



Naučni i stručni radovi

Korelacija dinamike razvoja planktonskih Cyanophyta i Cladocera

T. Treer

U posljednjem desetljeću istraživanja planktonskih organizama u našoj Republici su postala dosta brojna. Ona se uglavnom provode u dva pravca. Jedan je u sklopu ekoloških istraživanja otvorenih voda, uglavnom jezera i hidro akumulacija (Habdija, 1978; Habeković, Debeljak, 1973; Mišetić, Marko, 1979; Pavletić, Matoničkin, Maloseja, Habdija, 1974 i dr.), a drugi s ciljem povećanja ihtioproductivnosti u ribnjacima (Bralić, 1973; Debeljak, 1973, 1978, 1981; Mišetić et al., 1977 i dr.). Sva ova nastojanja daju bogatu sliku o zastupljenosti vrsta fito i zooplanktonskih organizama u našim vodama, te o njihovim ekološkim potrebama.

Ovo istraživanje provedeno je s ciljem da se ne zadovolji samo ustanovljavanjem kvalitativnog sastava planktonskih organizama i njihove kvantitativne dinamike, nego da se utvrde i statičke korelacije u razvoju pojedinih skupina, što bi nam omogućilo da bolje upoznamo njihove međusobne odnose. U fokus ovog rada uzeti su planktonski entomostraka iz podreda **Cladocera**, zato jer su jedna od najvažnijih grupa u ishrani planktonofagnih riba (Popovska—Štanković, 1958), te zbog njihove gotovo redovite dominacije u biomasi zooplanktona (Janković, 1966; Kochan, 1971).

PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

Park Maksimir nalazi se na samo tri kilometra od centra Zagreba, Trg Republike, a u njegovom sklopu smještena su i tri tzv. jezera. Taj pojam treba uzeti uvjetno, jer se gledano sa stanovišta limnologijske klasifikacije, radi u stvari o zapuštenim ribnjacima. Prema Provedbeno urbanističkom planu parka Maksimir (1981) planovi za revitalizaciju jezera su veliki. Uz neophodno preuređenje prva tri jezera (čiji su planktonski rašljoticalci predmet našeg istraživanja), namjerava se revitalizirati i četvrto i peto jezero, a uz to stvoriti još dva nova na sjeverozapadu parka.

Mr inž. Tomislav Treer, predavač, Istraživačko-razvojni centar za ribarstvo Fakulteta poljoprivrednih znanosti, Zagreb.



Prvo jezero (sl. 1) okružuje Zoološki vrt, površine je 1,5 ha, a dubine 1—2 m. Ono ima obzidane obale i betonsko dno, tako da nema uvjeta za razvoj makrovegetacije. Vodom se snabdjeva iz Drugog jezera, koje je manje (0,6 ha) i pliće (0,5—1,5 m), te je u njemu dobro razvijena meka podvodna flora. Voda u nj dotječe krakom potoka Bliznec, najznačajnijim snabdjevačem maksimirskih jezera, površine hidrografskog sliva od 1.250 ha. Treće jezero je nešto udaljenije i vrlo slabo opskrbljeno vodom iz malog potoka Piškornica, koji ljeti presušuje, a u njega se izlijevaju i otpadne vode uzvodnog naselja Požarinje, koje nema kanalizaciju. Površinski, ovo je jezero najveće (2 ha) i najdublje (1—4 m). Na nekoliko mjesta u priobalnom dijelu razvijena je gusta vegetacija tvrde flore.

METODIKA RADA

Istraživanja su vršena u periodu od jedne godine (rujan 1980—kolovoz 1981). Uzorci vode i planktona sabirani su istovremeno sa tri postaje na svakom jezeru, a obrađivani zajedno za svako jezero, tako da bi se dobila što reprezentativnija slika. Skupljanja su vršena sredinom svakog mjeseca, pa je vremenski raz-

mak između svih uzorkovanja bio podjednak. Kemijske analize vode vršene su standardnim titracijskim metodom, te pomoću električnog kolorimetra. Kvantitativni uzorci planktona uzimani su baždarenom posudom i zatim, profiltrirani kroz planktonsku mrežu br. 25, dok su kvalitativni uzorci uzimani direktno, potegom planktonske mreže. Materijal je odmah fiksiran 4% -tnim formalinom, te naknadno obrađivan. Ukupno su pregledana 74 snimka. U zimskom periodu, kada je broj račića malen, analizirani su kompletni uzorci, dok je za vegetacijskog perioda pregledavan dio dobro izmiješanog uzorka, te rezultati preračunati na 1 l vode. Najmanje moguće izmjereni volumen fitoplanktona u uzorku iznosio je 0,16 ml, što je zatim preračunato na količinu vode od 100 l. Samo sporadična pojava fitoplanktonskih organizama, u volumenu manjem od ova, nije mogla biti precizno izmjerena, te je zanemarena i označena kao 0,00 ml/100 l vode.

Determinacija vrsta kladocera vršena je po ključu Š r á m e k—H u š e k a (1954), te komparacijom s materijalima Istraživačko-razvojnog centra za ribarstvo iz Zagreba.

REZULTATI I DISKUSIJA

Temperatura vode varirala je od samo 1,1°C u siječnju, ispod leda, do maksimuma u srpnju i kolovozu, koji su dostizali do 22,6°C.

Konstantno najveće količine kisika zabilježene su u prvom jezeru, sa prosječnom godišnjom vrijednosti od 10,92 mg/l. Drugo (7,81) i treće (6,42) jezero, bili su na njemu signifikantno siromašniji. Sukladno antagonizmu kisika i slobodne ugljične kiseline (M a t o n i č k i n, P a v l e t i ć, 1966) najmanji godišnji prosjek količine CO₂ zabilježen je u prvom jezeru (7,29 mg/l), dok je ovaj u ostala dva jezera prelazio 13 mg/l.

Alkalinitet se među jezerima nije bitno razlikovao, a tijekom godine je varirao između 1,5 i 4,3 mval.

Za vrijeme cijelog istraživanja vrijednosti pH u svakom jezeru posebno, bile su vrlo stabilne, te su malo varirale. Međutim, između Prvog jezera (prosječna

vrijednost 8,19) i Trećeg (7,61) utvrđena je signifikantna razlika na 5% -tnom nivou. Prosječna vrijednost pH u Drugom jezeru bila je 7,88.

Vrijednosti utroška KMnO₄ pokazuju, da je organsko onečišćenje bilo najveće u Trećem jezeru (prosječno 39,40 ml/l). U Prvom jezeru ono je iznosilo 32,57 ml/l, a u Drugom 24,13 ml/l. S time u vezi je i koncentracija PO₄³⁻ iona, koja je u Trećem jezeru dosizala do 2,50 mg/l, dok je u ostala dva jezera bila osjetno niža; u Prvom do 1,15 mg/l, a u Drugom do 0,47 mg/l. I količina NH₄⁺ iona bila je najmanja u Drugom jezeru (do 0,12 mg/l), dok se u ostala dva jezera dizala do 0,36 mg/l.

Detaljna biološka istraživanja Maksimirskih jezera nisu obavljena, ali su se uz uzimanje uzoraka planktona vršila povremena opažanja. Tako se za riblji fond jezera može reći da je tipično ciprinidnog karaktera. U ihtiofauni dominiraju sitne vrste riba iz porodice **Cyprinidae**, kao klenovi (**Leuciscus sp.**), crvenperka (**Scardinius erythrophthalmus L.**), krkušica (**Gobio gobio L.**) srebrni karas (**Carassius auratus L.**), a zastupljen je i šaran (**Cyprinus carpio L.**). Od pratećih vrsta riba tu se nalazi grabljivica štuka (**Esox lucius L.**). Na nekim mjestima skriva se rak (**Astacus sp.**), a često je i zelena žaba (**Rana esculenta L.**).

U zooplanktonu, uz **Cladocera**, dosta su zastupljeni i veslonošci (**Copepoda**) iz porodice **Cyclopidae**, dok su među kolnjacima (**Rotatoria**) najzastupljeniji rodovi **Brachionus**, **Keratella** i **Rotifer**, te povremeno vrsta **Filinia longiseta (Eshrenberg)**. Iz bentosa često u planktonsku mrežu dospjevaju ličinke insekata **Chironomidae**, znatno rjeđe **Ephemerae**, dok se povremeno nalaze i primjerci dugoživaca (**Tardigrada**).

U fitoplanktonu apsolutno su dominantne **Cyanophyta**, i to vrsta **Microcystis aeruginosa Kg**, a samo povremeno dolazi do jačeg razvoja drugih vrsta, **Aphanizomenon flos — aquae L. Ralfs** ili **Anabaena schere-metiewi Elenk L. Chlor** se pojavljuju samo sporadično, te stoga i zanemarivo u ukupnoj masi fitoplanktona. Količinski razvoj **Cyanophyta** tijekom vegetacijskog perioda prikazan je u Tablici 1.

Tablica 1. Količine planktonskih **Cyanophyta** i **Cladocera** u istraživanom periodu, te njihovi korelacioni koeficijenti

Mj.	1. jezero				2. jezero				3. jezero			
	Cy ml/100 l	Bo ind/l	Da ind/l	Chy ind/l	Cy ind/l	Bo ind/l	Da ind/l	Chy ind/l	Cy ind/100 l	Bo ind/l	Da ind/l	Chy ind/l
IX	4,33	56,00	1,87	5,60	0,00	0,33	0,00	0,20	0,00	26,40	0,00	5,42
X	6,98	1540,98	2,93	0,03	0,00	17,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,02
III	0,58	5,00	0,00	0,00	0,16	2,75	0,00	0,00	0,85	5,66	0,00	0,47
IV	1,06	16,52	0,00	0,00	0,57	23,05	0,00	0,00	0,16	6,05	0,00	1,40
V	5,94	1277,61	0,00	4,83	0,49	65,47	1,24	9,89	0,00	23,30	0,00	1,37
VI	0,93	136,11	0,00	0,00	2,37	2332,44	0,00	2,38	1,24	632,50	0,55	4,45
VII	90,46	3304,80	6,80	0,00	0,00	1,56	0,00	4,67	0,93	18,82	0,00	0,00
VIII	5,23	300,11	2,06	0,00	0,44	23,83	0,00	0,00	0,00	2,06	0,00	0,00
		0,887	0,895	-0,187		0,959	-0,002	0,094		0,656	0,656	0,017

Cy = Cyanophyta

Bo = Bosminidae

Da = Daphniidae

Chy = Chydoridae

U istoj tablici prikazano je i brojčano kretanje **Cladocera** iz planktona, prema porodicama. Među **Bosminidama** nađena je samo vrsta **Bosmina longirostris** O. F. Müller, koja je i potpuno dominirala u zooplanktonu. Porodica **Daphniidae** bila je predstavljena vrstama **Moina rectirostris** Leydig, **Simocephalus vetulus** O. F. Müller i **Scapholeberis mucronata** O. F. Müller, te smo po jednim primjerkom vrsta **Scapholeberis kingi** Sars i **Daphnia longispina** O. F. Müller. Od predstavnika porodice **Chydoridae** nađene su vrste **Chydorus sphaericus** O. F. Müller, **Alona guttata** G. O. Sars, **Alonella excisa** Fischer, **Graptoleberis testudinaria** Fischer, te samo jedan primjerak vrste **Leydigia leydigii** Schoedler. Ovakva kvalitativna slika uglavnom se uklapa u onu iz drugih biotopa Jugoslavije i Srednje Evrope (Habdija et al. 1978; Kaminski 1979; Milovanović—Živković 1956, 1958; Pavlečić et al. 1974; Popovska—Stanković 1958; Pujin 1964; Strzelecki—Poltork 1971 i dr.).

Ko relacioni koeficijent (r) izračunat je za kretanje količine **Cyanophyta** i sve tri porodice **Cladocera** u svakom jezeru (Tabelica 1). Iz rezultata je vidljivo, da je vrsta **Bosmina longirostris** našla najpovoljnije uvjete za razvoj u Maksimirskim jezerima, te da potpuno dominira zooplanktonskom zajednicom. **Winner i Haney** (1967) naglašavaju da je za njeno proljetno pojavljivanje i razvoj važno zagrijavanje dubljih slojeva vode. U plitkim Maksimirskim jezerima ta osobina nije mogla doći do izražaja, nego je njen razvoj u sva tri jezera tijekom cijele godine uvjetovao razvoj **Cyanophyta**, što je vidljivo iz visokih korelacionih koeficijenata ($r = 0,887; 0,959$ i $0,656$ i brojnosti).

Uvjeti za razvoj porodice **Daphniidae** bili su znatno nepovoljniji, naročito u Drugom i Trećem jezeru, te su i njihovo pojavljivanje i brojnost bili znatno skromniji. Korelacioni koeficijenti iz Prvog i Trećeg jezera ($r = 0,895$ i $0,656$) ukazuju na povezanost njihovog razvoja s onim u **Cyanophyta**, no izostanak korelacije u Drugom jezeru ($r = 0,007$), te uopće mala brojnost i gotovo potpuna odsutnost u Drugom i Trećem jezeru ukazuju na nepovoljnost nekih drugih faktora za njihov razvoj u Maksimirskim jezerima. Uz to, male količine uočenih **Chlorophyta** zamjećene su uglavnom samo u Prvom jezeru, i to u ljetnim mjesecima, tako da bi one, a ne **Cyanophyta**, mogle biti presudne za razvoj porodice **Daphniidae**.

Porodica **Chydoridae** niti u jednom jezeru nije pokazala korelativan odnos prema razvoju **Cyanophyta** ($r = 0,187; 0,094$ i $0,017$). Kako je to uglavnom, bentoska porodica, tome mogu biti dva razloga. U njihovoj ishrani veliku ulogu imaju detritus i bakterije, te su manje zavisni od razvoja fitoplanktona. S druge strane, različito uvjetovane povremene turbulencije vode mogu ih u većim ili manjim količinama ponijeti u više slojeva vode, gdje zbog toga njihova količina ne mora biti uzročno povezana s ostalim zbivanjima u tom području. Time se mogu tumačiti i rezultati koje je u svom istraživanju postigao **Bralić, 1973**. On je ustanovio da na razvoj predstavnika porodica **Daphniidae** i **Bosminidae**, koje je našao u ribnjacima, povoljno djeluju kombinirana mineralna gnojiva, dok je vrsta

Chydorus sphaericus na njih indiferentna. Na osnovu ovoga istraživanja možemo tvrditi da je tome uzrok specifičan utjecaj bujnijeg razvoja fitoplanktona, kao posljedica gnojidbe, na razvoj vrsta iz pojedinih porodica podreda **Cladocera**.

ZAKLJUČAK

Na osnovu ovoga istraživanja ustanovljeno je sljedeće:

1. Razvoj planktonskih **Cyanophyta** vrlo povoljno utječe na razvoj porodice **Bosminidae** (vrsta **Bosmina longirostris**), što je izraženo visokim korelativnim koeficijentima u sva tri tzv. Maksimirska jezera ($r = 0,887, r = 0,959$ i $r = 0,656$).
2. Na porodicu **Daphniidae** razvoj modro—zelenih alga je donekle povoljno utjecao, međutim u znatno manjem opsegu, što se vidi iz njihove vrlo male brojnosti i različitih korelacionih koeficijenata ($r = 0,895, r = 0,007$ i $r = 0,656$).
3. Između razvoja **Cyanophyta** i porodice **Chydoridae** nije ustanovljena nikakva korelativna povezanost ($r = 0,187, r = 0,094$ i $r = 0,017$). To prije svega treba tumačiti specifičnim načinom ishrane i života ove porodice **Cladocera**.

ABSTRACT

CORRELATION OF DYNAMIC GROWTH OF PLANKTON CYANOPHYTA AND CLADOCERA

In the three small ponds of Maksimir's park a research has been carried out in order to mark out the statistical correlations in the development of planktonic Cyanophyta and certain Cladocera families.

The results obtained indicated favourable influence of Cyanophyta's development on the development of species *Bosmina longirostris* (O. F. Müller) from Bosminidae family. This fact can be proved by high correlation coefficients in all three ponds of Maksimir ($r = 0,887; r = 0,959$ and $r = 0,656$).

The blue-green algae's growth have some favourable influence on Daphniidae family, but only to a much smaller extent.

The fact can be proved by this family appearing in small number and having different correlation coefficients ($r = 0,895; r = 0,007$ and $r = 0,656$).

No correlation could have been ascertain between the growth of Cyanophyta and Chydoridae family ($r = 0,187; r = 0,094$ and $r = 0,017$). This can be explained by the peculiar nutritional requirements and ways of this Cladocera's family.

LITERATURA

- Bralić, V., (1973):** Dinamika zooplanktona u ribnjacima gnojenim umjetnim gnojivima, Izbor naučnih i stručnih radova Instituta za slatkovodno ribarstvo, 18—21.

- Debeljak, Lj., Marko, S., Habeković, D., (1973): Hidrobiološka ispitivanja ribnjaka i njihovo značenje za proizvodnju, Izbor naučnih i stručnih radova Instituta za slatkovodno ribarstvo, 1—11.
- Debeljak, Lj., (1978): Mogućnosti povišenja produktivnosti cipripidnih ribnjaka pomoću primjene mineralnih gnojiva, Savjetovanje uz 10. godišnjicu djelovanja INA-Petrokemijska u poljoprivredi.
- Debeljak, Lj., Mišetić, S., (1981): Djelovanje mineralnih gnojiva na razvoj planktona u laboratorijskim uvjetima, Ribarstvo Jugoslavije 36, (5), 102—107.
- Habdija, I., Tomec, M., Erben, R., (1978): Biological and Saprobic Examination of the Gravel Pit Adjacent to DOKI Site, Acta Bot. Croat., 37, 83—94.
- Habeković, D., Debeljak, Lj., (1973): Suвременa limnološka istraživanja akumulacionih jezera za ustanovljenje i eksploataciju njihovog produkcionog kapaciteta, Saopštenja IX kongresa JKVB.
- Janković, M., (1966): Dinamika brojnosti i biomase zooplanktona baražnog jezera kod Grošnice, Ekologija 1, 1—2, 77—107.
- Kaminski, Z. K., (1979): Nowe stanowiska rzadkiego w Polsce i Europie gatunku — Scapholeberis microcephala G. O. Sars (Cladocera, Daphniidae), Acta Hydrobiologica 21, 2, 205—210.
- Kiš, D., Šalat, D., (1981): Park Maksimir — Provedbeni urbanistički plan — Program uređenja i korištenja, Urbanistički institut SRH.
- Kochan, W., (1971): Przyczynki do znajomości zooplanktonu jeziora Hancza, Acta Hydrobiologica 13, 1, 117—131.
- Matoničkin, I., Pavletić, Z., (1966): Varijabilnost ekoloških faktora u biotopu termalnih voda i njihov utjecaj na razvoj biocenoza, Ekologija 1—2, 37—54.
- Milovanović, D., Živković, A., (1956): Limnološka ispitivanja baražnog jezera na Vlasini, Zbornik radova Instituta za ekologiju i biogeografiju 7, 5.
- Milovanović, D., Živković, A., (1958): Novi prilog proučavanju planktona produkcije u baražnom jezeru na Vlasini, Zbornik radova Biološkog instituta NR Srbije 2, 7.
- Mišetić, S., Marko, S., Novačić, Đ., (1977): Prikaz udjela prirodne i dodatne hrane na prirast šarana u šaranskom ribnjaku, Ribarstvo Jugoslavije 32, 5, 100—103.
- Mišetić, S., Marko, S., (1979): Zooplankton i njegov raspored u akumulacijskom jezeru Peruća, Drugi kongres ekologa Jugoslavije.
- Pavletić, Z., Matoničkin, J., Maloseja, Ž., Habodija, J., (1974): Odnos fitoplanktona i zooplanktona u akumulacijskim jezerima krškog područja zapadne Hrvatske, Acta Bot. Croat. 33, 147—162.
- Popovska—Stanković, O., (1958): Prilog kon poznavanje kladocerite od Dojranskoto ezero, Izdanija 2, 127—144.
- Pujin, V., (1964): Ispitivanje zooplanktonske produkcije Paličkog jezera, Zbornik Matice srpske za prirodne nauke, 25.
- Strzelecki, J., Potorak, T., (1971): The plankton of lake Gardno near the Baltic Sea during the summer season, Acta Hydrobiologica, 13, 3, 269—294.
- Šrámek—Hušek R., (1954): Perloočky—Cladocera, Klíč zvířenyČSR, 378—404, Naklada-telství československé akademie věd, Praha.
- Winner, R. W., Haney, J. F., (1967): Spatial and Seasonal Distribution of Planktonic Cladocera in a Small Reservoir, The Ohio Journal of Science, 67, 5, 274—288