

DJELOVANJE TEHNOLOŠKIH MJERA NA PROMJENU KEMIZMA VODE ŠARANSKIH RIBNJAKA

K. Fašaić, Lj. Debeljak, B. Stojić, M. Turk

Sažetak

Istraživanja promjena kemizma vode u uvjetima različito obrađenih ribnjaka za uzgoj konzumne ribe s posebnim osvrtom na dotočnu vodu provedena su na ribnjačarstvu »Draganić« u šest pokusnih ribnjaka: bez gnojidbe (varijanta I.) i s gnojidbom mineralnim gnojivom NPK (12:12:12) ukupne količine 900 kg.ha⁻¹ (varijanta II.) uz prihranu riba žitaricama, te bez gnojidbe uz prihranu riba industrijskim briketima s 18 % bjelančevina (varijanta III.). Nasad je riba u svim ribnjacima bio 3.300 ind.ha⁻¹.

U tijeku uzgojne sezone od lipnja do listopada, u svim pokusnim ribnjacima i u dotočnoj vodi potoka Stojnica utvrđene su vrlo izražene varijacije pojedinih kemijskih determinanti, te određene promjene u pokusnim ribnjacima u usporedbi s dotočnom vodom. Rezultate ilustriraju tablice 2 do 5.

Minimalne vrijednosti O₂ u varijantama II. i III. u usporedbi s dotočnom vodom bile su 27 % niže, a maksimalne su se vrijednosti povećale 33 %. To upućuje na izraženija kolebanja ove kemijske varijable u pokusnim ribnjacima.

Količina NH₄⁺ povećala se u svim pokusnim ribnjacima u odnosu na dotočnu vodu, i to u I. varijanti 43 %, u II. varijanti 93 % i u III. varijanti 75 % u prosjeku.

Količina NO₃⁻ u odnosu na dotočnu vodu povećala se 10 % (I. varijanta), 6 % (II. varijanta) i 13 % (III. varijanta) u prosjeku, a količina PO₄³⁻ za 17 % (I. varijanta), 207 % (II. varijanta) i 28% (III. varijanta). Maksimalne vrijednosti ortofosfata povećale su se u II. varijanti 236 %, a u I. i III. varijanti bile su na razini dotočne vode.

Ključne riječi: šaranski ribnjak, kemizam vode, mineralno gnojivo, prehrana riba

* Inž. Krešimir Fašaić, Ribarski centar, Zagreb; Dr. Ljubica Debeljak, znanstveni savjetnik, Agronomski fakultet, Zagreb; Inž. Biserka Stojić, INA-Odjel za primjenu gnojiva, Kutina; Dipl. inž. Mirko Turk, Ribarski centar, Zagreb

UVOD

Biotehnoški se proces u šaranskim ribnjacima više ili manje mijenja radi povećanja proizvodnje riba. Ulogu u tim promjenama imaju određeni čimbenici, a ti su prije svega vrsta, dob i količina nasadene ribe na jedinicu površine, primjena mineralnih i organskih gnojiva i prihrana riba dodatnom hranom (žitaricama, industrijskim briketima). Ti elementi tehnološkoga procesa znatno utječu na kemijske karakteristike vode, tako da izravno i posredno preko primarne i sekundarne produkcije određuju kvalitetu vode u uzgojnome procesu. Kvaliteta se vode mora održavati na određenoj razini, jer se, u slučaju prevelikih oscilacija u neželjenu smjeru, ne potiču pozitivni učinci, nego kvaliteta vode može postati limitirajući faktor proizvodnje.

Svrha je ovoga rada bila da se utvrdi razina promjene kvalitete vode u šaranskim ribnjacima za uzgoj konzumne ribe uz primjenu mineralnih gnojiva i bjelančevinastih briketa u prehrani ribe. To je dio istraživanja o djelovanju mineralnih gnojiva na proizvodnju riba u šaranskim ribnjacima, koja zajednički financiraju INA — Odjel primjene gnojiva Kutina i Ribnjačarstvo »Draganići«.

METODIKA

Istraživalo se u tijeku uzgojne sezone godine 1992. (od svibnja do listopada) u šest pokusnih ribnjaka Ribnjačarstva »Draganići«. Pojedinačna veličina ribnjaka bila je $0,1 \text{ ha}^{-1}$, a dubina od 1,0 do 1,2 metra.

Gustoća nasada riba u pojedinim je ribnjacima bila $3.300 \text{ ind. ha}^{-1}$ (šaran $3.000 \text{ ind. ha}^{-1}$ — 89 %, bijeli amur 100 ind. ha^{-1} — 3 %, bijeli glavaš 200 ind. ha^{-1} — 6 % i som 60 ind. ha^{-1} — 2 %). Prosječna masa nasadnog šarana bila je 29 do 32 grama, bijelog amura 37 grama, bijelog glavaša 56 grama, a soma 28 grama.

U tijeku uzgojne sezone istraživale su se promjene kemizma vode u ribnjacima bez gnojidbe (dva pokusna ribnjaka — varijanta I.) i uz gnojidbu mineralnim gnojivom NPK-formulacije 17:8:9 ukupne količine 900 kg-ha^{-1} , primjenjenog u šest jednakih doza (dva pokusna ribnjaka — varijanta II.). U I. i II. varijanti riba se prihranjivala pšenicom i kukuruzom. U dva pokusna ribnjaka — III. varijanta, riba se prihranjivala industrijskim briketima (18 % bjelančevina) bez primjene mineralnoga gnojiva.

Analiza osnovnih kemijskih faktora u vodi pokusnih ribnjaka i dotočnoj vodi (temperatura, količina O_2 , zasićenost s O_2 , slobodna CO_2 , CaCO_3 , Ca^{2+} , Mg^{2+} , potrošak KMnO_4 , pH, NO_3^- , NH_4^+ , PO_4^{3-} , provodila se standardnim metodama (APHA, 1975). Voda za kemijsku analizu sabirala se u vremenu od 7.00 do 8.00 sati i analizirala istog dana.

REZULTATI I RASPRAVA

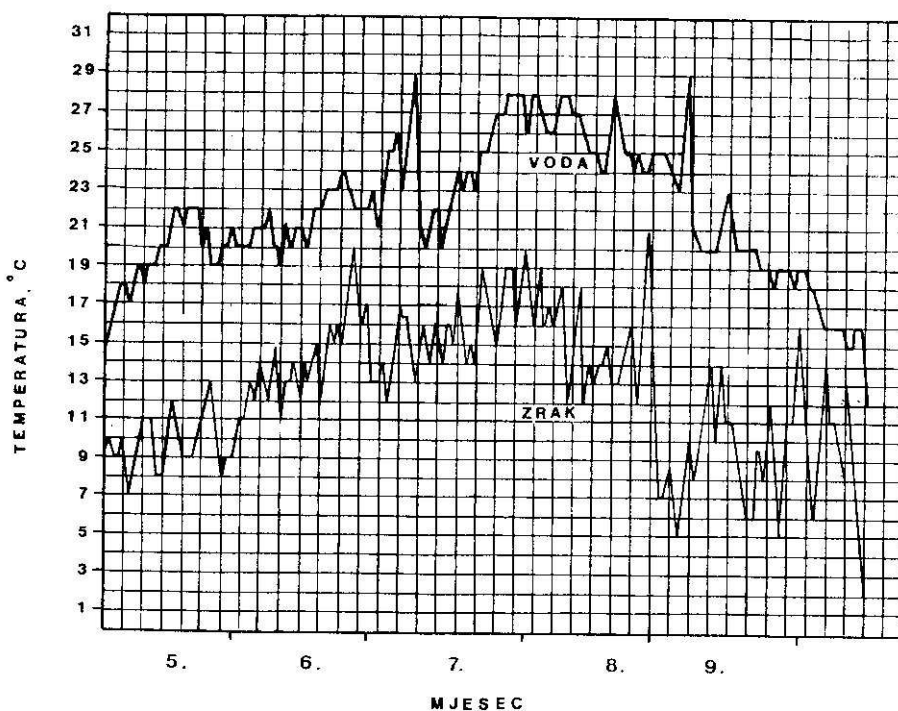
Za vrijeme uzgojne sezone pokusni su ribnjaci bili različito obrašteni vodnim makrofitima. Najobrašćeniji su kontrolni ribnjaci (varijanta I.) na površini oko 80 %. Među vodnim makrofitima prevladavali su šaš (*Carex sp.*), trska (*Phragmites communis*), mrijesnjak (*Potamogeton natans*) i krocanj (*Myriophyllum sp.*). U ostalim pokusnim ribnjacima obraštenost makrofitima varirala je od 20 do 30 % površine. Povremeno se razvio orašak (*Trapa natans*) koji se redovito kosio i izbacivao iz ribnjaka.

Svakodnevno mjerena temperatura vode u površinskom sloju varirala je od 12 do 29 °C. Prosječna temperatura vode u pojedinim mjesecima uzgojne sezone dana je u tabl. 1, a dnevna temperatura zraka i vode na sl. 1.

Tablica 1. Prosječna temperatura vode tijekom uzgojne sezone

Table 1. Average water temperature during the culturing season

Mjesec	svibanj	lipanj	srpanj	kolovoz	rujan	listopad	M±S.D.
T °C	18,5	22,0	24,2	23,8	19,5	15,5	20,58±0,51



Slika 1 Dinamika temperature vode i zraka u tijeku uzgojne sezone

Figure 1. Dynamics of water and air temperature during the culturing season

Temperatura vode ima vrlo izražen utjecaj na rast riba i na povećanja temperature (Boyd Lichtkoppler, 1979). Iz podataka u tabl. 1. može se zaključiti da su najintenzivnije biološke reakcije bile u lipnju, srpnju i kolovozu.

Analitičke vrijednosti pojedinih kemijskih parametara u pokusnim ribnjacima i dotočnoj vodi iz potoka Stojnica ilustriraju tabl. 2 do 4. Tijekom uzgojne sezone u svim pokusnim ribnjacima i u dotočnoj vodi bile su vrlo izražene varijacije pojedinih kemijskih determinanti. Ta je pojava izražena i u drugim šaranskim ribnjacima što potvrđuju razna istraživanja (Debeljak i sur., 1987., 1990.; Fašaić i sur., 1989. i dr.), a najizraženija su variranja kisika otopljenog u vodi, kao posebno kritične varijable u šaranskom ribnjaku. U ovom slučaju, ta su variranja bila velika, iako je tendencija pada vrijednosti kisika prema donjoj granici za šaranske ribnjake bila ustanovljena samo povremeno, a krivulja kisika otopljenog u vodi pretežno se kretala na razini supersaturacije. U usporedbi s kontrolnim pokusnim ribnjacima varijante I, prosječna količina kisika u varijanti II. koja je gnojena mineralnim gnojivom, a riba je prihranjivana žitaricama i u varijanti III. koja se nije gnojila, a riba je prihranjivana industrijskim bjelančevinastim briketima bila je oko 9 % veća, a također oko 9 % bila je veća i u usporedbi s dotočnom vodom (tabl. 2-4). Ovo povećanje količine kisika u vodi pokusnih ribnjaka varijante II. i III. tumači se razvojem fitoplanktonske zajednice, glavnog proizvođača kisika u vodi šaranskih ribnjaka, kao posljedica veće eutrofizacije vode pod utjecajem primijenjenih tehnoloških mjera. Zbog čestog dotoka svježe vode u pokusne ribnjake radi održavanja stalne razine vode, u ovim pokusima nije zabilježena kritična vrijednost količine kisika otopljenog u vodi, kao što je bio slučaj u našim ranijim istraživanjima u istim ribnjacima (Fašaić i sur., 1989; Debeljak i sur., 1987; Debeljak i sur., 1990. i 1990a) te u drugim istraženim ribnjacima (Debeljak i Fašaić, 1985., Fašaić i sur. 1992.).

Minimalne vrijednosti kisika otopljena u vodi pokusnih ribnjaka varijante II. i III, u usporedbi s minimalnim vrijednostima kisika u dotočnoj vodi potoka Stojnica, bile su niže 27 %, a maksimalne su se vrijednosti povećale 83 %. To upućuje na znatno izraženija kolebanja ove kemijske varijable u pokusnim ribnjacima u usporedbi s dotočnom vodom.

pH vode, kao mjera koncentracije vodikovih iona, s variranjem unutar amplitude od 7,3 do 8,6 (varijanta I.), od 7,2 do 9,1 (varijanta II.), od 7,2 do 8,6 (varijanta III.) i od 7,4 do 8,6 (potok Stojnica) upućuju na vrlo izražene varijacije, slične u dotočnoj vodi i u pokusnim ribnjacima. Varijacije su bile na razini od gotovo neutralnog do srednje alkaličnog područja, osim u varijanti II. koja je gnojena mineralnim gnojivom, gdje je vrijednost pH povremeno dosegala razinu vrlo alkaličnih vrijednosti (9.1 pH jedinica). To bi se moglo povezati s jače razvijenim fitoplanktonom u toj varijanti pokusnih ribnjaka, što je rezultiralo intenzivnom potrošnjom slobodne CO₂ iz vode u procesu asimilacije.

Tablica 2. Kemizam vode u ribnjacima varijante I. u tijeku uzgojne sezone godine 1992.
 Table 2. Water chemistry in fish ponds of variant I during the 1992 culturing season

Parametri	Ribnjak 1										Ribnjak 6										x ± Sx
	Datum										Datum										
	5. 6.	12. 6.	23. 7.	19. 8.	25. 9.	9. 10.	5. 6.	12. 6.	23. 7.	19. 8.	25. 9.	9. 10.									
temp. zraka °C	14,0	14,0	19,0	13,0	11,0	8,0	14,0	14,0	19,0	13,0	11,0	8,0	13,17±0,56								
temp. vode °C	21,0	21,0	26,0	28,0	19,0	15,0	21,0	21,0	26,0	28,0	19,0	15,0	21,67±0,72								
O ₂ mg·L ⁻¹	17,76	5,76	7,04	6,88	21,44	7,84	13,12	3,68	6,08	7,68	8,00	7,68	9,41±0,42								
zasićenost s O ₂ %	205	66	88	89	238	80	151	42	76	99	89	79	109±4,70								
CO ₂ mg·L ⁻¹	0	0	12,10	7,70	7,26	5,72	0	5,72	12,10	4,40	9,02	5,72	5,81±0,34								
CaCO ₃ mg·L ⁻¹	255	250	200	230	230	255	150	260	235	235	240	260	238±2,50								
potrošak KMnO ₄ mg·L ⁻¹	15,81	16,43	14,54	6,64	26,23	19,28	31,61	17,38	14,54	6,32	16,12	13,91	16,57±0,56								
Ca ²⁺ mg·L ⁻¹	57,89	42,17	59,32	57,90	58,61	57,89	50,03	51,46	49,31	50,03	50,03	48,60	52,77±0,43								
Mg ²⁺ mg·L ⁻¹	22,12	19,95	22,55	22,12	35,85	19,95	24,29	21,68	29,92	26,46	23,42	24,29	24,39±0,36								
NH ₄ ⁺ -N mg·L ⁻¹	0,123	0,010	0,420	0,440	0,250	0,300	0,246	0,240	0,420	0,480	0,370	0,190	0,291±0,01								
PO ₄ ³⁻ -P mg·L ⁻¹	0,108	0,040	0,010	0,170	0,160	0,050	0,351	0,050	0,010	0,130	0,120	0,050	0,104±0,01								
NO ₃ ⁻ -N mg·L ⁻¹	0,120	0,180	0,250	0,200	0,860	0,320	0,110	0,180	0,200	0,200	0,240	0,270	0,219±0,01								
pH-vrijednost	8,4	8,5	7,8	7,9	7,4	7,8	8,6	8,0	7,9	7,8	7,3	7,9	7,94±0,03								

Tablica 3. Kemizam vode u ribnjacima varijante II. u tjeku uzgojne sezone godine 1992.
 Table 3. Water chemistry in fish ponds of variant II during the 1992 culturing season

Parametri	Ribnjak 4										Ribnjak 5										x ± Sx		
	Datum										Datum												
	5. 6.	12. 6.	23. 7.	19. 8.	25. 9.	8. 10.	5. 6.	12. 6.	23. 7.	19. 8.	25. 9.	8. 10.	5. 6.	12. 6.	23. 7.	19. 8.	25. 9.	8. 10.					
temp. zraka °C	14,0	14,0	19,0	13,0	11,0	8,0	14,0	14,0	19,0	13,0	11,0	14,0	14,0	19,0	13,0	11,0	14,0	14,0	19,0	13,0	11,0	8,0	13,17±0,56
temp. vode °C	21,0	21,0	26,0	28,0	19,0	15,0	21,0	21,0	26,0	28,0	19,0	21,0	21,0	26,0	28,0	19,0	21,0	21,0	26,0	28,0	19,0	15,0	21,67±0,72
O ₂ mgL ⁻¹	13,12	5,44	10,24	9,76	11,52	8,48	21,44	9,28	8,64	6,88	10,56	8,64	9,28	8,64	6,88	10,56	8,64	9,28	8,64	6,88	10,56	8,00	10,28±0,32
zasićenost s O ₂ %	151	63	128	126	128	87	274	107	108	89	117	108	107	108	89	117	108	107	108	89	117	82	122±4,29
CO ₂ mgL ⁻¹	7,70	0	7,70	6,60	9,69	6,16	0	0	6,60	4,40	9,24	6,60	0	6,60	4,40	9,24	6,60	0	6,60	4,40	9,24	6,28	5,28±0,28
CaCO ₃ mgL ⁻¹	225	230	230	240	245	250	205	245	230	240	255	245	245	230	240	255	245	245	230	240	255	255	237±1,02
potrošak KMnO ₄ mgL ⁻¹	38,56	14,86	9,80	6,32	20,86	19,28	78,39	17,70	12,01	7,27	10,75	78,39	17,70	12,01	7,27	10,75	78,39	17,70	12,01	7,27	10,75	9,48	20,44±1,61
Ca ²⁺ mgL ⁻¹	50,74	51,46	52,17	51,46	50,74	50,03	50,74	46,45	51,46	51,46	50,74	50,74	46,45	51,46	51,46	50,74	50,74	46,45	51,46	51,46	50,74	48,60	50,50±0,12
Mg ²⁺ mgL ⁻¹	19,08	20,38	21,69	20,82	19,08	18,21	20,38	24,29	21,25	20,38	19,52	20,38	24,29	21,25	20,38	19,52	20,38	24,29	21,25	20,38	19,52	18,65	20,31±0,13
NH ₄ ⁺ -N mgL ⁻¹	0,270	0,230	0,360	0,300	0,610	0,380	0,221	0,230	0,570	0,550	0,500	0,221	0,230	0,570	0,550	0,500	0,221	0,230	0,570	0,550	0,500	0,500	0,383±0,01
PO ₄ ³⁻ -P mgL ⁻¹	1,180	0,080	0,100	0,450	0,210	0,100	0,432	0,050	0,130	0,300	0,160	0,432	0,050	0,130	0,300	0,160	0,432	0,050	0,130	0,300	0,160	0,100	0,274±0,03
NO ₃ ⁻ -N mgL ⁻¹	0,120	0,200	0,320	0,320	0,160	0,170	0,140	0,200	0,250	0,200	0,250	0,140	0,200	0,250	0,200	0,250	0,140	0,200	0,250	0,200	0,250	0,250	0,211±0,01
pH-vrijednost	7,9	8,3	8,1	7,9	7,2	7,9	9,1	8,3	8,2	7,9	7,2	9,1	8,3	8,2	7,9	7,2	9,1	8,3	8,2	7,9	7,2	7,8	7,98±0,04

Tablica 4. Kemizam vode u ribnjacima varijante III. u tijeku uzgojne sezone godine 1992.
Table 4. Water chemistry in fish ponds of variant III during the 1992 culturing season

Parametri	Ribnjak 2										Ribnjak 3										x ± Sx
	Datum										Datum										
	5. 6.	12. 6.	23. 7.	19. 8.	25. 9.	9. 10.	5. 6.	12. 6.	23. 7.	19. 8.	25. 9.	9. 10.	5. 6.	12. 6.	23. 7.	19. 8.	25. 9.	9. 10.			
temp. zraka °C	14,0	14,0	19,0	13,0	11,0	8,0	14,0	14,0	19,0	13,0	11,0	8,0	14,0	14,0	19,0	13,0	11,0	8,0	13,17±0,56		
temp. vode °C	21,0	21,0	26,0	28,0	19,0	15,0	21,0	21,0	26,0	28,0	19,0	15,0	21,0	21,0	26,0	28,0	19,0	15,0	21,67±0,72		
O ₂ mgL ⁻¹	16,95	7,04	8,16	7,36	24,00	10,40	13,12	5,60	9,92	8,32	3,52	9,60	13,12	5,60	9,92	8,32	3,52	9,60	10,33±1,08		
zasićenost s O ₂ %	195	81	102	95	286	107	151	65	124	107	39	98	151	65	124	107	39	98	119±4,86		
CO ₂ mgL ⁻¹	0	0	11,0	6,16	10,12	3,52	0	5,06	11,0	5,50	7,70	4,84	0	5,06	11,0	5,50	7,70	4,84	5,41±0,32		
CaCO ₃ mgL ⁻¹	250	265	210	240	240	250	150	255	220	245	245	245	150	255	220	245	245	245	234±2,43		
potrošak KMnO ₄ mgL ⁻¹	30,03	17,07	14,85	6,95	15,80	15,17	31,61	17,07	13,28	10,75	12,64	11,06	31,61	17,07	13,28	10,75	12,64	11,06	16,36±0,59		
Ca ²⁺ mgL ⁻¹	57,17	55,75	52,89	53,60	57,17	56,46	51,46	50,74	52,89	52,99	51,46	50,03	51,46	50,74	52,89	52,99	51,46	50,03	53,54±0,20		
Mg ²⁺ mgL ⁻¹	22,99	26,02	25,59	22,99	21,69	21,25	21,68	25,15	26,02	24,72	24,29	21,68	21,68	25,15	26,02	24,72	24,29	21,68	23,67±0,15		
NH ₄ ⁺ -N mgL ⁻¹	0,196	0,019	0,500	0,610	0,190	0,500	0,246	0,220	0,420	0,480	0,420	0,500	0,246	0,220	0,420	0,480	0,420	0,500	0,358±0,01		
PO ₄ ³⁻ -P mgL ⁻¹	0,135	0,070	0,018	0,160	0,080	0,080	0,351	0,080	0,018	0,130	0,160	0,080	0,351	0,080	0,018	0,130	0,160	0,080	0,144±0,01		
NO ₃ ⁻ -N mgL ⁻¹	0,100	0,130	0,180	0,850	0,100	0,100	0,110	0,200	0,380	0,220	0,150	0,190	0,110	0,200	0,380	0,220	0,150	0,190	0,226±0,02		
pH-vrijednost	8,3	8,4	8,0	8,0	7,3	8,1	8,6	8,2	8,0	8,0	7,2	8,0	8,6	8,2	8,0	8,0	7,2	8,0	8,01±0,03		

Tablica 5. Kemizam dotočne vode u pokusne ribnjake 1992. (potok Stojnica)
 Table 5. Chemistry of the doto-ne water in experimental fish farms in 1992 (Stojnica brook)

Parametri	Stojnica										x ± Sx
	Datum										
	5. 6.	12. 6.	23. 7.	19. 8.	25. 9.	9. 10.					
temp. zraka °C	14,0	14,0	19,0	13,0	11,0						13,17±0,56
temp. vode °C	21,0	21,0	26,0	28,0	19,0						21,67±0,72
O ₂ mgL ⁻¹	13,12	4,80	8,96	8,16	13,12						9,57±0,48
zasićenost s O ₂ %	152	55	112	105	146						111±5,42
CO ₂ mgL ⁻¹	0	3,74	12,10	3,96	9,60						5,72±0,67
CaCO ₃ mgL ⁻¹	150	270	245	245	250						236±6,55
potrošak KMnO ₄ mgL ⁻¹	31,61	12,33	13,91	3,16	6,00						11,88±1,61
Ca ²⁺ mgL ⁻¹	61,46	62,18	61,46	60,75	59,32						60,63±0,21
Mg ²⁺ mgL ⁻¹	24,72	20,38	24,72	25,15	24,72						23,30±0,27
NH ₄ ⁺ -N mgL ⁻¹	0,246	0,019	0,360	0,050	0,250						0,204±0,02
PO ₄ ³⁻ -P mgL ⁻¹	0,351	0,040	0,010	0,050	0,005						0,089±0,02
NO ₃ ⁻ -N mgL ⁻¹	0,180	0,200	0,210	0,200	0,200						0,200±0,002
pH-vrijednost	8,6	8,2	7,9	7,8	7,4						7,98±0,06

Tablica 5. Kemizam dotočne vode u pokusne ribnjake 1992. (potok Stojnica)
 Table 5. Chemistry of the doto-ne water in experimental fish farms in 1992 (Stojnica brook)

Parametri	Stojnica										x ± Sx
	Datum										
	5. 6.	12. 6.	23. 7.	19. 8.	25. 9.	9. 10.					
temp. zraka °C	14,0	14,0	19,0	13,0	11,0						13,17±0,56
temp. vode °C	21,0	21,0	26,0	28,0	19,0						21,67±0,72
O ₂ mgL ⁻¹	13,12	4,80	8,96	8,16	13,12						9,57±0,48
zasićenost s O ₂ %	152	55	112	105	146						111±5,42
CO ₂ mgL ⁻¹	0	3,74	12,10	3,96	9,60						5,72±0,67
CaCO ₃ mgL ⁻¹	150	270	245	245	250						236±6,55
potrošak KMnO ₄ mgL ⁻¹	31,61	12,33	13,91	3,16	6,00						11,88±1,61
Ca ²⁺ mgL ⁻¹	61,46	62,18	61,46	60,75	59,32						60,63±0,21
Mg ²⁺ mgL ⁻¹	24,72	20,38	24,72	25,15	24,72						23,30±0,27
NH ₄ ⁺ -N mgL ⁻¹	0,246	0,019	0,360	0,050	0,250						0,204±0,02
PO ₄ ³⁻ -P mgL ⁻¹	0,351	0,040	0,010	0,050	0,005						0,089±0,02
NO ₃ ⁻ -N mgL ⁻¹	0,180	0,200	0,210	0,200	0,200						0,200±0,002
pH-vrijednost	8,6	8,2	7,9	7,8	7,4						7,98±0,06

pH vode unutar utvrđenih granica u skladu je s alkalnošću izraženom kao karbonati (uglavnom od 200 do 260 mg.L⁻¹ CaCO₃ u pokusnim ribnjacima i od 245 do 270 mg.L⁻¹ CaCO₃ u dotočnoj vodi potoka Stojnica. Utvrđena je i relativno visoka razina tvrdoće vode izražene preko iona divalentnih metala kalcija i magnezija (tablice 2–4). Sličnost količine divalentnih metala Ca²⁺ i Mg²⁺ i CaCO₃ baze u pokusnim ribnjacima i u dotočnoj je vodi normalna, jer oni u ekvivalentnim količinama potječu iz otopina vapnenca geoloških naslaga.

Variranja iona NH₄⁺ (tablice 2–4) upućuju na to da je u svim pokusnim ribnjacima u usporedbi s dotočnom vodom njegova količina povećana. To je povećanje iznosilo u prosjeku u varijanti I. 43 %, u varijanti II. 93 %, a u varijanti III. 75 %. Maksimalne vrijednosti NH₄⁺ u pojedinim varijantama ribnjaka povećale su se u odnosu na dotočnu vodu 33 % u varijanti I. i 69 % u varijantama II. i III.

Prema prosječnoj količini iona NO₃⁻, čije analitičke vrijednosti ilustriraju tabl. 20–4, utvrđeno je relativno malo povećanje u pokusnim ribnjacima u usporedbi s dotočnom vodom. To prosječno povećanje bilo je najveće u varijanti III. gdje je iznosilo 13 %, u varijanti I. bilo je 10 %, a u varijanti II. 6 %. No, maksimalne vrijednosti ovog iona zabilježene u tijeku uzgojne sezone bile su znatno veće u pokusnim ribnjacima u usporedbi s dotočnom vodom, i to u svim trima varijantama ribnjaka. U varijanti I. maksimalne vrijednosti iona NH₄⁺ bile su veće 71 %, u varijanti II. 52 % i u varijanti III. 304 %.

Prema analitičkim vrijednostima iznesenim u tabl. 2.–4., količina ortofosfata (PO₄³⁻) povećala se u sve tri varijante pokusnih ribnjaka u usporedbi s dotočnom vodom. Prosječno povećanje ovog iona bilo je u varijanti I. 17 %, u varijanti II. 207 %, a u varijanti III. 28 %. Maksimalne vrijednosti ortofosfata u varijantama I. i III. bile su na razini dotočne vode, dok je u varijanti II. maksimalna vrijednost PO₄³⁻ povećana 236 %.

Potrošak KMnO₄ kao pokazatelj autohtone organske tvari u vodi imao je općenito uglavnom niske vrijednosti, iako je bio veći u svim pokusnim ribnjacima u usporedbi s dotočnom vodom (tabl. 2.–4.). Najveće su prosječne vrijednosti utvrđene u pokusnim ribnjacima varijante II. Povećanje prosječnih vrijednosti bilo je 39 % u varijanti I., 72 % u varijanti II. i 37 % u varijanti III. u usporedbi s dotočnom vodom. Maksimalna vrijednost ovoga kemijskog pokazatelja bila je u varijantama I. i III. na razini s dotočnom vodom, a u varijanti II. povećala se 148 %.

U ovim je istraživanjima utvrđena određena promjena kvalitete vode u pokusnim ribnjacima u kojima se uzgajala konzumna riba, i među pojedinim različito obrađivanim ribnjacima, i u usporedbi s dotočnom vodom. Izražene su promjene utvrđene u količini O₂, iona NO₃⁻, NH₄⁺, PO₄³⁻ te potroška KMnO₄. No, rezultati dobiveni u ovim istraživanjima dosta se razlikuju od prije dobivenih podataka (Debeljak i sur., 1989. i dr.). Često dodavanje vode u ovim malim ribnjacima (0.1 ha⁻¹) radi održavanja razine vode u njima svakako je ublažilo razlike među pojedinim varijantama pokusnih ribnjaka i dotočne vode.

Ovi se rezultati ne mogu smatrati konačnim odgovorom na probleme promjene kvalitete vode u šaranskim ribnjacima. Oni su informacija o onim varijablama promjene kojih su bitne u tehnološkome procesu uzgoja riba u šaranskim ribnjacima i koje treba uzeti u obzir za poboljšanje kvalitete vode u tijeku tehnološkoga procesa. Potrebna su opsežna istraživanja toga problema u šaranskim ribnjacima s tehnološkog i ekološkog aspekta.

ZAKLJUČAK

Na osnovi dobivenih rezultata u ovim istraživanjima može se zaključiti:

1. Utvrđene su određene promjene kemizma vode u svim pokusnim ribnjacima u odnosu na dotočnu vodu. One su bile najizraženije u varijanti koja je gnojena mineralnim gnojivom i u varijanti u kojoj se riba prihranjivala industrijskim bjelančevinastim briketima.

2. Najveće promjene u pojedinim pokusnim ribnjacima u usporedbi s dotočnom vodom utvrđene su u količini kisika otopljenog u vodi, vrijednosti pH, potrošku KMnO_4 te hranjivih soli NO_3^- , NH_4^+ , PO_4^{3-} .

Summary

INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL MEASURES ON CHANGES IN WATER CHEMISTRY OF CARP FISH PONDS

Investigations on the changes of water chemistry in conditions of variously treated fish ponds for culture of consumption fish with special emphasis on the incoming water was carried out on the fish farm »Draganići« in six experimental fish ponds: without fertilizer (variant I) and fertilized with mineral fertilizer NPK (12:12:12) of a total amount of $900 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (variant II) together with supplement feeding the fish with grains, and without fertilizer with supplement feeding the fish with industrial bricks with 18% protein (variant III). The stock density of fish in all fish ponds was $3300 \text{ ind}\cdot\text{ha}^{-1}$.

During the culturing season from June to October, in all experimental fish ponds and in incoming water from the Stojnica brook, an expressed variation of individual chemical determinants were found, and the changes in the experimental ponds in comparison with the incoming water was established. The results are presented in Tables 2–5.

The minimum values O_2 in variants II and III in comparison with the incoming water were less by 27%, while the maximum values were increased by 33%. This shows the expression of a fluctuation of these chemical variables in the experimental fish ponds.

The amount of NH_4^+ increased in all experimental fish ponds in relation to the incoming water, in variant I by 43%, in variant II by 93% and in variant III by 75%, on the average.

The amount of NO_3^- increased in comparison to the incoming water by 10% (variant I), by 6% (variant II), and by 13% (variant III), on average, and the amount of PO_4^{3-} increased by 17% (variant I), by 207% (variant II) and by 28% (variant III). The maximum values of orthophosphate increased in variant II by 236%, while in variants I and III it was on the same level of the incoming water.

Key words: carp pond, water chemistry, fish nutrition, mineral fertilizer

LITERATURA

- APHA (1975): Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. New York, 15th ed APHA, Washington, D.C., 1193 pp.
- Boyd, C.E., Lichtkoppler, F. (1979): Water Quality Management in Pond Fish Culture, Int. Center for Aquac. Agric. Exp. Station, Auburn, 30 pp.
- Debeljak, Lj., Fašaić, K. (1985): Hidrokemijski režim mladičnjaka u uvjetima promjene organsko mineralne gnojidbe. *Ekologija*, 20, (1), 37–46.
- Debeljak Lj., Turk, M., Fašaić, K. (1987): Polikultura u šaranskim ribnjacima s osvrtom na šarana i sivog glavaša. *Ribar. Jugosl.* 42, (4–5), 101–106.
- Debeljak, Lj., Vajnberger, A., Fašaić, K., Turk, M. (1990): Mineral fertilization in the function of intensification of fish production in carp fish ponds. *Ichthyologia*, 22, (1), 9–22.
- Debeljak, Lj., Turk, M., Fašaić, K., Popović, J. (1990a): Mineral fertilizers and fish production in carp ponds. Proceedings of FAO–EIFAC Symposium on Production Enhancement in Still-Water Pond Culture, Prague, 15–18 May, 187–193.
- Debeljak, Lj., Bebek, Ž., Fašaić, K. (1989): Dinamika kisika u vodi šaranskih ribnjaka u funkciji povećanja proizvodnje. *Ribar. Jugosl.* 33, (1), 10–14.
- Fašaić, K., Debeljak, Lj., Adámek, Z. (1989): The effect of mineral fertilization on water chemistry of carp ponds. *Acta Ichthyologia et Piscatoria*, XIX, (1), 71–83.
- Fašaić, K., Debeljak, Lj., Paláčková, J., Paul, A. (1992): Characteristics of two-year old carp (*Cyprinus carpio* L.) under conditions of different technologies. *Poljoprivredna znanstvena smotra*, 57, (2), 261–276.

Primljeno 14. 6. 1994.