

Ivan Habdija i Biserka Primc¹

UTJECAJ NEKIH DETERGENCIJA NA RAZVITAK SUKCESIJE CILIJATA U LABORATORIJSKIM UVJETIMA

**EINFLUSS EINER DETERGENZIEN AUF DIE ENTWICKLUNG DER ZILIA-
TENSUKZESSION UNTER LABORATORISCHEN MILIEUBEDINGUNGEN**

Izvod

U ovom radu željeli smo da proučimo utjecaj detergencija TBS (tetrapropilenbenzolsulfanat) i CTAB (N-cetil — N,N,N — trimetilamonijumbromat) u koncentraciji 5, 10 i 20 mg/l na dinamiku sukcesija cilijata pod različitim temperaturnim uvjetima.

Kao hranljiva podloga za cilijate u našim istraživanjima služio je rastvor peptona, glukoze i skroba u koncentraciji od 50 mg/l.

Abstract

Durch diese Arbeit streben wir den Einfluss von den Detergenzien TBS (Tetrapropylenbenzol sulfonat) und CTAB (N-Cetyl-N,N,N-Trimethyl-Ammonium Bromatum) in Konzentrationen von 5, 10 und 20 mg/l auf Dynamik der Ziliatensukzession unter verschiedenen Temperaturbedingungen untersuchen.

Als Nährungsmedium für die Ziliatenbesiedlungen in unseren Modellversuche wurde die Pepton-, Glukose- und Stärkelösung in Konzentration von 50 mg/l bedient.

¹ Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu

UVOD

Fauna cilijata u sastavu perifitona kopnenih vodenih ekosistema svojom biologijskom aktivnošću zauzima značajno mjesto u razgradnji organske tvari. Njezin razvitak u perifitonu uvjetovan je velikim dijelom sadržajem organske tvari u vodi i u substratu. Razvitak faune cilijata ne ovisi samo o količini organske tvari već i o njezinoj kvaliteti. Isto tako ne smije se zanemariti djelovanje ostalih ekologijskih faktora kao što su: temperatura, svjetlo, aktivnost vodikovih iona, količina mineralnih soli i metaboličkih plinova. U svojoj studiji B i c k (1964) na osnovu ogleda u malim laboratorijskim ekosistemima nalazi da kvalitativne promjene u sukcesiji nastaju kao posljedica postupne razgradnje organske tvari.

Dakle, dinamika kvalitativne i kvantitativne strukture zajednice cilijata u sukcesiji stoji u relaciji s razgradnjom organske tvari u vodi (B i c k, 1958, 1964, 1967 i 1973). Ova činjenica pokazuje da bi poznavanje dinamike sukcesija mikrofaune moglo poslužiti kao kriterij prilikom biologijske valorizacije voda (B i c k, 1964 i 1966). S tim ciljem mnogi autori daju podatke o odnosu strukture zajednice cilijata i fizičko-kemijskih uvjeta života koji indiciraju organsko zagađenje. Tako C u r d s i C o c k b u r n (1969) nalaze povezanost između BPK-vrijednosti ispitivane vode i strukture zajednice cilijata.

L e g n e r (1975) istražuje dinamiku zajednica cilijata u zavisnosti od različitih količina nekoliko vrsta organskih tvari.

U našim ispitivanjima nastojali smo utvrditi u kojoj mjeri različite koncentracije dvije vrste detergencija TBS i CTAB pri različitim temperaturama djeluju na dinamiku sukcesija cilijata u otopini glukoze, peptona i škroba (50 mg/l).

Dosadašnja istraživanja o toksičnom i inhibitornom djelovanju detergencija na akvatičke organizme samo su parcijalna i ograničena na utvrđivanje letalnih doza. Podaci o djelovanju detergencija na biljne i životinjske organizme vrlo su različiti. Npr. B e n e d e n (1952) utvrđuje da anionaktivne detergencije djeluju na prekid rasta alga u koncentraciji od 60 mg/l. Neki drugi autori (S i e r p i T h i e l e, 1954) utvrđuju za alkilsulfonate negativno djelovanje na rast alga već pri koncentraciji od 1 mg/l.

M a n n (1955) istražuje utjecaj anionaktivnih detergencija kod različitih vrsta riba. U prisustvu anionaktivnih detergencija javljaju se oštećenja na škrgama. Kao letalnu koncentraciju navodi 5 mg/l, od čega su moguća odstupanja zavisno od vrste.

H a b d i j a (1975) utvrđuje djelovanje nekih sastavnih komponenata sredstava za pranje na ponašanje, mortalitet i oštećenje škrga ličinki vrste *Rhyacophila fasciata* (Trichoptera).

Ž a r i ć (1975) ispituje djelovanje nekih anionaktivnih detergencija na ponašanje i mortalitet predstavnika makrozoobentosa, te na procese asimilacije u nekih alga.

Našim ispitivanjima nastojimo stvoriti izvjesne zaključke o utjecaju različitih koncentracija TBS-a i CTAB-a pri različitim temperaturama u laboratorijskim uvjetima na odvijanje sukcesija faune cilijata. Ovi podaci,

iako dobiveni u laboratoriju, mogu poslužiti za stvaranje zaključaka o tome koliko otpadne vode koje sadrže detergencije utječu na biologijsko djelovanje cilijata u procesima razgradnje organskih tvari u zajednici perifitona kopnenih vodenih ekosistema.

METODE RADA

Na tri različite vrste podloge: otopina peptona (50 mg/l), otopina glukoze (50 mg/l) i otopina škroba (50 mg/l), u epruvetama od 20 ml inokulirali smo određenu količinu obraštaja (perifitona) iz *Sphaerotilus*-zajednice u 10 ml otopine. Nakon umjetne kontaminacije s detergencijama TBS i CTAB u koncentracijama 5, 10 i 20 mg/l pratili smo njihov utjecaj na dinamiku sukcesija cilijata kroz period od 8 dana. Dobiveni rezultati u usporedbi s kontrolama (sukcesijama koje su se odvijale u otopinama koje nisu bile kontaminirane) pokazuju u koliko TBS i CTAB djeluju na ukupni broj cilijata i na strukturu zajednice cilijata u eksperimentalnim uvjetima.

Ukupni broj cilijata određivali smo brojenjem cilijata u komoricama od 0,1 ml pod povećanjem mikroskopa 80—100 $\times$. Postotnu zastupljenost pojedinih vrsta i rodova određivali smo također brojanjem na privremenim mokrim mikroskopskim preparatima. Iz procentualne zastupljenosti i ukupnog broja izračunavali smo apsolutnu zastupljenost pojedinih vrsta i rodova po jedinici volumena.

Determinacija pojedinih vrsta cilijata vršena je po ključu za određivanje cilijata (K a h l, 1935). Određivanje je vršeno na svježem materijalu ili na fiksiranom s formalinom ili otopinom alkohol sublimata. Treba napomenuti da nam je za neke vrste cilijata, iz objektivnih razloga, uspjelo da odredimo samo njihovu pripadnost rodu ili porodici.

Sukcesije u epruvetama na umjetnim podlogama (pepton, glukoza i škrob) s različitim sadržajem TBS-a i CTAB-a odvijale su se paralelno na tri različite temperature vode 18°C, 21°C i 30°C u iluminatoru s neonskim osvjetljenjem (2 neonske cijevi 40 W). Svaka 2—3 dana određivani su ukupan broj cilijata i kvalitativne i kvantitativne strukture zajednice cilijata u svim epruvetama.

REZULTATI

Djelovanje TBS-a i CTAB-a na ukupan broj cilijata tijekom 8 dana u laboratorijskim uvjetima pri temperaturama vode 18°C, 21°C i 30°C.

Podloga: Otopina peptona (50 mg/l)

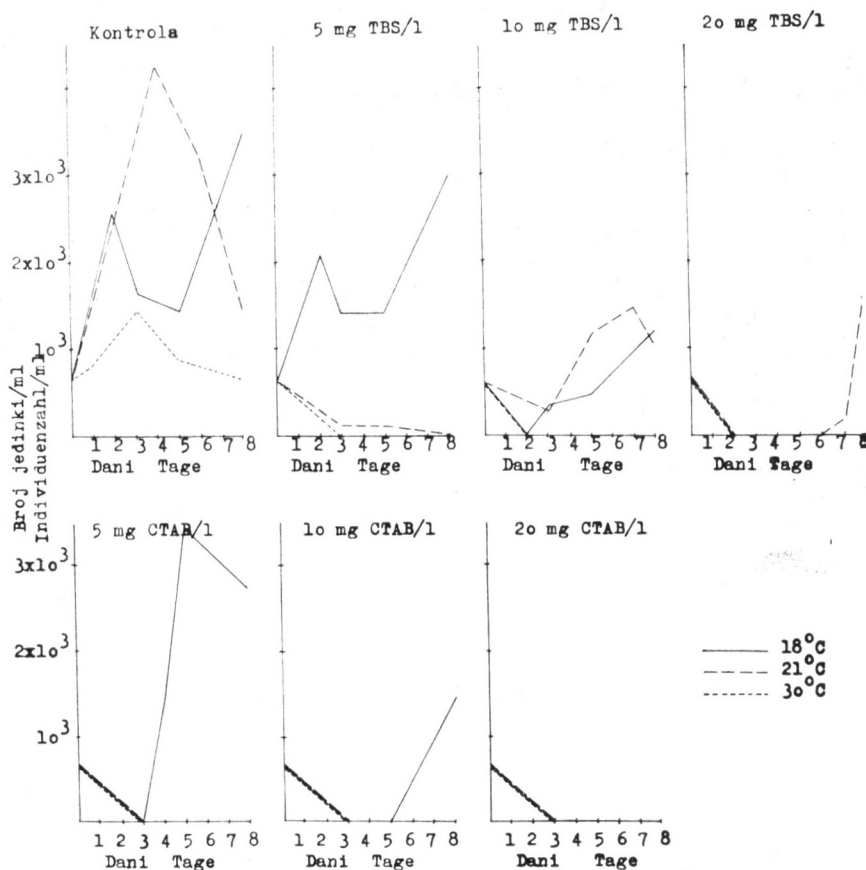
Na sl. 1. prikazana je dinamika ukupnog broja cilijata pri različitim temperaturnim vrijednostima u otopini peptona, te promjene ukupnog broja cilijata koje nastaju uslijed djelovanja TBS-a i CTAB-a u koncentracijama od 5, 10 i 20 mg/l.

U kontrolnoj epruveti pri temperaturi vode od 18°C u vremenskom slijedu ukupni broj cilijata raste od 670 jedinki/ml (početni inokulum) do drugog dana, kad zauzima vrijednost od preko 2 000 jedinki/ml. Zatim slijedi postepeno smanjivanje ukupnog broja do 5 dana pokusa, i nakon 5 dana

ukupni broj cilijata opet se povećava. Ovo povećavanje i smanjivanje ukupnog broja cilijata tijekom 8 dana posljedica je pojave dvije dominantne vrste, kao što će se vidjeti u idućem poglavlju. U početku jedna vrsta dominira sve do 5 dana pokusa. Nakon toga počinje se smanjivati njezina abundancija, ali se zato pojavljuje nova vrsta koja preuzima potpunu dominaciju pri kraju pokusa.

Pri temperaturi vode od 21°C fauna cilijata pokazuje najbolji rast. Od istog početnog inokuluma (670 jedinki/ml) ukupni broj cilijata postupno se povećava do 4 dana pokusa na vrijednost od preko 4 000 jedinki/ml, a zatim, kako pokus u vremenskom slijedu dalje odmiče, slijedi postupno smanjivanje.

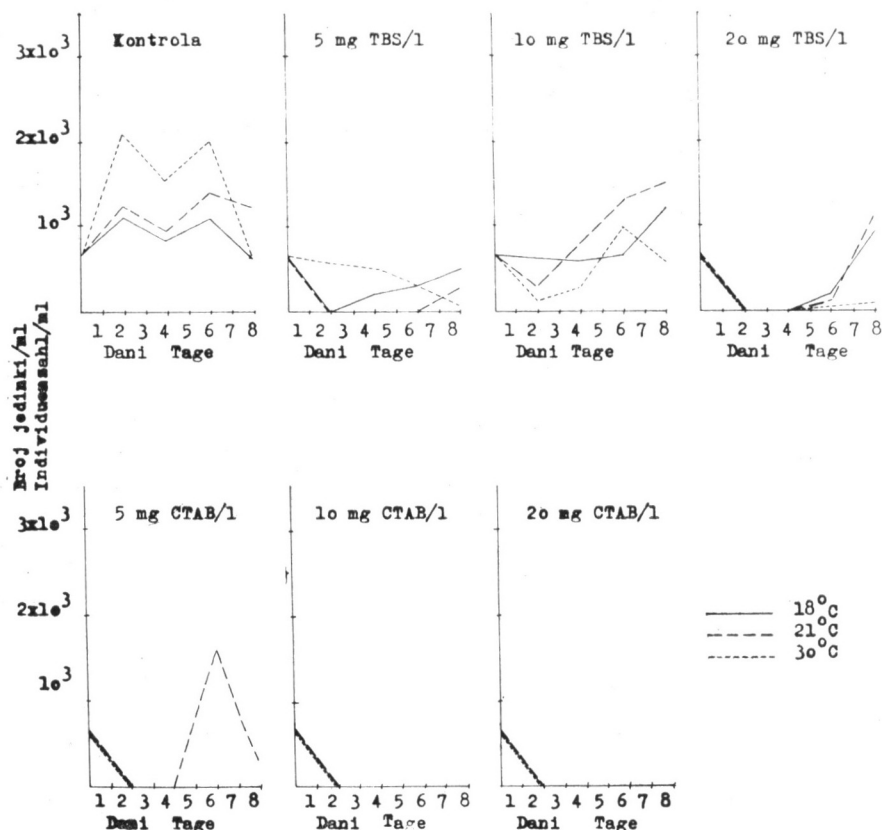
Pri temperaturi od 30°C fauna cilijata znatno se slabije održava što se može tumačiti inhibicijskim djelovanjem visokih temperaturnih vrijednosti.



Sl. 1. Djelovanje TBS-a i CTAB-a na dinamiku ukupnog broja cilijata (broj jedinki/ml) u vodi s peptonom tijekom 8 dana pri temperaturama 18°C, 21°C i 30°C

Abb. 1. Wirkung von TBS und CTAB auf Dynamik der Gesamtzahl der Ziliaten (Individuenzahl/ml) im Versuchswasser mit Pepton während 8 Tage unter Temperaturbedingungen 18°C, 21°C und 30°C

Na istoj sl. 1. prikazano je djelovanje TBS-a i CTAB-a u koncentraciji 5, 10 i 20 mg/l na ukupan broj cilijata tijekom 8 dana u otopini peptona pri različitim temperaturnim vrijednostima. Analizirajući prikazane rezultate,



Sl. 2. Djelovanje TBS-a i CTAB-a na dinamiku ukupnog broja cilijata (broj jedinici/ml) u vodi s glukozom tijekom 8 dana pri temperaturama 18°C, 21°C i 30°C

Abb. 2. Wirkung von TBS und CTAB auf Dynamik der Gesamtzahl der Ziliaten (Individuenzahl/ml) im Versuchswasser mit Glukose während 8 Tage unter Temperaturbedingungen 18°C, 21°C und 30°C

može se zaključiti da se inhibicijsko djelovanje povećava što je njihova koncentracija veća. Tako, koncentracija TBS-a od 20 mg/l djeluje letalno pri svim temperaturama. Isto tako se može primijetiti da se toksično djelovanje TBS-a povećava sinergistički u odnosu na povišenje temperature.

U pokusima s CTAB-om ispoljava se još toksičnije djelovanje za odvijanje sukcesija cilijata.

Podloga: Otopina glukoze (50 mg/l)

U otopini glukoze, pri svim temperaturnim vrijednostima, u kvalitativnom i kvantitativnom pogledu, fauna cilijata znatno se slabije razvija (sl. 2.)

nego u otopini peptona. U kontrolnoj epruveti fauna cilijata pokazuje najbolji rast pri temperaturi vode od 30°C, a najsporiji pri 18°C. I u ovom slučaju imamo pojavu dvije dominantne vrste u različitim vremenskim etapama pokusa. Jedna vrsta pokazuje svoju dominaciju na početku, a druga na kraju pokusa. Pokus s koncentracijom TBS-a od 5 mg/l nije uspio, jer dobiveni rezultati ne pokazuju sukladnost sa ostalim rezultatima u pokusnim epruvetama s koncentracijama TBS-a od 10 i 20 mg/l. U epruveti s koncentracijom TBS-a od 10 mg/l, TBS djeluje inhibitorno na početku pokusa, a nakon 3 dana sukcesija se počinje postupno razvijati.

Analognu zakonitost utvrdili smo i u epruveti s koncentracijom TBS-a od 20 mg/l, samo što je inhibicijsko djelovanje još izrazitije (sl. 2). Na istoj slici prikazani su i rezultati o toksičnom djelovanju CTAB-a, koje je znatno jače nego anionaktivnog tensida TBS-a.

Podloga: Otopina škroba (50 mg/l)

U otopini škroba fauna cilijata razvija se podjednako kao i u otopini glukoze, osim u pokusu s temperaturom od 30°C.

Pri temperaturi od 18°C ukupan broj cilijata u prvim danima pokusa ima linearan porast, a zatim slijedi stagnacija do 6 dana i pred kraj ponovo slijedi porast. Slične promjene u ukupnom broju cilijata odvijaju se i pri temperaturi vode od 21°C. Temperatura od 30°C djeluje inhibitorno za sukcesije cilijata, tek pred kraj pokusa zapažen je mali porast ukupnog broja. O toksičnom djelovanju TBS-a u sukcesijama u otopini škroba možemo zaključiti slijedeće: u epruveti s koncentracijom od 5 mg/l pri temperaturnim vrijednostima 18°C i 21°C ukupni broj cilijata postupno se povećava od prvog do posljednjeg dana pokusa, u epruvetama s koncentracijama 10 i 20 mg/l na početku pokusa TBS djeluje inhibitorno, a pri kraju pokusa fauna cilijata počinje se postupno razvijati. Ova zakonitost posebno je očita u pokusnoj epruveti s koncentracijom TBS-a 20 mg/l. Temperaturne vrijednosti od 30°C djeluju nepovoljno na razvitak sukcesije u svih testiranih koncentracija TBS-a.

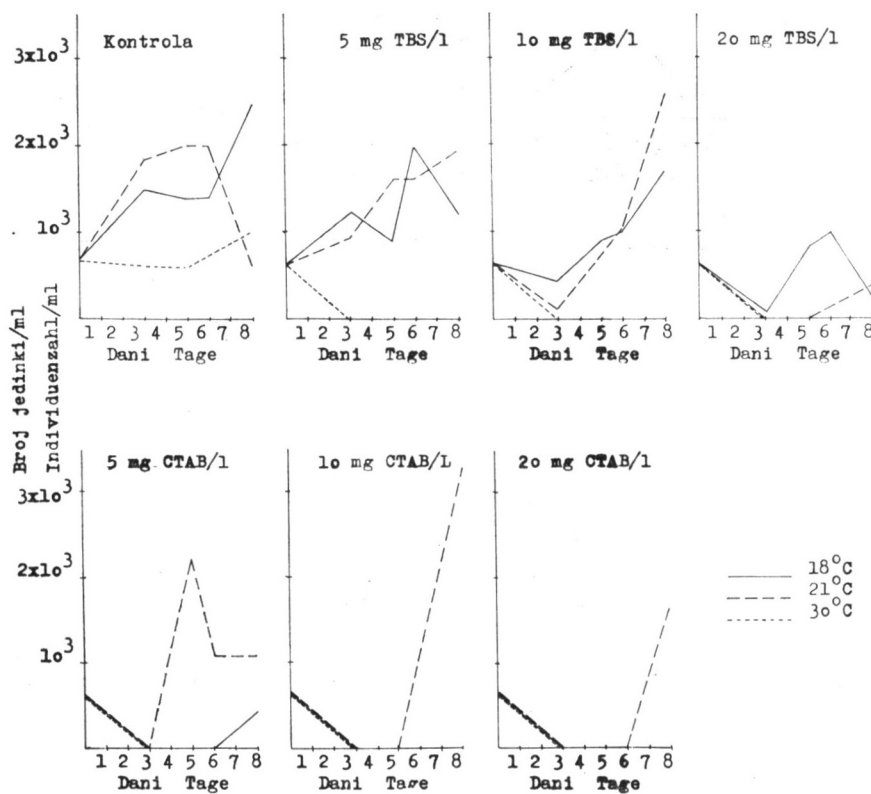
Na sl. 3. prikazano je i djelovanje CTAB-a. Ova kationaktivna detergencija djeluje nepovoljno na odvijanje sukcesija pri svim temperaturnim vrijednostima. Na temperaturama vode 18°C i 30°C sve su testirane koncentracije letalne, a na temperaturi 21°C pojavljuju se samo dvije vrste (sl. 6). Djelovanje TBS-a i CTAB-a na promjene strukture faune cilijata tijekom 8 dana u laboratorijskim uvjetima pri temperaturama vode 18°C, 21°C i 30°C.

U prethodnom poglavlju obrađeno je djelovanje TBS-a i CTAB-a na razvitak faune cilijata na različitim podlogama i pri različitim temperaturama. Analiziran je samo ukupan broj cilijata bez obzira na kvalitativni sastav. U ovom poglavlju nastoji se utvrditi djelovanje TBS-a i CTAB-a na kvalitativni sastav faune cilijata, tj. analizirat će se utjecaj ispitivanih detergencija na razvitak populacija pojedinih vrsta ili rodova u vremenskom slijedu od prvog do osmog dana pokusa.

Podloga: Otopina peptona (50 mg/l)

Na sl. 4. prikazano je djelovanje TBS-a i CTAB-a na kvalitativnu strukturu cilijata na podlozi peptona pri različitim temperaturnim vrijednostima.

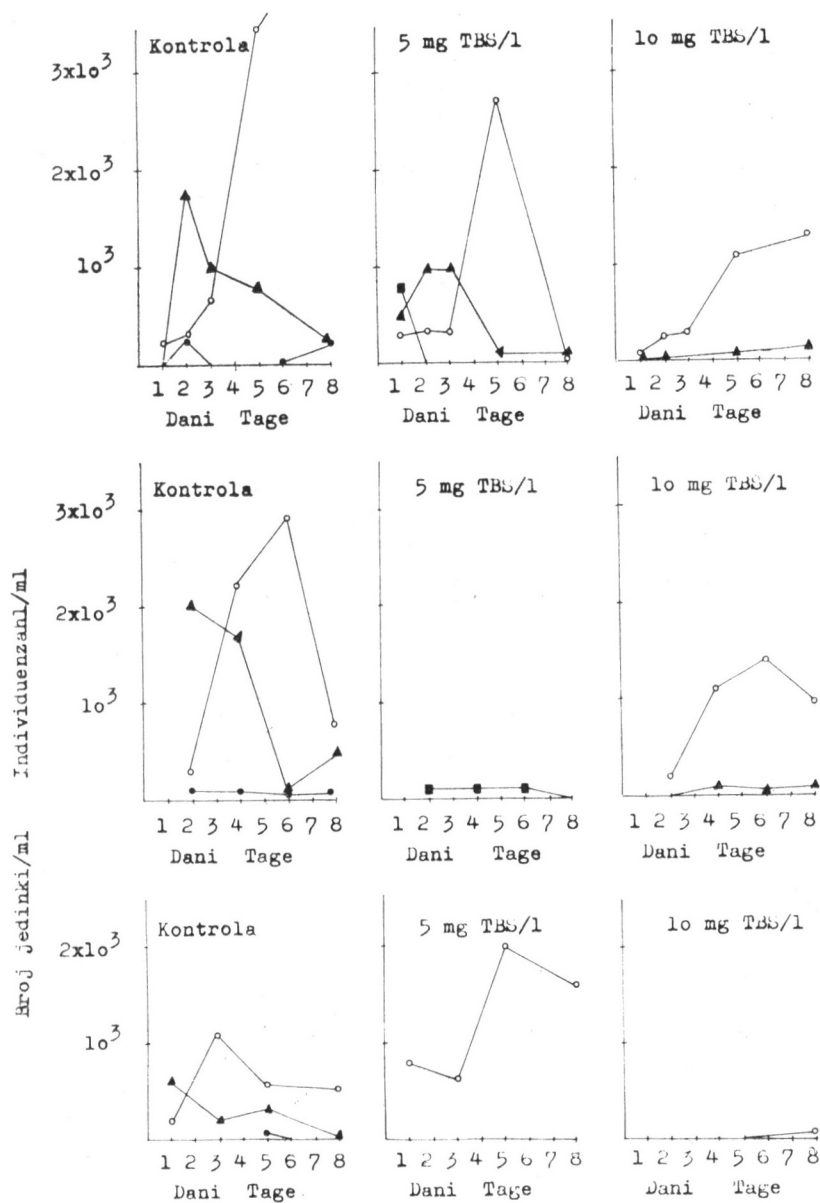
U kontrolnoj epruveti bez dodatka detergencija pri temperaturi od 18°C uzete su u obzir tri vrste: *Aspidisca costata*, te jedna vrsta iz roda *Lionotus* i jedna vrsta iz porodice Oxytrichidae. U kontrolnoj epruveti vrsta *Aspidisca costata* pojavljuje se na početku i na kraju pokusa. Vrsta iz roda *Lionotus* pokazuje eksplozivni razvoj na početku pokusa, a zatim se prema kraju pokusa smanjuje gustoća njezine populacije. Vrsta iz porodice Oxytrichidae pokazuje neprestano povećavanje gustoće populacije od prvog do posljednjeg dana pokusa.



Sl. 3. Djelovanje TBS-a i CTAB-a na dinamiku ukupnog broja ciliata (broj jedinki/ml) u vodi s škrobom tijekom 8 dana pri temperaturama 18°C, 21°C i 30°C

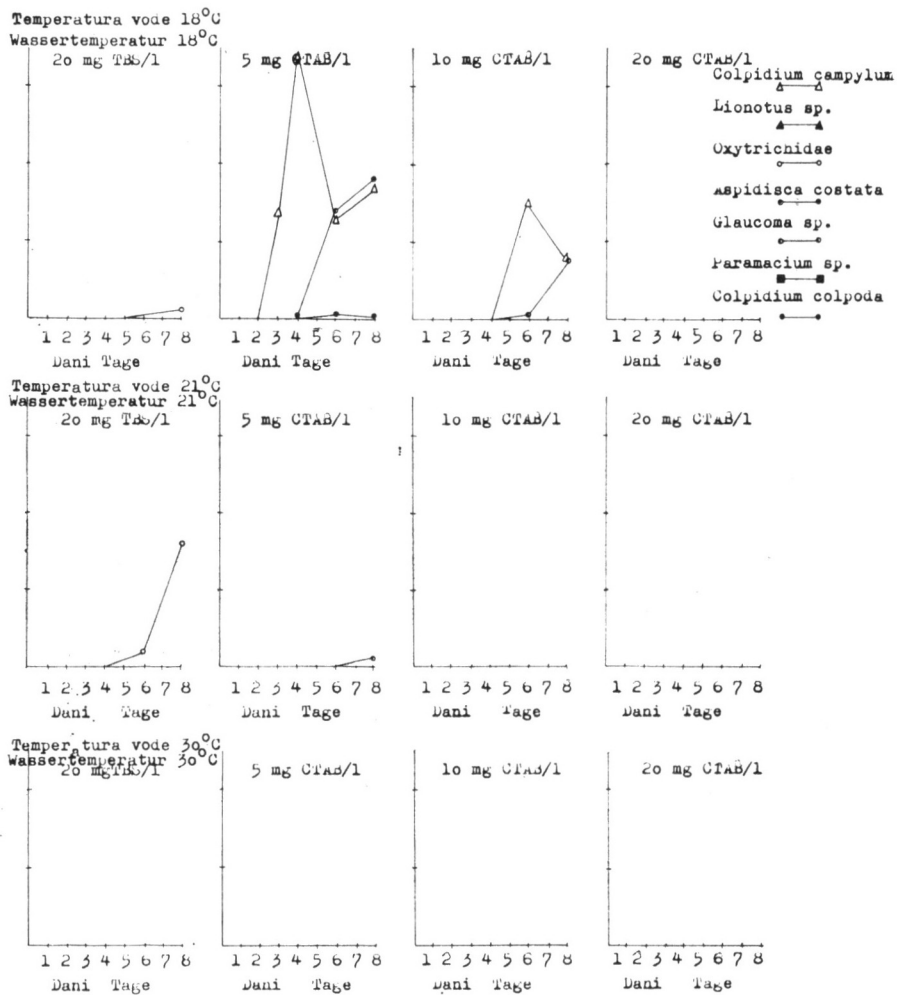
Abb. 3. Wirkung von TBS und CTAB auf Dynamik der Gesamtzahl der Ziliaten (Individuenzahl/ml) im Versuchswasser mit Stärke während 8 Tage unter Temperaturbedingungen 18°C, 21°C und 30°C

Koncentracija TBS-a od 5 mg/l pri temperaturi od 18°C već djeluje inhibitorno, smanjuje se eksplozivni razvoj vrste iz porodice Oxytrichidae, kao i vrste iz roda *Lionotus*. Vrsta *Aspidisca costata* uopće se ne pojavljuje. Koncentracije TBS-a od 10 mg/l također omogućuje razvitak samo vrstama



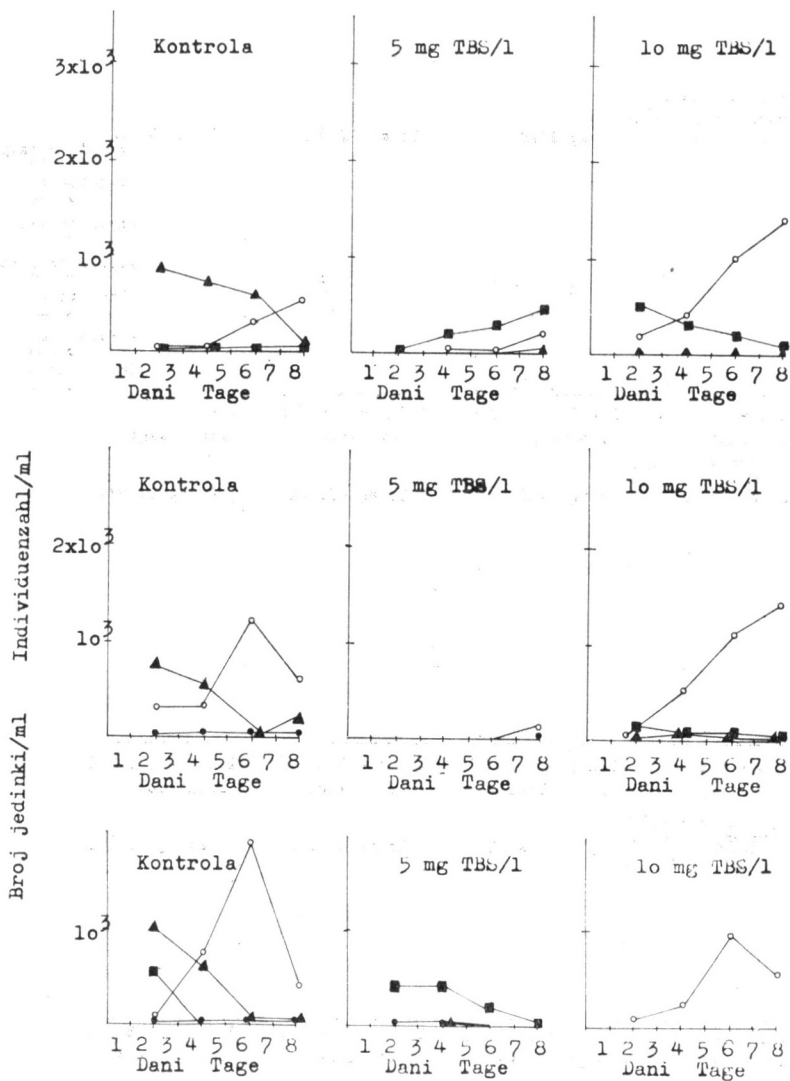
Sl. 4. Djelovanje TBS-a i CTAB-a na dinamiku sukcesije cilijata u otopini

Abb. 4. Wirkung von TBS und CTAB auf die Dynamik der Ziliatensukzession in Pepton-

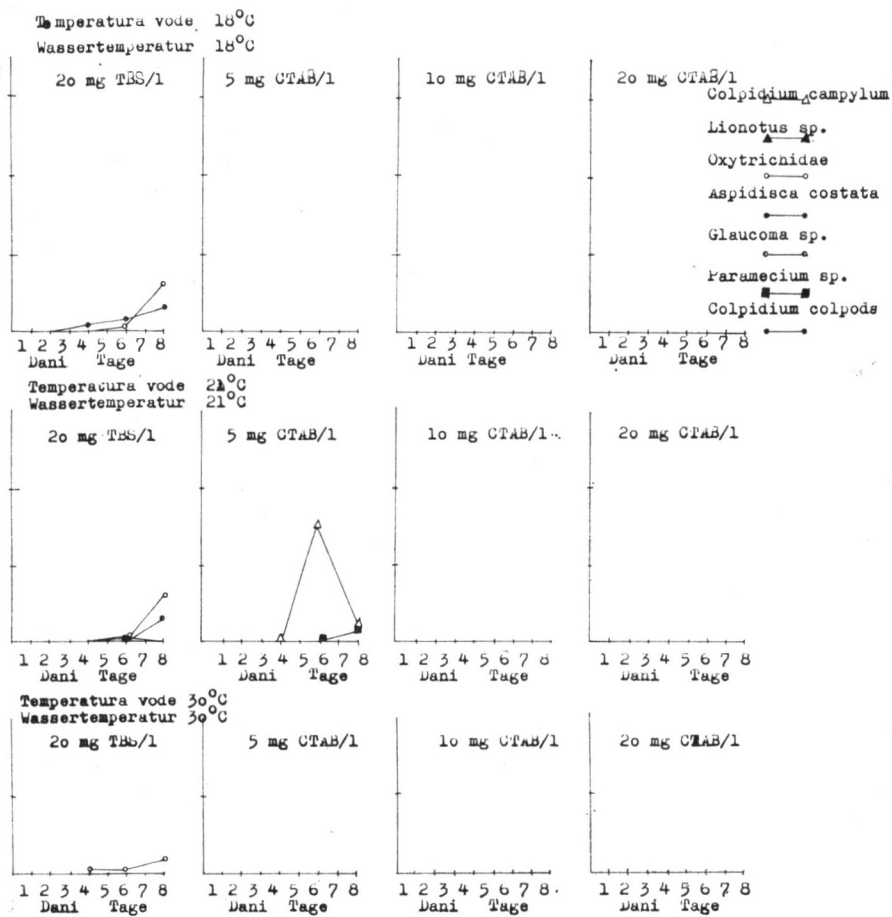


peptona (50 mg/l) tijekom 8 dana pri temperaturama 18°C, 21°C i 30°C

lösung (50 mg/l) während 8 Tage unter Temperaturbedingungen 18°C, 21°C und 30°C



Sl. 5. Djelovanje TBS-a i CTAB-a na dinamiku sukcesija cilijata u otopini gli-
 Abb. 5. Wirkung von TBS und CTAB auf die Dynamik der Ziliatensukzession in Glukose-



koze (50 mg/l) tijekom 8 dana pri temperaturama 18°C, 21°C i 30°C

lösung (50 mg/l) während 8 Tage unter Temperaturbedingungen 18°C, 21°C und 30°C

iz roda *Lionotus* i iz porodice *Oxytrichidae* (u obzir su uzete samo vrste koje smo mogli identificirati kao predstavnike roda *Lionotus* i porodice *Oxytrichidae*). Porast gustoće populacije veoma je mali u odnosu na prethodnu koncentraciju TBS-a. Koncentracija TBS-a od 20 mg/l omogućuje tek pojavu vrsta iz porodice *Oxytrichidae* pri kraju pokusa.

Na istoj sl. 4. prikazano je i djelovanje CTAB-a. CTAB djeluje na sukcesiju cilijata u otopini peptona sasvim drugačije nego TBS. CTAB omogućuje u koncentraciji od 5 mg/l razvoj novim vrstama: *Colpidium campylum* i jednoj vrsti iz roda *Glaucoma*. Toksično djelovanje još je uočljivije pri višim koncentracijama. Npr., ovaj kationaktivni tensid u koncentraciji od 20 mg/l djeluje letalno za sve cilijate.

Sukcesija cilijata pri temperaturi od 21°C u kontrolnoj epruveti pokazuje otprilike isti kvalitativni sastav i vremensku dinamiku kao i pri 18°C (sl. 4). Toksično djelovanje TBS-a pri ovoj temperaturi je smanjeno, što znači da je viša temperatura vode optimalnija za razvitak faune cilijata (antagonistički odnos temperature vode prema toksičnom djelovanju TBS-a).

Toksično djelovanje CTAB-a na faunu cilijata je 100%, jer se samo pri koncentraciji od 5 mg/l pojavljuju dvije vrste u vrlo malom broju jedinki, i to: vrsta *Colpidium campylum* i vrsta iz roda *Glaucoma*. Obje vrste pojavljuju se tek pred kraj pokusa. Ostale testirane koncentracije CTAB-a od 10 i 20 mg/l djeluju 100% inhibirajuće.

Na istom grafikonu prikazana je i kvalitativna struktura faune cilijata u otopini peptona koja se razvija na temperaturi od 30°C. U kontrolnoj epruveti vidljivo je da je temperatura vode ograničavajući faktor razvitka sukcesije. Pri ovoj temperaturi toksično djelovanje obje testirane detergencije dolazi do izražaja kod svih ispitivanih koncentracija (sl. 4).

Podloga: Otopina glukoze

Na sl. 5. prikazano je djelovanje TBS-a i CTAB-a na faunu cilijata koja se razvija na podlozi glukoze.

U odnosu na otopinu peptona sukcesija u otopini škroba odvija se u kvalitativnom i kvantitativnom pogledu znatno slabije. Na temperaturi vode od 18°C u kontrolnoj epruveti, osim vrste *Aspidisca costata* i vrsta iz roda *Lionotus* i porodice *Oxytrichidae*, pojavljuju se vrste iz roda *Paramecium*. U ovoj pokusnoj epruveti, vrsta iz roda *Lionotus* smanjuje svoju gustoću populacije što pokus vremenski dalje odmiče, a vrsta iz porodice *Oxytrichidae* povećava gustoću svoje populacije. Vrste roda *Paramecium* pojavljuju se na početku pokusa a vrsta *Aspidisca costata* na kraju. Pod utjecajem TBS-a u koncentraciji od 5 mg/l i pri temperaturnim vrijednostima od 18°C dominira vrsta iz roda *Paramecium* tijekom čitavog pokusa. Vrste iz roda *Lionotus* i porodice *Oxytrichidae* pojavljuju se tek pred kraj pokusa. Koncentracija TBS-a od 10 mg/l pri istoj temperaturi omogućuje razvitak i dominaciju vrstama iz roda *Oxytrichidae*. Pri koncentraciji TBS-a od 20 mg/l pojavljuju se pred kraj pokusa samo vrste porodice *Oxytrichidae* i vrsta *Colpidium colpoda*. Na 18°C kationaktivna detergencija CTAB djeluje 100% inhibitorno na odvijanje sukcesije cilijata na podlozi glukoze. Slično djelovanje testiranih detergencija na odvijanje sukcesija utvrdili smo i pri temperaturama od 21°C.

Na temperaturi vode od 30°C fauna cilijata pokazuje najbolji rast na podlozi glukoze u kontrolnoj epruveti. Vrste iz rodova *Paramecium* i *Lionotus* dominiraju na početku pokusa, a vrste iz porodice *Oxytrichidae* na njegovom kraju. Inhibicijsko djelovanje TBS-a u koncentracijama 10 i 20 mg/l omogućuje još samo razvitak vrstama iz porodice *Oxytrichidae*. CTAB djeluje na temperaturi od 30°C letalno u svim ispitanim koncentracijama za faunu cilijata.

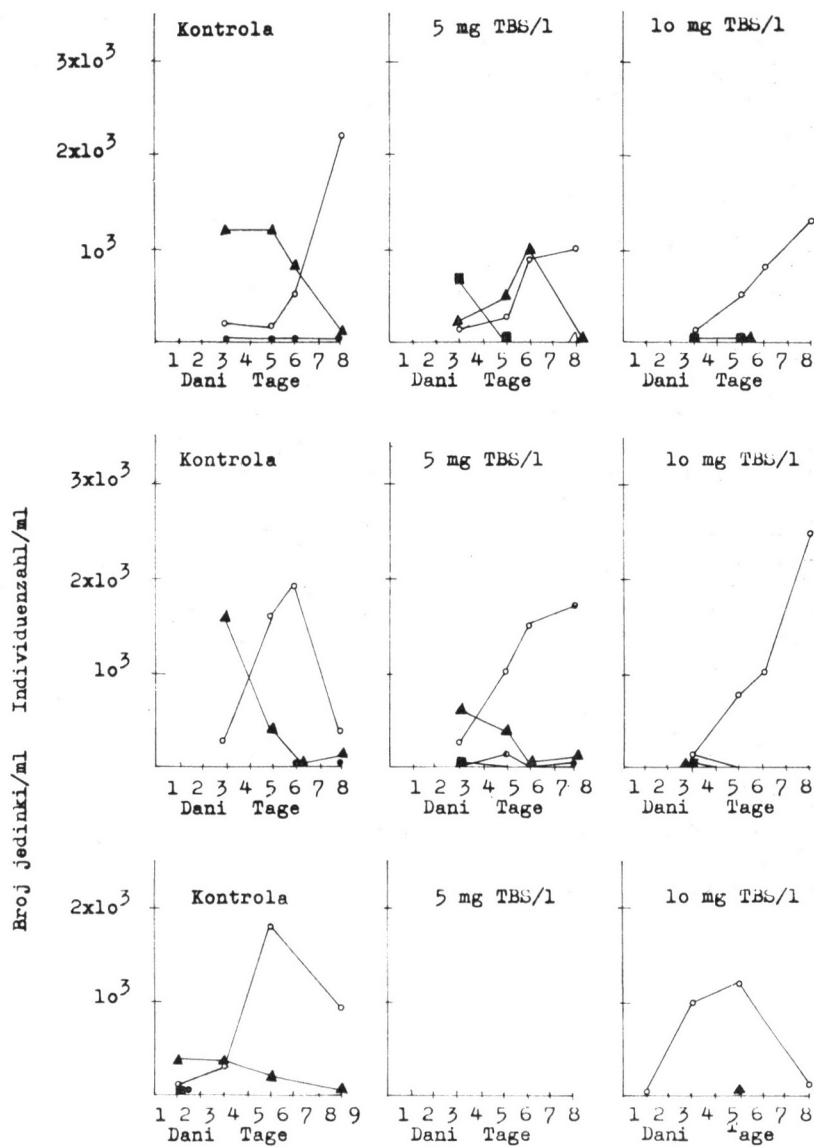
Podloga: Otopina škroba (50 mg/l)

Na sl. 6. prikazani su kvalitativni i kvantitativni odnosi u strukturi zajednice cilijata i odvijanje dinamike sukcesije na podlozi s škrobom pod utjecajem različitih koncentracija TBS-a i CTAB-a i pri različitim temperaturnim vrijednostima.

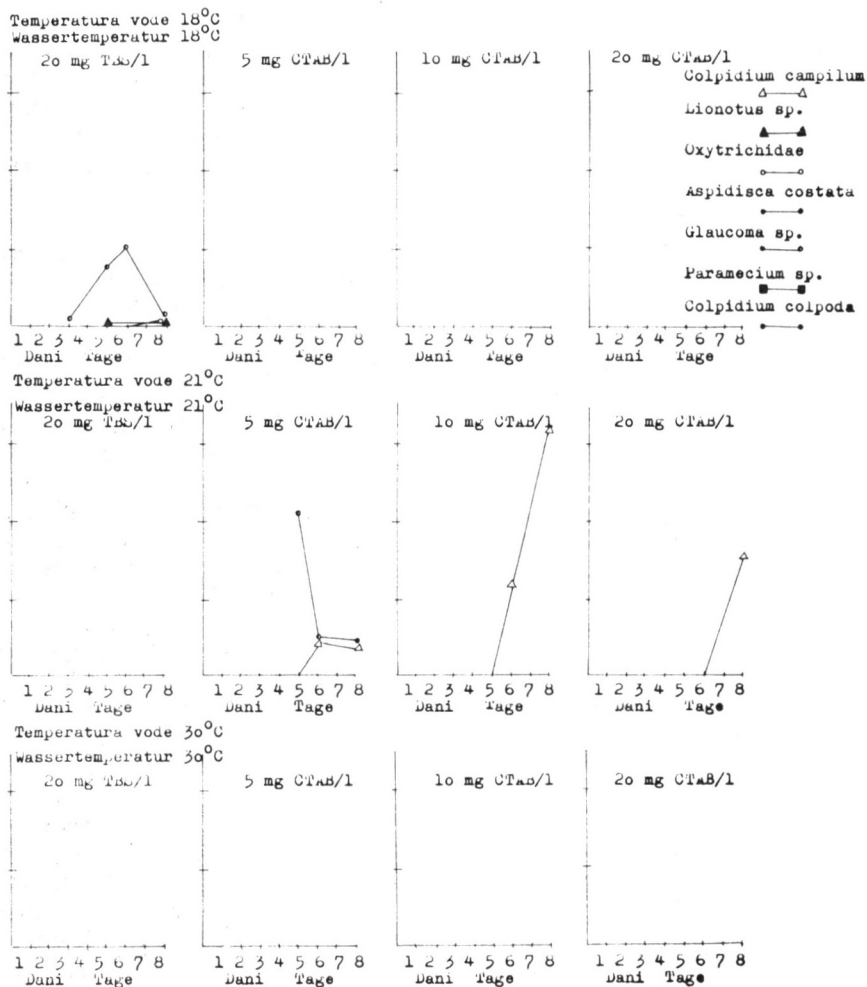
U svim kontrolnim epruvetama bez obzira na temperaturu jasno je vidljiv antagonistički odnos između vrsta iz roda *Lionotus* i porodice *Oxytrichidae*. Koncentracija TBS-a od 5 mg/l na temperaturi od 18°C inhibira djelomično eksplozivni rast vrsta iz porodice *Oxytrichidae*, što pak omogućuje porast gustoće populacija roda *Lionotus*. Prateće vrste u sukcesiji jesu vrste iz roda *Paramecium*, vrsta *Aspidisca costata*, vrsta *Colpidium colpoda*, vrsta *Colpidium campylum* i jedna vrsta iz roda *Glaucoma*. Na 18°C koncentracija TBS-a od 10 mg/l isključuje razvitak vrsta iz rodova *Lionotus* i *Paramecium*, te dolazi, kao i uvijek, do dominacije vrsta iz porodice *Oxytrichidae*. Pri koncentraciji TBS-a od 20 mg/l dominira jedna vrsta iz roda *Glaucoma* na račun prethodne dvije vrste. CTAB — na temperaturi od 18°C djeluje 100% inhibirajuće (sl. 6).

Vrlo slične odnose u kvalitativnoj strukturi i odvijanju sukcesije nalazimo i pri temperaturi vode od 21°C za TBS. CTAB na ovoj temperaturi vode djeluje jako selektivno, jer se ponovo pojavljuje samo vrsta *Colpidium campylum* kod svih testiranih koncentracija.

Na temperaturi vode od 30°C vidljivo je izraženo inhibicijsko djelovanje obje testirane detergencije zbog sinergističkog odnosa temperature vode i inhibitornog djelovanja ispitivanih detergencija.



Sl. 6. Djelovanje TBS-a i CTAB-a na dinamiku sukcesije cilijata u otopini
 Abb. 6. Wirkung von TBS und CTAB auf die Dynamik der Ziliatensukzession in Glukose-



škroba (50 mg/l) tijekom 8 dana pri temperaturama 18°C, 21°C i 30°C

lösung (50 mg/l) während 8 Tage unter Temperaturbedingungen 18°C, 21°C und 30°C

DISKUSIJA I ZAKLJUČCI

Za naša ispitivanja koristili smo se prirodnim populacijama cilijata iz perifitona jednog potoka Medvednice kod Zagreba, koji je onečišćen otpadnim vodama domaćinstava prigradskih naselja.

Prijašnja istraživanja (Žarić, 1975) pokazuju da je taj dio potoka snažno zagađen otpadnim vodama koje sadrže, pored velike količine organskih tvari (29—30 mg KMnO_4/l), i anionaktivne detergencije određene kao mg TBS/l (0,62—0,73 mg/l). Stoga je svrha rada bila utvrđivanje: koje bi posljedice imale sintenske detergencije za razvitak zajednice cilijata u perifitonu onečišćenih kopnenih površinskih voda. Pošto se u laboratoriju nikada ne mogu potpuno imitirati prirodni uvjeti života, izvedeni zaključci predstavljaju samo izvjesne pretpostavke o djelovanju i posljedicama koje bi imale sintetske detergencije u prirodnim uvjetima.

U laboratorijskim modelskim ispitivanjima prenijeta zajednica perifitona razvijala se na tri različite podloge, otopini peptona, glukoze i škroba na tri različite temperaturne vrijednosti i pod utjecajem tri različite koncentracije TBS-a i CTAB-a.

U kontrolnim epruvetama (bez kontaminacije s detergencijama) dominiraju vrste iz roda *Lionotus* i porodice *Oxytrichidae*. Njihova dominacija u sukcesiji tijekom 8 dana ima antagonistički odnos, tj. u prvim danima pokusa dominiraju vrste iz roda *Lionotus*, a zatim se pojavljuju vrste iz porodice *Oxytrichidae* (sl. 4, 5. i 6).

Prateća je vrsta u sve tri otopine *Aspidisca costata*. U kvantitativnom pogledu, tj. u zastupljenosti ukupnog broja jedinki, podloga s peptonom djeluje najoptimalnije, a podloga s glukozom daje pak najoskudnije životne uvjete za odvijanje sukcesija u našim modelskim ispitivanjima.

Povišene temperature, prema našim rezultatima, djelovale bi inhibirajuće, posebno za vrste roda *Lionotus* koje su se pojavile u našim pokusima. Na sve tri vrste podloge temperatura od 30°C usporava razvoj cilijata. Iz ovoga slijedi zaključak da bi termalni efekt povišenih temperatura u recipjentima imao značajne posljedice po razvitak obraštajnih cilijata.

Rezultati o djelovanju testiranih detergencija TBS-a i CTAB-a u usporedbi s kontrolama (sukcesijama koje su se odvijale u otopinama koje nisu bile kontaminirane) pokazuju koliko TBS i CTAB u različitim koncentracijama djeluju nepovoljno na razvitak zajednice cilijata u otopini glukoze, peptona i škroba pri temperaturnim vrijednostima 18°C, 21°C i 30°C. Na sve tri vrste podloge kationaktivna detergencija CTAB djeluje mnogo toksičnije nego anionaktivna TBS. Kod jednog i drugog tensida inhibitorno djelovanje postaje očitije što je temperatura vode viša. Inhibirajuće djelovanje testiranih detergencija očituje se u smanjenju ukupnog broja, pojavi samo jedne dominantne vrste (vrste iz porodice *Oxytrichidae*), pojave eksplozivnog razvoja onih vrsta koje su u kontrolnim epruvetama bez dodatka detergencija bile samo prateće vrste (*Glaucoma scintilans*, *Colpidium colpoda* i vrste iz roda *Paramecium*). Ovo sinergističko djelovanje temperature vode i kontaminacije voda detergencijama neobično je značajno za termičke poremećaje u površinskim vodenim ekosistemima u koje se uvode zagrijane vode industrijskih postrojenja.

Naša istraživanja i dobiveni rezultati imaju preliminarni karakter, jer je ova vrlo složena problematika obrađena u ovom radu na najjednostavniji mogući način. Zbog poteškoća u determinaciji cilijata, mnoge vrste koje su se pojavljivale u sukcesiji nisu uzete u obzir. Nadalje, testirane su samo dvije detergencije i to one najtoksičnije i koje su teško razgradljive (zbog lakšeg održavanja stalnih koncentracija tijekom pokusa). Isto tako, u radu se iznose samo činjenice o utjecaju različitih koncentracija detergencija na kvalitativne i kvantitativne promjene u sukcesiji tijekom 8 dana, a nisu uzete u obzir promjene koje se dešavaju u pogledu fizičko-kemijskog sastava životnog medija u pokusnoj epruveti. Svakako da možemo s velikom sigurnošću pretpostaviti da različite koncentracije testiranih detergencija djeluju na sukcesivne promjene životnog medija, što je i prema istraživanjima B i c k-a glavni pokretač sukcesija.

Na temelju dobivenih rezultata mogu se izvesti i zaključci da se unutar ovakve laboratorijske sukcesije razvijaju vrlo složeni intraspecijski i interspecijski odnosi među vrstama cilijata.

Naša dalja istraživanja bit će usmjerena na detaljnije razrađivanje ove problematike iz područja ekologije zajednica cilijata u perifitonu kopnenih površinskih voda.

LITERATURA

- Bick, H. (1958): Die Beeinflussbarkeit der Zellstoffzersetzung und der sich entwickelnden Ciliatenfauna durch Zugabe anorganischer Düngemittel zum Versuchswasser. Arch. Mikrobiol. 29: 311—338.
- (1964): Die Sukzession der Organismen bei der Selbstreinigung von organisch verunreinigtem Wasser unter verschiedenen Milieubedingungen. — Düsseldorf: Min. Ernährung, Landwirtsch. u. Forsten des Landes Nordrhein-Westf., 139 pp.
- (1966): Ökologische Untersuchungen an Ciliaten des Sabrobiensystems I. Beitrag zur Autökologie von *Cyclidium citrullus*, *Glaucoma scintillans*, *Lionotus lamella* und *Paramecium caudatum*. Int. Revue ges Hydrobiol. 51: 489—520.
- (1967): Vergleichende Untersuchungen der Ciliatensukzession beim Abbau von Pepton und Cellulose (Modellversuche). Hydrobiologia 30: 353—373.
- (1973): Population dynamics of Protozoa associated with the decay of organic material in fresh water. Amer. Zool. 13: 149—160.
- Beneden, G. (1952): Aspect biologique du problem de detergents dans les eaux usees. Bull. Centre Belge des Eaux 17: 23—28.
- Curds, C. R., Cockburn, A. (1969): Protozoa in biological sewage-treatment process II. Protozoa as indicators in the activated sludge process. — Water Resarch 4: 237—249.
- Habdija, I. (1975): Djelovanje sastavnih komponenti detergenata na ponašanje, mortalitet i oštećenje škrge ličinki vrste *Rhyacophila fasciata* Hag. (Trichoptera). Glas. Repub. zavoda zašt. prirode — Prirodnjačkog muzeja Titograd, 8: 51—59.
- Kahl, A. (1935): Urtiere oder Protozoa I: Wimpertiere oder Ciliata. Die Tierwelt Deutschlands (edicija) I, Jena.

- Legner, M. (1975): Concentration of Organic Substances in Water as a Factor Controlling the Occurrence of Some Ciliate Species. *Int. Revue ges. Hydrobiol.* 60: 5, 639—654.
- Sierp, F., Thiele, H. (1954): Die Einfluss von grenzflächenaktiven Substanzen auf die Abwasserreinigung und auf die Selbstreinigung der Flüsse. *Vom Wasser* 21: 197—246.
- Žarić, M. (1975): Terenska i laboratorijska istraživanja o utjecaju detergencija na ekološke faktore i saprobiološke procese u potocima zagrebačke regije. Magistarski rad, Sveučilište u Zagrebu, 1—91.

Ivan HABDIJA und Biserka PRIMC

EINFLUSS EINER DETERGENZIEN AUF DIE ENTWICKLUNG DER ZILIATENSUKZESSION UNTER LABORATORISCHEN MILIEUBEDINGUNGEN

Zusammenfassung

Die natürliche Ziliatenfauna des Periphyton von eines Baches neben Zagreb, das durch häusliches Abwasser belastet wird, wurde in unseren Modellversuche als Impfmateriel gedient. Die voriegen Untersuchungen (Žarić, 1975) zeigen, dass dieser Teil des Baches durch Abwasser, das ausser organischen Substanzen (KMnO_4 -Verbrauch 29—30 mg/l) und anionenaktive Detergenzien in sich enthaltet, sehr verunreinigt wurde.

Zum Zweck der Untersuchungen der Beeinflussung von Detergenzien TBS und CTAB in Konzentrationen 5, 10 und 20 mg/l auf die Ziliatenfauna des Periphytons, haben wir die Modellversuche im Labor unter verschiedenen Temperaturbedingungen 18°C, 21°C und 30°C ausgeführt. Die Ziliatensukzession entwickelt sich ohne Belüftung und unter Beleuchtung von 8 000 Lux in Versuchswasser (Leitungswasser) nach Zugabe Pepton, Glukose und Stärke in Konzentration von 50 mg/l.

Im Kontrolle (Die Modellversuche ohne Kontamination durch Detergenzien) dominieren die Arten der Gattung *Lionotus* und die Arten der Familie *Oxytrichidae*. Ihre Domination in der Sukzession während 8 Tage hat ein antagonistisches Verhältnis d. h. in ersten Versuchstagen überwiegen die Arten der Gattung *Lionotus* und gegen Ende der Versuchszeit überwiegen die Arten der Familie *Oxytrichidae*.

Als Begleitungsart stellten wir in allen 3 Versuchswassertypen (Pepton, Glukose und Stärke) *Aspidisca costata* fest. Die Ziliatenbesiedlung zeigt nach unsere Untersuchungen die beste Entwicklung im Versuchswasser mit Pepton und im Versuchswasser mit Glukose hinsichtlich der Organismenzahl zeigt die Ziliatenfauna eine schwächere Sukzessionsgang.

Hinsichtlich der Wassertemperatur haben wir festgestellt, dass die höheren Temperaturwerte, besonders für die Arten der Gattung *Lionotus* hemend werden.

Die Ergebnisse über die Wirkung von Detergezien TBS und CTAB zeigen, dass die beide in Konzentrationen von 5, 10 und 20 mg/l wirken hemend auf die Dynamik der Ziliatensukzession. Diese hemende Wirkung wird je sichtlicher desto die Wassertemperatur höher ist.

Nach unsere Ergebnisse wirkt die kationenaktive Detergenzien (CTAB) toxischer als anionenaktive TBS.

Die toxische Wirkung äussert sich durch die Verminderung der Individuenzahl, durch die Erscheinung nur eine dominierende Art, und durch die Erscheinung der Entwicklung der Population der Arten, die im Kontrolle nur Begleitungsarten waren.