of negative growth acceleration was also shorter in cultures of *T. patula* than in cultures of *T. pyriformis*. The rate of population growth of *T. patula* was only 2.0, whilst that of *T. pyriformis* was 6.3.

The size and shape of *Chilomonas* was affected by medium in which it lived.

The comparison of size and shape of *Chilomonas* in different media indicates that results of measurements of organisms grown under one condition, cannot be used in experiments performed under different conditions.

The results of this experimental study of the interaction of *Chilomonas* with *T. pyriformis*, and of *Chilomonas* with *T. patula*, are not in agreement with the theory of Lotka and Volterra. Nevertheless, it has to be emphasized, that in experiments on the growth of *Chilomonas paramecium* and *Tetrahymena patula*, *Chilomonas* was not the only food of *Tetrahymena*. Proteose peptone medium in which they lived was their common food. But the quantity of food was equal in the control and experimental cultures. *T. patula* died out in control cultures with the same quantity of food after 18 days, while, in experimental cultures, it was still alive after two months. It is to be realized that the conditions postulated in existing mathematical theory of the interaction between predator and prey cannot be realized in experiments on Protozoa. If one wishes to offer the predator one kind of food only, the predator must be suspended in a purely mineral medium, and the prey added after washing in the same solution. To do this in practice presents great difficulty if

the quantity of food is to be measured accurately. Moreover, the food has also to be renewed each day, and all possibility of a control experiment is excluded.

In the present study it has been shown that the growing population has more than a numerical aspect. Only careful objective investigation of all aspects can be expected to shed further light on the complex problems of the growth of single and mixed populations of Protozoa.

Buturović Adem

O nekim vrstama roda *Trichoniscus* iz Jugoslavije

Pod imenom *Trichoniscus* u početku su opisivane vrste, koje su kasnije izdvojene u mnoge nove rodove (*Alpioniscus*, *Trichoniscoides*, *Androniscus*, *Hyloniscus* i dr.). Pa i pored toga rod *Trichoniscus* je jedan od najvećih rodova u familiji *Trichoniscidae* ne samo po broju vrsta nego i po njegovom širokom rasprostranjenju.

Prve podatke o vrstama roda *Trichoniscus* u užem smislu imamo u Jugoslaviji od Verhoeffa, velikog i poznatog istraživača izopoda Balkana. Izuvez *T. carniolicus* i *absoloni* koje je opisao Strouhal (1939, s. 292, 295) i *T. semigranulatus* i *vrbaensis* opisane od mene (1954 s. 243; 1955, s. 283), sve druge vrste su opisane od Verhoeffa. Ako izuzmemmo vrste *T. pusillus* Brandt (Verhoeff 1901, s. 74) i *T. simplicifrons* Verh. (Verh. 1901 s. 147) iz Hercegovine, koje 1936 u spisku izopoda za Bosnu i Hercegovinu ne navodi ni sam Verhoeff (1936, s. 24), onda imamo 10 vrsta opisanih od Verhoeffa. Za vrstu *T. fagorum* (Verhoeff 1930, s. 5), Strouhal je utvrdio da je sinonim vrste *T. bosniensis* Verh. (Strouhal 1939, s. 299). Ove dvije vrste Verhoeff je uvrstio u poseban podrod *Stylohylea* (Verhoeff 1930, s. 4 i 6), koji Vandell (1946 s. 55 i 1953 s. 278) smatra kao poseban rod. Prema Vandelu (1946, s. 165) *T. remyi* Verh. (Verhoeff 1933 s. 62) je sinonim vrste *T. matulici* Verhoeff (Verh. 1901, s. 74, 75). Vandell (1955 s. 59) prepostavlja da je i vrsta *T. omblae* Verh. (Verh. 1901 s. 76) identična sa vrstom *T. matilici*.

Pored spomenutih vrsta Verhoeff je opisao još sljedeće vrste: *T. austriacus* (1908 s. 376), *turgidus* (1929 s. 26), *plitvicensis* (1930 s. 10), *maritimus* (1930 s. 9), *illyricus* (1931 s. 31), *stammeri* (1932 s. 12) i *strasseri* (1938 s. 136). Sa izuzetkom *T. semigranulatus* But. sve do sada poznate vrste roda *Trichoniscus* u Jugoslaviji su nadene u sjeverozapadnom dijelu Jugoslavije od Austrije do Crne Gore i Albanije. To su vrste malog rasta, od normalno pigmentisanih i s očima do djelimično ili totalno bezbojnih, sa očima zakržljanim ili potpuno otsutnim. Vrlo se brzo kreću i nastanjuju vlažna mjesta pod kamenjem, trulim deblima

drveća, pod lišćem, u mahovini, i to obično oko izvora, potoka i u vrtačama gustih šuma. Neke vrste su nadene u ulaznim dijelovima pećina, a manji broj i u potpuno mračnim dijelovima u relativno velikoj dubini.

Trichoniscus matulici Verhoeff 1901

Po svojim morfološkim karakterima i načinu života ova vrsta je privukla pažnju mnogih izopodologa i zbog toga je više puta opisana (Verhoeff 1901 s. 74, 75; 1930 s. 5; Méhely 1927 s. 83; Strohach 1939 s. 8—10; Vandel 1946 s. 165, 1955 s. 59). Pored pigmentiranih oblika i sa potpuno razvijenim očima koji žive na površini i u ulaznim dijelovima pećina, susreću se vrlo često oblici sa više ili manje reduciranim pigmentom i sa dva okca pod imenom *ab. stygivagus*, koji naseljava podzemne prostorije ponekad i dublje dijelove pećina. Méhely (1927 s. 84) na osnovu eksperimentalnog utvrđivanja kod vrste *T. austriacus* da ima tri oka zaključuje da i *T. matulici ab. stygivagus* ima takođe u postembrialnom stadiju tri okca, koji se u kasnijem stadiju ne mogu lako prepoznati. Vrsta je relativno daleko raširena i danas je poznata, pored ostalog, iz mnogobrojnih pećina južne Dalmacije, južne Hercegovine, zapadne Crne Gore i sa ostrva Mljeta (Strohach 1939 s. 10). Nađena je u okolini Plevlja, sjeveroistočna Crna Gora (Vandel 1946 s. 164). Prema novijem radu Vadel (1955 s. 62) *T. sorrentinus* iz južne Italije je identična sa *T. matulici*, te bi prema tome ovo bila transadijadička vrsta, kao što je već utvrđeno za još jednu trhnišcidu *Aegonethes cervinus* i neke druge izopode.

Ja sam konstatovao ovu vrstu iz sljedećih lokaliteta:

Vjeternica pećina kod Zavale u Popovom Polju, Hercegovina, 23. VIII. 1951., 1 m. — 2,5 mm, 9 ž. — 2—4 mm, Leg. A. Buturović; 23. VIII. 1951., 4 m. — 3—4 mm, 7 ž. — 2—5 mm. Leg. S. Karaman.

Bjelušica pećina oko 300 m jugozapadno od željezničke stanice Zavala, visina cca 300 m, 25. VIII. 1951., 2 m. — 3 mm, 7 ž. — 3,5—5 mm, (1 ž. ovig.), 26. VIII. 1951., 2 m. — 4—5 mm; 6. V. 1955., 3 ž. 3—5,2 mm, Leg.adem Buturović; 26. VIII. 1951., 7 m. 3—4 mm, 4 ž. — 3—4,5 mm *ab. stygivagus* 2 m. 3—4 mm, 1 ž. 2,8 mm, 3 juven. Leg. S. Karaman.

Orlica pećina, jugozapadno od Zavale, visina cca 350 m, 25. VIII. 1951., 1 m. 4,5 mm 8 ž. 4—5 mm, Leg. A. Buturović.

Izvor kod pećine Orlica, 25. VIII. 1951., 1 m. 4 mm, Leg. A. Buturović.

Buk pećina, Čićevo, Trebinje (Hercegovina), 29. VIII. 1951., 1 m 5 mm, 2 ž. 4—5,5 mm leg. A. Buturović; 29. VIII. 1951., 3 m. 3—3,5 mm, 10 ž. 3—4 mm, leg. S. Karaman.

Mrcine pećina, Grepći, Trebinje, 8. IX. 1952., 2 m. 3 mm, 1 ž. 3 mm, 12 juven. Leg. F. Nikolić iz Dubrovnika.

Vodena pećina kod sela Grebaca, Trebinje, 1. VII. 1951., 1 m. — 3,5 mm, 1 ž. 2,5 mm, 31. VIII. 1952., 1 ž. 3 mm, leg. F. Nikolić.

Ivanjica pećina, $1\frac{1}{2}$ sat sjeveroistočno željezničkom prugom od Dubrovnika prema Trebinju, VIII. 1952., 1 m. 4 mm, Leg. F. Nikolić.

Jama kod Rosunjeg Dola, Grepći, Trebinje, 1 m. 3 mm, 1 ž. 3 mm. Leg. F. Nikolić.

Vilina pećina kod izvora Dubrovačke rijeke (Ombla), 24. XII. 1952., 1 m. 3,5 mm, 3 ž. 4—4,5 mm, od kojih jedna ženka sa osam jaja u marsupiumu.

Rov na Lapadu kod Dubrovnika, 31. V. 1951., 1 m. 3 mm. Leg. F. Nikolić.

Vrt Biološkog instituta Lapad — Dubrovnik VI. 1951. 2 m. 2,5—3 mm, 1 ž. 2 mm sa *Aegonethes cervinus*, Leg. S. Karaman.

Močiljska pećina, Osojnik kod Dubrovnika 6. V. 1951., 1 m. 3,8 mm, 3 ž. 3,5—4,2 mm od kojih 2 ž. sa embrionima u marsupiu i to 12 i 14 komada, leg. S. Karaman. 13. IX. 1951., 1 ž. 3 mm; 9. XII. 1951., 1 ž. 3 mm; VIII. 1952., 2 m. 3—3,5 mm, 1 ž. 4 mm; 11. I. 1953., ab. *stygivagus* 1 m. 2 mm, 6 ž. 2,3—3,8 mm od kojih 3 ž. sa 10, 15 i 15 jaja u marsupiu; 14. III. 1953., 1 m. 3 mm, 2 ž. 3—3,5 mm; 10. V. 1953., 2 ž. 3 i 4 mm; 26. VII. 1953., 5 m. 2—3 mm, 1 ž. 3 mm. leg. S. Karaman.

jedna ženka sa 8 embriona u marsupiu; 26. VIII. 1953., ab. *stygivagus* 2 m. 3 i 4 mm; 17. IX. 1953., ab. *stygivagus* 1 m. 4 mm, 2 ž. 4 mm sve leg. F. Nikolić.

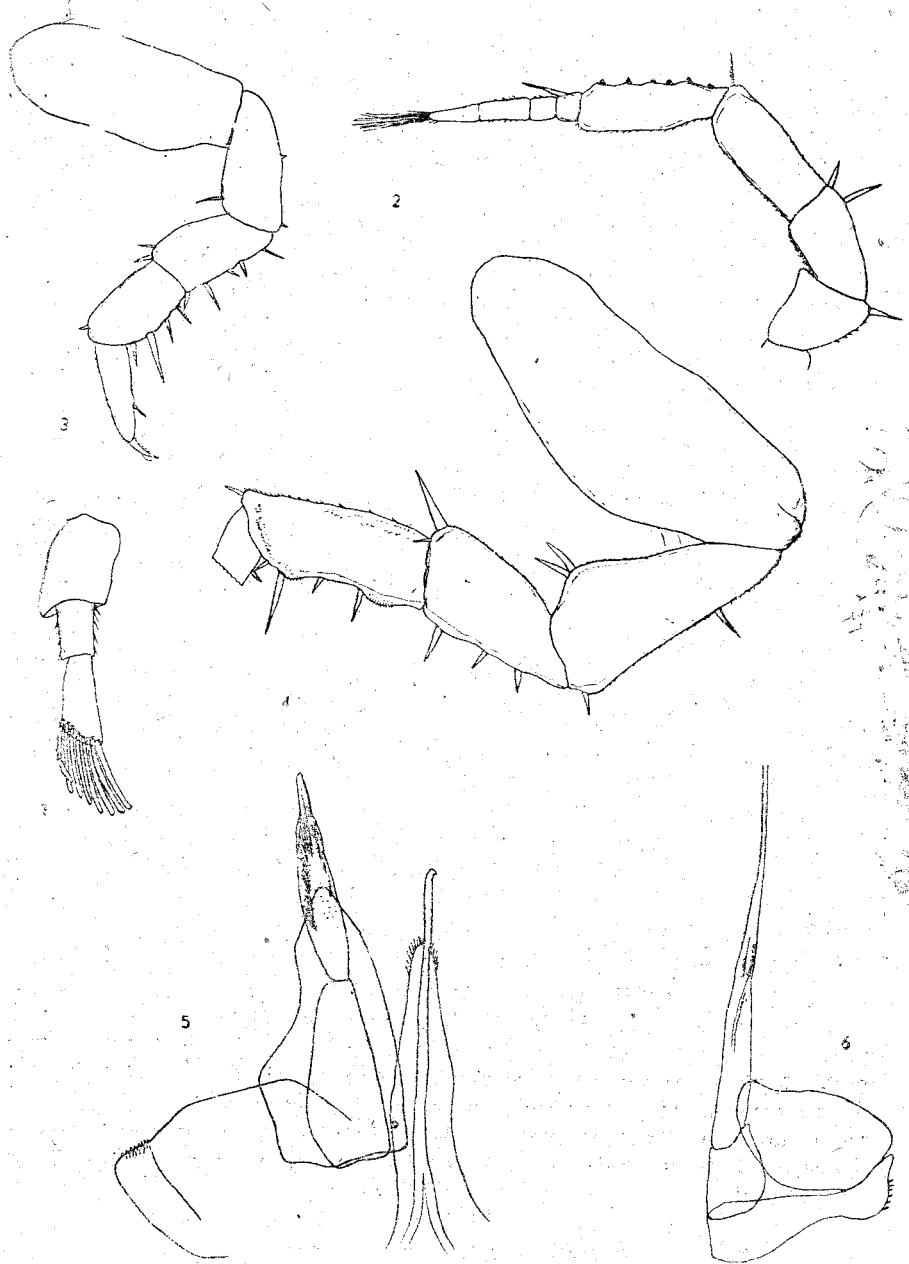
Šipun pećina kod Cavtata, južna Dalmacija, 5. VIII. 1951., 3 m. 3—4 mm, 8 ž. 3—5 mm; 12. VIII. 1951., 4 m. 2,5—3 mm, 1 ž. 4 mm. Leg. S. Karaman; 21. VIII. 1953., 1 ž. 4 mm sa 8 mladih u marsupiu, leg. F. Nikolić.

Jama kod Laništa, Sjenice z. Srbija (Stari Sandžak) 3. IX. 1933., 5 m. 2—3 mm, 1 ž. 3 mm, leg. S. Karaman.

Nalaz ovigernih ženki u decembru i januaru je od osobitog interesa za poznavanje biologije razmnožavanja pećinskih isopoda uopšte a ove vrste posebno. Prema V a n d e l u (1947 s. 269 do 272) do sada su poznate dvije vrste *Oritoniscus virei* Carl i *Scotoniscus macromelos* Rac. iz pećina Francuske čije su ovigerne ženke nadene u mjesecu decembru, dok od 30 navedenih vrsta trihoniscida ne navodi ni jedan slučaj nalaza u mjesecu januaru.

TRICHONISCUS MATULICI VERH. SUBSP.
METKOVICENSIS N. SSP.

U jednoj pećini kod Metkovića (Dalmacija) našao sam više primjeraka jedne forme po spoljnjem izgledu vrlo slične *T. matulici*.



Sl. 1—6 *Trichoniscus matulici* Verh. subsp. *metkovicensis* n. ssp. m od 3,5 mm
pećina Čočina jama. — Sl. 1 Antenula. — Sl. 2. Antena. — Sl. 3. Pereiopod I. —
Sl. 4. Pereiopod VII. — Sl. 5. Pleopod 1. — Sl. 6. Pleopod 2.

Opšta boja tijela kestenjasto-siva do bjeličasto-sivih oblika. Kod nekih oblika pigment je u prednjem lednom predjelu skoro potpuno isčezao. U osnovi epimera nalazi se niz svjetlih pjega. Površina leđa pokrivena svjetlim poljima. U bazalnom dijelu telzona nalaze se tri svjetle male mrlje. Pereion epimera od 2—7 sa kosim naborom.

Na glavi sa svake strane ima 3 ocele, skoro slivene.

Antenula (Slika 1) je sastavljena iz 3 članka od kojih je zadnji dug i nosi 7—8 čulnih štapića. Antena (sl. 2): 2 prva članka su kratki, treći je malo duži i u distalnom kraju s gornje strane nosi dva jaka trna. Četvrti članak je 2,5 puta duži nego što je širok i u distalnom kraju ima jedan jak trn. Peti članak je 3 puta duži nego što je širok. Na svojoj unutrašnjoj ivici po sredini nalaze se grupe ljudspica u obliku trouglastih piramidica. U distalnom kraju članka nalazi se jedan dvočlani trn. Bič je sastavljen iz četiri jasno odijeljena članka. Prvi i drugi članak biča su kratki, treći i četvrti dugi.

Desna mandibula — Pars incisiva — snabdjevena sa tri zuba pored kojih se nalazi apofiza. Ispod nje se nalazi jedan bič. Pars molaris: u obliku nazubljene ploče. Lijeva mandibula ima $4 + 3$ zuba i sa dva trepljasta biča. Maxilula: Endit snabdjeven sa tri biča od kojih je unutrašnji duži nego druga dva. Eksit se završava sa 10 trnova i dvije dlake. Maxillipede: Palpus ima koničan oblik. Na spoljnoj strani drugog oblika članka nalazi se samo jedna dlaka.

Pereiopod I mužjaka (sl. 3): bazipodit je jako razvijen. Išiopodit ima s donje strane u sredini u distalnom kraju jedan trn. Meropodit je malo duži nego karpopodit. S donje strane meropodita nalazi se 5 trnova i dva trna u distalnom kraju s gornje strane. S donje strane karpopodita ima 4 trna i 1 trn u distalnom kraju s gornje strane. Propodit je pokriven finim dlakama na čijoj se donjoj strani nalazi jedan trn.

Pereiopod VII mužjaka (sl. 4): bazipodit je razvijen i u svom distalnom kraju s donje strane ima jednu grbicu povijenu 1 pokrivenu ljudspicama. Pored grbice nalazi se jedno udubljenje. Išiopodit s gornje strane sa dva jaka trna. Donja ivica je ravna sa jednim trnom u distalnom i jednim u proksimalnom kraju. S donje strane meropodita nalaze se 3 trna i 2—3 trna u distalnom kraju s gornje strane. Karpopodit je dva puta duži nego što je širok. U sredini s donje strane je udubljen. S donje strane karpopodita nalaze se 4 trna od kojih je jedan jako razvijen. Propodit s donje strane sa 2—3 trna.

Genitalna apofiza nosi na svom vrhu jedan dug režanj. Vršni dio apofize je pokriven dlakama i sužen.

Pleopod mužjaka 1 (sl. 5). Propodit se sa spoljne strane produžuje daleko ispred eksopodita. U bazi je eksopodit širok sa goto-

vo pravim uglovima. Sa spoljne strane iza sredine nalazi se jedno široko zaokrugljeno udubljenje. Vršni dio se suzuje i klinasto završava. Endopodit je sastavljen iz dva članka. Bazalni članak je širi i kraći. U srednjem dijelu distalni članak je proširen i poprečno izbrazdan. Osim toga nalazi se na ovom dijelu niz dlaka uzdužno poredanih. Vršni dio članka je s obe strane sužen.

Pleopod mužjaka 2 (sl. 6): Eksopodit je trapezoidnog oblika sa zaokruženim uglovima. Prvi članak endopodita je kraći i širi nego drugi članak. U proksimalnom dijelu drugi članak je širok, dok je distalni kraj u obliku štapića. U svojoj sredini ima dvije serija pruga. Dužina: mužjak 2,5—4 mm, ženka 3—5,2 mm.

Prema opisu i datim crtežima naši primjerici su vrlo slični vrsti *Trichoniscus matulici* Verh., ali se od ove vrste razlikuje po spolnjem ispuštenju u distalnom kraju eksopodita 1 pleopoda mužjaka. Kod tipične vrste spoljna ivica u distalnom kraju je ravna i pokrivena sitnim dlačicama. Po ovom ispuštenju u distalnom kraju eksopodita 1 pleopoda mužjaka nova podvrsta se približava podvrsti *Trichoniscus pusillus noricus* Verh. (Verh. 1917, p. 47) ali se razlikuje u bazalnom dijelu koji je kod *Trichoniscus pusillus noricus* Verh. širok i jako ispušten. Kod naših primjeraka eksopodit je mnogo duži.

Nalazište: Čočina jama kod Bebića sela, sjeverozapadno od Metkovića, južna Dalmacija, visina cca 150 m, 29. VIII. 1954., pod kamenjem 2 m. 2,5—3,5 mm, 1 ž. 4 mm sa 14 embriona u marsupiu, 17. VII. 1956., 3 m. 3,3—4 mm, 13 ž. 3—5,2 mm, 2 ž. sa 14 jaja u marsupiu, 3 juven., Leg. A. Buturović.

TRICHONISCUS VRBASSENSIS BUTUROVIĆ 1955

Ova, prije kratkog vremena opisana vrsta, bijaše do sada nađena kod Banja Luke, Livna i na Trebević planini u Bosni (But. 1955 s. 283). Kasnije sam našao ovu vrstu u sljedećim lokalitetima:

- 1) Gornji Šeher, Banja Luka, 10. VI. 1955., 1 m. — 3 mm. Ispod kamenja na obali rijeke Vrbasa.
- 2) Bašinac Vrelo, Turbe kod Travnika (Centralna Bosna), 16. VI. 1955., 2 ž. 2,5 i 3,8 mm ovigerne sa 8 jaja u marsupiu.
- 3) Izvor ispod sela Skulji kod Turbeta, Travnik, 18. VI. 1955., 10. m. 2,5—3,5 mm, 25 ž. — 2,5—3,5 mm od kojih 2 ovigerne sa 4—11 jaja ili embriona u marsupijumu, a najviše ovigernih ženki sa 8—9 komada jaja.
- 4) Izvor u Kadinom Dolu, Kreševo (Južna Bosna) u mahovini kod izvora i potoka, 27. VII. 1955., 7 m. — 2—3 mm, 10 ž. — 2—3 m mod kojih 3 ž. — sa jajima i mladima u marsupijumu 4,7 i 10 komada.

TRICHONISCUS AUSTRIACUS VERHOEFF 1908

Ova vrsta je bila najviše opisana od Verhoeffa i nađena u jugoistočnim Alpama i kod Rijeke (Verhoeff 1908 p. 377). Kasnije je Verhoeff našao jednog mužjaka i u Širokoj jami kod Materije u Istri (Verh. 1932 p. 24). Lremo Strouhalu to je istočno alpska vrsta koja je raširena od Tirola preko Austrije, sjeverne Italije do Istre i Rijeke, te u zapadnoj Madarskoj (Strouhal 1948, p. 122, 1951 p. 130, Mehely 1927 p. 83, Schmöller 1950, p. 63). U Jugoslaviji je ova vrsta dosada bila poznata samo iz sjeverozapadnih krajeva.

Utvrđena je od mene na sljedećim mjestima:

- 1) Galica na Vlašić planini (Centralna Bosna) cca 1450 m, ispod trulog drveća u šumi, 28. VIII. 1953, 2 m. — 3—3,2, 1 ž. — 3,3 mm.
- 2) Potok kod Gječeda, Kulen Vakuf, (sjeverozapadna Bosna), ispod lišća oko potoka, 3. VI. 1955, 4. m. — 2,5—3,2 mm, 11 ž. — 3—6 mm od kojih 3 ž. ovigerne s jajima i mladima u marsupijumu 6,8 i 15 komada.

L I T E R A T U R A

- 1) Arcangeli A., 1952 — Isopodi terrestri di Albania, Boll. dell'Istituto e Museo di Zool. dell'Università di Torino. Vol. 3, N. I, p. 3—36.
- 2) Buturović A., 1954 — Isopodes nouveaux (Isopoda terrestria) des grottes de Macédoine, Acta Mus. Macedonici. T. I, N. 11, p. 233—252.
- 3) Buturović A., 1955 — Deux nouveaux Isopodes terrestres de Yougoslavie. Revue française d'Entomologie. T. XXII, Fasc. 4, p. 283—288.
- 4) Mehely L. von, 1927 — Gibt es zweiäugige Trichonisciden? Zool. Anz. LXXII, p. 81—83.
- 5) Schmölzer K., 1950 (1952) — Die Landasseln der Umgebung von Innsbruck und ihre tiergeographischen Beziehungen zu den Nachbarländern. Veröffentl. Mus. Ferd. (Innsbruck), Bd. 30, p. 61—76.
- 6) Strouhal H., 1939a — Landasseln aus Balkanhöhlen, gesammelt von Prof. Dr. Karl Absolon. 9 Mitteilg. (Zugleich 25 Beitrag zur Isopodenfauna des Balkans). Zool. Anz. B. 128, p. 291—307.
- 7) Strouhal H., 1939b — Landasseln aus Balkanhöhlen gesammelt von Prof. Dr. K. Absolon. 10 Mitteilg. (Zugleich 26 Beitrag zur Isopodenfauna des Balkans). Studien aus dem Gebiete d. allg. Karstf. usw. Biologie Serie, Nr. 7, p. 1—35.
- 8) Strouhal H., 1948 — Die Landasseln Kärntens und Osttirols. Catinthia II. v. 137—138, p. 103—152.
- 9) Strouhal H., 1951 — Die österreichischen Landisopoden, ihre Herkunft und ihre Beziehungen zu den Nachbarländern. Verh. zool. bot. Gesellsch. Bd. 92, p. 116—142.
- 10) Vandael A., 1946 — Isopodes terrestres recoltés par M. le Prof. P. Rémy au cours de ses voyages dans les régions balkaniques. Annales des Sciences naturelles, 11 série, T. VIII, 151—194.
- 11) Vandael A., 1953 — La classification de la famille des Trichoniscidae (Crustaces: Isopodes terrestres) Bull. Museum, 2e série, t. XXV, n° 3, p. 276—278.
- 12) Vandael A., 1955 — Un nouvel exemple de répartition transadriatique (Trichoniscus Matulici Verhoeff, Isopode terrestre), Revue française d'Entomologie. T. XXII, f. 1, p. 59—65.
- 13) Verhoeff K. W., 1901a — Über paläarktische Isopoden (4 Aufsatz) Zool. Anz., 24 B., p. 73—79.
- 14) Verhoeff K. W., 1901b — Über paläarktische Isopoden (5 Aufsatz) Zool. Anz. B. 24, p. 135—149.
- 15) Verhoeff K. W., 1908 — Über Isopoden. (15 Aufsatz). Archiv für Biontologie. B. V, p. 335—387.
- 16) Verhoeff K. W., 1917 — Zur Kenntnis der Gattungen Trichoniscus und Mesonisucus. Ueber Isopoden. (19 Aufsatz) Zool. Anz., XLIX, p. 40—57.

- 17) Verhoeff K. W., 1929 — Arthropoden aus südostalpinen Höhlen, gesammelt von K. Strasser in Triest. Mitt. Höhlen-u. Karstforsch. II, p. 14—35.
- 18) Verhoeff K. W., 1930 — Zur Kenntnis osteuropäischer Isopoden, (41 Aufsatz) Zool. Jahrb., System., B. 59, p. 1—64.
- 19) Verhoeff K. W., 1931 — Zur Kenntnis alpenländischer und mediterraner Isopoda terrestria (47 Aufsatz), Zool. Jahrb., System., B. 62, p. 15—52.
- 20) Verhoeff K. W., 1932 — Cavernicole Oniscoideen, (44 Aufsatz) Mitteilg. Höhlen-u. Karstforsch., p. 3—15.
- 21) Verhoeff K. W., 1933 — Zur Systematik, Geographie und Ökologie der Isopoda terrestria Italiens und über einige Balkan-Isopoden. (49 Aufsatz). Zool. Jahrb., System., LXV, p. 1—64.
- 22) Verhoeff K. W., 1936 — Über Isopoden der Balkanhalbinsel, gesammelt von Herrn Dr. Iw. Buresch, II Teil. Zugleich 58 Isopoden-Aufsatz Mitt. K. Naturw. Inst. Sofia, IX p. 1—27.
- 23) Verhoeff K. W., 1938 — Zur Kenntnis der Gattung Porcellio und über Isopoda Oniscoidea der Insel Cherso. (60 Aufsatz). Archiv für Naturg. N. F., VII, p. 97—136.

SUR QUELQUES ESPÈCES DU GENRE *TRICHONISCUS* DE YUGOSLAVIE

Ce travail donne la description d'une sous-espece nouvelle. Il fait aussi mention des stations nouvelles de quelques espèces déjà connues. Les stations nouvelles (en Bosnie) de *Trichoniscus austriacus* Verh. sont très intéressantes, car cette espèce n'était connue jusqu'ici que du Nord-Ouest de Rijeka (Fiume).

Trichoniscus matulici subsp. *metkovicensis* n. ssp.

Station. Čočina jama près du village Bebići, à Metković (Dalmatie) à environ 150 mètres d'altitude. 29. VIII. 1954, sous les pierres, 3 m. 2, 5—3,5 mm, 1 f. 4 mm avec quatorze embrions dans la cavité marsupiale. 17. VII. 1956, , 3 m. 3,3—4 mm, 13 f. 3—5,2 mm. avec quatorze embrions dans la cavité marsupiale, 3 juvéniles. Leg. A. Buturović et I. Žoljić.

Longueur. mâle: 2,5—4 mm, femelle: 3—5,2 mm. Couleur du corps en général châtain ou grisâtre. Face tergale du périon couverte de traits et de taches claires. Le pigment de l'appareil oculaire est constitué par trois ocelles, presque confondue en une tache noire.

L'antennule (fig. 1) est formée de trois articles dont le dernier porte 7—8 tiges sensitives. Antenne (fig. 2): le flagelle est constitué par quatre articles distincts. Mandibule droite avec un pénicille, mandibule gauche avec deux pénicilles.

Péréiopode I mâle (fig. 3): au côté inférieur du carpopodite se trouve quatre épines et une épine du côté distal supérieur.

Péréiopode VII mâle (fig. 4): au côté distal et inférieur le basipodite muni par une saillie recourbée et garni de longues écailles. Près d'une saillie se trouve une simple dépression. Au côté supérieur, l'ischipodite porte deux fortes épines. Le bord inférieur est plat, dans sa partie distale et proximale avec une épine. Au côté inférieur du méropodite se trouvent trois épines et 2—3 épines au côté supérieur dans sa partie distale. Le carpopodite a une longueur égale à 2 de sa largeur. Il est concave au milieu, du côté inférieur. Sur ce même côté s'insèrent quatre épines dont l'une, fixée sur le lobe carpien, est très forte. Au côté inférieur du propodite s'insèrent deux à trois épines.

L'apophyse génitale (fig. 5) porte, à son extrémité, un long lobe. L'extrémité de l'apophyse est couverte de soies et se rétrécit.

Pléopode mâle (fig. 5): du côté externe le propodite se prolonge bien au delà de l'exopodite. À sa base, l'exopodite est élargi et forme des angles presque rectangulaires. Le bord externe est largement excavé. Dans sa partie distale le bord externe de l'exopodite est convexe. L'extrémité de l'exopodite se rétrécit de forme clou. L'endopodite est constitué par deux articles. L'article proximal est plus court et plus large que l'article distal. Dans sa partie médiane l'article distal est élargi et transversalement sillonné. Il aussi une série de soies longitudinale garnies.

Pléopode mâle 2 (fig. 6): L'exopodite est presque forme trapezoidale, avec des angles arrondis. Le deuxième article de l'endopodite est plus long que l'article basal. À son bord proximal il est élargi et du côté distal se prolonge en une tige. Dans sa région médiane on observe deux séries de stries.

D'après la description et les figures ci-jointes, nos spécimens sont très semblables à l'espèce *Trichoniscus matulici* Verh. mais se différenciant de celle-ci par de forme du bord externe de l'exopodite de la première paire des pleopodes. Dans sa partie distale le bord externe est convexe, tandis que chez l'espèce typique, il est plat et couvert de soies. Par cette convexité la sous espèce nouvelle se rapproche du *Trichoniscus pusillus noricus* Verh., mais s'en distingue par la partie proximale qui est large et très convexe chez *Trichoniscus pusillus noricus* Verh. L'exopodite de la première paire dans la nouvelle sous espèce est plus long.

SLOBODAN GLUMAC

Poljoprivredni fakultet Novi Sad

Zbirka sifrida (sirphidae, diptera) Biološkog instituta u Sarajevu

Zbirka sifrida sarajevskog Biološkog instituta sakupljena je uglavnom u toku i posle Prvog svetskog rata, od niza autora čija bliža specijalnost nisu bile *Syrphidae* (APFELBECK, MALÝ, WINNEGUTH, SIMMET, THALHAMMER). Ona sadrži materijal koji delimično pretstavlja nove nalaze vrsta, kako u ovoj pokrajini tako i u celoj našoj zemlji. U ovoj se zbirci nalazi materijal sakupljen na teritoriji NR Crne Gore iz koje oblasti do sada nismo imali podataka o vrstama sifrida. Sakupljeni materijal potiče uglavnom iz planinskoga regiona, sa terena koji se nalaze na znatnijoj nadmorskoj visini i u njemu se nalazi više vrsta čiji je nalaz za takve terene i karakterističan (*Arctophila bombiformis* FALL., *Platychirus* vrste, *Leucozona lucorum* L., *Ischyrosyrphus liophthalmus* SCHIN.). Neke vrste, kako sam naglasio, nisu do sada bile konstatovane na teritoriji naše zemlje (srednje-evropske vrste: *Ischyrosyrphus liophthalmus* SCHIN., *Cheilosia trisulcata* BECK., *Ch. recens* BECK.). Veći broj vrsta međutim do sada nije bio konstatovan u Bosni, mada je nalažen u drugim oblastima (*Cheilosia chloris* MEIG., *Ch. intonsa* LOEW., *Ch. proxima* ZETT., *Ch. pictipennis* EGG., *Platychirus peltatus* MEIG., *Leucozona lucorum* L., *Syrphus nitens* ZETT., *Eristalis rupium* L., *Lampetia aberrans* EGG. *Ferdinandea cuprea* SCOP.). U ovoj zbirci nalazi se i jedan primerak (1 ženka) vrste *Spilomyia integra* KUNTZE koja je do sada bila konstatovana na Korzici, gde je i opisana, i kod nas na plani Tari (Glumac 1954).

Mogao sam konstatovati ukupno 25 rodova ove familije sa 65 vrsta. Najveći broj vrsta je evropskog i šireg rasprostranjenja (10 palearktičkih, 25 evropskih i šireg rasprostranjenja, 15 vrsta rasprostranjenih u Evropi). Manji broj vrsta je srednje-evropsko mediteranskog i mediteranskog rasprostranjenja (6 srednjeevropsko-mediteranskih i 1 mediteranska vrsta), i srednje i srednje-severoevropskog rasprostranjenja (3 srednje-evropske i 3 srednje-severoevropske vrste). Sa osobenim arealom rasprostranjenja je samo jedna vrsta (*Spilomyia integra* KUNTZE).

Zbirka se čuva u Biološkom institutu u Sarajevu.

Posebno bih želeo da se zahvalim Upravi Biološkog instituta, koja mi je sakupljeni materijal familije SYRPHIDAE poslala na determinaciju.

Nazivi autora koji su izvršili prikupljanje skraćeni su, no tako da se odmah može videti o kome se od citiranih autora radi. Svi podaci koji se nalaze na originalnoj etiketi uneseni su u spisak.

1. *Liogaster splendida* MEIG. nalaz: 1 muž., Apfel., Stambulčić, 5. 1919; Vrsta je ranije bila konstatovana u Bosni. Nađena je i u Srbiji, Bugarskoj, Hrvatskoj i Dalmaciji. Rasprostranjena je u Evropi i centralnoj Aziji.

2. *Cheilosia albatarsis* MEIG. nalazi: 1 muž., 1 žen., Apfel., Pale.; 2 muž., Apfel. Stambulčić, 5. 1916.; Vrsta je rasprostranjena u Evropi. Nađena je i u Bosni, Bugarskoj Hrvatskoj i Dalmaciji. Konstatovana je i u Srbiji.

3. *Cheilosia canicularis* PANZ. nalaz: 1 žen., Apfel., 6. 1916, Stambulčić. Vrsta je rasprostranjena u centralnoj i južnoj Evropi. Nađena je u Bosni, Dalmaciji, Srbiji i Hrvatskoj.

4. *Cheilosia chloris* MEIG. nalazi: 1 žen., Apfel., 1912, Stambulčić. 1 muž., Apfel., konac jula 27., Badgastein.; 1 žen., Wgth., Durmitor, Žabljak, 33.; Vrsta je rasprostranjena u centralnoj i južnoj Evropi. Ja je nisam nalazio u Srbiji, nije nađena ni u Bosni (STROBL) i u Bugarskoj (DRENSKI, NEDELJKOV.), ali ju je LANGHOFFER konstatovao u Hrvatskoj.

5. *Cheilosia grossa* FALL. nalazi: 1 muž., Wgth., 1913, Pale. Areal rasprostranjenja vrste obuhvata Evropu. Nađena je u Srbiji, Bosni, Hrvatskoj i Bugarskoj.

6. *Cheilosia illustrata* HARR. nalazi: 1 muž., 1 žen., Wgth., Treska planina. Vrsta je rasprostranjena u Evropi, centralnoj i severnoj Aziji. Ja je nisam nalazio u Srbiji, no nađena je i u Hrvatskoj i Bosni, a i u Bugarskoj.

7. *Cheilosia intonsa* LOEW. nalazi: 1 muž., Wgth., Pazaric — primerak sa oštećenim antenama; 1 muž., —— Crkvice, 6. 1918.; Vrsta je rasprostranjena u Evropi i severnoj Africi. Nije do sada bila konstatovana u Bosni, no nalažena je u Hrvatskoj, Bugarskoj i Srbiji.

Primerak nađen u Crkvicama (1 muž.), je sa očima na kojima se samo pri jačem uveličanju (oko 50 puta) mogu videti pojedinačne dlačice. I pored razlike u dlakavosti očiju ja sam ga odredio kao ovu vrstu.

8. *Cheilosia nigripes* MEIG. nalazi: 1 muž., Apfel., 1914, Ali-Pašin Most; 1 žen., Wgth., Sarajevo; Vrsta je rasprostranjena u centralnoj i severnoj Evropi. Nađena je i ranije u Bosni (STROBL) a i u Srbiji. Nije konstatovana u Bugarskoj i Hrvatskoj.

9. *Cheilosia pictepennis* EGG. nalazi: 1 muž., Apfel., 5. 1916., Stambulčić. Ovaj primerak je sa oštećenim antenama. Vrsta je rasprostranjena u centralnoj Evropi i Sibiru. Opisana je iz naše zemlje samo sa Blagojevog Kamena (GLUMAC 1954). Nije nadena ni u Bugarskoj.

10. *Cheilosia proxima* ZETT. nalazi: 3 žen., Apfel., Ali-Pašin Most; Vrsta je rasprostranjena u Evropi i severnoj Aziji. Do sada nije bila nalažena u Bosni, no konstatovana je u Srbiji, Hrvatskoj i Bugarskoj.

11. *Cheilosia recens* BECK. (?) nalazi: 1 žen., Wgth., Ali-Pašin Most. Vrstu je Becker opisao iz centralne Evrope. Do sada u našoj zemlji nije bila konstatovana. Primerak je sa tipičnom gradom abdomena.

12. *Cheilosia soror* ZETT. nalazi: 1 žen., Apfel., 1912.; Vrsta je nalažena u Bosni i Hrvatskoj, a nalazio sam je i u Srbiji. Kao areal rasprostranjenja ove vrste uzima se centralna i severna Evropa.

13. *Cheilosia trisulcata* BECK. (?) nalazi: 1 žen., Apfel., Stambulčić, 5. 1916.; Vrsta je opisana iz centralne Evrope. Do sada nije bilo nalaza ove vrste kod nas. Primerak je sa žutim tarzusima i širokim abdomenom. Ekstremiteti (p) su nešto svetlijii no što to SACK u ključu navodi.

14. *Cheilosia variabilis* PANZ. nalazi: 1 žen., ——, Crkvice, 6. 1918.; Vrsta je rasprostranjena u Evropi. Nadena je i u Bosni i u Dalmaciji, a i u Hrvatskoj, Srbiji i Bugarskoj.

15. *Cheilosia vernalis* FALL. nalazi: 1 žen., Wgth., Treska planina, livada; Nadena je i u Srbiji, Bosni, Dalmaciji i Hrvatskoj a i u Bugarskoj.

16. *Platychirus clypeatus* MEIG. nalazi: 1 muž., Wgth., Sarajevo; Vrsta je rasprostranjena u Evropi i Sibiru. Nadena je i ranije u Bosni (STROBL). U Srbiji, Bugarskoj Hrvatskoj i Dalmaciji nije do sada bila konstatovana.

17. *Platycirus peltatus* MEIG. nalazi: 1 muž., Wgth., Sarajevo; Prema SACKU vrsta je rasprostranjena u Evropi i severnoj Africi. U Bosni i Srbiji do sada nije bila nalažena, no konstatovana je u Hrvatskoj i Bugarskoj.

18. *Melanostoma mellinum* L. nalazi: 1 žen., Apfel., 5. 9. 1914., Ilidže; 1 žen., Wgth., 28. B. Stijena; Vrsta je sa palearktičkim rasprostranjenjem. Konstatovana je u svim ispitivanim oblastima na Balkanu.

19. *Ischyrosyrphus liophthalmus* SCHIN. nalazi: 1 žen., Wgth., Treska planina, 1927; Vrsta je opisana iz centralne Evrope. Spada u vrlo retke vrste. Do sada u našoj zemlji nije bila konstatovana.

20. *Epistrophe auricollis* MEIG. nalazi: 1 žen., Simmet, planina; Vrsta je rasprostranjena u Evropi i severnoj Africi. Nalažena je i ranije u Bosni, a konstatovana je i u Srbiji, Hrvatskoj, Dalmaciji i Bugarskoj.

21. *Epistrophe balteata* DEG. nalazi: 1 muž., Apfel., Pale; 1 žen., Wgth., 32, Lukavica; 1 muž., Apfel., Sarajevo 1912; 1 muž., Wgth., Banja Stjoda, 1912; 1 muž., Apfel., Sarajevo; 1 muž., Apfel., 191-, Ivan; 1 žen., N. uh, 1912, Dubrovnik (Ragusa); Vrsta je sa palearktičkim rasprostranjnjem. Do sada je konstatovana u svim ispitivanim oblastima kod nas.

22. *Epistrophe bifasciata* FABR. nalazi: 1 muž., Wgth., Sarajevo; 1 muž., ——, Pašino Brdo, Sarajevo; Vrsta je rasprostranjena u Evropi. Nadena je u Bosni, Dalmaciji, Srbiji, Hrvatskoj i Bugarskoj.

23. *Leucosana lucorum* L. nalazi: žen., Wgth., 1918., Babinje Polje; Vrsta je rasprostranjena u Evropi, Sibiru i Severnoj Americi. Nadena je u Hrvatskoj i Bugarskoj LANGHOF-FER, DRENSKI), no nije konstatovana u Bosni i Srbiji.

24. *Lasiopticus pyrastri* L. nalazi: 2 muž., 1 žen., Wgth., 33, Đurmitor, Žabljak; 2 muž., Wgth., Bišina, Mostar; 2 žen., Wgth., maja meseca, Kolats 1918; 1 žen., Apfel., Kastanuovo; 1 muž., Wgth., 7. 1918. Ferizović; Vrsta je sa palearktičkim rasprostranjnjem. Konstatovana je na svim ispitivanim terenima kod nas.

25. *Lasiopticus seleniticus* MEIG. nalazi: 1 žen., Wgth., 28., V. Stijena; 1 žen., 1918, Plav; Vrsta je slična prethodnoj i kao i ona rasprostranjena u celoj palearktičkoj oblasti, no znatno je reda. Nadena je u Bugarskoj, Srbiji, Bosni, Dalmaciji i Hrvatskoj.

26. *Syrphus arcuatus* FALL. nalazi: 3 žen., Apfel., Mokro; 1 žen., Wgth., Plav, Košutica; Vrsta je rasprostranjena u Evropi Sibiru, Japanu i Severnoj Americi. Nadena je u Bugarskoj, Srbiji, Bosni, Dalmaciji i u Hrvatskoj.

27. *Syrphus corollae* FABR. nalazi: 1 žen., Wgth., 33., Durmitor, Žabljak; 1 muž., Wgth., 6. 1912., Sarajevo; Areal ove vrste obuhvata Evropu, severnu Afriku, Malu Aziju, severne i orientalne delove Azije. Vrsta je nadena na svima do sada kod nas ispitivanim teritorijama.

28. *Syrphus latifasciatus* MACC. nalazi: 1 žen., Apfel., Jajblanica, 1 muž., Apfel., Višegrad; Vrsta je rasprostranjena u Evropi i Severnoj Americi. Nadena je u Srbiji, Bosni, Dalmaciji, Hrvatskoj i Bugarskoj.

29. *Syrphus luniger* MEIG. nalazi: 1 žen., Wgth., 33., Durmitor, Žabljak. Vrsta je rasprostranjena u Evropi, severnoj Africi, severnoj i orientalnoj Aziji. Nadena je u Srbiji, Bosni, Hrvatskoj i Bugarskoj.

30. *Syrphus nitens* ZETT. nalazi: 1 žen., Wgth., Visitor, 1918; Areal vrste obuhvata Evropu i Japan. Nađena je u Srbiji i Bugarskoj. Nađena je i u Hrvatskoj. Do sada nije bila konstatovana u Bosni.

31. *Syrphus ribesi* i L. nalazi: 1 žen., Wgth., 1914, Pašino Brdo; 1 žen., Wgth., 12. 9. 1911., Dariva; 1 muž., Apfel., Pale; 1 muž., Wgth., 27., Treska planina; 1 žen., Apfel., Mokro — prime-rak izmjenjen sušenjem; Vrsta je sa palearktičkim rasprostranjenjem. Nađena je na svim ispitivanim terenima kod nas.

32. *Syrphus tricinctus* FALL. nalazi: 1 muž., Wgth., Trebević; Vrsta je rasprostranjena u Evropi i Japanu. Nađena je u Bugarskoj, Bosni i Hrvatskoj. U Srbiji do sada nije konstatovana.

33. *Sphaerophoria scripta* L. var. *scipta* L. nalazi: 1 muž., Simmet, Grabovica; 1 žen., Apfel., 03, Curzola; 1 žen., Apfel., Ilidže; Vrsta je sa palearktičkim rasprostranjenjem. Konstatovana je u svim ispitivanim lokalnostima kod nas.

34. *Xanthogramma citrofasciatum* DEG. nalazi: 1 muž., Wgth., Sar., Vrsta je rasprostranjena u Evropi. Nađena je u Bugarskoj, Srbiji, Bosni, Dalmaciji i Hrvatskoj.

35. *Xanthogramma ornatum* MEIG. nalazi: 1 muž., Apfel., Jablanica; 1 muž. Apfel., Sarajevo, Maly; 1 žen., Simmet, Jablanica; Areal rasprostranjenja vrste obuhvata Evropu. Nađena je u Bugarskoj, Srbiji, Bosni, Dalmaciji i Hrvatskoj.

36. *Chrysotoxum festivum* L. nalazi: 1 žen., Wgth., Babine planine; 1 muž., Wgth., Treska planina; Vrsta je rasprostranjena u Evropi, Sibiru i Japanu. Nađena je u Bugarskoj i Srbiji, a i u Bosni, Dalmaciji i Hrvatskoj.

37. *Chrysotoxum octomaculatum* CURT. (?) nalazi: 1 muž., Wgth., Pazaric, Krupa, Thal; Vrsta je rasprostranjena u Evropi. Nadena je u Bugarskoj, Srbiji, Bosni, Dalmaciji i Hrvatskoj, no u svim oblastima je ova vrsta dosta retka.

38. *Chrysotoxum vernale* LOEW. nalazi: 1 žen., Wgth., Moščanica, 192., 1 žen., Wgth., 38., Pašino Brdo; 1 muž., Wgth., Stambulčić; Vrsta je rasprostranjena u Evropi. Nađena je u svim ispitivanim oblastima kod nas.

39. *Volucella bombilans* L. var. *bombilans* L. nalazi: 1 žen. Wgth., 5. 8. 1918, Andrijevica; Varijetet je rasprostranjen u Evropi, severnoj i centralnoj Aziji. Nadan je u Bugarskoj, Srbiji, Bosni, Dalmaciji i Hrvatskoj. Javlja se poglavito u planinskem regionu.

40. *Volucella bombilans* L. var. *plumata* DEG. nalazi: 1 muž., Wgth., Thal., Pazaric Krupa; 1 žen., Wgth., Plav, Kobiljača; 1 muž., Wgth., Plav, Košutica; Varijetet je rasprostranjen

u Evropi, severnoj i centralnoj Aziji. U našoj zemlji konstatovan je u planinskim oblastima Srbije, Bosne, Dalmacije i Hrvatske.

41. *Volucella inanis* L. nalazi: 1 žen., Wgth., Pale; 1 muž., Wgth., 8. 1925., Moščanica; 1 muž., Hgth., 24., Ilidža; 3 muž., Wgth., Stambolčić; Vrsta je rasprostranjena u Evropi. Nađena je u Bugarskoj, Srbiji, Bosni i Hrvatskoj.

42. *Volucelal pelucens* L. nalazi: 1 muž., Wgth., 20. 8. 1940., Trebević; 1 muž., Wgth., Sarajevo; 1 žen., Wgth., 191-, Ivan; 1 žen., Wgth., Stambulčić 32., 1 žen., Wgth., 28, Stambulčić; 2 žen., Wgth., 1918, Babinje Polje; Areal ove vrste je Evropa i Japan. Konstatovana je na više lokalnosti u Srbiji, nađena je i u Bosni, Dalmaciji i Hrvatskoj. Postoje nalazi ove vrste i u Bugarskoj, gde je takođe česta.

43. *Volucella zonaria* PODA. nalazi: 1 muž., Sarajevo; 2 žen., Wgth., Stambulčić; 1 žen., Thal., Pazarić, Krupa; 1 žen., Wgth., Pale (hibrid *V. zonaria* x *V. inanis* ?); 1 muž., Wgth., Koza Čuprija; 1 muž., Maly, 6. 1936. Bistrica; 1 muž., Wgth., 18., Prizren; 1 muž., Wgth., 8. 1925, Moščanica. Vrsta je rasprostranjena u centralnoj Evropi, u oblasti mediterana i u delu Azije. Kod nas ona spada u »čestek« vrste. Česta je i u Bugarskoj (DRENSKI) a i u Hrvatskoj (LANGHOFFER). Konstatovana je i ranije u Bosni (STROBL).

44. *Eristalis arbustrorum* L. nalazi: 2 žen., Apfel., Sarajevo; 1 žen., Wgth., Ilidža; Vrsta ima palearktičko rasprostranjenje. Česta je na svim terenima na kojima sam do sada vršio prikupljanja (Srbija, Dalmacija). Nalažena je i u svim ispitivanim oblastima kod nas.

45. *Eristalis intricaria* L., nalazi: 1 muž., Wgth., 1928, B. Stijena; Vrsta je rasprostranjena u Evropi. Nađena je u Hrvatskoj, Bosni i Bugarskoj. Ja je do sada nisam našao u Srbiji.

46. *Eristalis nemorum* L. nalazi: 2 muž., Pale, Apfel; 1 muž., ——, Stambulčić; Areal rasprostranjenja ove vrste je Evropa i Sibir. Nađena je u Hrvatskoj, Bosni, Dalmaciji, Bugarskoj i Srbiji.

47. *Eristalis pertinax* SCOP. nalazi: 1 muž., Wgth., 1915, Vogošće; 1 žen., Apfel., 1914, Stambulčić; 1 žen., Wgth., Sarajevo; Vrsta je rasprostranjena u Evropi. Nađena je u Srbiji, Bugarskoj (SZILADY, NEDELKOV, DRENSKI) a konstatovana je i u Bosni, Dalmaciji i Hrvatskoj.

48. *Eristalis pratorum* MEIG. nalazi: 1 muž., Wgth., Plav, Košutica; 1 muž., ——, Treska planina, snežni region; 1 muž., Apfel., Treska plan.; 1 žen., Wgth., 1918., Vupanje; Vrsta je

rasprostranjena u centralnoj i južnoj Evropi. Konstatovana je u svim kod nas ispitivanim oblastima. Nadena je i u Bugarskoj. Češka je u planinskim oblastima.

49. *Eristalis rupium* L. nalazi: 1 žen., ——, Stambulčić; Vrsta je rasprostranjena u Evropi. Konstatovana je u Bugarskoj, Srbiji i Hrvatskoj, no do sada nije bila konstatovana u Bosni.

50. *Eristalomyia tenax* L. var. *campestris* MEIG. nalazi: 2 žen., ——, Treska planina, snežni region; 4 žen., Wgth., (Plav), Čafa, Vranica; 1 muž., 1912 vrelo Bosne; Varijetet je sa palearktičkim rasprostranjenjem. Kod nas je nalažen na najrazličitijim lokalnostima u *vrlo dugome* razdoblju godine.

51. *Eristalomyia tenax* L. var. *tenax* L. nalazi: 1 muž., Wgth., Plav, Kobiljača; 1 žen., Wgth., Trebević; 1 žen., Wgth., 1914., Ali-Pašin Most., 1 muž., ——, 3. 7. 1911, Plasa planina; 1 žen., Apfel., Treska planina, der Apfel., Varijetet je rasprostranjen u svim našim oblastima. Varijetet je, kao i cela vrsta ubikvist.

52. *Myiatropa florea* L. var. *nigrotarsata* SCHIN. nalazi: 1 žen., ——, Pašino Brdo, Sarajevo; 1 žen., Wgth., 191-, Ivan; 1 žen., Simmet, Jablanica; 1 muž., Wgth., 1910, Grabovica; 1 muž., Wgth., 1910, Ivan; 1 žen., Wgth., 33., Durmitor, Žabljak; 1 muž., Wgth., 28., Igman; 1 žen., ——, 2. 7. 1930, Treskavica; 1 muž., ——, Kassidel, 20. 7. 1917; 1 žen., ——, Treskavica, 2. 7. 1930; 1 žen., Wgth., Stambulčić; Vrsta je rasprostranjena u Evropi i sevrnoj Africi. Varijetet je nađen u Bosni i Dalmaciji, Srbiji i Hrvatskoj. U Bugarskoj je konstatovana ova vrsta no ni DRENSKI ni NEDELKOV nisu vršili determinaciju do varijeteta.

Nađen je i izvestan broj primeraka ove vrste koji su sušenjem izmenjeni tako da ih nisam mogao determinisati do varijeteta (Primerci nađeni: 1 muž., Wgth., Sarajevo; 1 žen., Wgth., Plav, Kobiljača; 1 žen., Wgth., 1910., Grabovica).

53. *Tubifera trivittata* FABR. nalazi: 1 muž., 14. 5. 1928, Plandište; Vrsta je sa palearktičkim rasprostranjenjem. Nađena je u svim, do sada kod nas ispitivanim oblastima.

54. *Tubifera pendula* L. nalazi: 1 žen., Wgth., Pale., Vrsta je rasprostranjena u Evropi. Nadena je u Srbiji, Hrvatskoj i Bugarskoj. Do sada nije bila konstatovana u Bosni.

55. *Lampetia aberrans* EGG. nalazi: 1 muž., Wgth., Trebević; Vrsta je rasprostranjena u centralnoj i južnoj Evropi i Maloj Aziji. Nadena je u Srbiji i u Bugarskoj (DRENSKI, SZILADY) a konstatovana je i u Hrvatskoj. Do sada nije bila konstatovana u Bosni.

56. *Lampetia cinerea* MEIG. nalazi: 1 muž., Wgth., Trebević; Vrsta je rasprostranjena u centralnoj i južnoj Evropi. Nadena je u Srbiji, Bosni i Hrvatskoj. DRENSKI ju je konstatovao i u Bugarskoj.

57. *Lampetia spinipes* FABR. nalazi: 1 žen., Wgth., 15. 6. 32., Lapad; Vrsta je rasprostranjena u centralnoj i južnoj Evropi, severnoj Africi i Maloj Aziji. Nadena je u svim do sada kod nas ispitivanim oblastima.

58. *Arctophila bombiformis* FALL. nalazi: 1 muž., Wgth., Thal., Pazarić, Krupa; 1 muž., 1 žen., Wgth., (Plav) Cafe, Vranica; 1 žen., Wgth., 5. 8. 1918., Andrijevica; Vrst je rasprostranjena u Evropi. Nadena je u Srbiji, Bugarskoj, Bosni, Dalmaciji i Hrvatskoj. Javlja se poglavito u planinskom regionu.

59. *Penthesilea berberina* FABR. nalazi: 1 muž., Maly, Bistrica; Vrsta je rasprostranjena u Evropi. Nadena je u Bosni i Hrvatskoj. Do sada nije konstatovana u Srbiji i Bugarskoj.

60. *Zelima segnis* L. nalazi: 1 muž., Wgth., Sarajevo; Vrsta je rasprostranjena u Evropi. Nadena je u svim do sada kod nas ispitanim oblastima.

61. *Ferdinandea cuprea* SCOP. nalazi: 1 žen., Wgth., 1911., Pale; Vrsta je rasprostranjena u Evropi, Sibiru i Japanu. Nadena je u Bugarskoj, Srbiji i Hrvatskoj. Nije bila do sada nalažena u Bosni.

62. *Milesia crabroniformis* FABR. nalazi: 2 žen., Wgth., Jablanica; Ova vrsta je rasprostranjena u južnoj Evropi, Maloj Aziji i na Maderi. Kod nas je bila konstatovana u Dalmaciji. Nadena je i u Bugarskoj.

63. *Spilomyia integra* KUNTZE nalazi: 1 žen., Wgth., Treška planina, 1927; Vrsta je opisana sa Korzike, odakle je jedino i bila poznata. Ja sam je međutim nalazio na Tari 1954 (GLUMAC 1956). Primerak je tipičan. Prema dosadašnjim nalazima vrsta bi se javljala samo u planinskom regionu.

64. *Spilomyia saltuum* FABR. nalazi: 1 muž., Wgth., Treška planina, 1927; Vrsta je rasprostranjena u Evropi i Sibiru. Nadena je i u Srbiji i Bugarskoj, a i u Bosni i Hrvatskoj.

65. *Temnostoma vespiforme* L. nalazi: 1 žen., Wgth., 191-, Ivan; 1 žen., 1 muž., Wgth., B. Stijena; 1 muž., Wgth., Stambulić; Vrsta je rasprostranjena u Evropi, Sibiru i Japanu. Nadena je u Bosni i Hrvatskoj. U Srbiji ju je konstatovao ŽIVOJNOVIĆ. Nije nadena u Bugarskoj.

IV. L I T E R A T U R A

- Drenski P. Pčelovidni i osovidni muhi ot sem. *Syrphidae (Dipt.)* ot Bigarija. Izv. Blg. Entom. druž., VIII (1934) pp. 109—131.
- Glumac S. Osolike muve Srbije (*Syrphidae, Diptera*) iz zbirke Prirodnojakačkog muzeja srpske zemlje u Beogradu. Zaštita bilja, 27 (1955) pp. 1—43.
- Langhoffer A. Beiträge zur Dipterenfauna Kroatiens. Gl. Soc. Sci. Nat. Kroat. 29, 30 (1917), 31 (1919), 39, 40 (1923).
- Nedelkov N. Sesti prinos km entomologičnata fauna na Blgarija. Spis. Blg. Akad. Nauk., II (1912), pp. 177—218.
- Strobl G. Fauna diptera Bosne, Hercegovine i Dalmacije. Gl. Zem. Muz. Bosne i Hercegovine, X (1898), Sarajevo.
- Strobl G. Dipterenfauna von Bosnien, Herzegovina und Dalmatiens. Wiss. Mitt. aus Bosn. und Herz., VII (1900), Wien.
- Strobl G. Novi prilozi fauni diptera Balkanskog poluostrva. Gl. Zem. Muz. Bosne i Hercegovine, XIV (1902), Sarajevo.
- Szilady Beiträge zur Dipterenfauna Bulgariens. Izv. Blg. Entom. Druž. VIII (1934), Sofija.
- Zivojinović S. Fauna insekata šumske domene Majdanpek. Srps. Akad. Nauk. (posebna izdanja) knj. CLX (1950) 2., pp. 206—209.

III. SUMMARY

The collection of syrphid of the Biological Institution of Sarajevo was collected mainly during and after the First Worlds War, by many authors whose nearest speciality was not the *Syrphidae* (APFELBECK, MALY, WINNEGUTH, SIMMET, THALHAMMER). It contains the material that partly represents the new discoveries in this country as well in our whole country. In this collection can be found also the material collected on the territory of Montenegro and from this region we had no data about the species syrphid that can be found there. The collected material comes mainly from the mountain regions, from the places that are higher and there are much more species whose discovery is characteristic for such places. (*Arctophila bombiformis* FALL., *Platycheirus* sp., *Leucozona lucorum* L., *Ischyrosyrphus liophthalmus* SCHIN. (Some species, as I have already mentioned, were not till now discovered on the territory of our country (Midle European species: *Ischyrosyrphus liophthalmus* SCIHN., *Cheirosia trisulcata* BECK., *Ch. recens* BECK.). However a greater number of species were not discovered till now in Bosnia (*Cheirosia chloris* MEIG., *Ch. intonsa* LOEW., *Ch. proxima* ZETT., *Ch. pictipennis* EGG., *Platycheirus peltatus* MEIG., *Leucozona lucorum* L., *Syrphus nitens* ZETT., *Eristalis rupium* L., *Lampetia aberrans* EGG., *Ferdinandeia cuprea* SCOP.). In this collection can be found a sample (1 female) from the species *Spilomyia integra* KUNTZE that was found before on Corsica, from where it is described, and by us, on the mountain Tara (Glumac 1956).

All together 25 genera of this family with 65 species are found, 50 species are European and of wider spreading. (10 palearctic, 24 European and wider spreading, 16 species are spread over Europe.). A small number of the species are of Middle Europea and Mediterranean spreading (6 Middle European and 1 Mediterranean species), and Midddle European and North European spreading (3 Middle European and 4 Middle North European species). With a separate area of spreading is only one species (*Spilomyia integra* KUNTZE).

The collection is kept in the Biological Institution of Sarajevo.

In particular I would like to utter my thanks to Management of the Biological Institute, that sent me the collected material of the family *Syrphidae* for determination.

The names of the authors who accomplished the collection are shortened, but in such a way that it is immediately possible to see which of quoted authors is meant. All the data that are on the original label are on the list.

MARA MARINKOVIĆ

Filozofski fakultet, Sarajevo

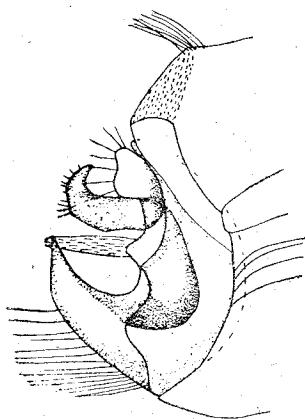
Dve nove vrste iz grupe *Chaetopteryx* (*Limnophilidae*, *Trichoptera*) u okolini Sarajeva

U grupu *Chaetopteryx* spadaju vrlo interesantne trihoptere. Prema F. Schmid-u (1952) skoro sve planinske vrste su endemične a samo mali broj vrsta iz ravnica imaju šire geografsko rasprostranjenje. Zbog toga bilo bi vredno proučiti ovu grupu u našoj zemlji s obzirom na više stranu raznovrsnost njenih terena i pojedinih planinskih sistema. Međutim, za sada o grupi *Chaetopteryx* ima malo podataka a jedan od uzroka je verovatno njen pojavljivanje u kasnu jesen kad su mnogi tereni manje pristupačni. Raniji istraživači prikupili su najviše materijala iz Bosne, uglavnom iz okoline Sarajeva. Neke od tih vrsta nađene su i u drugim krajevima naše zemlje. Prema M. Radovanoviću (1935) *Chaetopteryx fusca* Brau. nađena je još u Sloveniji, *Chaetopteryx major* McL. još na Sljemenu kod Zagreba a *Chaetopteryx rugulosus* Kol. kod Krapine u Hrvatskoj i u Dalmaciji. Vrsta *Chaetopteryx singularis* Klap. je opisana na svega jednom mužjaku iz okoline Vareša u Bosni, a vrsta jednog drugog roda ove grupe, *Chaetopterygopsis (Annitella) apjelbecki* Klap. opisana je na primercima nadenim u okolini Sarajeva.

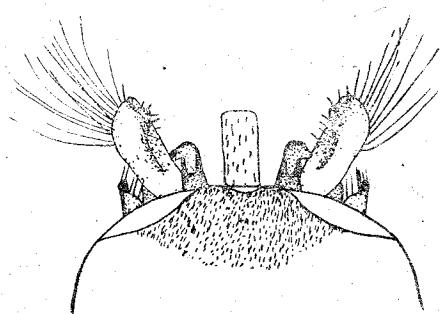
Monografiju dosad otkrivenih vrsta iz grupe *Chaetopteryx* dao je F. Schmid (1952), ističući da je ova grupa malo proučena i da se mogu očekivati otkrića novih vrsta. Tako je materijal koji je u poslednje vreme prikupljen u Bosni (ma da oskudan) doista pokazao da su Schmid-ova očekivanja opravdana. Primerci uhvaćeni na vrelu Bosne, Večerici (prvoj desnoj pritoci Bosne) i na Treskavici (i to uz potok koji spaja Platno sa Velikim jezerom) razlikuju se od dosad opisanih vrsta.

Chaetopteryx bosniaca n. sp. (Sl. 1—3; Sl. 4).

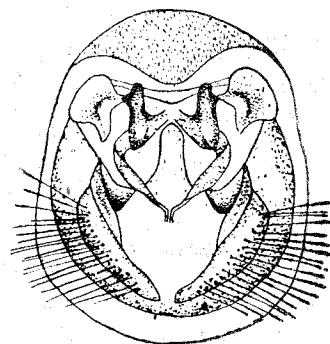
Glava, mezo-i metatoraks sa dorzalne strane su mrkoride boje (dosta tamne) dok je protoraks riđ. Tamno ride su obojene antene i palpi. Prednji par nogu je riđ; tarzalni članci su mrkoridi a isto tako i koksa na spoljašnjoj strani. Protarzus 3—3,5 puta duži nego širi. Koksa drugog i trećeg para nogu tamno mrka,



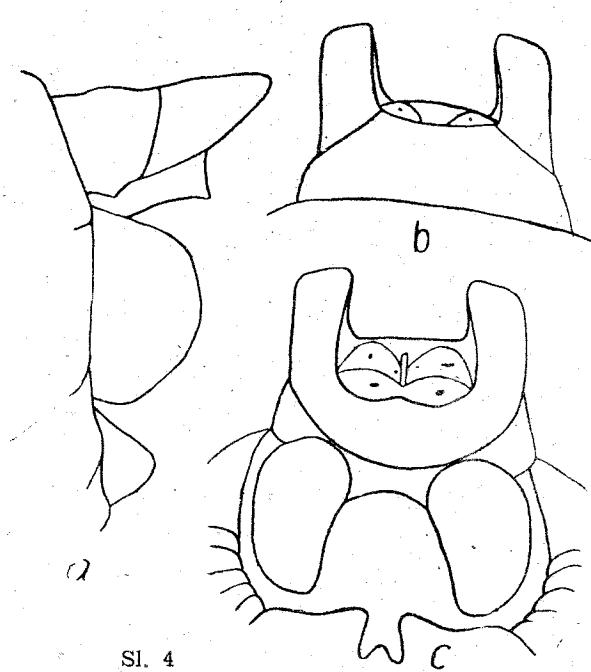
Sl. 1



Sl. 2



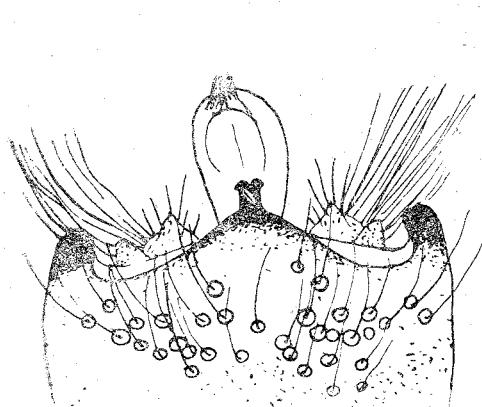
Sl. 3



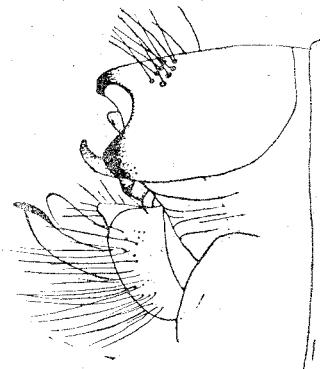
Sl. 4 Genitalni aparat ženke *Chaetopteryx bosniaca* n. sp.: a — bočno; b — dorzalno; c — ventralno.

skoro crna, dok su ostali delovi tamno riđi; poslednji tarzalni članak je obično tamniji od ostalih. Mamuze m: 0, 3, 3; f: 1, 3, 3. Abdomen mrk bez neke upadljive razlike u boji tergita i sternita. Prednja krila rida sa mrkim tonom. Nervi jasni a čekinje rasporedene svuda po krilima. Kostalni prostor je veliki.

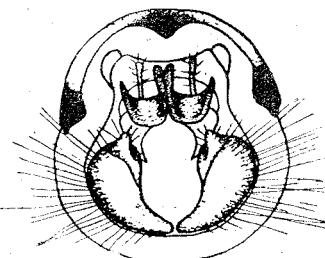
Genitalni aparat m. Zadnja ivica VIII-og tergita nešto izvučena i urezana a izvučeni deo obrastao kratkim crnim dlačicama; ovaj tergit je sličan onom kod *Ch. sahlbergi* McL. IX-ti segment je dosta veliki sa velikom i vrlo dubokom bočnom depresijom.



Sl. 5



Sl. 6



Sl. 7

Sl. 5—7. Genitalni aparat mužjaka
Annitella triloba n. sp.: sl. 5 —
bočno; sl. 6 — dorzano; sl. 7 —
izgled sa zadnje strane.

Appendices superiores su ovalne, malo izdubljene i bočno posmatrane na sredini nešto izrezane; unutrašnja ivica je uzdignuta u vidu grebena. Appendices intermediales imaju blizu vrha jednu malu eksternu granu koja se vidi pri posmatranju i sa zadnje i sa dorzalne strane. Appendices inferiores su duge sa oštrim vrhom okrenutim na gore; dorzalna ivica im je lučno savijena. Penis po svojoj gradi potseća na taj organ kod *Ch. fusca* Brau., samo što režnjevi u tolikoj meri ne liče na slovo S jer su im spoljašnje ivice u vidu oštro izlomljene linije.

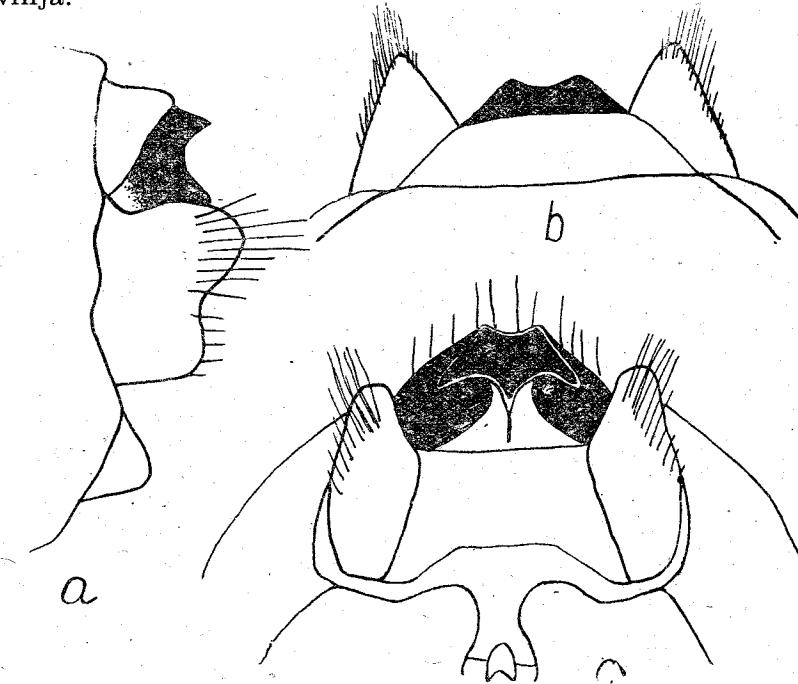
Genitalni aparat f. Po svojoj gradi najsličniji je ovom aparatu kod *Ch. fusca* Brau., samo što nastavci X-og segmenta nisu

oštri pri vrhu već im je zadnja ivica skoro prava, što se ističe pri posmatranju sa dorzalne i ventralne strane. Ventralni deo IX-og segmenta je ovalan sa nešto jače razvijenom dorzalnom stranom.

Raspon krila m: 22—27 mm; f: 24—29 mm.

U zbirci Biološkog instituta pri Zemaljskom muzeju u Sarajevu nađeni su primerci *Ch. bosniaca* sa sledećih lokaliteta: Vojkovići, Ledići, Pazarić i Vrelo Bosne. Svi ti primerci su bili određeni kao *Chaetopteryx vilosa* Fabr.

U grupi *Chaetopteryx* na najvišem evolutivnom stupnju je rod *Annitella* Klap. Od vrsta ovoga roda *Chaetopterygopsis* (*Annitella*) *apfelbecki* Klap. spada među najprimitivnije (Schmid, 1952). Na izvoru Miljacke nađeni su primerci jedne vrste *Annitella* koja po svojim karakterima izgleda još primitivnija.



Sl. 8. Genitalni aparat ženke *Annitella triloba* n. sp.: a — bočno b — dorzalno; c — ventralno.

Annitella triloba n. sp. (Sl. 5—7; sl. 8).

Glava, mezo-i metatoraks sa dorzalne strane tamno mrki, skoro crni. Protoraks riđ sa primesom mrke boje. Antene tamno mrke a palpi riđe mrki. Prednji par nogu riđ sa nešto tamnjim femurom i još tamnjim tarzusom. Koksa drugog i trećeg para

nogu je skoro crna a ostali delovi su ride mrki. Mamuze m: 0, 3, 3; f: 1, 3, 3; 1, 2, 2. Abdomen dorzalno mrk, ventralno žuto-rid.

Genitalni aparat m: VIII-mi tergit je jače razvijen od odgovarajućeg sternita. Njegova zadnja ivica je izvučena u tri tupa, crno obojena nastavka: jedan dorzalni i dva bočna. Slične je grade ovaj tergit kod *Annitella apfelbecki* Klap., samo su kod nje bočni nastavci mnogo tanji i duži. Sudeći po slabo razvijenom VIII-om tergitu i njegovim bočnim nastavcima *Annitella triloba* je vrlo primitivna vrsta ovoga roda. IX-ti segment je dosta veliki i nije ceo uvučen u VIII-mi sternit; dorzalno je uži sa isturenim bočnim uglovima. Appendices superiores su uzane, duge i slabo hitinizirane. Appendices intermediales su tesno priljubljene jedna uz drugu i vrhom okrenute prema dorzalnoj strani. Njihove bočne grane su manje konkavne i sa vrhom takođe dorzalno okrenutim. Appendices inferiores su velike. Bočno posmatrane imaju dorzalnu ivicu pravu. Mesto gde se spaja dorzalna sa zadnjom ivicom je izvučeno u jedan tup vrh koji je upravljen unazad.

Genitalni aparat f: Dorzalno posmatran IX-ti segment je kratak i širok. X segment posmatran sa bočne strane je jako izrezan i crno obojen. Ventralni delovi IX segmenta su dosta udaljeni jedan od drugog; zadnja ivica im je izrezana i dorzalni delovi su im jače razvijeni od ventralnih.

Raspon krila m: 26—28 mm; f: 28—30 mm.

SUMMARY

Two new species from the *Chaetopteryx* group have been described. Some most important diagnostic characters are given here.

Chaetopteryx bosniaca n. sp. is found in the surroundings of Sarajevo (near the source of the River Bosna, the River Večerica — the first right tributary of the River Bosna, and on the Treskavica Mountain). In the collection of the Museum in Sarajevo, there are specimens from Vojkovići, Ledići, Pazarić and the source of the River Bosna (all from the surroundings of Sarajevo). These specimens were identified as *Ch. villosa* Fabr.

Male genitalia (Fig. 1, 2, 3). The VIII-th tergite similar to that one of *Ch. sahlbergi* McL. The IX-th segment is with a large and deep lateral depression. Superior appendages are oval with the inner margin being in the form of an elongated ridge. Intermediate appendages have an external branch, each near the tips. Inferior appendages are long, with a sharp-pointed end bent upwards.

Female genitalia (Fig. 4). Similar to the genitalia of *Ch. fusca* Brau. Two prominent parts of the X-th segment are not pointed as in *villosa* and *fusca*, but are obtusely cut. The ventral parts of the IX-th segment are oval.

The other species belongs to the genus *Annitella* Klap. The structure of its male genitalia is most similar to that of *Annitella apfelbecki* Klap. the description of which was based on that specimens from Ledići (near Sarajevo). *Annitella triloba* n. sp. can be considered as the most primitive species of the genus *Annitella* Klap.

Annitella triloba n. sp. is found at the source of the River Mljacka near Sarajevo.

Male genitalia (Fig. 5, 6, 7). The tergite of the VIII-th segment is much more developed than the sternite; its posterior margin has one dorsal process and two, lateral ones. The lateral processes are obtuse and straight. The IX-th segment fairly large. Superior appendages are narrow and long. Intermediate appendages are very close to each other; their tip is bent upwards. The lateral branches are smaller than interior ones. Inferior appendages are large.

Female genitalia (Fig. 8). The IX-th segment is short and wide. In lateral view, the X-th segment is extremely notched and black in colour. The ventral parts of the IX-th segment are oval with a dorsal side much more developed.

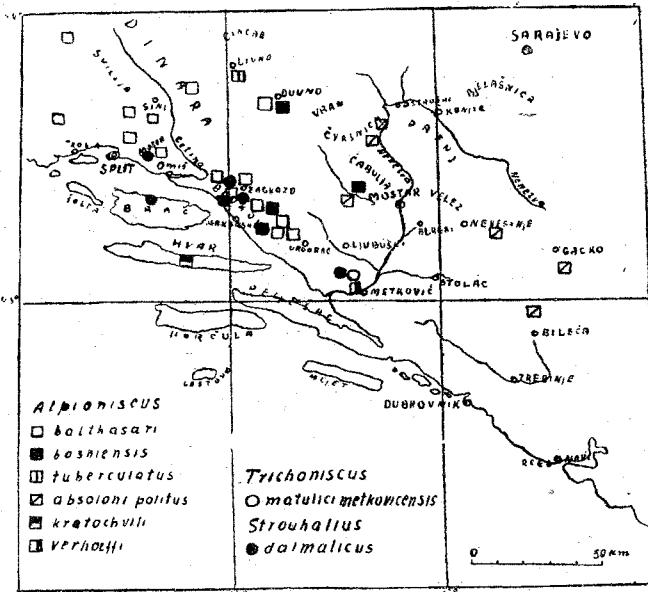
LITERATURA

- Radovanović M., 1935. Trihoptere Jugoslavije. Glasnik Zemaljskog Muzeja u BiH, Sarajevo 47: 73—84.
Schmid F., 1952. Le groupe de *Chaetopteryx* (*Limnophilidae, Trichoptera*). Revue Suisse de Zoologie. T. 59, n°. 3: 99—171.

ADEM BUTUROVIC

Kopneni izopodi iz pećina u oblasti između rijeka Cetine i Neretve

U 28 prilogu izopodnoj fauni Balkana Strouhal (1940, p. 94) na osnovi srodnosti pećinskih kopnenih izopoda razlikuje u sjeverozapadnoj krškoj oblasti Balkana tri prirodne odijeljene zone. Druga zona se pruža od rijeke Cetine do Neretve uključujući tu i ostrvo Hvar. Sjeverno od ove leži prva, južno treća zona. U tom svom radu on ukazuje na još slabo ispitano područje između Kapele i Dinare, a naročito na gotovo cijelu neispitanu II zonu, koja je kako kaže Strouhal »ein schwerer zugängliches, weil wasserarmes Karstgebiet«. U pregledu kopnenih izopoda po zonama u drugoj zoni su navedene sljedeće vrste: »*Illyrionethes verhoeffi* Strouhal, (zone III), *I. kratochvili* Frankenb., *I. bosniensis* Frankenb., *I. tuberculatus* Frankenb.«.



Raspšrostranjenje kopnenih izopoda u pećinama između rijeka Cetine i Neretve.

Iste godine Frankenberger i Strouhal (1940, p. 443 do 446) u radu »Zoogeographische Betrachtungen über die Höhlen-Oniscoideen des nordwestbalkanischen Karstgebietes« na osnovi srodnosti vrsta i rodova postavljaju tri prirodne odijeljene zone, među kojima druga zona zauzima područje između rijeke Cetine i Neretve sa ostrvom Hvarom. U pogledu druge srednje zone stoji: »Für die mittlere, kleinste Zone ist nur die *kratochvili-verhoeffi* Gruppe von *Illyrionethes* anzuführen; hier ist gewiss durch weitere Forschungen noch einiges zu erwarten.«

U nizu ekskurzija 1954, 1955 i 1956 godine pregledali smo veći broj pećina u području druge zone i sakupili mnoštvo materijala u zajednici sa preparatorima Ljubomirom Čorićem i Ismetom Žolićem iz Sarajeva. Dobiveni podaci nam pružaju jasniju sliku o raširenju pećinskih izopoda u toj oblasti:

A. Trichoniscidae

I. *Alpioniscus* Racovitza

Ovaj rod je utvrđen na osnovu tipa vrste *Trichoniscus dispersus* Racovitza 1907 iz zapadnih Alpa. Odnos sa rodovima *Megatrichoniscus* Brian 1921, *Illyrionethes* Verhoeff 1927, *Hellelonethes* Frankenberger 1939 i *Brianiscus* Verhoeff 1940, dao je Vandel (1946, p. 153). Sve vrste ovog roda su bijele, slijepo forme, među kojima neke mogu doseći dužinu 12 mm. Žive isključivo u pećinama i smatraju se kao troglobionti. U Jugoslaviji je ovaj rod zastupljen sa dva podroda: *Alpioniscus* s. str., koji nastava južno područje, Makedoniju i *Illyrionethes* čije vrste nastavaju zapadni krš od Trsta do Crne Gore. Na teritoriji Jugoslavije dosada je poznato 14 vrsta i 4 podvrste od kojih su izuzev vejdovskiy sve endemi.

1. *Alpioniscus (Illyrionethes) balthasari* Frankenberger. Ova vrsta je konstatovana od Frankenberger-a (1937, p. 175; 1939, p. 99) i Strouha (1938, p. 274; 1939 b, p. 119) u mnogobrojnim pećinama srednje Dalmacije od Knina do Prologa i donjeg toka rijeke Cetine. Mi smo je našli u mnogobrojnim pećinama između rijeke Cetine i Neretve, sve do Duvna u Bosni.

Pećina Ponor rijeke Šujice u Duvanjskom polju, 14. VII. 1954, 40 m. 3—6 mm, 34 ž. 3—8 mm, zajedno sa *Brachydesmus subterraneus* Hell.

Pećina kod sela Jujinovića, poznata pod imenom »Spila«, zapadno od opštine Kozica, srez Makarska, 20. VII. 1954, 24 m. 5—8,5 mm, 30 ž. 5—11 mm. Primjerici su se nalazili pretežno po vlažnim zidovima zajedno sa *Apfelbeckia* sp.

Pećina kod sela Majića, Vrgorac, 21. VII. 1954, 1 m. 7 mm, 2 ž. 3—7,5 mm.

Pećina u Carevoj Poski kod sela Jurilji, Vrgorac, 21. VII. 1954, 7 m. 6—8 mm, 8 ž. 3,5—7 mm.

Pećina u Jurkovojoj Dolini kod Zagvozda, planina Biokovo, 20.VIII. 1954, 11 m. 5—8 mm. 23 ž. 3—10 mm.

Pećina u Sridnjoj Gori kod Zagvozda, Biokovo, 21. VIII. 1954, 8 m. 3—7 mm, 16 ž. 3—8,5 mm, zajedno sa *Apfelbeckia* sp.

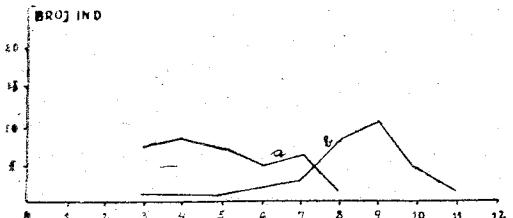
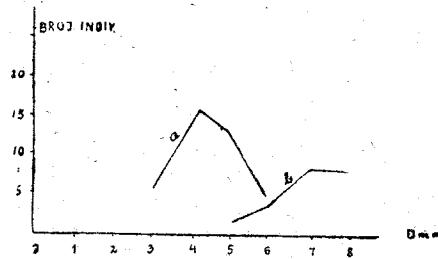
Pećina istočno od sela Svaguša kod Zagvozda, 21. VIII. 1954, 7 m. 5—8 mm, 13 ž. 3—8,5 mm.

Pećina na sjeveroistočnim padinama Biokova u blizini mjesta Zagvozd, 22. VIII. 1954, 11 m. 5—8,5 mm. 31 ž. 3—10 mm.

Primjerici su se nalazili pretežno na vlažnim zidovima, a u nekim slučajevima kada je do ovih dopirala direktno dnevna svjetlost (Ponor).

Ovi nam podaci pokazuju da se ta vrsta proteže preko rijeke Cetine na širokom frontu duboko u srednju zonu do Duvna i Vrgorca. Strouhal (1939, p. 121) je ukazao na varijabilnost oblika u mnogim oznakama koja se ogleda preko cijele oblasti raširenja vrste. Ako uporedimo oblike po dužini tijela iz pećina Ponor i Spila kod Jujinovića, gdje je prikupljen relativno veliki broj primjeraka onda možemo uočiti jasnu razliku koja se pokazuje i na grafikonima (sl. 1 i 2). I ženke i mužjaci iz Pećine Ponor su u prosjeku, po uzrastu manji nego iz pećine »Spila« kod Jujinovića. Slika 3 i 4 prikazuju prvi pleopod mužjaka iste veličine.

Sl. 1. — *Alpioniscus (Illyr.) balthasari* Frank. a — krivulja uzrasta m. iz pećine Ponor; b — krivulja uzrasta m. iz pećine Spila



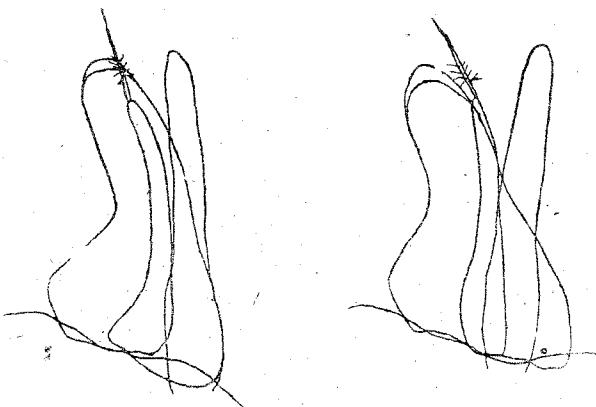
Sl. 2. — *Alpioniscus (Illyr.) balthasari* Frank.
a — krivulja uzrasta ž. iz pećine Ponor;
b — krivulja uzrasta ž. iz pećine Spila

2. *Alpioniscus (Illyrionethes) bosniensis* Frankenberger. Dosada je ova endemna vrsta bila poznata samo iz jedne pećine kod sela Brišnika južno od Duvna u zapadnoj Bosni (Frankenberger, 1939, p. 99). Mi smo našli ovu vrstu u velikom broju pećina u području između rijeke Cetine i Neretve:

Pećina kod Zadružnog doma, Donji Brišnik, Duvno (*locus classicus*), 16. VII. 1954, 6 m. 5,5—9 mm. 8 ž. 6—11 mm.

Velika pećina kod Antunovića, opština Kozica, srez Makarska, 20. VII. 1954, 2 m. 5,5—8 mm, 2 ž. 9 mm. Slika 5. — Prvi pleopod mužjaka.

Baba pećina u jugoistočnom kraju Biokova, visina cca 900 m, 24. VII. 1954, 8 m. 8—10 mm, 12 ž. 5—11 mm, 2 juven.



Sl. 3. — *Alpioniscus (Illyr) balthasari* Frank. m (d — 5,5 mm, Ponor), —
Prvi pleopod.

Sl. 4. — *Alpioniscus (Illyr) balthasari* Frank. m (d — 5,5 mm Spila), —
Prvi pleopod.

Pozjata pećina na sjeverozapadnom dijelu Biokova, visina 1535 m, 24. VIII. 1954, 1 m. 5 mm, 1 ž. 6 mm.

Pećina kod vrela Borak, Lištica, zapadna Hercegovina, 9. V. 1955, 6 m. 4—7 mm, 13 ž. 4—8 mm.

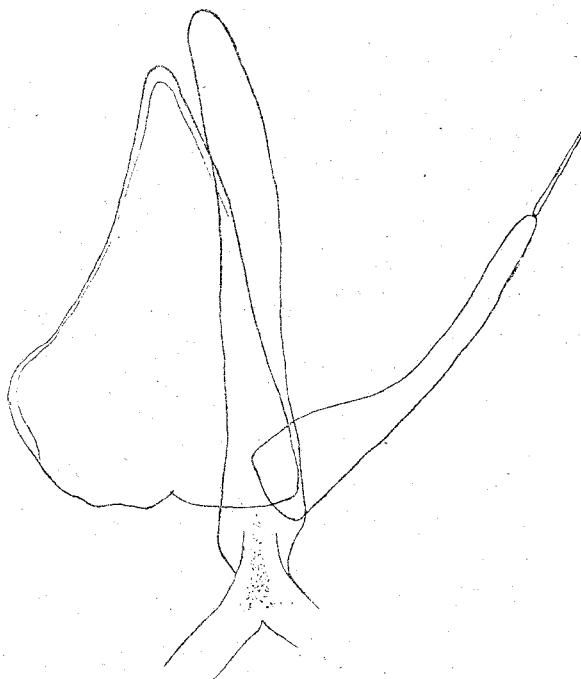
Interesantno je da se sve pećine u kojima je dosada nadena ova vrsta nalaze na nadmorskoj visini 500 i više metara.

3. *Alpioniscus (Illyrionethes) tuberculatus* Frankenberger. Ova vrsta zrnaste strukture tijela dosada je poznata samo iz jedne pećine u blizini izvora kod samog mjesta Livna u zapadnoj Bosni (Frankenberger, 1939, 101). Mi smo našli veći broj primjeraka ove vrste zajedno sa *Brachydesmus subterraneus* Hell. u jednoj pećini kod izvora »Duman« kod mjesta Livna, 11. VII. 1954, 5 m. 3,5—4 mm, 19 ž. 3—7 mm. Prema svemu izgleda da se ovdje radi o istom nalazištu.

4. *Alpioniscus (Illyrionethes) apsoloni politus* Strouhal. Ovu podvrstu je opisao Strouhal (1939, p. 185) prema primjercima iz pećine kod Donje Jablanice na Neretvi. Vandell (1946, p. 161) je konstatovao istu podvrstu iz pećina kod Nevesinja, Gacka i Bileće. Mi smo je našli u sljedećim lokalitetima:

Pećina kod sela Rasnik, Lištica, zapadna Hercegovina, 12. V. 1955, 6 m. 4,5—6 mm, 16 ž. 5—8 mm. U pećini je nadjen diplopod *Apfelbeckia silvivaga* Vehr.

Grabovica pećina na desnoj obali Neretve, kod željezničke stanice Grabovica, 13. V. 1955, 8 m. 3—5 mm, 15 ž. 3—6 mm.



Sl. 5.

Tip vrste sa zrnastom strukturom opisao je Strouhal (1939, 183) a nađena je u mnogobrojnim pećinama u području Nevesinja (Strouhal, 1939, p. 183; Vandel, 1946, p. 160). Mi smo je našli kod Ostrošca na Neretvi u pećini Kuhiji, 14. V. 1955, 1 m. 4 mm, 3 ž. 3—4 mm. Za razliku od tipične vrste tijelo podvrsta politus i assimilis je glatko.

5. *Alpioniscus (Illyrionethes) kratochvili* Frankenberger. Ova vrsta 4,5—6 mm dužine dosada je poznata samo iz tri pećine na ostrvu Hvaru (Frankenberger, 1938, p. 32).

6. *Alpioniscus (Illyrionethes) verhoeffi* Strouhal. Strouhal je opisao (1938, p. 276) ovu vrstu prema primjercima koje je Erber još 1861 godine sakupio u jednoj pećini pod nazivom »Narenta Grotten, Dalmatien«.

II. *Trichoniscus* Brdt.

Trichoniscus matulici Verh. subsp. *metkovicensis* n. ssp.
Nova podvrsta opisana je na drugom mjestu (1957) prema pri-
mjerima koje sam u dva navrata 1954 i 1956 našao u pećini
»Čočina jama«, selo Bebići kod Metkovića, na putu za Vrgorac.

Vrsta *Trichoniscus matulici* Verh. privukla je pažnju mnogih izopodologa (Verhoeff, 1901, 1930; Mehely, 1927; Strouhal, 1939; Vandell, 1946, 1955). Pored pigmentisanih oblika i sa potpuno razvijenim očima koji žive na površini i u ulaznim dijelovima pećina, susreću se vrlo često oblici sa više ili manje reduciranim tjelesnim i očnim pigmentom pod imenom *ab. stygi-vagus*, koji naseljava podzemne prostore ponekad i dublje dijelove pećine. *Trichoniscus matulici* Verh. je daleko raširena vrsta jugoistočno i istočno od Neretve, a prema najnovijem radu Vandella (1955, p. 64) ovo bi bila transadriatička vrsta, kao što je već utvrđeno za još jednu trihoniscidu *Aegonethes cervinus* Verh. i neke druge izopode.

B. Oniscidae

Strouthalius Verh.

Strouthalius dalmaticus Strouhal. Ova vrsta je najprije opisana iz jedne pećine u Mosor planini pod imenom *Oroniscus dalmaticus* (Strouhal, 1937, p. 39). Kasnije je konstatovana od Frankenbergera (1938, p. 348) iz jedne pećine kod sela Murvica na ostrvu Braču. Mi smo našli ovu vrstu u sljedećim lokalitetima:

1. Pećina u Biokovu kod Zagvozda. Ispod kamenja u ulaznom dijelu, 22. VIII. 1954, 3 ž. 6—8 mm, 1 juven.
2. Pećina u Sridnjoj Gori kod Zagvozda. Ispod kamenja u ulaznom hodniku, 21. VIII. 1954, 4 ž. 5,5—9 mm.
3. Čočina jama kod Bebića sela, Metković. U ulaznom hodniku, 17. VII. 1956, samo jedan primjerak od 4 mm.

Kao i *Trichoniscus matulici* Verh. ovo je jedna troglofilna vrsta koju smo dosada našli samo u ulaznim hodnicima, dok *T. matulici* prodire dublje.

L I T E R A T U R A

- 1) Frankenberger Z., 1937 — Über eine neue Illyrionethes — Art aus Dalmatien. Zool. Anz., B. 120, p. 173—176.
- 2) Frankenberger Z., 1938 — Über von Herrn Dr. J. Kratochvil in Jugoslawien gesammelte Höhlenisopoden. I. Zool. Anz., B. 121, p. 342—349.
- 3) Frankenberger Z., 1938 — Sur les genres Illyrionethes Verh. et Aegonethes g. n. (Isopodes). Archives de Zool. expér., T. 80, Notes et revue, p. 25—37.
- 4) Frankenberger Z., 1939 — Über von Herrn Dr. Kratochvil in Jugoslawien gesammelte Höhlenisopoden. II. Zool. Anz., B. 128, p. 98—106.
- 5) Frankenberger Z., et Strouhal H., 1940 — Zoogeographische Betrachtungen über die Höhlen-Oniscoideen des nordwestbalkanischen Karstgebietes. Zool. Jahrb. (Abt. System.), B. LXXIII, p. 443—466.
- 6) Méhelý L. von, 1927 — Gibt es zweiäugige Trichonisciden? — Zool. Anz., LXXII, p. 81—83.
- 7) Strouhal H., 1937 — Von Prof. Dr. K. Absolon in Balkanhöhlen gesammelte Landasseln. Zool. Anz., B. 118, p. 35—44.
- 8) Strouhal H., 1938 — Asseln aus Balkanhöhlen (16 Beitrag zur Isopodenfauna des Balkans). Zool. Anz., B. 124, p. 269—281.
- 9) Strouhal H., 1939 a — Landasseln aus Balkanhöhlen gesammelt von Prof. Dr. Karl Absolon. 4 Mitteilg. (Zugleich 19 Beitrag zur Isopodenfauna des Balkans). Zool. Anz., B. 125, p. 181—190.
- 10) Strouhal H., 1939 b — Landasseln aus Balkanhöhlen in der Sammlung »Biospeologica balcanica«. 5 Mitteilg. Illyrionethes Verh. und Aegonethes Frankenb. (Zugleich 20 Beitrag zur Isopodenfauna des Balkans). Mittelg. Höhlen-und Karstforsch., p. 114—131.
- 11) Strouhal H., 1939 c — Landasseln aus Balkanhöhlen gesammelt von Prof. Dr. K. Absolon. 10 Mitteilg. (Zugleich 26 Beitrag zur Isopodenfauna des Balkans). Studien aus dem Gebiete d. allg. Karstf. usw. Biologische Serie, Nr. 7, p. 1—35.
- 12) Strouhal H., 1940 — Bemerkungen zu den neueren Arbeiten über Höhlenlandasseln der Balkanhalbinsel. (28 Beitrag zur Isopodenfauna des Balkans). Mitteilg. Höhlen-und Karstforsch., p. 88—100.
- 13) Vandell A., 1946 — Isopodes terrestres recoltés par M. le Prof. P. Rémy au cours de ses voyages dans les régions balkaniques. Annales des Sciences naturelles, 11 serie, T. VIII, p. 151—194.
- 14) Vandell A., 1955 — Un nouvel exemple de répartition transadria-tique Trichoniscus matulici Verhoeff, Isopode terrestre. Revue française d'Entomologie. T. XXII, f. 1, p. 59—65.
- 15) Verhoeff K. W., 1901 — Über paläarctische Isopoden (4 Aufsatz). Zool. Anz. B. 24, p. 73—79.
- 16) Verhoeff K. W., 1930 — Zur Kenntnis osteuropäischer Isopoden (41 Aufsatz) Zool. Jahrb. (System), B. 59, p. 1—64.
- 17) Verhoeff K. W., 1940 — Strouhalius n. g. eine nordwestbalkanische cavernicole Isopoden — Gattung. (66 Aufsatz). Mitteilg. Höhlen- und Karstf. H. 2—4, p. 84—88.

LES ISOPODES TERRESTRES DES GROTTES DE LA RÉGION CETINA—NERETVA (Yougoslavie)

Dans le travail »Zoogeographische Betrachtungen über die Höhlen-Oniscoideen des nordwestbalkanischen Karstgebietes »Monsieurs Frankenberger et Strouhal (1940, p. 462) ont caractérisé cette région comme étant la deuxième zone du Nord-Ouest de la région balkanique. Pour cette deuxième zone ils écrivaient: »Für die mittlere, kleinste Zone ist nur die *kratochvili-verhoeffi* Gruppe von *Illrionethes* anzuführen; hier ist gewiss durch weitere Forschungen noch einiges zu erwarten«.

Nous avons parcouru, à quatre reprises la région entre les rivières Cetina et Neretva, en vue d'y récolter du matériel en question. Nous avons visité les grottes des environs de Livno, Duvno, Vrgorac, Kozica, Zagvozd, Lištica, Metković et dans la montagne de Biokovo. Dans les grottes explorées nous avons découvert la faune les Isopodes cavernicoles suivants:

A. Trichoniscidae

I. *Alpioniscus* Racovitza

1. *Alpioniscus (Illyr.) balthasari* Frankenb. La grotte »Ponor«, Duvno; la grotte »Spila« près du village Jujinovići, Makarska; La grotte près du village Majići, Vrgorac; La grotte en »Careva Poska« près du village Jurilj, Vrgorac; La grotte en »Jurkova Dolina« près du village Zagvozd, dans la montagne de Biokovo; La grotte en »Sridnja Gora« près du village Zagvozd, dans la montagne de Biokovo; La grotte près du village Svaguša, Zagvozd; La grotte dans la montagne de Biokovo, près du village Zagvozd.

2. *Alpioniscus (Illyr.) bosniensis* Frankenb. La grotte à Donji Bršnik, Duvno; La grotte près du village Antunovići, Kozica, Makarska; La grotte dans la montagne de Biokovo, sur la route Kozica — Makarska, à une altitude de cca 900 m; La grotte »Pozjata« dans la Biokovo, à une altitude de 1535 m; Près de la source Borak, Lištica, Herzegovine.

3. *Alpioniscus (Illyr.) tuberculatus* Brankenb. La grotte près de la source »Duman«, Livno.

4. *Alpioniscus (Illyr.) absoloni politus* Strouhal. La grotte près du village Rasnik, Lištica; La grotte »Grabovica«, près de la gare Grabovica.

II. Trichoniscus Brdt.

1. *Trichoniscus matulici* Verh. subsp. *metkovicensis* n. ssp. La grotte »Čočina jama« près du village Bebići, Metković.

B. Oniscidae.

I. *Strouhalius* Verh.

1. *Strouhalius dalmaticus* Strouhal. La grotte dans la montagne de Biokovo, près du village Zagvozd; La grotte en »Sridnja Gora« près du village Zagvozd; Čočina jama près du village Bebići, Metković.

DELIC-RUKAVINA

Brachylecithum lobatum Railliet (1900) kod sive vrane

(*Corvus cornix L.*)

Brachylecithum lobatum Railliet 1900 (Syn. *Lyperosomum lobatum* Railliet 1900, *Olsoniella lobata* Railliet 1900, Travassos 1944) je parazit jetre ptica. Spada u podfamiliju *Dicrocoeliinae*, rod *Brachylecithum*.

Brachylecithum lobatum Railliet dugo vremena je pripisivan rodu *Lyperosomum* Loss 1899. Po navodima Skrjabina (1952) Strom (1940) je izvršio reviziju roda *Lyperosomum* i 28 vrsta iz ovog roda prebacio je u novo osnovani rod *Brachylecithum* Strom (1940). Kod svih ovih izdvojenih vrsta vitelogene žljezde sastojale su se od manjeg broja krupnih folikula poredanih iza ovarija u kratkom nizu, što je po Stromu i osnovna determinaciona oznaka za rod *Brachylecithum*. U rodu *Lyperosomum* Strom je ostavio samo vrste koje su morfološki slične vrsti *Lyperosomum longicauda* (Rud.).

Travassos (1944) ne znajući za rad Stroma rasčlanio je rod *Lyperosomum* Loss (1899) sensu lato (po J. Timon David 1953) na *Lyperosomum* sensu stricto, *Zonorchis* (Travassos), *Ortorchis* (Travassos), *Olsoniella* (Travassos) i *Lutztrema* (Travassos). Po ovom autoru *Brachylecithum lobatum* bio je svrstan u rod *Olsoniella*, vrsta *Olsoniella lobata*. Kako rod *Olsoniella* ima sve osnovne oznake roda *Brachylecithum*, to po zakonu prioriteta rod *Olsoniella* pao je u sinonim roda *Brachylecithum*.

Po Skrajbinu (1952) *Brachylecithum lobatum* Railliet 1900 je ustanovljen u Francuskoj, Austriji i SSSR (Moškovska oblast). Kao nosioci odraslih parazita se spominju: svraka (*Pica pica L.*), šojska (*Garrulus glandarius L.*), siva vrana (*Corvus cornix L.*), vranja (*Corvus coroneae L.*) čavka (*Coloeus monedula Kaup*) i kobac (*Accipiter nisus L.*).

J. Timon David (1953) našao je 61% invadiranih svraka sa ovim parazitom. Paraziti su bili smješteni, često u većem broju, u žučnim kanalima jetre. Na histološkim presjecima obojenim pikrofuksinom vidjelo se 3 do 6 grupisanih i povezanih parazita zbog čega su žučni kanali na ovim mjestima bili prošireni dosti-

žući dijametar 520 mikrona. Epitelijalni zid žučnih kanala bio je potpuno uništen i kutikula parazita stajala je u neposrednom kontaktu sa zadebljalom i skleroziranom adventicijom kanala. Histološka slika jetre u okolini invadiranih mjesta pokazivala je jaku leukocitozu, a interlobularne vene bile su ispunjene sa leukocitima.

Kako u pristupačnoj domaćoj literaturi nismo našli nikakvih podataka o parazitarnoj fauni korvida u Jugoslaviji, opisat ćemo nalaz *Brachylecithum lobatum* Railliet 1900 kod sive vrane (*Corvus cornix*).

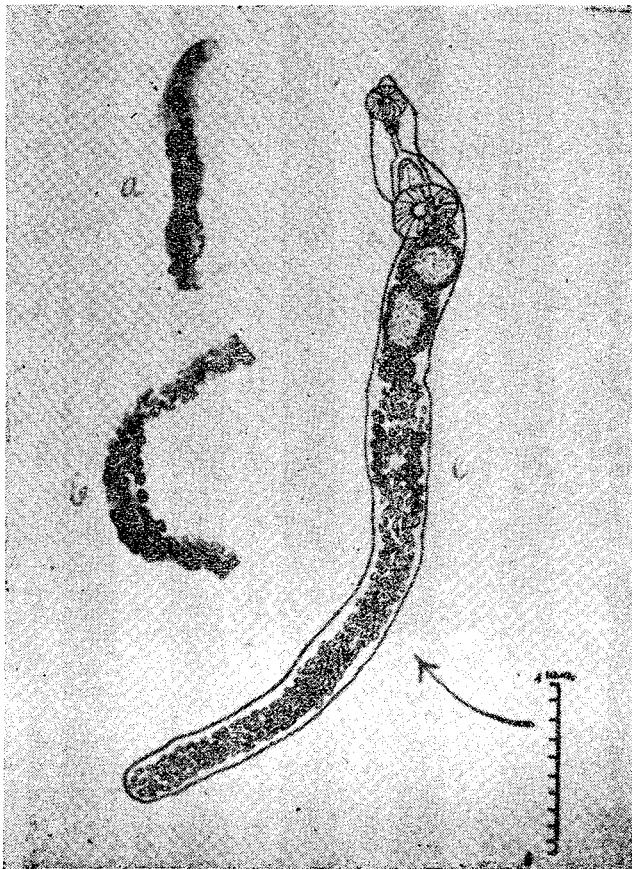
U vremenu od 9 decembra 1952 godine pretraženo je 9 vrana (*Corvus cornix*), 4 svrake (*Pica pica*) i 7 čavki (*Colaeus monedula*). *Brachylecithum lobatum* naden je samo kod 3 sive vrane. Kod ostalih seciranih vrana, svraka i čavki nisu nađeni ovi paraziti. Kako se paraziti makroskopski teško uočavaju kod slabijih invazija, u svrhu dijagnostike, služili smo se tehnikom mravljenja jetre i sedimentacijom smravljenog materijala (po Skrjabinu). Poslije uklanjanja krupnijih komadića jetrenog tkiva, u sedimentu smo redovito nalazili parazite čak i u onim slučajevima gdje je invazija bila zastupljena sa svega nekoliko primjeraka *Brachylecithum lobatum*.

Svi 20 pretraženih korvida ubijeno je u Sarajevu i okolini. Intenzitet invadiranosti sa ovim parazitom bio je različit, ali nije uticao na kondiciju i uhranjenost, iako je jedna lješina bila masovno invadirana. Vrijedno je spomenuti da kod vađenja parazita iz žučnih kanala, kao i kod fiksiranja i bojenja pojedinih primjeraka, zbog krtosti i nježnosti parazita, dolazi lako do morfoloških destrukcija. Kod bojenja sa karbolfuksinom, kiselim karminom i hematoksilin-eozmom jasno se vidi uterus sa jajima, testikuli, ovarij i vitelogene žljezde, a bojenje sa hemalaunom omogućava bolju vidljivost usne i trbušne siske, iako je preparat nešto mutniji sa slabijim očrtavanjem ostalih organa koji se jasnije vide kod prve tri metode bojenja.

Pojedini primjeri *Brachylecithum lobatum* u našim slučajevima bili su dugi od 6 do 8 mm sa širinom oko 0,2 mm. Kutikula parazita je glatka. Od usne siske polazi kratak farinks koji se nastavlja u srazmjerne kratak ezofagus. Ezofagus se nastavlja u dva teško uočljiva crijevna ogranka koji ne dopiru do stražnjeg kraja tijela. Trbušna siska je obično ekscentrično položena praveći jače ili slabije ispuštenje kutikule, koje je ponekad napadno uočljivo pri posmatranju pod lupom. Zbog veličine trbušne siske ovo ispuštenje je ponekad izraženo s obje strane kutikule. Testikuli su poduzno ovalni i smješteni su jedan iza drugog, a odvojeni su zavojem uterusa koji se proteže prema napred sve do trbušne siske. Iza testikula smješten je okruglasti ili kratko ovalni ovarij. Iza ovarija je uterus koji u gustim vijugama ispunjava gotovo dvije zadnje trećine tijela. Vitelogene žljezde prestavljene

su sa dva kratka niza krupnih folikula uz obje periferne strane iza ovarija. Ponekad su zamaksirane sa uterinim vijugama i ne vide se u cijelosti. Kod primjeraka kod kojih smo vidjeli kompletne nizove folikula vitelarija njihova dužina se kretala oko 700 mikrona.

Izgled parazita, raspored, oblik i grada unutrašnjih organa prikazani su na sljedećoj slici:



Brachylecithum lobatum — a) izgled cijelog parazita (crtež); b) prednji dio parazita (orig. fotografija); c) srednji dio parazita (orig. fotografija)

Jaja *Brachylecithum lobatum* su tamno smeđe boje, često asimetrična sa debelom opnom. Prosječna dužina jaja je 47,9, a širina 30 mikrona.

Dimenzije dužine i širine parazita, usnih i trbušnih siski, testikula, ovarija i jaja *Brachylecithum lobatum*, dobivene vla-

Redni broj		Parazita	Uma - staka	Trbušna sis.	Testikul I	Testikul II	Ovariј	Jaja u mi	Jaja u mi	J. Timon - David 1953						
1		Dužina	4,25	6,0	216	280	224	315	350	402	322	367	168	210	45,6	48,0
		Sirina	0,308	0,233	168	280	350	332	210	350	252	297	210	260	28,8—31,2	30,0—32,0
2		Dužina	4,20	6,0	224	245	224	210	224	280	252	367	168	175	43,2—45,6	44,0—48,0
		Sirina	0,210	0,245	196	210	252	297	112	192	140	192	112	175	26,4—27,6	24,0—28,0
3		Dužina	7,0	294	315	350	367	558	490	580	490	252	175	43,2—48,0	44,0—49,0	
		Sirina	0,310	0,271	252	175	350	261	350	261	297	252	192	26,4	28,0	
4		Dužina	8,0	200	245	260	262	350	525	350	621	120	210	43,2—48,0	46,0—52,0	
		Sirina	0,305	0,303	200	245	380	350	300	385	300	437	200	315	26,4—28,2	32,0—34,0
5		Dužina	6,5	210	315	266	280	196	402	196	437	168	140	43,2—45,6	48,0—52,0	
		Sirina	0,245	0,231	196	227	252	332	196	385	196	385	168	210	28,8	32,0

Komaracacia naxin mjer. *Brachylecithum lobatum* sa mjerama J. Trimon - David (1953)

stitim premjeravanjem 5 najočuvanijih egzemplara i uporedene sa mjerama J. Timon Davida (1953) prikazane su u priloženoj tabeli. Kako se vidi iz tabele bitnije razlike postoje u dužini parazita (3 do 4 mm), ali mjere za dužinu parazita koje je dao Braun (1902) potpuno odgovaraju našim dimenzijama za dužinu.

Ciklus razvoja *Brachylecithum lobatum* je nepoznat, ali kako pretpostavlja J. Timon David (1953) razvoj ovog parazita mogao bi biti sličan razvoju *Brachylecithum americanum* kojeg je opisao Denton 1945. Eksperimentalno je utvrđeno da kod *Brachylecithum americanum* postoje dva prelazna domaćina. Prvi prelazni domaćin su puževi (*Polygyra texasiana*, *Practicollela berlanderiana*). Cerkarije razvijene u ovim puževima izlaze preko njihovih dišnjih organa koje guta drugi prelazni domaćin, larve *Chrysomelidae* (*Diabrotica duodecimpunctata* i *Gastroidia cyanea*, a korvide se invadiraju najvjerovaljnije jedući larve ovih tvrdokrilaca.

K R A T A K S A D R Ž A J

Kao prilog poznavanju parazitarne faune ptica iz porodice Gavranova (*Corvidae*) u Jugoslaviji opisan je po prvi put nalaz *Brachylecithum lobatum* Railliet 1900 kod sive vrane (*Corvus cornix*).

U vremenu od 9 decembra 1952 do 6 januara 1956 godine pretraženo je ukupno 20 ptica iz familije Corvidae i to: 9 sivih vrana (*Corvus cornix* L.), 4 svrake (*Pica pica* L.) i 7 čavki (*Colaeus monedula*) ubijenih u Sarajevu i okolini. Od ovog broja samo kod 3 sive vrane ustanovljen je *Brachylecithum lobatum* Raillet 1900.

L I T E R A T U R A

1. Skrjabin K. M.: Trematodi životnih i čeloveka VII. Moskva 1952.
2. Sprehn C. E. W.: Lehrbuch der Helminthologie, Berlin 1932.
3. Timon Davin J.: Recherches sur les trematodes de la Pie (Annal. de parasit. hum. et comp. 4, 247, 1953).