

UTJECAJ POPULACIJE BIJELOG AMURA  
(*CTENOPHARYNGODON IDELLA* VAL.) NA  
VEGETACIJU I EKOSISTEM  
TRAKOŠČANSKOG JEZERA

With Summary in English

MILAN MEŠTROV, LJUDEVIT ILIJANIC, VLATKA TAVČAR i  
JOSIP KOPREK

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

Primitljeno 6. 1. 1973.

Uvod

Trakošćansko jezero u sjeverozapadnoj Hrvatskoj umjetna je akumulacija nastala dizanjem brane na potoku Čemernica ispod trakošćanskog dvorca. Ima površinu od 17,1 ha, a ukupno slivno područje 10,73 km<sup>2</sup>. Voda nanosi u jezero velike količine tla, naročito s površina na kojima je prvobitna šumska vegetacija zamijenjena oranicama, vinogradima i travnjacima.

Uporedo sa zamuljivanjem jezera razvija se bujna helofitska vegetacija pa proces zarašćivanja, značajan za sva eutrofna jezera, teče sve brže. Već sada 37% zapremine jezera pri najvišem vodostaju čine sedimenti, a najveća dubina kod brane 1971. godine iznosila je 4 m, dok je prije petnaestak godina, prema navodima Kečkeša (1957), najveća dubina na istočnom kraju jezera bila 5 m. Prema tome, jezero bi u doglednoj budućnosti bez odgovarajuće intervencije čovjeka potpuno nestalo, odnosno zaraslo.

Budući da je jezero, zajedno s dvorcem i okolnom park-šumom, jedan od najkvalitetnijih pejzažnih predjela sjeverozapadne Hrvatske i veoma značajno rekreacijsko i turističko područje, nameće se potreba da se spriječi ili što je moguće više uspori progresivna sukcesija helofitske vegetacije, odnosno proces zarašćivanja.

U mnogim zemljama (Njemačka, Poljska, Mađarska, SSSR, USA i dr.) pokušava se u novije vrijeme eliminirati vodenu makrovegetaciju

pomoću bijelog amura (*Ctenopharyngodon idella* Val.) i srodnih fitofagnih vrsta riba (A vault 1965, Bohl 1971), čime se ujedno povećava ekonomičnija produkcija riba radi boljeg iskorištenja makrovegetacije, fito- i zooplanktona koje slabo koriste šarani (Suhoverhov 1964).

Bijeli amur prirodno naseljava srednji i donji tok rijeke Amur. U domovini postaje spolno zreo sa 4—5 godina života (Scheer et al. 1967), a mrijesti se u mjesecu lipnju pri temperaturi od 18 do 24 °C ((Suhoverhov 1964). U nas je također uspjelo mriještenje te ribe prvi put na Ribnjačarstvu Končanica (Fijan i Vojšta 1969).

U posljednje je vrijeme bijeli amur objektom sve brojnijih istraživanja (Suhoverhov 1964, Scheer et al. 1967, Jähnichen 1967, Sobolov 1970, Bohl 1971) pa je ekologija te ribe prilično dobro poznata.

Na osnovi iskustava u drugim područjima pokušalo se i u nas u Trakošćanskom jezeru iskoristiti tu ribu za eliminiranje makrovegetacije. Paralelno s tim prišli smo, zalaganjem vodoprivrednog poduzeća »Hidroing« iz Varaždina i Uprave dvorca Trakošćan, kompleksnijim ekološkim istraživanjima s ciljem da se dobije odgovor na pitanje u kojoj se mjeri unošenjem bijelog amura može eliminirati makrovegetacija, odnosno kakve su šire posljedice unošenja te ribe u jedan takav ekosistem.

Istraživanja su izvršena u 1970, 1971. i 1972. godini. Osim promjena u makrovegetaciji istraživali smo kvantitativne promjene planktona, te izvršili fizičko-kemijske i bakteriološke analize vode i mulja i saprobiološku procjenu na trima postajama u jezeru.\*

Svi podaci potpunije su prikazani u studiji koja je sačuvana u rukopisu (Meštrov et al. 1972), dok ovdje donosimo samo najvažnije rezultate dosadašnjih istraživanja.

## Metodika rada

Promjene u makrovegetaciji registrirali smo kartografski uzimajući u obzir dominantne vrste.

Kvantitativne uzorke planktona uzimali smo filtriranjem 100 l površinske vode jezera kroz planktonsku mrežu, a determinaciju, prebrojavanje i procjenu relativne učestalosti organizama izvršili smo u laboratoriju redovito nakon povratka s terena.

Uzorci dna za analizu uzeti su posebnom mrežom. Procjena saprobnosti izvršena je po Liebmannovoj metodi za svaki uzorak posebno, a određivanje indeksa saprobnosti po Pantle-Buckovoj metodi.

Otopljeni kisik u vodi određen je modificiranom Winklerovom metodom po Alsterbergu, a ugljični dioksid titracijom s N/20 otopinom NaOH.

Određivanje BPK<sub>5</sub> izvršeno je nakon inkubacije u vodenoj kupelji pri temperaturi od 20 °C.

\* Bakteriološke i fizičko-kemijske analize vode izvršio je četvrti koautor ovoga rada, a fizikalna, kemijska i mikrobiološka ispitivanja mulja izvršila je ekipa instituta za pedologiju i tehnologiju tla u Zagrebu.

Analiza dušikovih spojeva, kao i sadržaja željeza u vodi, izvršena je s pomoću Helligova komparatora, potrošnja kalijeva permanganata, odnosno kisika za oksidaciju organske tvari određena je po Kubel-Thienemannu, a reakcija (pH) elektrometrijski s pomoću staklene elektrode.

Kompleksometrijskom metodom određena je tvrdoća vode izražena u CaCO<sub>3</sub>, a organska i anorganska tvar u uzorcima uobičajenom metodom isparivanja, sušenja i spaljivanja.

Bakteriološka analiza obuhvaća određivanje najvjerojatnijeg broja koliformnih bakterija na hranjivim podlogama.

Mulj je uziman s pomoću metalnog svrdla. Mikrobiološki analizirani aerobni i anaerobni organizmi izraženi su na gram suhe tvari.

## Rezultati i diskusija

### *Promjene u makrovegetaciji*

Uz vanjski rub jezera, odnosno na mjestima gdje je voda plića, razvija se pojas vegetacije koja pripada svezi *Phragmition* W. Koch, odnosno prvenstveno asocijaciji *Scirpo-Phragmitetum* W. Koch. U dubljoj se vodi na ovaj pojas nastavlja vegetacija sastavljena pretežnim dijelom od zakorijenjenih vodenih biljaka koje su posve uronjene u vodu ili pak imaju plutajuće listove na površini, a pripada šire shvaćenoj svezi *Potamion eurosibiricum* (usp. W. Koch 1926, Horvatić 1931, 1963).\*

Kako zamuljivanje jezera zbog erozionog djelovanja vode stalno napreduje, to je stupac vode u jezeru sve manji, što pogoduje širenju vegetacije sveze *Phragmition*.

S druge strane, razvijenija makrovegetacija doprinosi sve jačem taloženju organskih i anorganskih čestica, što dovodi također do sve jače eutrofizacije i do ubrzavanja procesa zarašćivanja, odnosno do posljedica koje se želi spriječiti.

Prilikom naših istraživanja od posebnog su interesa bile naročito one vrste koje daju glavnu fitobiomasu u jezeru, tj. dominantne biljke pa smo posebnu pažnju posvetili prvenstveno njima i kartografski prikazali njihov raspored 1970. godine, tj. prije unošenja bijelog amura u jezero, kao i promjene koje su nakon toga nastupile.

U vanjskom pojasu to je prije svega *Phragmites communis*, a u dubljoj vodi *Trapa natans*, *Myriophyllum verticillatum* i *Ceratophyllum demersum*, dok su *Nymphaea alba*, *Nuphar luteum*, *Ranunculus circinatus* i *Polygonum amphibium* bile nazočne samo mjestimično u nešto većim grupama, ali ne doprinose u većoj mjeri biomasi jezera.

U drugoj polovini svibnja 1971. godine pri temperaturi vode od 18 °C jezero je nasađeno s 8000 komada (80 kg) jednogodišnjeg bijelog amura i 3.500 komada (1000 kg) šarana.

---

\* Prema Oberdorferu (1957) tu svezu valja razlučiti u dvije ili čak u tri (Oberdorfer et al. 1967) uže shvaćene sveze. Ne ulazimo međutim u raspravu o sistematskom raščlanjivanju močvarne vegetacije, jer to nije predmet ovoga rada, i zadržavamo ime šire shvaćene sveze *Potamion*, prikladnije za kompleks vegetacije o kojemu je ovdje riječ.

Već u mjesecu srpnju zabilježili smo, u usporedbi s istim razdobljem prethodne godine, radikalne promjene u rasporedu i biomasi dominantnih vrsta u drugom vegetacijskom pojasu (*Potamion*). *Myriophyllum* i *Ceratophyllum* u najvećem dijelu jezera gotovo su potpuno nestali, jedino su zaostale prarijeđene populacije na plićem području od Kraljevskog travnjaka prema Leništu i u pojedinim rukavcima, te nekoliko ograničenih grupica na trećoj postaji (sl. 1).

*Trapa natans*, koja se do polovine mjeseca srpnja razvila naročito u gornjem plićem dijelu jezera od Kraljevskog travnjaka prema Leništu u pojedinim rukavcima tako obilno kao i 1970, bila je već krajem mjeseca kolovoza 1971. znatno potisnuta iz velikog dijela jezera.

Kod trske i lopoča nisu zabilježene bitne promjene u odnosu na 1970. godinu.

Ljeti 1972. godine utvrđeno je da su iz jezera gotovo potpuno nestale populacije krocnja (*Myriophyllum*), voščike (*Ceratophyllum*) i rašca (*Trapa natans*), a smanjio se također i pojas trske, dok se lopoč (*Nymphaea alba*) čak nešto proširio.

To je potpuno u skladu s rezultatima eksperimentalnih istraživanja Jähničena (1967) prema kojima jednogodišnji bijeli amur uglavnom ne jede lopoč, dok se redovito hrani trskom, ali tek nakon što uništi mekanije biljke.

#### Kvantitativne promjene planktona i procjena stupnja saprobnosti

U fitoplanktonu su nađeni oblici iz skupina *Cyanophyceae*, *Chlorophyceae*, *Peridineae*, *Conjugatae* i *Diatomeae*, a u zooplanktonu prevladavaju *Rotatoria*, *Cladocera* i *Copepoda*.

Kvantitativne promjene tijekom godine su prikazane na sl. 2. U 1970. razvoj fitoplanktona je uravnotežen i pokazuje sezonske oscilacije s velikim povećanjem broja primjeraka na svim trima postajama u mjesecu listopadu zbog masovne pojave kremenjašica (*Diatomeae*). Godine 1971. broj primjeraka naglo raste u kolovozu, a u listopadu dolazi do velikog smanjenja.

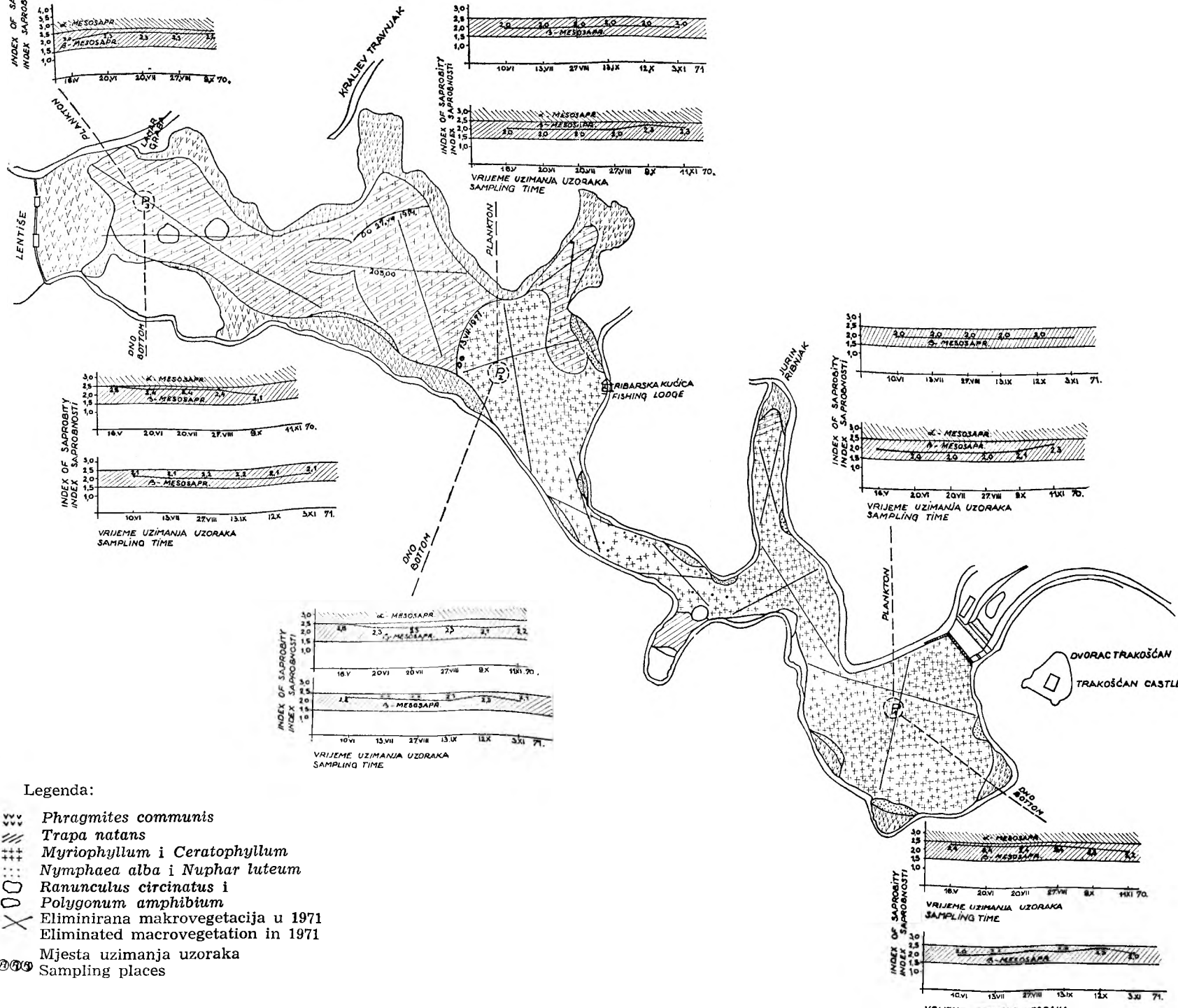
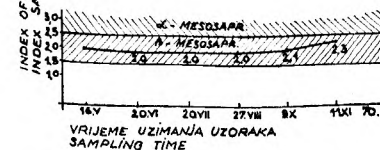
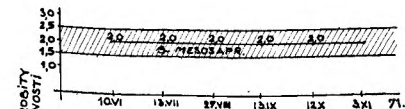
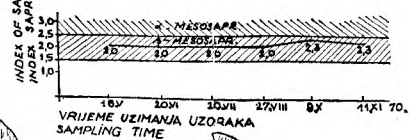
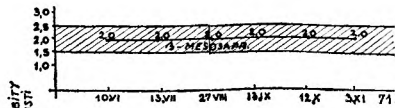
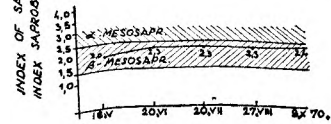
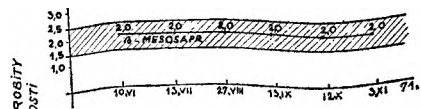
I brojnost zooplanktonskih oblika znatno je različita od one u 1970, a glavno obilježje je neuravnoteženost razvoja, što se očituje u naglom povećanju broja primjeraka u 6. i 8. mjesecu i naglom padu broja primjeraka u 7. i 10. mjesecu.

Analizom planktonskih mikroorganizama je utvrđeno da je slobodna voda u proljeću i ljetu 1970. uglavnom bila betamezosaprobnost, a u listopadu i studenom dolazi do povišenja u pravcu alfamezosaprobnosti. U 1971. godini voda je na svim postajama u srednjoj vrijednosti II klase boniteta, a analize uzoraka dna pokazuju izvjesne promjene u odnosu na 1970 i to općenito smanjenje indeksa saprobnosti u proljetnim i ljetnim, a povišenje u jesenskim mjesecima (sl. 1).

---

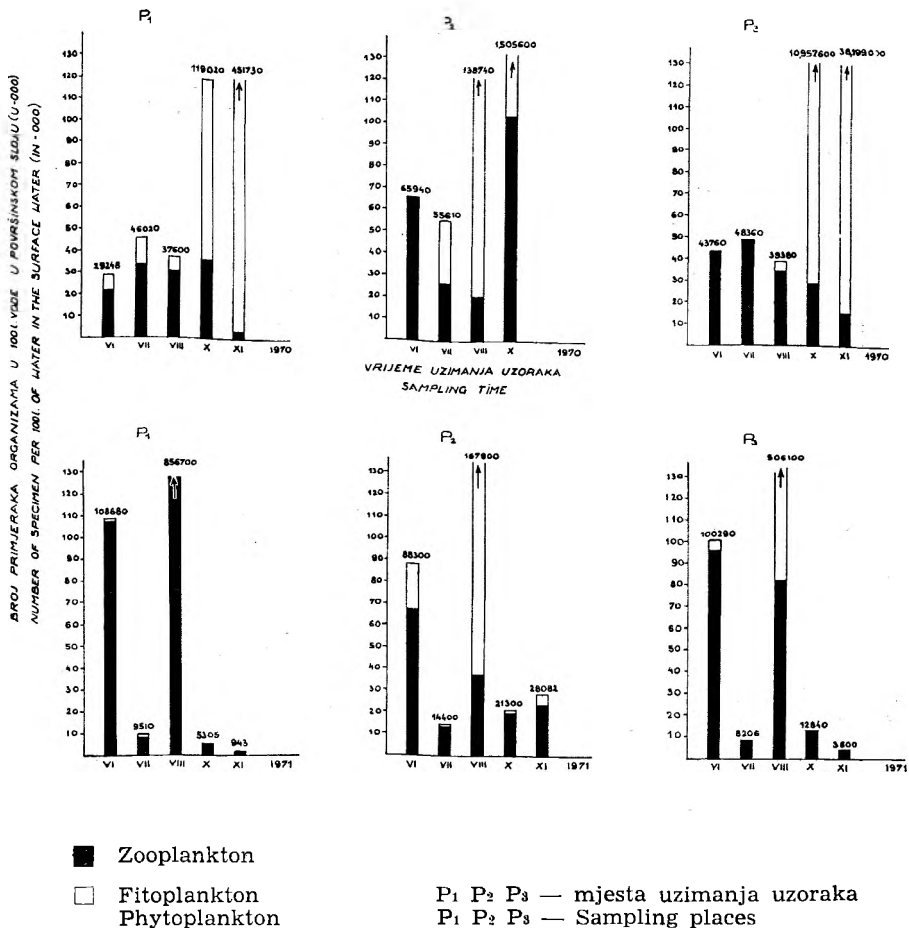
Sl. 1. Raspored dominantnih makrofita, stupanj i indeks saprobnosti u Trakošćanskom jezeru 1970. i 1971.

Fig. 1. Distribution of macrovegetation, degree and index of saprobity in Trakošćan Lake in 1970 and 1971.



Legenda:

- ☘☘☘ *Phragmites communis*
- /// *Trapa natans*
- +++ *Myriophyllum* i *Ceratophyllum*
- ⋯⋯⋯ *Nymphaea alba* i *Nuphar luteum*
- *Ranunculus circinatus* i *Polygonum amphibium*
- ✕ Eliminirana makrovegetacija u 1971
- ✕ Eliminated macrovegetation in 1971
- ⊙ Mjesta uzimanja uzoraka
- ⊙ Sampling places



Sl. 2. Kvantitativni sastav planktona u površinskom sloju vode u 1970 i 1971.

Fig. 2. Quantitative composition of planktons in the surface water in 1970 and 1971.

T a b e l a 1.

Datum uzimanja uzorka Date	Temperatura zraka u °C Temperature of air °C			Dubina Depth			Temperatura vode u °C Water temperature			Otopljen kisik Dissolved oxygen			Zasićenost kisika u % Oxygen saturation %			BPK <sub>s</sub> mg O <sub>2</sub> /l B.O.D. <sub>s</sub>			Ugljični dioksid mg CO <sub>2</sub> /l Carbon dioxide			
	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	
1970.																						
16. V 1970.	20,30	20,20	20,00	A	18,50	18,00	18,60	7,40	6,60	7,00	77,57	68,15	73,67	2,00	2,20	1,75	0	1,50	1,00	0	1,50	1,00
20. VI 1970.	26,15	25,60	24,70	B	15,00	17,30	15,30	7,50	6,20	6,70	73,89	63,90	66,00	2,10	2,10	1,60	0	1,50	1,00	0	0,50	0
1970.				B	21,00	17,20	21,70	5,10	1,10	3,50	56,81	11,30	39,63	2,10	5,10	2,70	0	5,00	0	0	5,00	0
22. VII 1970.	28,00	29,90	28,30	A	23,00	24,00	24,00	8,40	8,30	8,40	96,77	95,84	98,00	1,30	2,30	1,40	0,50	0	1,00	0	0	0
27. VIII 1970.	24,50	21,00	21,00	B	20,90	21,00	19,50	7,20	5,00	4,20	80,00	55,56	45,40	3,00	5,10	7,20	0	0	0	0	0	0
1970.				A	19,20	19,50	20,10	5,40	6,80	5,80	57,75	73,51	63,24	1,90	1,50	1,40	0	0	0	0	0	0
9. X 1970.	22,20	22,40	22,40	B	17,00	16,20	16,50	3,40	2,70	3,20	34,90	27,13	32,52	2,40	3,80	5,00	0	1,50	5,00	0	1,50	5,00
11. XI 1970.	14,00	—	10,00	A	13,00	12,50	12,00	3,30	0,50	1,90	31,13	4,67	18,00	6,10	10,50	9,80	6,40	12,00	7,90	3,80	—	4,00
1970.				B	8,00	—	6,00	8,65	—	9,10	72,88	—	72,91	3,00	—	5,00	—	—	—	—	—	—
				B	8,00	—	5,00	7,40	—	8,70	57,72	—	65,95	5,00	—	5,70	—	—	—	—	—	—
1971.																						
10. VI 1971.	24,00	24,00	23,50	A	25,00	23,00	23,00	7,55	5,75	6,25	90,45	66,23	72,00	2,00	2,70	1,10	6,50	14,00	4,50	11,00	20,00	5,50
13. VII 1971.	28,50	29,00	29,00	B	22,00	22,00	22,00	8,10	4,55	5,20	91,73	51,52	58,88	2,40	3,20	1,30	5,00	7,50	1,50	5,00	7,50	1,50
1971.				A	24,00	23,00	25,00	6,25	5,50	7,00	75,26	63,36	83,53	1,95	4,50	2,30	3,90	5,10	3,00	13,00	7,50	3,00
28. VIII 1971.	18,00	17,00	17,50	B	20,00	21,50	22,50	4,50	3,50	5,80	49,07	24,16	66,28	3,90	2,60	3,00	2,80	2,60	3,00	9,00	14,00	14,00
1971.				A	19,00	19,00	20,00	2,60	3,60	4,10	27,80	38,59	44,71	2,80	5,00	3,60	20,00	16,00	18,00	20,00	16,00	18,00
13. IX 1971.	19,50	20,00	21,00	B	20,50	18,00	19,00	0,20	2,40	2,50	1,10	27,07	26,73	4,00	3,87	2,00	6,50	6,00	6,00	6,50	6,00	6,00
1971.				A	17,00	18,00	18,00	4,75	5,90	5,35	48,76	61,84	56,08	3,00	3,15	3,65	14,00	10,00	10,00	14,00	10,00	10,00
12. X 1971.	21,00	21,00	20,50	B	15,00	14,00	14,00	2,30	3,55	4,55	22,66	34,36	43,85	6,50	3,35	2,00	5,00	6,00	5,00	5,00	6,00	5,00
3. XI 1971.	15,00	13,00	14,50	A	14,00	15,00	14,00	6,25	4,75	6,00	60,27	46,78	57,85	1,25	3,35	2,00	6,00	6,00	4,50	6,00	6,00	4,50
1971.				B	11,50	11,00	11,50	5,70	2,70	4,95	50,18	24,36	45,00	4,00	4,50	2,80	2,00	3,85	3,60	7,50	8,00	7,00
				A	8,00	7,00	6,00	8,90	6,70	8,00	74,98	55,05	64,10	2,10	—	—	3,80	2,60	4,20	13,00	10,00	12,00
				B	9,00	6,50	5,00	6,35	5,10	6,35	54,78	41,80	49,77	3,80	—	—	—	—	—	—	—	—
1972.																						
14. VI 1972.	25,10			A	23,20	23,20	23,80	7,85	5,80	4,70									9,90	9,90	9,90	
12. VII 1972.	12,20			A	22,00			5,20											9,90			
31. VIII 1972.	20,00			A	18,50	17,00	17,00	10,70	6,10	9,80									2,80	7,90	3,90	

A = površinska vode, B = pri dnu, P<sub>1</sub>:P<sub>2</sub>:P<sub>3</sub> = Postaje (Sampling places).

## Fizičko-kemijske i bakteriološke osobine vode i mulja

Prema ukupnoj tvrdoći voda se u jezeru može svrstati u srednje tvrdu. Kolebanje temperature vode na površini (A) i pri dnu (B) jezera prikazuje tab. 1. Reakcija vode za vrijeme naših istraživanja bila je neutralna do slabo bazična (pH 6,8 do 7,3).

Konačni produkti razgradnje organskih tvari proteinskog porijekla, kao anorganski dušikovi spojevi, vrlo su slabo zastupani. Nitrati su 1970. godine nađeni u vrlo malim količinama i ne uvijek, dok su u 1971. ustanovljeni uvijek i u nešto većim količinama (od 0,052 do 0,680 mg N/l). Sadržaj ukupnog željeza je vrlo neujednačen i uz dosta velike razlike između pojedinih postaja. Prosjek količine ukupnog željeza u 1970. godini iznosi 0,410 mg/l, a u 1971. 0,550 mg/l.

Najbitnije razlike utvrdili smo u količini otopljenog kisika i ugljičnog dioksida prije i nakon unošenja bijelog amura u jezero (usp. tab. 1). Iz navedenih podataka proizlazi da je naročito u dubljim slojevima vode došlo ljeti 1971. godine, u usporedbi s prethodnom godinom do znatnog smanjenja količine, odnosno povećanja deficita kisika.

Suprotno tome, količina otopljenog ugljičnog dioksida u 1971. godini veoma je porasla. Najkritičniji je bio mjesec kolovoz 1971, kada je izmjereno čak 16—20 mg CO<sub>2</sub>/l. U 1972. ponovno dolazi do pada količine ugljičnog dioksida.

Bakteriološka slika vode ukazuje na zagađenje ljeti 1970. i 1971. godine.

U mulju prevladavaju mineralne čestice, i to više u dubljem (81,6%), a manje u plićem dijelu jezera (64,5%), gdje je nađeno čak 35,5% organskih tvari.

Od mehaničkih elemenata prevladavaju prah i glina, a u kemijskom pogledu najvećim postotkom zastupan je SiO<sub>2</sub> (46,88—49,60%), zatim slijedi Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (17,20—18,74%) i Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (8,56—9,29%), dok su ostale komponente slabije zastupane.

Od mikroorganizama u mulju su općenito prevladavali anaerobni mikroorganizmi, pa je odnos aerobnih prema anaerobnim na trima našim postajama iznosio 1:3, 1:1,24 i 1:2,17. Broj anaerobnih mikroorganizama smanjuje se u plićem dijelu jezera.

Uspoređujući dobivene rezultate amonijakalnog i nitratnog dušika s količinom aerobnih i anaerobnih mikroorganizama, može se zaključiti da se nitrati stvaraju u najplićem dijelu jezera (postaja 2) u većim količinama pri aerobnim uvjetima, dok se amonijakalne soli stvaraju procesom gnijilenja ispod dubljih slojeva vode, gdje prevladavaju anaerobni uvjeti.

### Z a k l j u č a k

U vegetaciji Trakošćanskog jezera nastale su značajne promjene u kratkom roku od godine dana nakon unošenja bijelog amura (*Ctenopharyngodon idella* Val.).

Promjene su nastale prvenstveno u pojasu vegetacije sveze *Potamion*, gdje su vrste *Myriophyllum verticillatum*, *Ceratophyllum demersum*



sum i *Trapa natans* veoma proriježene, ali i u pojasu sveze *Phragmition*, gdje je također utvrđeno izvjesno smanjenje trske.

Snažna fluktuacija kvantitativnog sastava zoo- i fitoplanktona također ukazuje na poremećenu ravnotežu u ekosistemu.

Velikim potiskivanjem producentske (mikro- i makrofiti) i povećanjem konsumentske komponente (unešene ribe) izazvane su i bitne promjene nekih fizikalno-kemijskih faktora, prvenstveno veliko povećanje otopljenog ugljičnog dioksida i veliko smanjenje količine kisika u vodi. Došlo je prema tome do pogoršanja fizikalno-kemijskih i saprobioloških prilika, a osim toga i dalje ostaje problem zamuljivanja jezera.

Prema tome, samim unošenjem fitofagnih riba ne može se riješiti problem sanacije jezera u cjelini. Za potpunu sanaciju u turističke i rekreacijske svrhe potrebni su kompleksniji zahvati, prije svega mehaničko odstranjivanje sedimenata s dna jezera i izgradnja taložnica za zaustavljanje doplavljenih čestica. Nasađivanje bijelim amurom, odnosno fitofagnim ribama, valja provoditi smišljeno uz praćenje posljedica i poduzimanje eventualno potrebnih korekcija nasada.

#### Literatura

- Avault, J. W., 1965: Biologische Wasserpflanzenbekämpfung mit pflanzenfressenden Fischen. U. S. Dep. Interior, Fish Wildlife Serv., Progr. Fish-Culturist 27, 207—209.
- Bohl, M., 1971: Die teichwirtschaftliche Bedeutung der Wasserpflanzen und die Möglichkeiten ihrer Bekämpfung unter besonderer Berücksichtigung der chinesischen pflanzenfressenden Fische. Wasser- und Abwasser-Forschung 3, 82—89.
- Fljan, N. i I. Vojta, 1969: Prvo mriještenje bijelog tolstobika i bijelog amura na Ribnjačarstvu Končanica. Ribarstvo Jugoslavije 24, 124—125.
- Horvatić, S., 1931: Die verbreitetsten Pflanzengesellschaften der Wasser- und Ufervegetation in Kroatien und Slavonien. Acta bot. Zagreb 6, 91—108.
- Horvatić, S., 1963: Vegetacijska karta otoka Paga s općim pregledom vegetacijskih jedinica Hrvatskog primorja. Prir. istraživ. JAZU 33, Acta biol. 4, Zagreb.
- Jähnichen, H., 1967: Die Aufnahme von Wasser- und Landpflanzen durch junge Graskarpfen (*Ctenopharyngodon idella*). Deutsch. Fischerei-Ztg. 14, 5, 147—151.
- Kečkeš, S., 1957: Flora i vegetacija okolice Trakošćana. Dipl. rad Zagreb (mscr).
- Koch, W., 1926: Die Vegetationseinheiten der Linthebene unter Berücksichtigung der Verhältnisse in der Nordostschweiz. Jahrb. St. Gall. Naturwiss. Ges. 61, 2 (1925), 1—144.
- Meštrov, M., et al., 1972: Studija o ispitivanjima Trakošćanskog jezera u 1970 i 1971. god. Varaždin (mscr.)
- Oberdorfer, E., 1957: Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Gustav Fischer Verl. Jena.
- Oberdorfer, E., et al., 1967: Systematische Übersicht der westdeutschen Phanerogamen- und Gefäßkryptogamen-Gesellschaften. Schriftenreihe f. Vegetationsk. Bad Godesberg 2, 7—62.

- Scheer, D. J. u. H. Jähnichen, 1967a: Beobachtungen bei der Haltung von ein- und zweisömmringen Graskarpfen (*Ctenopharyngodon idella*) in kleinen Teichen im Gebiet von Karl-Marx-Stadt. Deutsch. Fischerei-Ztg. 14, 5, 141—146.
- Scheer, D. u. H. Jähnichen, 1967b: Der Graskarpfen (*Ctenopharyngodon idella*). Deutsch. Fischerei-Ztg. 14, 5, 129—130.
- Sobolev, A. Y., 1970: Piščevice vzaimootnošenija molodi bjelovo amura, obnikovovo tolstolobika i karpa pri sovместnom viraščivanii v prudah Belorusii. Vaprosi ihtiol. 10, 4, 711—718.
- Suhoverhov, M. F., 1964: Rezultati opitov i perspektivi ispolzovanija bjelovo amura, bjelovo i pestrovo tolstolobikov v prudovom ribovodstve evropejskoj časti RSFSR 4, 1, 16, 48—59.

## SUMMARY

THE INFLUENCE OF GRASS-CARP POPULATION (*CTENOPHARYNGODON IDELLA* VAL.) ON THE VEGETATION AND ECOSYSTEM LAKE TRAKOŠČAN

Milan Meštrov, Ljudevit Ilijanić, Vlatka Tavčar i Josip Koprek

(Institut of Biology and Institut of Botany, University of Zagreb)

In this study we present the results of the research into the influence of a phytophagous fish, the grass-carp (*Ctenopharyngodon idella*), upon the vegetation and changes of the ecosystem of Lake Trakošćan. The artificial lake was made by putting up a flood-gate on the Černica stream beneath the castle. The area of the lakes is 17,1 ha and the total affluent complex, the territory previously covered by forests is 10,73 square km.

Along with the increased quantity of mire, the lake was intensively overgrown by aquatic macrovegetation, which made it unattractive as a tourist and recreation resort.

The Lake with its surroundings (parks and the castle of Trakošćan) is the most beautiful landscape of the north-west Croatia and it would be essential to protect the Lake and find a complex solution to the whole problem.

According to the results of investigations of Lake Trakošćan, presented in this study, we can conclude as follows:

The Lake is choked by mud so that the mud content rises to 37% of total volume. The main cause of muddiness is an alluviation of deposited mineral due to erosion of affluente beds.

Abundant macrovegetation supports the sedimentation of inorganic and organic matter and causes a rise of the bottom. A large quantity of anaerobic microorganisms in mud, made the anaerobic process possible over a great part of the Lake. Distinctive decline in the quantity of dissolved oxygen has been noted every summer.

The characteristic of the lake is its betamezosaprobity especially toward the bottom (alphamezosaprobity).

The radical decrease in macrovegetation in 1971 caused by the semce of the grass-carp, resulted in essential alteration of physicochemical features of the water as well as in quantitative and qualitative changes in plankton community (Table 1, Fig. 1 and 2).

The disappearance of the dominant kinds of macrovegetation caused elimination of the main consumer of CO<sub>2</sub>, followed by vigorous augmentation of dissolved carbon dioxide in water. At the same time, in 1971 particularly in August, a decline was noticed in the quantity of dissolved oxygen.

Strong fluctuation in quantitative composition of zoo- and phytoplankton in 1971 indicate a disordered balance in the ecosystem caused by the presence of planted fish.

A serious recover will require the cleaning of the lake by removing the mud and the construction of a retaining-sedimentary storage-pond.

The planting of grass-carp or other kinds of fish should be done seriously and its effect will have to be controled as some interventions may be necessary.

Prof. dr M. Meštrov i Vlatka Tavčar mr. biol.  
Institut za biologiju Sveučilišta  
Rooseveltoveg trg 6/II  
41000 Zagreb (Jugoslavija)

Prof. dr Lj. Ilijanić  
Institut za botaniku Sveučilišta  
Marulićev trg 20/II  
41000 Zagreb (Jugoslavija)

Josip Koprek mr. kem.  
Medicinski centar  
42000 Varaždin (Jugoslavija)