

DJELOVANJE VODNIH MAKROFITNA NA KOLIČINU KISIKA U VODI ŠARANSKIH RIBNJAKA

Lj. Debeljak, Ž. Bebek, K. Fašaić, M. Mrakovčić

Sažetak

Istraživanja djelovanja zaraštenosti šaranskih ribnjaka emerznim makrofitima provedena su u ribnjacima ribnjačarstva D. Miholjac tijekom ljetnih mjeseci uzgojne sezone god. 1988. i 1989. Istraživanja su provedena u šest ribnjaka, od kojih se u četiri ribnjaka (1, 2, 3 i 4) uzgajao riblji mlad, a u dva ribnjaka (5 i 6) konzumna riba. Obraštenost pojedinih ribnjaka emerznim makrofitima bila je 40 do 70 % površine ribnjaka, a prevladavala je vrsta *Nymphoides peltata*.

Rezultate istraživanja prikazuju tabl. 3. i 4. te sl. 1. Sadržaj kisika u vodi nezaraštenih površina varirao je unutar amplitude od $2,72 \text{ mg.l}^{-1}$ do $11,20 \text{ mg.l}^{-1}$, što upućuje na povremenu nepoželjnu razinu s gledišta potreba za normalnom prehranom i rast uzgajanih riba.

U dijelovima ribnjaka intenzivno zaraštenim emerznim biljem količina se kisika znatno smanjivala uz varijacije unutar amplitude od $1,28 \text{ mg.l}^{-1}$ do $7,84 \text{ mg.l}^{-1}$ odnosno u svim ribnjacima bila je od 0,32 do $3,84 \text{ mg.l}^{-1}$ (9 – 54 %) niža od količine kisika u vodi slobodnih, nezaraštenih dijelova ribnjaka. Ta je razlika bila i statistički opravdana ($P < 0,05$).

Rezultati ovih istraživanja upućuju na znatan negativni utjecaj emerznih makrofita u šaranskim ribnjacima. Ovisno o intenzitetu obraštenosti ribnjaka, smanjuje se i količina kisika u vodi, što smanjuje mogućnost normalne prehrane riba dodatnom hranom. Nedovoljna količina kisika u vodi rezultira slabijom iskorištenošću dodatne riblje hrane, manjim ukupnim prirastima riba i povećanim hranidbenim koeficijentom. Stoga zaključujemo da je očita važnost suzbijanja prekomjerna razvoja vodnih makrofita, ekološke skupine emerznih biljaka, u šaranskim ribnjacima.

Dr. Ljubica Debeljak, znan. savj. Agronomski fakultet, Zagreb, Svetošimunska 25
Željko Bebek, dipl. inž. agr. direktor ribnjačarstva »D. Miholjac«, D. Miholjac.
Krešimir Fašaić, inž. kemije, Centar za ribarstvo, Zagreb, Kneza Mislava 2/V.
Mr. Milorad Mrakovčić, zn. asistent, Centar za ribarstvo Zagreb, Kneza Mislava 2/V.

UVOD

Više vodeno bilje sastavni je dio svih hidrocenoza te, ovisno o intenzitetu razvoja, ima pozitivno ili negativno djelovanje u pojedinim vodnim ekosustavima (Potamov, 1956; Žuravleva, 1973). Bitno djelovanje hidrofita očituje se preko fotosinteze (Vinberg, 1955), osiguravajući veliku količinu kisika u vodi danju i moguću prekomjernu potrošnju u procesima disanja, napose u noćnim satima. Međutim, više vodeno bilje djeluje i općenito na kemizam vode (ravnoteža karbonata i bikarbonata, pH, sadržaj mineralnih soli i organskih tvari i dr.), a stupanj tih promjena vezan je uz kvalitativni i kvantitativni sastav vodnih makrofita i njihove ekološko – biološke karakteristike.

S druge strane, u područjima vodnih makrofita razvijaju se brojni beskraljeznjaci važni u prehrani riba. Zato makrofita predstavljaju biocenozu koja ima određene zakonitosti s pozitivnog i negativnog gledišta, a dolaze do izražaja napose u plitkim vodama kakve su i šaranski ribnjaci.

Više vodeno bilje razvija se vrlo intenzivno u ljetnim mjesecima, kada oscilacije i količina kisika u vodi šaranskih ribnjaka imaju posebno značenje i bitno djeluju na prehranu i rast riba, te na zdravstveno stanje riba vezano ne samo uz kritične vrijednosti kisika u vodi nego i na posljedično pogoršanje ihtiohigijenskog stanja u vodi općenito (Snieszka, 1973; Rappaport i Marek, 1976; Boyd i Lichtkoppler, 1979; Debeljak et al., 1989. i dr.).

Od triju ekoloških skupina vodnih makrofita (Debeljak, 1982) posebno je važna skupina s lišćem koje pliva na površini vode. To su biljke s relativno velikim, kožastim lišćem okrugla ili ovalna oblika. Najčešći predstavnici koji naseljavaju šaranske ribnjake jesu: *Nymphoides peltata*, *Hidrocharis morsus ranae* i *Trapa natans*, te manje *Nymphaea alba*, *Nuphar luteum*, *Polygonum amphybiium* i *Potamogeton natans*. Razvoj ovih biljnih vrsta često je masovan i one prekrivaju 50 % i više površine ribnjaka.

U ovome radu istraženo je djelovanje emerznih makrofita na promjene sadržaja kisika otopljenog u vodi šaranskih ribnjaka u ljetnim mjesecima.

METODIKA

Istraživanja su provedena u šest šaranskih ribnjaka ribnjačarstva D. Miholjac u tijeku srpnja, kolovoza i rujna god. 1988. i 1989. godine. U četiri ribnjaka (1, 2, 3 i 4) uzgajao se dvogodišnji mlađ šarana, bijelog i sivog glavaša i bijelog amura (98 % šaran) uz gustoću nasada od 12 000 do 14 000 ind. ha⁻¹ i prihranjivanje riba bjelančevinama, a u dva ribnjaka (5 i 6) uzgajao se konzumni šaran, bijeli glavaš i bijeli amur (60 – 72 % šaran) u količini 1 800 i 2 400 ind. ha⁻¹ i prihranjivanje riba žitaricama.

Obraštenost pojedinih ribnjaka emerznim makrofitima bila je oko 40 do 70 % površine, a prevladavala je vrsta plavun (*Nymphoides peltata*).

Kisik otopljen u vodi analiziran je u srednjem sloju obraštenog i neobraštenog dijela vodenoga stupca, prema metodi Winklera (APHA, 1975) uz praćenje tem-

perature vode, prozirnosti prema Secchiju i ukupne količine planktona filtriranjem 5 l vode vertikalnim potegom planktonskom mrežom br. 25.

Rezultati analize kisika u obraštenim i neobraštenim područjima obrađeni su statistički (Tukey, 1977).

REZULTATI I RASPRAVA

Temperatura vode, prozirnost i ukupnu količinu planktona ilustriraju tabl. 1 i 2, a količinu kisika otopljenog u vodi tabl. 3 i 4. i sl. 1.

Tablica 1. Dinamika nekih ekoloških čimbenika u istraženim ribnjacima tijekom uzgojne sezone godine 1988.

Mjesec	srpanj			kolovoz			rujan		
Pokazatelj	Temperatura vode °C	Prozirnost cm	Količina plankt. ml/100 l	Temperatura vode °C	Prozirnost cm	Količina plankt. ml/100 l	Temperatura vode °C	Prozirnost cm	Količina plankt. ml/100 l
Ribnjak									
1	23,5	30-40	2,67	23,5	35-40	4,00	23,0	35-50	5,33
2	23,5	40-70	2,00	23,5	35-47	4,00	23,0	25-30	3,33
3	23,5	60-110	4,67	22,5	40-60	3,40	3,0	30-70	4,00
4	23,5	50-55	2,67	23,5	45-50	4,00	22,5	35	2,67
5	24,0	15-28	3,33	25,0	20-35	1,30	23,0	—	—
6	24,5	20-23	5,33	25,0	23-27	1,70	23,0	—	—

Tablica 2. Dinamika nekih ekoloških čimbenika u istraženim ribnjacima tijekom uzgojne sezone godine 1989.

Mjesec	srpanj			kolovoz			rujan		
Pokazatelj	Temperatura vode °C	Prozirnost cm	Količina plankt. ml/100 l	Temperatura vode °C	Prozirnost cm	Količina plankt. ml/100 l	Temperatura vode °C	Prozirnost cm	Količina plankt. ml/100 l
Ribnjak									
1	27,0	25-30	4,00	27,0	24-26	6,70	18,0	20-30	2,27
2	27,0	30	3,33	27,0	25-28	8,00	18,0	20	4,67
3	26,0	20	6,00	25,0	25-30	10,67	18,0	20-25	6,67
4	26,0	30-35	4,00	26,0	28-34	10,00	18,0	30	5,33
5	—	40-50	2,00	27,0	50-60	2,20	18,0	—	—
6	—	10	2,67	27,0	9-10	1,33	18,0	—	—

Prosječna prozirnost vode u ribnjacima u kojima se uzgajao dvogodišnji riblji mlad bila je 43,7 cm, a u ribnjacima u kojima se uzgajala konzumna riba 28,0 cm.

Prosječna količina ukupnog planktona za istraženo razdoblje bila je u mladićnjacima 4,77 ml/100 l, a u ribnjacima za uzgoj konzumne ribe 2,48 ml/100 l. Vidljivo je da prozirnost vode i ukupna količina planktona u pojedinim ribnjacima nisu bili u pozitivnoj korelaciji. To se objašnjava time što je manja prozirnost vode u ribnjacima za uzgoj konzumne ribe bila više posljedica anorganskog, a manje biološkog zamućenja vode. Međutim, u objema istraženim grupama ribnjaka postojeća prozirnost vode omogućavala je osiguranje kisika otopljenog u vodi u zadovoljavajućim vrijednostima i u slojevima vode pri dnu s obzirom na postojeću dubinu vode oko 1 metar (Boyd, 1984).

Iz tabl. 3. i 4. i sl. 1. vidi se dinamika kisika u pojedinim ribnjacima, kao i odnos količine O₂ između nezaraštenih i zaraštenih površina ribnjaka emerznim biljem. U objema grupama istraženih ribnjaka u prijepodnevnim satima (oko 10,00 sati), sadržaj kisika u vodi nezaraštenih površina varirao je unutar amplitude od 2,72 mg. l⁻¹ do 11,20 mg. l⁻¹, uglavnom do oko 7,00 mg. l⁻¹. Iz tih numeričkih vrijednosti, vidljiva je povremeno nepoželjna razina količine kisika otopljenog u vodi za normalan rast i prehranu riba. Naime, vrijednosti O₂ bile su povremeno znatno niže od 5 mg. l⁻¹, koje Plumb i sur. (1976), Rappaport i Marek (1976), Boyd (1984) i dr. navode kao granične za normalan uzgoj riba u šaranskim ribnjacima.

Tablica 3. Količina kisika u istraženim ribnjacima tijekom ljetnih mjeseci uzgojne sezone

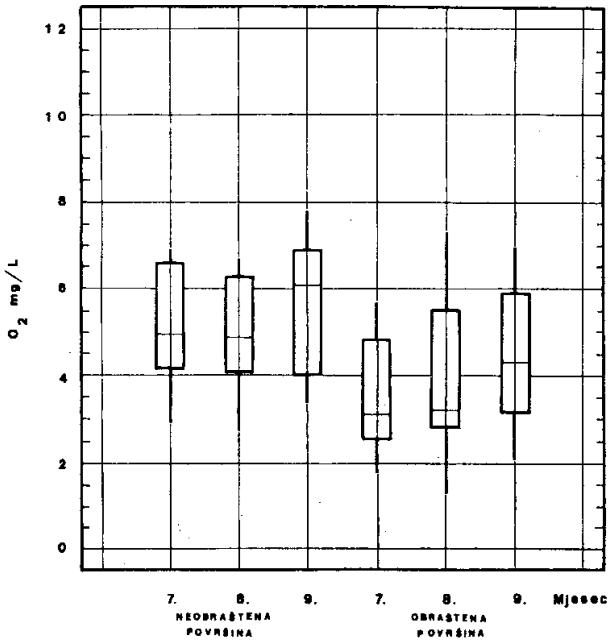
Ribnjak	19. 7. 1988.				8. 8. 1988.				6. 9. 1988.			
	Slobodna voda O ₂ · l ⁻¹ mg · l ⁻¹	Zaraštena površina mg · l ⁻¹ O ₂ · l ⁻¹	Razlika O ₂ mg · l ⁻¹ O ₂ · l ⁻¹	%	Slobodna voda O ₂ · l ⁻¹ mg · l ⁻¹	Zaraštena površina mg · l ⁻¹ O ₂ · l ⁻¹	Razlika O ₂ mg · l ⁻¹ O ₂ · l ⁻¹	%	Slobodna voda O ₂ · l ⁻¹ mg · l ⁻¹	Zaraštena površina mg · l ⁻¹ O ₂ · l ⁻¹	Razlika O ₂ mg · l ⁻¹ O ₂ · l ⁻¹	%
1	6,56	5,28	1,28	20	4,80	3,20	1,60	33	4,00	2,56	1,44	36
2	4,96	3,84	1,12	23	6,08	5,56	0,52	9	3,36	2,56	0,80	24
3	3,36	2,56	0,80	24	11,20	7,36	3,84	34	6,72	3,68	3,04	45
4	4,48	3,04	1,44	32	4,64	3,04	1,60	34	3,36	2,08	1,28	38
5	6,88	4,80	2,08	30	5,92	2,72	3,20	54	6,56	4,64	1,92	29
6	5,44	3,20	2,24	41	3,52	3,20	0,32	9	5,92	4,00	1,92	32

U dijelovima ribnjaka intenzivno zaraštenim emerznim makrofitima količina kisika bila je znatno niža u usporedbi s nezaraštenim površinama. Kretala se uglavnom unutar amplitude od 1,28 mg. l⁻¹ do 7,84 mg. l⁻¹ (najviše od 2 do 5 mg. l⁻¹), odnosno u svim mjerenjima bila je za 0,32 do 3,84 mg. l⁻¹ (9 – 54 %) niža od količine O₂ u slobodnoj vodi, što je i statistički opravdano (PO, 05). Pa, iako u tijeku istraživanja ni ove vrijednosti kisika otopljenog u vodi nisu bile kritične za život riba (Svobodova et al., 1987), one su znatno pogoršale ekološke uvjete uzgoja

riba, što ima kao posljedicu niže priraste riba i povećani hranidbeni koeficijent napose pri prehrani bjelančevinastom dodatnom hranom (Debeljak et al., 1989).

Tablica 4. Količina kisika u istraženim ribnjacima tijekom ljetnih mjeseci uzgojne sezone

Rib- njak	12. 7. 1989.				15. 8. 1989.				11. 9. 1989.			
	Slobod- na voda mg O ₂ · L ⁻¹	Zara- štena površina mg O ₂ · L ⁻¹	Razlika O ₂ mg O ₂ · L ⁻¹	%	Slobod- na voda mg O ₂ · L ⁻¹	Zara- štena površina mg O ₂ · L ⁻¹	Razlika O ₂ mg O ₂ · L ⁻¹	%	Slobod- na voda mg O ₂ · L ⁻¹	Zara- štena površina mg O ₂ · L ⁻¹	Razlika O ₂ mg O ₂ · L ⁻¹	%
1	4,48	3,04	1,44	32	4,48	2,88	1,60	36	7,04	6,40	0,64	10
2	4,16	1,76	2,40	58	3,68	2,98	0,96	26	6,88	5,88	1,00	15
3	6,56	5,72	0,84	13	6,40	5,76	0,64	10	7,84	7,04	0,80	10
4	2,88	2,08	0,80	28	2,72	1,28	1,44	47	4,80	3,16	1,64	34
5	—	—	—	—	4,96	4,47	0,49	10	6,08	4,96	1,12	18
6	—	—	—	—	6,72	5,44	1,28	19	—	—	—	—



Slika 1. Grafički prikaz statističkih vrijednosti količine kisika

Rezultati ovih istraživanja upućuju na važnost suzbijanja prekomjerna razvoja vodnih makrofita u uvjetima poluintenzivna uzgoja riba u šaranskim ribnjacima. U našim ribnjacima sve su manje mogućnosti primjene biološke metode suzbijanja vodnih makrofita zbog stalnoga smanjenja količine bijelog amura u polikulturi (Turk, 1990), pa je potrebno istražiti druge načine. Metode suzbijanja masovnog razvoja vodnih makrofita (mehaničke, kemijske) moraju biti takve da sprečavaju masovno nagomilavanje i truljenje u vodi biljne mase, koja u procesima razgradnje produžuje vrijeme depleksije O₂ u vodi te pogoršava ihtiohigijske uvjete, omogućava nakupljanje organske tvari, razvoj saprofitske mikroflora i dr.

ZAKLJUČAK

Na osnovi rezultata ovih istraživanja utvrđeno je sljedeće:

1. Količina kisika otopljenog u vodi šaranskih ribnjaka u uvjetima poluintenzivna uzgoja riba u tijeku ljetnih mjeseci znatno varira i povremeno pada na vrijednosti nepoželjne za normalnu prehranu riba dodatnom hranom.
2. Utvrđeno je znatno smanjenje količine kisika u vodi u područjima intenzivno obraštenim emerznim biljem u usporedbi s količinom kisika u slobodnoj vodi. Razlika je bila statistički opravdana ($P < 0,05$).
3. Ovisno o intenzitetu obraštenosti ribnjaka emerznim biljem, smanjuje se i količina kisika u vodi, te posredno, slabijim iskorištavanjem dodatne riblje hrane smanjuje i proizvodnju riba uz povećanje hranidbenog koeficijenta. To upozorava na važnost suzbijanja prekomjernog razvoja vodnih makrofita u šaranskim ribnjacima.

Summary

THE INFLUENCE OF WATER MACROPHYTES ON THE QUANTITY OF OXYGEN IN CARP PONDS' WATER

Research on the influence of emersed macrophytes in carp ponds in fish-farm D. Miholjac was carried on during the summer months of 1988 and 1989. Six carp ponds were under research: in ponds number 1, 2, 3 and 4, the fingerlings were cultured and in the ponds number 5 and 6, marketable fish. Some ponds had 40 - 70% of their area covered by emerged macrophytes, *Nymphoides peltata* being the dominant species.

The results are presented in tables 3 and 4 and on figure 1. The quantity of oxygen in the water of pond areas without emersed macrophytes varied between 2, 72 mg. l⁻¹ and 11,20 mg. l⁻¹ indicating temporary insufficiency as far as requirements for normal growth were concerned.

In extremely overgrown areas of the ponds, the quantity of oxygen decreased significantly varying within an amplitude from 1,28 mg. l⁻¹ to 7,84 mg. l⁻¹. As opposed to pond areas free of weeds, the quantity of oxygen was 9 – 54% lower (from 0,32 mg. l⁻¹ to 3,84 mg. l⁻¹) in overgrown parts of pond areas. The fact was even significant statistically ($p < 0,05$).

The results indicate significantly negative influence of emersed macrophytes on the carp ponds. The oxygen level in water becomes lower as the overgrowth of the pond area becomes more extensive. That makes the possibility of otherwise normal fish feeding by additional food less convenient. Without the additional food, total fish mass increments are lower, and the food coefficient becomes higher. All of this shows the importance of reducing the overdevelopment of emersed macrophytes in the carp ponds. Therefore, the uprooting of emersed macrophytes from carp pond areas is of utmost importance.

LITERATURA

- APHA (1975):* Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 14th ed. Am. Publ. Health Assoc. Wash., D. C., 1193 pp.
- Boyd, C. E.; Lichtkoppler, F. (1979):* Water Quality Management in Pond Fish Culture: Int. center for Aquac. Agr. Esop. St. Auburn: 30 pp
- Boyd, C. E. (1984):* Water Quality in warmwater fish ponds. Auburn university Agr. Exp. Station.
- Debeljak, Lj. (1982):* Životni uvjeti u vodi. U knjizi: Bojčić i sur.: Slatkovodno ribarstvo, Ribozajednica – Jumena, Zagreb, 55 – 97.
- Debeljak, Lj.; Bebek, Ž.; Fašaić, K. (1989):* Dinamika kisika u vodi šaranskih ribnjaka u funkciji povećanja proizvodnje. Rib. Jugosl., 44, (1), 10 – 14.
- Plumb, J. A.; Grizzle, J. M.; Defigneiredo, J. (1976):* Necrosis and Bacterial Infection in Channel Catfish (*Ictalurus punctatus*) following Hypoxia. J. Wildlife Diseases, 12, 247 – 253.
- Potamov, A. A. (1956):* Fotosintez pogruženih rastenij v svjazi s zarastaniem verhovcev Cimljanskogo vodohranilišća. Trudi Vsesvj. Gidobiol. obšč., 7, 52 – 66.
- Rappaport, U.; Marek, M. (1976):* Results of test of Various Aeration Systems on the Oxygen Regime in the Genosar Experimental Ponds and Growth of Fish there in 1975. Bamidgeh, 28, 35 – 49.
- Snieszka, S. F. (1973):* Recent Advances of Scientific Knowledge and Development Pertaining to Disease of Fishes. Adv. Vet. Sci. Comp. Med., 17, 291 – 314.
- Svobodova, Z. a Kol. (1987):* Toxikologie vodnich živočišho. Min. zem. nakl. v Praze. 231 pp.
- Tukey, J. W. (1977):* Exploratory Data Analysis. Addison – Wesley, Reading, Mass.
- Turk, M. (1990):* Slatkovodno ribarstvo Hrvatske u godini 1989. Rib. Jugosl., 45, (4), 73 – 79.

Vinberg, G. G. (1955): Značenje fotosinteza dlja obogašćenija vodi kislorodom pri samoočišćenii zagrijaznennih vod. Tr. Vsesojuz. gidrob. obšč., 6, 46 – 69.

Žuravljeva, Z. A. (1973): Vlijanije visšej vodnoj rastiteljnosti na gidrohimičeskij režim poimennih vodoemov nižnego Dnepra. Gidrob. žurnal. (9), 1, 23 – 29.

Primljeno 11. 10. 1991.