

UDK 639.3.06:546.212:597.554.3+597.554.(285.2:497.13)

Izvorni znanstveni članak

Utjecaj kaveznog uzgoja riba na kemizam vode

T. Treer, I. Aničić, R. Safner, A. Opačak

Izvod

Uspoređena je dinamika nekih kemijskih parametara u otvorenoj vodi Vranskog jezera kod Biograda n/M s onom u vodi uz kaveze u kojima su uzgajani som i šaran. U području uz kaveze uočena je lagana eutrofikacija vode.

UVOD

Jedna od prednosti kaveznog uzgoja riba jest i ta da on obično zauzima vrlo mali volumen s obzirom na akvatorij u kojemu se nalazi. Budući da je voda uvijek u određenu vodoravnom i okomitom kretanju, to omogućuje neprekidno osvježavanje ambijenta u kojemu se uzgaja riba, te vrlo visoku proizvodnju po jedinici površine i volumena.

Naravno, i ovakav uzgoj ima svoje limite, ovisne najviše o uvjetima pojedinog lokaliteta. Zbog toga dosadašnji razvoj kaveznog uzgoja riba prati i kontrola kemijskih promjena vode što ih on uzrokuje. Tako se već u prvim pokusima kaveznog uzgoja riba u slatkoj vodi u nas u jezeru Peruča, vodi računa o usporedbi kvalitete vode u kavezima i vode izvan njihova domašaja (Habeković, 1978, Habeković et al. 1981, Habeković, 1982). Za potrebe ovoga rada statistički su obrađeni i objavljeni podaci. Iz njih je uočljivo da bitne promjene u kvaliteti vode nisu zapažene. Vrijednosti nekih parametara iz vode u kavezima u usporedbi sa slobodnom jezerskom vodom, tek neznatnim promjenama upućuju na mogući početak eutrofikacije. Prvi pokus iz 1975/76. godine ne pokazuje još nikakve razlike, dok se u onim kasnijima može zamijetiti lagano povećanje količina amonijevih i fosfatnih iona, te potrošak KMnO_4 . Stoga, na osnovi dijela ovih iskustava, kao i onih iz pokusa u jezeru Modrac (Mišetić, 1979), zaključuju da se kaveznim uzgojem kvaliteta vode nije pogoršala, nego se čak i uspostavio sklad između njezinih fizikalno-kemijskih, bioloških i ihtioloških svojstava.

Prvi pokušaji kaveznog uzgoja lubina u moru također obraćaju pozornost na sebe bitnim parametrima kao što su količine kisika, te nitritnih, nitratnih i amonijevih iona i dr. (Vodopija, 1981).

Kako je Vransko jezero smješteno u drugim geografskim prilikama, a i vrlo je plitko, smatrali smo da bi se uz kaveze u njemu ove promjene mogle jače izraziti, te smo proveli ovo istraživanje s ciljem da ih utvrdimo.

Dr. Tomislav Treer, docent, dipl. inž. Ivica Aničić, stručni suradnik, mr. Roman Safner, znanstveni asistent, Fakultet poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, OOUR Institut za stočarstvo i mljekarstvo, Zagreb;

Mr. Anđelko Opačak, dipl. inž., Poljoprivredni fakultet, Osijek
Referirano na IV. kongresu ekologija Jugoslavije, Ohrid, listopad 1988.

METODIKA RADA

Uzorci vode za kemijsku analizu uzimani su oko 11 sati na dvjema lokacijama — jednoj uz kaveze i drugoj na udaljenosti oko 100 m od njih. Standardnim titracijskim metodama (Balzer, 1977) određeni su količine kisika i slobodne ugljične kiseline, alkalinitet, karbonatna tvrdoća i KPK, dok su pH-vrijednosti utvrđene digitalnim pH-metrom. Količine kalcijevih, magnezijevih, amonijevih, fosfatnih i nitratnih iona ustanovljene su kolorimetrijski. Srednje vrijednosti i standardni otkloni svih onih parametara već su prikazani (Treer, 1988), a ovdje se iscrpnije razrađuju faktori kod kojih su uočena određena odstupanja uz kaveze.

Pokus je trajao od 18. 5. 1983. do 17. 10. 1984. Uzorci su u tom razdoblju uzimani periodično, do 16 puta, i to isključivo u vegetacijskoj sezoni. U promatranom je razdoblju u 1983. g., na površini 200 m² i prosječnoj dubini vode 1,5 m uzgojeno 14 846 kg, a u g. 1984. 5 896 kg riba (soma i šarana).

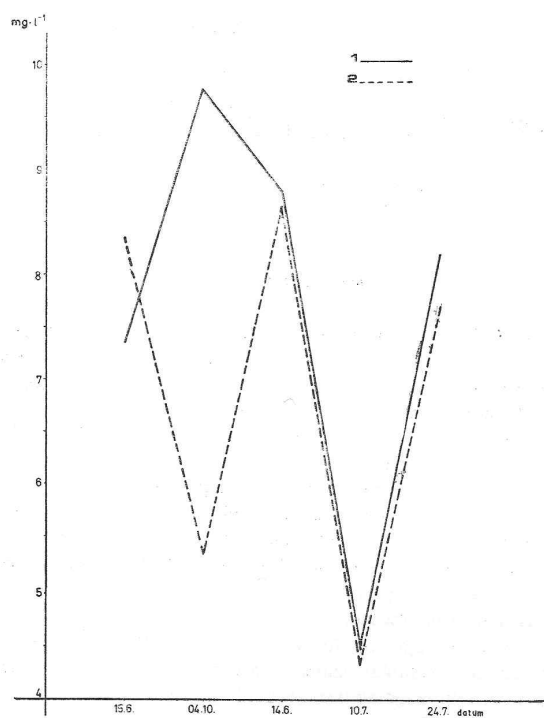
REZULTATI I RASPRAVA

Relativno mala uzgojna površina te lagano strujanje jezerske vode utjecali su na blage razlike između kemizma u otvorenoj jezerskoj vodi i u onoj uz kaveze. Ipak, i u takvim uvjetima, u području kaveznog uzgoja riba ustanovljena je određena eutrofikacija, izražena promjenama srednjih vrijednosti kemijskih pokazatelja vode. Zbog velikih prirodnih oscilacija kemijskih parametara u toku sezone signifikantnost ovih razlika nije bilo moguće potvrditi i statistički.

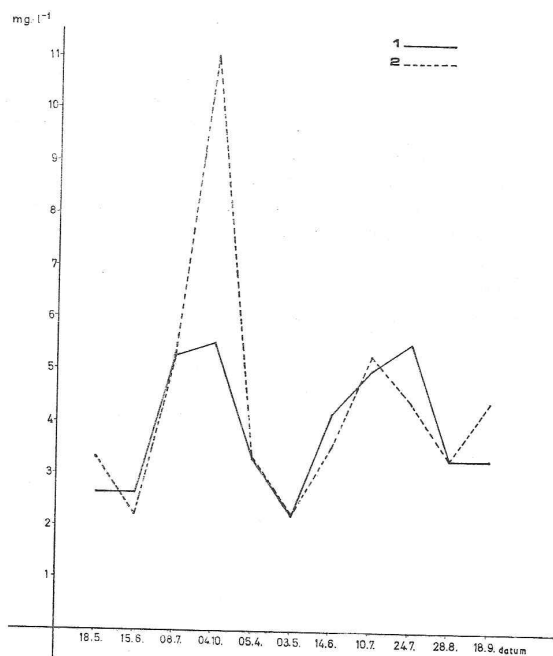
Sadržaj je otopljenog kisika, kao najvažnijega limitirajućeg faktora, u otvorenoj vodi oligotrofnoga Vranskog jezera ($7,73 \pm 2,01 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$) zadovoljavajući za riblje vrste koje u njemu obitavaju. Zbog metaboličkih procesa velike mase riba u kavezima ovdje je ustanovljena njegova nešto manja koncentracija, od $6,88 \pm 1,93 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ (graf. 1). Međutim, ni ona nije bila opasna za uzgajanu ribu.

Slobodna ugljična kiselina u vodi obično je u negativnoj korelaciji s kisikom. To se potvrdilo i u našem pokusu, jer je u slobodnoj jezerskoj vodi utvrđena koncentracija $3,90 \pm 1,25 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$, a uz kaveze $4,40 \pm 2,41 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ (graf. 2). Te su vrijednosti vrlo male i kreću se unutar dopuštenih, a daleko od toksičnih za ribe.

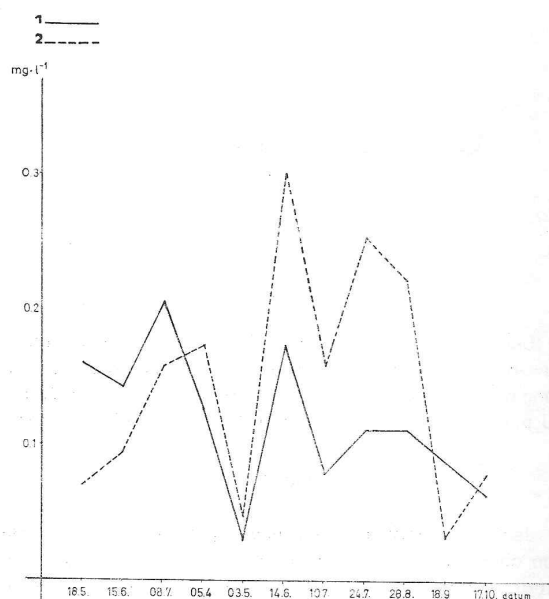
Hranjivih soli, prije svega nitrata, također je u Vranskom jezeru relativno malo. Na stotinu metara od kaveza bilo ih je $0,11 \pm 0,06 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$, dok je područje uz kaveze pokazivalo nešto veću koncentraciju od $0,14 \pm 0,09$



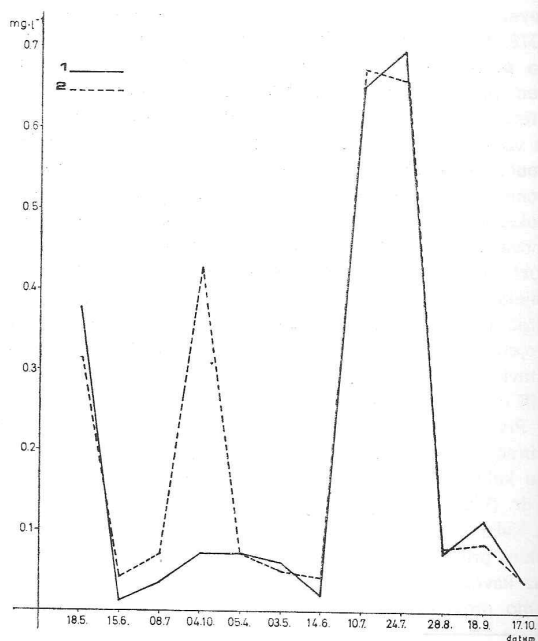
Grafikon 1. Dinamika količine O_2 ($mg \cdot l^{-1}$) uz kaveze (—) i izvan njihova domašaja (---)
 Fig. 1. Oxygen (O_2) quantity ($mg \cdot l^{-1}$) dynamics nearby the cages (—) and out of their influence (---)



Grafikon 2. Dinamika količine CO_2 ($mg \cdot l^{-1}$) uz kaveze (—) i izvan njihova domašaja (---)
 Fig. 2. Carbonic acid (CO_2) quantity ($mg \cdot l^{-1}$) dynamics nearby the cages (—) and out of their influence (---)



Grafikon 3. Dinamika količine NO_3^- ($mg \cdot l^{-1}$) uz kaveze (---) i izvan njihova domašaja (—)
 Fig. 3. Nitrates (NO_3^-) quantity ($mg \cdot l^{-1}$) dynamics nearby the cages (---) and out of their influence (—)

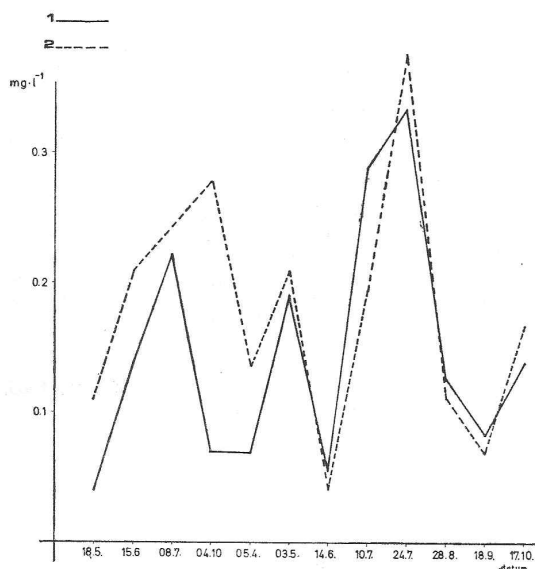


Grafikon 4. Dinamika količine PO_4^{3-} ($mg \cdot l^{-1}$) uz kaveze (---) i izvan njihova domašaja (—)
 Fig. 4. Phosphates (PO_4^{3-}) quantity ($mg \cdot l^{-1}$) dynamics nearby the cages (---) and out of their influence (—)

$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ (graf. 3). Unatoč tome, obje su ove vrijednosti male, daleko ispod $1\text{--}2 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$, poželjnih u šaranskim ribnjacima (Debeljak, 1982).

Za razliku od nitrata, količine fosfata u otvorenoj vodi Vranskog jezera relativno su velike ($0,18 \pm 0,25 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$), a odgovaraju onima zabilježenim u Bledskom jezeru (Ris-mal, 1984). Ovdje prije svega treba zamijetiti vrlo visoku standardnu devijaciju, koja je posljedica povremenih skokova, najvjerojatnije zbog gnojidbe polja na obalama Vranskog jezera. Tako je maksimalna ustanovljena vrijednost, u srpnju 1984. g., iznosila čak $0,69 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$, što premašuje i optimalne količine fosfata u šaranskim ribnjacima od oko $0,50 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ (Fašaić, 1984). Uz kaveze je (graf. 4) i prosječna vrijednost fosfata bila nešto viša ($0,21 \pm 0,24 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$).

Produkti metabolizma riba uvjetovali su nešto veću koncentraciju amonijevih iona (graf. 5) u vodi uz kaveze



Grafikon 5. Dinamika količine NH_4^+ ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$) uz kaveze (—) i izvan njihova domašaja (—)

Fig. 5. Ammonia (NH_4^+) quantity ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$) dynamics nearby the cages (—) and out of their influence (—)

($0,18 \pm 0,09 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$), nego u onoj izvan njihova utjecaja ($0,14 \pm 0,09 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$). Unatoč tim razlikama, ove su količine niske, te uz pH, koji nikada ne prelazi vrijednost od 8,3, ne omogućuju stvaranje uočljivih koncentracija nedisociranog amonijaka (Fijan, 1982), koje su svakako vrlo daleko od koncentracija dopuštenih prema Kaneaevu (1973).

Kemijska je potrošnja kisika, također, jedan od kemijskih čimbenika kod kojih je uz kaveze uočena promjena k eutrofikaciji vode (graf. 6). Dok je u otvorenoj jezerskoj vodi ta vrijednost iznosila $3,13 \pm 1,83 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$, uz kaveze je bila povećana na $3,78 \pm 1,64 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. Budući da Vransko jezero iskazuje prije svega oligotrofne karakteristike, tako i ove vrijednosti pokazuju da ono nije zagađeno organskim tvarima. Čak i najveća zabilježena vri-



Grafikon 6. Dinamika KPK ($\text{mgO}_2 \cdot \text{l}^{-1}$) uz kaveze (—) i izvan njihova domašaja (—)

Fig. 6. COD ($\text{mgO}_2 \cdot \text{l}^{-1}$) dynamics nearby the cages (—) and out of their influence (—)

jednost od $8,3 \text{ mgO}_2 \cdot \text{l}^{-1}$ još zadovoljava I. razred čistoće voda prema »Službenom listu« (1978).

Vrijednosti svih ovih parametara, i unatoč sadašnjim malim razlikama, upućuju na moguće promjene kvalitete vode u Vranskom jezeru pri eventualnom povećanju opsega proizvodnje riba u kavezima.

ZAKLJUČAK

Istraživanje utjecaja kaveznog uzgoja riba na promjene kemizma vode pokazale su blagu eutrofikaciju vode uz kaveze. To se osobito tiče smanjenja količine kisika, te povećanja koncentracije ugljične kiseline, nitrata, fosfata i amonijevih iona, kao i povećane kemijske potrošnje kisika. Iako ove razlike nisu velike, one upućuju na moguće promjene u kvaliteti vode, kao i ograničenost opsega kaveznog uzgoja riba.

SAŽETAK

Godine 1984. i 1985. u Vranskom jezeru kod Biograda n/M proveden je pokusni uzgoj soma (*Silurus glanis L.*) i šarana (*Cyprinus carpio L.*) u kavezima. Ukupna korisna površina kaveza bila je 200 m^2 , odnosno do 400 m^3 , ovisno o vodostaju. Kroz uzgojna razdoblja, osim svih tehnoloških parametara, praćeni su i oni ekološki, pa tako i kemizam vode. Osim uz kaveze, uzorci vode za kemijske analize uzimani su i na 100 m od njih, tako da bi se mogle usporediti. Ustanovljene razlike nisu značajne, ali upućuju na blagu eutrofikaciju vode uz kaveze. Tako je u otvorenoj vodi Vranskoga jezera ustanovljena prosječna količina kisika (graf. 1) od $7,73 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$, a uz kaveze od $6,88 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$, ugljične kiseline (graf. 2) $3,90 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$

(odnosno $4,40 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$), nitrata (graf. 3) $0,11 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ (odnosno $0,14 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$), fosfata (graf. 4) $0,18 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ (odnosno $0,21 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$), amonijevih iona (graf. 5) $0,14 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ (odnosno $0,18 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$), te kemijska potrošnja kisika (KPK) u otvorenoj jezerskoj vodi $3,13 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$, a uz kaveze $3,78 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ (graf. 6).

Summary

THE INFLUENCE OF CAGE FISH CULTURE ON WATER CHEMISTRY

In 1984 and 1985, an experiment on cage culture of European catfish (*Silurus glanis L.*) and carp (*Cyprinus carpio L.*) has been carried out on Vrana lake near Biograd n/m. Total cage surface used was 200 m^2 or, water level permitting, up 400 m^3 . Apart from all technological parameters, ecological parameters including the chemistry of water were under observation throughout the periods of culture. For the sake of comparison, water samples for chemical analyses were not only taken by the cages but also 100 m from them. Ascertained differences have not been significant although they suggested slight water eutrophication nearby the cages. Consequently, the average oxygen quantity of open water of Vrana lake shows $7,73 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ and $6,88 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ nearby the cages (Fig. 1); carbonic acid (Fig. 2) $3,90 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ or $4,40 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ respectively; nitrates (Fig. 3) $0,11 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ or $0,14 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ respectively; phosphates (Fig. 4) $0,18 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ or $0,21 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ respectively; ions of ammonia (Fig. 5) $0,14 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ or $0,18 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ respectively; chemical oxygen demand (COD) $3,13 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ or $3,78 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ respectively (Fig. 6).

LITERATURA

- Balzer I. (1977): Hidrokemija. Fakultet poljoprivrednih znanosti, Zagreb — skripta.
- Debeljak Lj. (1982): Životni uvjeti u vodi. U Bojčić et al.: Slatkovodno ribarstvo, 55—97, Ribozajednica — Jumena, Zagreb.
- Fašaić K. (1985): Hidrokemijski režim šaranskih ribnjaka u prvoj godini proizvodnje. Ekologija, 20, 75—85.
- Fijan N. (1982): Bolesti i neprijatelji riba. U Bojčić et al.: Slatkovodno ribarstvo, 439—513, Ribozajednica — Jumena, Zagreb.
- Habeković D. (1978): Prvi rezultati kaveznog uzgoja kalifornijske pastrve u jezerskim uvjetima. Ribarstvo Jugoslavije, 33, 52—64.
- Habeković D., Mišetić S., Marko S. (1981): Kavezni uzgoj Coregonus peleda. Ribarstvo Jugoslavije, 36, 121—127.
- Habeković D. (1982): Uzgoj kalifornijske pastrve u kavezima. Ribarstvo Jugoslavije, 37, 4—8.
- Kanaev A. I. (1973): Veterinarnaja sanitarija v ribovodstve. Moskva.
- Mišetić S., Habeković D., Marko S. (1979): Bioprodukcija akumulacijskih jezera i njihovo ribarsko iskorištavanje. Konferencija o aktualnim problemima zaštite voda i uređaja za pročišćavanje voda — Zaštita 79, Beograd, 18—21.
- Rismal M. (1984): Rezultati in pomen limnološkega modela za sanacijo Blejskega jezera. Univerza Edvarda Kardelja, Ljubljana.
- Službeni list SFRJ (1978): 34, 6, 145—147.
- Treer T. (1988): Zooplankton response to cage fish culture. Ichthyologia, 20, 61—66.
- Vodopija T. (1981): Uzgoj mladi lubina (*Dicentrarchus labrax L.*) u kavezima. Fakultet poljoprivrednih znanosti, Zagreb — magistarski rad.

Primljeno 12. 10. 1989.

