

ODNOS FITOPLANKTONA I ZOOPLANKTONA  
U AKUMULACIJSKIM JEZERIMA KRŠKOG  
PODRUČJA ZAPADNE HRVATSKE

Mit deutscher Zusammenfassung

ZLATKO PAVLETIĆ, IVO MATONIČKIN, ŽIVANKA MALOSEJA  
i IVAN HABIJA

(Institut za botaniku i Institut za biologiju Sveučilišta u Zagrebu)

Primljeno 4. 9. 1973.

Uvod

Istraživanja planktona u kopnenim vodama Hrvatske općenito su malobrojna, a rezultati oskudni. Tome je razlog pomanjkanje lakustričkih biotopa u našoj Republici. Osim toga nije se poklanjala dovoljna pažnja istraživanjima planktona stajaćih voda na kopnu Hrvatske. Izuzevši već prilično davna istraživanja Krmpotičeva (1913, 1914) i Careva (1906) u Plitvičkim jezerima i nešto novija, ali vrlo općenita, istraživanja Emilija (1958) na istom području, jedva da se negdje ispitivao plankton u Hrvatskoj. Treba međutim reći da je izrađeno nekoliko magistarskih radova na Zagrebačkom sveučilištu, koje su obrađivale tu problematiku, ali još nisu objavljeni rezultati tih istraživanja, ili su objavljeni tek djelomično (Gucunski 1973).

Podizanjem većih ili manjih akumulacijskih jezera u svrhu energetskog iskorištavanja voda naglo se povećao broj lakustričkih biotopa u nas, pa su se time pružile nove mogućnosti za sistematska istraživanja planktona. Iako se radi o specifičnim biotopima, koji nisu tipično lakustrički, jer na njih u znatnoj mjeri utječu ulazne i izlazne tekuće vode, ipak su one mjesta u kojima se mogu provesti intenzivna planktološka istraživanja.

Osim ekoloških podataka što daje Žunjić (1971) za akumulacije rijeke Drine, objavljenih podataka o limnološkim istraživanjima u takvim objektima ima malo, iako su pojedine ekipe stručnjaka ispitivale neka od mnogobrojnih akumulacijskih jezera u našoj zemlji. O tome su izradili odgovarajuće elaborate s mnogobrojnim podacima, među kojima su

radovi o planktonu, ali ti prilozi dosad nisu pristupačni za javne znanstvene prosudbe i vrednovanja.

Stoga se u poduzetim planktonskim istraživanjima možemo osloniti samo na nekoliko radova koji obrađuju plankton nekih prirodnih luku-stričkih biotopa u Jugoslaviji. Naročito su u tom pogledu važni radovi koji obrađuju naš najveći i najzanimljiviji biotop — Ohridsko jezero. Prije svega to su mnogobrojni radovi iz područja zooplanktona makedonskih istraživača, koji se odnose na Ohridsko i Prespansko jezero, kao što su prilozi Serafimoska-Hadžišče (1954, 1958, 1959) i dr. Fitoplankton iz tog područja obrađuju Fott (1933), Jurilj (1954) i Kozarov (1954), a stanovite podatke za poznavanje planktona naših krajeva daju još Pevalék (1919), Živković (1967) Petković (1970) i dr. Sve je to plod nesistematskih istraživanja, tako da se na osnovi dosadašnjih rezultata ne može dobiti prava slika o sastavu i dinamici planktona u našim krajevima.

U ovome radu donosimo pregled sastava planktona u akumulacijskim jezerima u području Gorskog kotara, Omladinskog jezera i jezera Bajer, koji smo dobili u sklopu širih limnoloških istraživanja na tom području od 1970. do 1972. godine.

Za determiniranje planktonskih entomostraka najljepše zahvaljujemo kolegii T. Petkovskom iz Skopja.

## Metodika rada

Plankton se uzimao na šest postaja koje su uglavnom pokrivala čitavu plohu Omladinskog jezera. Gdje je bilo moguće, a to je bilo samo na dvije postaje, planktom se hvatao vertikalnim povlačenjem mreže, dok se na ostalim postajama s plitkom vodom filtrirala voda u količini od 50 litara. Jednom se za svakog posjeta povlačila mreža duž cijeloga jezera. U vrlo plitkom Bajeru plankton se uzimao jedino filtriranjem većih količina jezerske vode na pet postaja, koje su uglavnom pokrivala svu plohu jezera:

Obrađene postaje bile su:

Omladinsko jezero:

O<sub>1</sub> — ispod brane

O<sub>2</sub> — ispod kontrolne stanice

O<sub>3</sub> — ispod pumpne stanice

O<sub>4</sub> — središnji dio jezera

O<sub>5</sub> — na sjevernoj obali ispod alpske vikendice

O<sub>6</sub> — na početku jezera.

Jezero Bajer:

B<sub>2</sub> — vrbik na početku jezera

B<sub>3</sub> — na obali kod barake

B<sub>4</sub> — središnji dio jezera

B<sub>5</sub> — na suprotnoj obali od barake

B<sub>6</sub> — ispod brane.

Sve postaje na oba jezera bile su posjećene barem dva puta u godini, u jesen i proljeće, a u radu smo se služili čamcima, koje su nam stavili na raspolaganje pogoni hidroelektrane Vinodol na pojedinim jezerima uz upotrebu vlastitog izvanbrodskog motora.

Sakupljeni materijal prenesen je na obradu u Zagreb, u svježem stanju, naročito fitoplankton, a dio materijala bio je fiksiran razrijeđenim formalinom ili alkoholom.

## Rezultati i diskusija

Sakupljeni i determinirani planktonski materijal prikazan je na tabelama 1 i 2, za svako jezero posebno.

Na jednom i drugom jezeru ulovljeno je znatno više fitoplanktonskih od zooplanktonskih vrsta. Nazočne su skupine koje smo i očekivali u ovim lakustričkim biotopima. To su od fitoplanktona *Cyanophyta*, *Chrysophyta*, *Pyrrophyta* i *Chlorophyta*, a od zooplanktona *Protozoa*, *Branchiopoda*, *Ostracoda*, *Copepoda* i *Rotatoria*. Zanimljivo je da u sastav planktona zalaze i neke vrste koje nisu autohtono planktonske, nego su više vezane za bentos. Od biljnih predstavnika to su neke zelene i modrozelenne alge, a od hrisofita neke dijatomeje i nitaste heterozonte, te od životinja neki rakušci. To je i razumljivo, uzme li se u obzir da u ovim vodenim biotopima u znatnoj mjeri djeluje strujanje vode, bilo od voda koje ulaze u akumulaciju, ili od onih koje se ispuštaju u odvodne kanale. Osim toga opskrbeni potoci mogu ponijeti sobom bentoske organizme, koji se onda nađu u planktonu akumulacije. Općenito vodena turbulentna strujanja mogu odvojiti bentoske organizme od dna i izmiješati ih s drugim planktonskim organizmima.

Ipak osnovni sastav planktona u tim jezerima je tipičan za ustajale vode ovoga područja. Nešto veće sudjelovanje pokazuju mnogobrojne penatne dijatomeje. To je posljedica djelovanja opskrbenih voda koje imaju svojstva gorskih potoka i obiluju dijatomejskom florom. Osim toga postoje planktonske vrste koje se mogu stalno zapažati i najviše su zastupljene u tim jezerima. Takve su od biljaka *Microcystis flos aquae*, *Ceratium hirundinella*, *Diatoma vulgare*, *Navicula lanceolata*, *Synedra ulna*, *Fragilaria capucina*, *Chlorella vulgaris* i dr., a od životinja kolnjak *Asplanchna priodonta*, vodenbuha *Bosmina longirostris*, neki veslonošci i dr.

Također se može zapaziti da je na postajama koje su pod utjecajem ulaznih i izlaznih struja nađeno znatno manje organizama u planktonu nego u onima koje se nalaze uz samu branu, i općenito na postajama koje su izvan jačeg domašaja struje.

Uspoređivanje sastava planktona u Omladinskom jezeru i u Bajeru odmah se uočava razlika u broju vrsta. Pliće, i već u procesu eutrofizacije, jezero Bajer ima znatno veći broj vrsta u planktonu nego mnogo veće Omladinsko jezero, koje je više podložno hidrološkim oscilacijama, i količini vode u akumulacijskom jezeru. Gubitak vode, koja se odvodi za potrebe hidroelektrane Vinodol, u Bajeru se namiruje vodom iz Omladinskog jezera, tako da je razina i količina vode u tom jezeru gotovo uvijek ista, što omogućuje i stalniji razvitak planktona. Povećavanje se odnosi na gotovo sve skupine, ali najviše na glavninu primarnih producenata, kao što su dijatomeje i naročito zelene alge, koje su u Bajeru kudikamo nazočnije nego u Omladinskom jezeru. To pokazuje, očito, na viši stupanj trofičnosti jezera Bajera od Omladinskog jezera.

Iako ova planktološka istraživanja u akumulacijskim jezerima Gorskog kotara nisu potpuna i pružaju tek osnovne i prve podatke, mogu se izvesti određene opaske. Tako npr. peridineje su u Omladinskom jezeru prisutne u znatno većem broju vrsta nego u Bajeru, što se može također

dovesti u vezu s turbulentnim strujanjem u vodama Omladinskog jezera. To ima određenog utjecaja i na fitoplankton, koji se mogu razvijati i pod raznim svjetlosnim prilikama. Djelovanjem jezerske turbulencije zalaze u različite dubine, pa time i pod razne svjetlosne prilike, što bi pogodovalo njihovu razvitku. Omladinsko jezero je mjestimice relativno duboko, čak i preko 30 m, pa je ondje veća mogućnost planktonske migracije nego u jednoliko plitkom Bajeru. Stoga se u Omladinskom jezeru može razviti mnogo veći broj vertikalnih migranata nego u jezeru Bajer, u kojem je jedna takva vertikalna migracija jedva moguća.

Kakav je odnos između pojedinih skupina biljnih i životinjskih vrsta u ispitanim jezerima, najbolje ćemo vidjeti usporedbom njihove množine u objema jezerima.

U Omladinskom jezeru nađeno je 135 planktonskih vrsta, što je malo manje nego u Bajeru, gdje smo mogli utvrditi 157 planktonskih vrsta. U oba jezera su međutim, znatno bolje zastupljeni biljni planktonski organizmi od životinjskih. Tako u Omladinskom jezeru nađeno je 116 fitoplanktonskih vrsta, prema samo 19 zooplanktonskih predstavnika. Sličan je odnos i u Bajeru, gdje je nađeno 122 biljnih planktonskih vrsta nasuprot 35 zooplanktonskih. Veći broj fitoplanktonskih vrsta je razumljiv, ako se uzme u obzir da su oni primarni producenti, i da o njima ovisе sekundarni producenti, zooplanktonski organizmi. Ipak u kvantitativnom pogledu i zooplankton je ovdje dobro razvijen, naročito ako se uzme u obzir dobar razvoj fitoplanktonskih vrsta. Upoređivanjem stanja u objema jezerima, povećavanje planktonskih populacija ne odražava se samo u povećavanju fitoplanktonskih predstavnika nego se u znatnom broju povećava i životinjski plankton.

Iako se nisu intenzivnije ispitivale sezonske oscilacije planktona, nego samo u proljetnom i jesenjem periodu, mogu se iznijeti neka opća zapažanja. Uglavnom se može reći da broj vrsta za proljetne i jesenje cirkulacije ne pokazuje znatnije oscilacije. To osobito vrijedi za fitoplankton, dok se broj zooplanktonskih vrsta povećava u doba kada i fitoplanktonskih vrsta ima više. To osobito vrijedi za proljetni period, kada se općenito povećava broj planktonskih vrsta. Inače broj jesenskih vrsta se uglavnom poklapa s brojem onih, koje se javljaju u proljeće i jesen. Čini se da se već rano počinju razvijati fotofilni oblici, modrozelenе i zelene alge, koje su u proljetno doba zastupljene u većem broju vrsta nego u jesen. To vrijedi uglavnom za Omladinsko jezero, ali i u Bajeru ima nešto više vrsta zelenih alga u proljeće nego u jesen. Inače se u oba jezera zapaža znatan utjecaj hrisofitskih alga, koje imaju eurifotični karakter, i mogu se dobro razvijati u ovim pretežno oligofotičnim područjima. Zanimljivo je da je njihov broj gotovo identičan u jednom i u drugom jezeru (68 : 69), što znači da se u oba ova ekosustava maksimalno razvijaju.

Što se tiče životinjskog planktona, treba spomenuti da je u Bajeru nađen veći broj ostrakodnih rakova, koji se, po svoj prilici, koriste povoljnim hranidbenim prilikama koje pružaju ponešto razvijeniji primarni producenti. Inače zastupnici ostalih skupina su uglavnom jednoliko prisutni u jednom i drugom jezeru. Zbog više-manje stacioniranog karaktera Bajera, vodena ploha svojom površinskom napetosti pruža mogućnost za naseljavanje nekih organizama kao što su skokuni iz skupine kolembola.

Općenito nađeni broj vrsta u planktonu Omladinskog jezera i Bajera, za naših trogodišnjih istraživanja, pokazuje da su se u tim prilično

mladim jezerima razvile planktonske populacije koje su u punom razvoju. Po svojoj strukturi ondašnje planktonske zajednice ne razlikuju se mnogo od onih koje nalazimo i sličnim biotopima u području naše zemlje i Srednje Evrope. Jedino što specifični ekološki uvjeti u ovim akumulacijskim bazenima utječu da se kvalitativni sastav nešto izmijenio i da na planktonske zajednice u stanovitoj mjeri utječu i elementi bentosa, ne samo iz samih jezera nego još više i bentoski organizmi, naročito mikrofiti, iz potoka koje opskrbljuju vodom te akumulacije.

Dalja istraživanja na tom području, koja bi trebala biti usmjerena na proučavanje sezonskih i prostornih kvalitativnih i kvantitativnih oscilacija, objasniti će točnije te specifičnosti u sastavu planktona u akumulacijskim jezerima u Gorskom kotaru. Isto tako podrobnija poredba bentosa, opskrbnih potoka i jezera s utvrđenim sastavom planktona moći će točnije odrediti koliki je utjecaj bentosa na strukturu ondašnjih planktonskih biocenoza. Isto tako ekološki faktori koji su već obrađeni na drugome mjestu za isti istraživalački period (Pavletić-Matonićkin 1973) upozoravaju na to da su planktonske zajednice toga područja podvrgnute specifičnim ekološkim utjecajima, koji rezultiraju i njihovim ponešto izmijenjenim strukturama.

### Z a k l j u č a k

Na šest postaja Omladinskog jezera i pet postaja Bajera, energetskih akumulacijskih jezera u Gorskom kotaru, od 1970. do 1972. godine ispitan je sastav proljetnog i jesenjeg planktona.

U Omladinskom jezeru je nađeno 135, a u jezeru Bajeru 157 planktonskih vrsta. Veći broj nađenih vrsta u Bajeru tumači se jače eutrofiziranim vodama tog plitkog jezera, dok je veće, i relativno duboko, Omladinsko jezero, znatno manje eutrofizirano, što se odražava i u mnoštvu planktonskih vrsta.

U objema ispitanim jezerima broj fitoplanktonskih vrsta znatno premašuje broj zooplanktonata. U Omladinskom jezeru je taj odnos 116 : 19, a u jezeru Bajer 122 : 35.

Povećavanje broja planktonskih organizama u Bajeru ne odražava se samo u većem broju fitoplanktonskih organizama nego i u znatnom povećavanju zooplanktonskih predstavnika.

Struktura planktonskih zajednica umnogome se poklapa sa zajednicama u drugim sličnim ekosistemima srednje Evrope. Jedino se zapažaju znatni utjecaji bentosa jezera, i naročito onoga iz opskrbnih potoka.

U fitoplanktonu dominiraju hrisofiti, koji su u gotovo istom mnoštvu nazočni u jednom i u drugom jezeru (58 : 69), što se tumači povoljnim uvjetima za razvoj tih eurifotičnih oblika u oligofotičnom području.

Specifičnost u sastavu planktonskih zajednica sa znatnim utjecajem bentoskih elemenata dovodi se u vezu s turbulentnim strujanjima koja izazivlje ulazna i izlazna voda akumuliranih bazena.

Zapažen je veći broj peridinejskih vrsta u Omladinskom jezeru negoli u jezeru Bajer. To znatno dublje jezero omogućuje okomite migracije, koje su posebno pogodne za razvoj eurifotičnih peridineja. Te migracije mogu biti pojačane djelovanjem turbulentnih strujanja ulaznih i izlaznih voda.

U jače eutrofiziranom Bajeru zapaženo je povećanje ostrakodnih vrsta. Inače kvalitativno sastav zooplanktona je u oba jezera uglavnom

ujednačen. Na stabilnijoj površinskoj plohi jezera Bajer zapažene su neke vrste iz skupine kolembola.

U proljetne i jesenje cirkulacije vodâ broj planktonskih vrsta ne pokazuje neke veće razlike. To posebno vrijedi za zooplankton, koji je zastupljen većim brojem vrsta u vrijeme kada ima nešto više fitoplanktonskih vrsta. U proljetnom periodu ima općenito nešto više planktonskih vrsta, a broj se jesenskih vrsta uglavnom poklapa sa zajedničkim vrstama za proljeće i jesen.

Fotofilne modrozelenene i zelene planktonske alge već su u proljeće vrlo mnogo zastupljene i tada je nađeno više vrsta nego u jesen. To vrijedi uglavnom za Omladinsko jezero, ali i u Bajeru ima malo više zelenih alga nego u jesen.

Prije obrađeni ekološki faktori upozoravaju na uzroke specifičnosti kvalitativnog sastava planktona u ispitanim akumulacijskim jezerima. Njihove mase su pod snažnim utjecajem strujanja turbulentnih ulaznih i izlaznih voda, koje stvaraju specifične ekološke uvjete a s time u vezi specifičan razvoj planktonskih zajednica.

#### Literatura

- Car, L.*, 1906: Das Mikroplankton der Seen des Karstes. *Annales de biologie Lacustre* 1, 7.
- Fott, B.*, 1933: Die Schwebenflora des Ochridsees. *Bull. Inst. et Jard. Botan. Univers. Belgrad* 2 (3).
- Gucunski, D.*, 1973: Prilog poznavanju planktonske flore u zaštićenom području Kopačkog rita. *Acta Bot. Croat.* 32, 205—216.
- Jurilj, A.*, 1954: Flora i vegetacija dijatomeja Ohridskog jezera. *Prirodoslovna istraživanja JAZU* 26, 99—190.
- Kozarov, G.*, 1954: Contribution à la connaissance de *Cyclotella fotti* Hust. *Rec. trav. Stat. Hydrobiol. Ohrid* 2, 1—10.
- Krmpotić, I.*, 1913: Prilog mikrofauni Plitvičkih jezera. *Glasnik Hrv. prirod. društva*, 25, 1—29.
- Krmpotić, I.*, 1914: Prilog zimskoj flori i fauni Plitvičkih jezera. *Prirodoslovna istraživanja Hrvatske i Slavonije JAZU* 3, 26—31.
- Pavlečić, Z. i I. Matonićkin*, 1973: Varijabilnost fizičko-kemijskih faktora u akumulacijskim jezerima krša. (Manuskript).
- Petković, S.*, 1970: Prilog fauni Crne Gore. *Poljoprivreda i šumarstvo* 17, 77—86.
- Pevalek, I.*, 1919: Prilog poznavanju alga Hrvatske i Slovenije. *Prirodoslovna istraživanja Hrvatske i Slovenije JAZU* 14, 153—162.
- Serafimoska-Hadžiše, J.*, 1954: Vertikalni migraciji na zooplanktonot vo Prespansko ezero. *Zbornik na raboti hidrobiološki zavod Ohrid* 2, 29—38.
- Serafimoska-Hadžiše, J.*, 1958: Particularités du zooplankton du Prespa et aperçu de la composition du zooplankton des grands lacs de la peninsule des Balkans. *Rec. trav. Stat. hydrobiol. Ohrid* 6, 1—8.
- Serafimoska-Hadžiše, J.*, 1959: II prilog kon poznavanjeto na horizontalniot raspored na zooplanktonot na Ohridsko ezero. *Zbornik na rabotite hidrobiološki zavod Ohrid* 7, 1—23.
- Živković, A.*, 1967: Das Zooplankton des jugoslawische Donaustrecke. *Limnologie der Donau*, Stuttgart.
- Žunjić, K.*, 1971: Fizičko-hemijske i biološke karakteristike nekih akumulacijskih jezera. *Poljoprivreda i šumarstvo* 17, 65—93.

Tabela 1. Pregled nadenih planktonskih vrsta u Omladinskom jezeru (O) od 1970. do 1972. godine (P = proljeće, J = jesen)

Tabelle 1. Übersicht der Planktonarten die im Omladinsko jezero (O) vom Jahre 1970 bis 1972 gefunden wurden (P = Frühjahr, J = Herbst)

Vrste	O <sub>1</sub>		O <sub>2</sub>		O <sub>3</sub>		O <sub>4</sub>		O <sub>5</sub>		O <sub>6</sub>		Uz- dužni poteg J
	P	J	P	J	P	J	P	J	P	J	P	J	
	<b>Cyanophyta</b>												
<i>Chroococcus varius</i> A. Braun						+				+			
<i>Ch. minor</i> Kütz.				+									
<i>Ch. cohaerens</i> Näg.										+			
<i>Ch. minutus</i> Näg.										+	+		
<i>Ch. turgidus</i> Näg.												+	
<i>Gloeocapsa haematodes</i> Kütz.						+				+			+
<i>G. aeruginosa</i> Kütz.	+											+	
<i>Microcystis flos-aquae</i> Kirchn.		+	+	+	+		+					+	
<i>Oncobyrsa rivularis</i> Menegh.										+			
<i>Oscillatoria limosa</i> Ag.		+		+									
<i>O. princeps</i> Vauch.	+			+									
<i>O. formosa</i> Bory										+			
<i>O. sancta</i> Gom.										+			
<i>O. beggiatoiformis</i> Gom.								+					
<i>Phormidium foveolarum</i> Gom.				+									
<i>Ph. laminosum</i> Gom.	+												
<i>Ph. papyraceum</i> Gom.	+												
<i>Ph. subfuscum</i> Kütz.										+			
<i>Ph. autumnale</i> Gom.	+												
<i>Ph. corium</i> Gom.		+											
<i>Lyngbya kützingii</i> Schmidle		+		+									
<i>Spirulina substilissima</i> Kütz.													+
<i>Nostoc calcicola</i> Bréb.										+			
<i>Anabaena constricta</i> Geitler						+							
<i>Sphaerotilus natans</i> Kütz.	+					+				+			
<b>Pyrophyta</b>													
<i>Gymnodinium triceratium</i> Skuja													+
<i>Ceratium hirundinella</i> Schrank	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Peridinium cinctum</i> Ehrbg.										+			
<i>Peridinium sp.</i>										+	+		
<b>Chrysophyta</b>													
<i>Tribonema viride</i> Pascher		+										+	+
<i>Dinobryon divergens</i> Imhof										+			
<i>Cyclotella comta</i> Kütz.		+				+				+	+		
<i>C. bodanica</i> Eulenst.				+									
<i>C. antiqua</i> W. Sm.											+		
<i>Melosira ambigua</i> O. Müll.						+							+
<i>Stephanodiscus dubius</i> Hust.						+							
<i>Asterionella formosa</i> Hass.													+
<i>A. gracillima</i> Heib.										+			
<i>Achnanthes lanceolata</i> Grun.		+											+
<i>Achnanthes gibberula</i> Grun.				+			+						
<i>A. grimmei</i> Krasske		+		+									
<i>A. linearis</i> Grun.		+											

Vrste	O <sub>1</sub>		O <sub>2</sub>		O <sub>3</sub>		O <sub>4</sub>		O <sub>5</sub>		O <sub>6</sub>		Uz-
	P J		P J		P J		P J		P J		P J		dužni
													J
<i>Hantzschia amphioxys</i> Grun.	+				+	+							+
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	+				+	+			+	+			+
<i>D. elongatum</i> Ag.				+									
<i>N. cincta</i> Kütz.													+
<i>N. exigua</i> O. Müll.		+								+			+
<i>N. simplex</i> Krasske				+									
<i>N. gracilis</i> Ehr.	+			+									
<i>N. dicephala</i> W. Sm.				+									
<i>N. radiosa</i> Kütz.	+	+		+					+				
<i>N. viridula</i> Kütz.				+	+					+			
<i>N. oblonga</i> Kütz.	+			+									
<i>N. cryptocephala</i> Kütz.	+			+		+							
<i>N. lanceolata</i> Kütz.	+			+	+			+	+	+	+		
<i>N. minuscula</i> Grun.									+				
<i>N. subelongata</i> Skabitsch.				+									
<i>N. rhynchocephala</i> Kütz.	+												
<i>Nitzschia sygmoidea</i> W. Sm.													+
<i>N. sublinearis</i> Hust.				+									
<i>N. palea</i> W. Sm.				+				+		+			
<i>N. paleacea</i> Grun.				+									
<i>N. gracilis</i> Hantzsch.	+							+					
<i>Nitzschia vermicularis</i> Grun.	+												
<i>Surirella ovata</i> Kütz.	+												+
<i>Gyrosigma acuminatum</i> Babenh.						+				+			+
<i>Synedra ulna</i> Ehr.	+	+				+	+		+	+			+
<i>S. pulchella</i> Kütz.						+							
<i>S. tabulata</i> Kütz.				+									
<i>S. acus</i> Kütz.									+				
<i>Pinnularia microstauron</i> Cl.						+	+						+
<i>P. viridis</i> Ehr.						+							
<i>Cymbella ventricosa</i> Kütz.	+	+		+	+				+				
<i>C. lanceolata</i> V. H.				+	+					+			
<i>C. parva</i> Cl.	+												
<i>C. tumida</i> V. H.	+												
<i>C. cymbiformis</i> V. H.				+									
<i>C. gracilis</i> Cl.						+							
<i>Stauroneis phoenicenteron</i> Ehr.						+							
<i>S. anceps</i> Ehr.		+		+						+			
<i>S. pygmaea</i> Krieg.		+											
<i>S. legumen</i> Ehr.		+											
<i>Fragilaria capucina</i> Desm.	+	+	+		+	+	+	+	+				
<i>F. crotonensis</i> Kitt.	+	+			+		+		+				
<i>F. virescens</i> Ralfs.									+				
<i>Comphonema acuminatum</i> Ehr.	+												
<i>G. intricatum</i> Kütz.	+												
<i>G. lanceolatum</i> Ehr.	+												
<i>Gomphonema</i> sp.		+		+									
<i>Diploneis pseudoovalis</i> Hust.				+									
<i>Eucoconeis flexella</i> Kütz.	+												
<i>Cocconeis disculus</i> Cl.	+												
<i>C. placentula</i> Ehr.	+					+				+			
<i>Tabellaria fenestrata</i> Kütz.								+					



Vrste	O <sub>1</sub>		O <sub>2</sub>		O <sub>3</sub>		O <sub>4</sub>		O <sub>5</sub>		O <sub>6</sub>		Uz-
													dužni
	P	J	P	J	P	J	P	J	P	J	P	J	poteg
													J
<i>Meridion circulare</i> Ag.	+				+				+	+			
<i>Rhoicosphenia curvata</i> Grun.	+												
<b>Chlorophyta</b>													
<i>Eudorina elegans</i> Ehrbg.									+				
<i>Volvox globator</i> Ehrbg.										+			
<i>Trachelomonas hispida</i> Stein.					+								
<i>Chlorella vulgaris</i> Beyer	+	+	+	+	+		+	+	+	+		+	+
<i>Chl. zofingiiensis</i> Dönz.													+
<i>Scenedesmus bijugatus</i> Kütz.									+				
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> Ralfs.				+	+		+						
<i>Coelosphaerium kützingianum</i> Näeg.			+										
<i>Closterium attenuatum</i> Ehrbg.									+				
<i>Cl. moniliferum</i> Ehrbg.									+				
<i>Cosmarium</i> sp.													+
<i>C. crenulatum</i> Näeg.	+												
<i>Penium polymorphum</i> Perty					+								
<i>Micrasterias jenneri</i> Ralfs									+				
<i>Ulothrix</i> sp.	+												
<i>Cladophora crispata</i> Kütz.													+
<i>Spirogyra</i> sp.	+												+
<i>Mougeotia</i> sp.	+	+											+
<i>Staurastrum polymorphum</i> Breb.	+												+
<b>Protozoa</b>													
<i>Vorticella</i> sp.								+					
<b>Rotatoria</b>													
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse	+	+		+			+		+			+	+
<i>Keratella quadrata</i> O. F. Müller				+									
<b>Branchiopoda</b>													
<i>Chydorus</i> sp.			+			+	+				+		
<i>Bosmina longirostris</i> O. F. Müller	+				+		+		+				
<i>Daphnia</i> sp. (longispina?)					+				+				
<i>Ceriodaphnia pulchella</i> G. O. Sars		+	+	+									
<i>Daphnia longispina</i> O. F. Müller	+	+	+										
<i>Simocephalus</i> sp. (vetulus?)					+								
<b>Ostracoda</b>													
<i>Condonia candida</i> O. F. Müller				+									
<i>Cyprinodopsis vidua</i> O. F. Müller		+	+										
<i>Potamocypris</i> sp.				+									
<i>Cyclocypris ovum</i> Jur.	+												
<i>Potamocypris villosa</i> Jur.		+											
<b>Copepoda</b>													
<i>Eucyclops serrulatus proximus</i> Lilljeberg									+				
<i>Macrocylops albidus</i>		+		+									
<i>Paracyclops fimbriatus</i> Fischer	+	+		+	+								
<i>Acanthocyclops</i> sp.	+												
<i>Cyclopida</i> lič. nauplij	+												

Tabela 2. Pregled nadenih planktonskih vrsta u jezeru Bajer (B) od 1970. do 1972. godine (P = proljeće, J = jesen)

Tabelle 2. Übersicht der Planktonarten die im Bajer (B) vom Jahre 1970 bis 1972 gefunden wurden (P = Frühjahr, J = Herbst)

Vrste	B <sub>2</sub>		B <sub>3</sub>		B <sub>4</sub>		B <sub>5</sub>		B <sub>6</sub>	
	P	J	P	J	P	J	P	J	P	J
<b>Cyanophyta</b>										
<i>Chroococcus varius</i> A. Braun		+		+						+
<i>Chr. minutus</i> Näg.										+
<i>Chr. turgidus</i> Näg.										+
<i>Gloeocapsa haematodes</i> Kütz.		+								
<i>Gl. polydermatica</i> Kütz.		+								
<i>Gl. aeruginosa</i> Kütz.						+	+	+		
<i>Gl. montana</i> Kütz.						+		+		
<i>Aphanocapsa muscicola</i> Wille							+			
<i>Merismopedia elegans</i> A. Braun						+				
<i>Microcystis flos-aquae</i> Kirchn.	+	+	+		+		+	+	+	+
<i>Aphanothece nidulans</i> P. Richt.										+
<i>Pleurocapsa minor</i> Geitler							+			
<i>Chamaesiphon</i> sp.		+								
<i>Oscillatoria minima</i> Gicklhorn.										+
<i>O. sancta</i> Gom.	+									
<i>O. irrigua</i> Gom.			+	+					+	
<i>O. tenuis</i> Ag.			+	+						
<i>Oscillatoria</i> sp.						+				
<i>Phormidium foveolarum</i> Gom.				+						
<i>Ph. laminosum</i> Gom.										+
<i>Ph. incrustatum</i> Gom.				+						
<i>Schizothrix calcicola</i> Gom.				+	+	+	+			
<i>Lyngbya limnetica</i> Lemm.				+						
<i>Nostoc</i> sp.						+				
<i>N. calcicola</i> Breb.									+	
<b>Pyrophyta</b>										
<i>Ceratium hirundinella</i> Schrank	+	+	+			+			+	+
<b>Chrysophyta</b>										
<i>Tribonema monochloron</i> Geitler & Pascher							+			
<i>T. aequalae</i> Pascher							+			
<i>Vaucheria</i> sp.									+	
<i>Cyclotella comta</i> Kütz.		+				+			+	
<i>C. bodanica</i> Eulenk.				+					+	+
<i>Cocconeis disculus</i> Ehr.	+	+	+	+	+					
<i>C. placentula</i> Cl.							+			
<i>Melosira</i> sp.							+			
<i>Fragilaria capucina</i> Desm.		+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Fr. crotonensis</i> Kitt.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Fr. virescens</i> Ralfs.						+				
<i>Fr. construens</i> Grun.									+	
<i>Fr. atomus</i> Hust.				+						
<i>Fr. leptostauron</i> Hust.				+						
<i>Amphora ovalis</i> Kütz.	+	+	+	+	+	+				
<i>Diatoma anceps</i> Kirchn.							+			

V r s t e	B <sub>2</sub>		B <sub>3</sub>		B <sub>4</sub>		B <sub>5</sub>		B <sub>6</sub>	
	P	J	P	J	P	J	P	J	P	J
<i>D. vulgare</i> Bory			+	+	+	+		+	+	+
<i>D. hiemale</i> Heib.						+				
<i>Synedra pulchella</i> Kütz.			+		+	+				
<i>S. capitata</i> Ehr.				+						
<i>S. ulna</i> Ehr	+		+	+	+	+		+	+	+
<i>S. acus</i> Kütz.						+				+
<i>Cymbella lata</i> Grun.						+				
<i>C. amphicephala</i> Näg.						+				
<i>C. lanceolata</i> V. H.				+	+	+		+		
<i>C. parva</i> Cl.				+						+
<i>C. affinis</i> Kütz.	+		+	+	+	+	+	+		+
<i>C. austriaca</i> Grun.				+	+					
<i>C. ventricosa</i> Kütz.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>C. cistula</i> Grun.										+
<i>C. tumida</i> V. H.						+				+
<i>C. microcephala</i> Grun.			+						+	
<i>C. helvetica</i> Kütz.			+							
<i>C. cymbiformis</i> V. H.					+			+		
<i>C. naviculiformis</i> Auersw.					+			+		
<i>Nitzschia sublinearis</i> Hust.					+		+			
<i>N. palea</i> W. Sm.				+	+			+		
<i>Nitzschia recta</i> Hantzsch.					+					
<i>N. vermicularis</i> Grun.				+						
<i>N. gracilis</i> Hantzsch.					+		+			
<i>N. acicularis</i> W. Sm.	+		+			+			+	
<i>Nitzschia</i> sp.					+					+
<i>Navicula menisculus</i> Schum.	+									
<i>N. rynchocephala</i> Kütz.	+	+	+							
<i>N. cincta</i> Kütz.				+		+				+
<i>N. bicapitellata</i> Hust.				+					+	
<i>N. exigua</i> O. Müll.	+				+	+				+
<i>N. gracilis</i> Ehr.										+
<i>N. lanceolata</i> Kütz.			+	+	+	+	+	+	+	+
<i>N. oblonga</i> Kütz.										+
<i>N. contenta</i> Grun.										+
<i>N. cuspidata</i> Kütz.				+						+
<i>N. radiosa</i> Kütz.			+	+	+		+		+	
<i>N. viridula</i> Kütz.									+	
<i>Gomphonema constrictum</i> Ehr.			+	+						
<i>G. parvulum</i> Grun.				+						
<i>Achnanthes coarctata</i> Grun.			+							
<i>A. lanceolata</i> Grun.			+	+	+	+	+		+	+
<i>A. nodosa</i> A. Cl.	+	+	+	+						
<i>Pinnularia microstauron</i> Cl.				+						
<i>P. intermedia</i> Lagerst					+	+				
<i>Gyrosigma acuminatum</i> Rabenh.								+		+
<i>Eunotia praerupta</i> Ehr.			+							
<i>E. exigua</i> Rabenh.				+						
<i>Meridion circulare</i> Ag.						+			+	
<i>Eucoconeis flexella</i> Kütz.								+		
<i>Stauroneis legumen</i> Ehr.									+	
<i>S. anceps</i> Ehr.			+		+					+
<i>Caloneis amphisbaena</i> Cl.					+					

Vrste	B <sub>2</sub>		B <sub>3</sub>		B <sub>4</sub>		B <sub>5</sub>		B <sub>6</sub>	
	P	J	P	J	P	J	P	J	P	J
<b>Chlorophyta</b>										
<i>Chlorella vulgaris</i> Beyer.		+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Scenedesmus hystrix</i> Lagerh.				+	+					
<i>S. acuminatus</i> Chodat	+									
<i>S. quadricauda</i> Bréb.				+						
<i>S. obliquus</i> Kütz.	+									
<i>S. disciformis</i> Chodat	+									
<i>S. bijugatus</i> Kütz.				+						
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> Ralfs						+				
<i>A. spiralis</i> Lemm.						+				
<i>A. setigerus</i> G. S. West						+				
<i>Cosmarium meneghinii</i> Bréb.						+				
<i>C. phaseolus</i> Bréb.						+				
<i>C. cyclicum</i> Lund										+
<i>C. impressulum</i> Elfw.						+				
<i>Euastrum oblongum</i> Ralfs	+									
<i>Staurastrum polymorphum</i> Bréb.		+	+	+	+	+	+	+		
<i>St. anatinum</i> Cooke and Wills						+				
<i>St. dejectum</i> Bréb.						+				+
<i>St. gracile</i> Ralfs							+	+		
<i>Closterium cornu</i> Ehrbg.							+			
<i>Cl. parvulum</i> Naeg.						+				
<i>Cl. strigosum</i> Bréb.						+				
<i>Spirogyra gracilis</i> Kütz.		+				+				
<i>Mougeotia</i> sp.		+				+	+	+		+
<i>Zygnema</i> sp.		+								
<i>Ulothrix tenerrima</i> Kütz.		+					+		+	
<i>Gonatozygon monotaenium</i> De Bary							+			+
<b>Protozoa</b>										
<i>Vorticella</i> sp. (na ciklopsima)						+			+	+
<b>Rotatoria</b>										
<i>Asplanchna priodonta</i> Grosse						+	+		+	+
<b>Branchiopoda</b>										
<i>Alona</i> sp.										+
<i>Chydorus sphaericus</i> O. F. Müller		+	+	+	+			+		+
<i>Disparaloma rostrata</i> Koch			+	+						+
<i>Simocephalus vetulus</i> O. F. Müller									+	+
<i>Olona quadrangularis</i> O. F. Müller		+	+	+	+			+	+	+
<i>Chydorus</i> sp.		+						+	+	+
<i>Ilyocryptus agilis</i> Kurz		+								
<i>Bosmina longirostris</i> Sars.				+	+	+				+
<i>Daphnia longispina</i> O. F. Müller					+					
<b>Ostracoda</b>										
<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fischer)									+	
<i>Cyclocypris ovum</i> Jur.		+	+					+		+
<i>Candona candida</i> O. F. Müller		+								+
<i>Cypridopsis vidna</i> O. F. Müller		+	+							+
lič. <i>Cyclocypris ili Cyprinodopsis</i>										+

Vrste	B <sub>2</sub>		B <sub>3</sub>		B <sub>4</sub>		B <sub>5</sub>		B <sub>6</sub>	
	P	J	P	J	P	J	P	J	P	J
<i>Eucyclops macruioides</i> Lillj.			+				+	+	+	
<i>Macrocyclops albidus</i> Jur.			+	+	+		+		+	
<i>Paracyclops fibriatus</i> Fischer			+		+		+	+	+	
<i>Cyclopida</i> lič. nauplij	+							+		
<i>Acanthocyclops</i> sp.								+		
lič. Ostracoda			+		+					
<i>Cypria</i> sp.					+					
<i>Eucyclops</i> sp.	+		+	+	+					
<i>Cypria phthalmica</i>			+							
<i>Eucyclops serrulatus proximus</i> Fischer			+	+	+					
<i>Candona</i> sp. (ex fabaeformis grupe)	+									
Copepoda										
<i>Atteyella crassa</i> G. O. Sars.	+									+
<i>Canthocamptus staphylinus</i> Jur. lič. nauplij	+				+					+
Malacostraca										
<i>Amphipoda</i>					+					
Collembola										
<i>Sminthurides</i> (Stenacia) <i>violaceus</i> Reuter			+	+	+					
<i>Podura aquatica</i> L			+							

Tabela 3. Statistički podaci o prisutnosti planktonskih vrsta biljaka i životinja u istraženim akumulacijskim jezerima.

Tabelle 3. Statistische Angaben über das Vorkommen von Phyto- und Zooplanktonarten in den untersuchten Stauseen.

### OMLADINSKO JEZERO

Skupina	proljeće	jesen	proljeće i jesen	ukupno
Cyanophyta	16	5	4	25
Pyrrophyta	2	—	2	4
Chrysophyta	16	29	23	68
Chlorophyta	11	3	5	19
<b>Fitoplankton</b>	<b>45</b>	<b>37</b>	<b>34</b>	<b>116</b>
Protozoa	1	—	—	1
Rotatoria	—	1	1	2
Branchiopoda	4	—	2	6
Ostracoda	2	2	1	5
Copepoda	3	1	1	5
<b>Zooplankton</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>19</b>
<b>Plankton</b>	<b>55</b>	<b>41</b>	<b>39</b>	<b>135</b>

### JEZERO BAJER

Cyanophyta	5	14	6	25
Pyrrophyta	—	—	1	1
Chrysophyta	16	23	30	69
Chlorophyta	13	7	7	27
<b>Fitoplankton</b>	<b>34</b>	<b>44</b>	<b>44</b>	<b>122</b>
Protozoa	—	—	1	1
Rotatoria	—	—	1	1
Branchiopoda	2	1	6	9
Ostracoda	8	2	8	18
Copepoda	3	—	—	3
Malacostraca	1	—	—	1
Collembola	—	1	1	2
<b>Zooplankton</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>17</b>	<b>35</b>
<b>Plankton</b>	<b>48</b>	<b>48</b>	<b>61</b>	<b>157</b>

## ZUSAMMENFASSUNG

### VERHÄLTNISS DES PHYTOPLANKTONS ZUM ZOOPLANKTON IN DEN STAUSEEN DES KARSTGEBIETES IM WESTLICHEN KROATIEN

*Zlatko Pavletić, Ivo Matoničkin, Živanka Maloseja i Ivan Habdija*  
(Botanisches und Biologisches Institut der Universität Zagreb)

An 6 Stationen des Omladinsko jezero und an 5 Stationen des Bajer, beide Stauseen in Gorski kotar, wurde in den Jahren 1970—1972 das Frühjahr- und Herbstplankton untersucht.

Im ganzen wurden im Omladinsko jezero 135, im Bajer 157 Planktonarten gefunden. Die größere Arten im Bajer wird als Folge stärker eutrophisierter Gewässer dieses Flachsees erklärt.

In beiden Seen übertrifft die Zahl der Phytoplanktonarten erheblich die Zahl der Zooplanktonarten. Im Omladinsko jezero beträgt dieses Verhältnis 116 : 19, im Bajer 122 : 35.

Die Struktur der Planktongemeinschaften ähnelt in vielem Gemeinschaften in anderen ähnlichen Ökosystemen Mitteleuropas. Es wurden nur bedeutsame Einflüsse des Seebenthos, besonders jenes aus Versorgungsbächen, bemerkt.

Im Phytoplankton dominieren Chrysophyten, die fast in gleicher Anzahl (58 : 69) in beiden Seen vertreten sind, was mit günstigen Bedingungen für die Entwicklung dieser euryphotischen Formen in einem oligophotischen Gebiet gedeutet wird.

Die Struktureigentümlichkeit der Planktongemeinschaften mit bedeutendem Einfluß der Benthoselemente wird mit turbulenten Strömungen in Verbindung gebracht, die von Ein- und Rücklaufgewässern der Speicherbecken verursacht werden.

Im Omladinsko jezero wurde eine größere Anzahl peridineischer Guttungen als im Bajer bemerkt: dieser erheblich tiefere See ermöglicht nämlich vertikale Migrationen, die besonders günstig für die Entwicklung euryphotischer Peridineen sind. Solche Migrationen können durch den Einfluß turbulenter Strömungen der Ein- und Rücklaufgewässer gefördert werden.

Im stärker eutrophisierten Bajer wurde ein Anwachsen der Ostrakodenarten festgestellt. Sonst hält sich der Bestand der Zooplanktonarten qualitativ in beiden Seen im allgemeinen die Waage. Auf der stabileren Oberfläche des Bajer wurden einige Arten aus der Gruppe der Kollembolen festgestellt.

In der Zeit der Frühjahr- und Herbstgewässerzirkulationen zeigt die Zahl der Planktonarten keine größeren Unterschiede. Das gilt besonders für das Zooplankton, das in einer größeren Anzahl in der Zeit vertreten ist, wann es etwas mehr Phytoplanktonarten gibt. Im Frühjahr gibt es etwas mehr Planktonarten, während die Zahl der Herbstarten hauptsächlich dieser der gemeinsamen Arten im Frühjahr entspricht.

Photophile blaugüne und grüne Planktonalgen sind schon im Frühjahr zahlreich vorhanden, und dann wurden auch mehr Arten als im Herbst festgestellt. Das gilt hauptsächlich für Omladinsko jezero, aber es gibt auch im Bajer etwas mehr Grünalgen im Frühling als im Herbst.

Früher bewertete ökologische Faktoren weisen auf Eigentümlichkeitsursachen der qualitativen Planktonstruktur in den untersuchten Stauseen. Ihr Wasser steht unter starkem Einfluß turbulenter Ein- und Rücklaufgewässer, die spezifische ökologische Bedingungen und in Verbindung damit auch eine spezifische Entwicklung der Planktongemeinschaften schaffen.

Prof. dr. Zlatko Pavletić i  
Živanka Maloseja, mr. biol.  
Institut za botaniku  
Sveučilišta u Zagrebu  
Marulićev trg 20  
41000 Zagreb (Jugoslavija)

Prof. dr. Ivo Matonićkin i  
Ivan Habdija, mr. biol.  
Zoologijski zavod  
Prirodoslovno-matematičkog fakulteta  
Sveučilišta u Zagrebu  
Rooseveltov trg 6  
41000 Zagreb (Jugoslavija)