

POBOLJŠANJE KVALITETE VODE U ŠARANSKIM RIBNJACIMA

LJ. Debeljak, K. Fašaić, Ž. Bebek, Z. Adamek, D. Slačanec

Sažetak

Istraživanje djelovanja kalijeve soli ($10 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$), hidratiziranog vapna ($10 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$) i bakrenog sulfata ($0, 2 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$) na biokemijsku potrošnju kisika ($\text{BPK}_{24}^{\text{h}}$) provedena su na ribnjačarstvu D. Miholjac, i to u ribnjacima 1a (16 ha), 1b (15 ha) i 1c (15 ha). U ribnjacima se uzgajao dvogodišnji šaranski mlad u gustoći nasada $12\ 500 \text{ ind} \cdot \text{ha}^{-1}$ ($625 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), $13\ 300 \text{ ind} \cdot \text{ha}^{-1}$ ($560 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) i $12\ 000 \text{ ind} \cdot \text{ha}^{-1}$ ($780 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$).

Upotrijebljene doze svih primijenjenih kemikalija smanjile su $\text{BPK}_{24}^{\text{h}}$, ali različito (tabl. 4). Upotrijebljena pojedinačna doza kalijeve soli u tijeku 24 sata smanjila je biokemijsku potrošnju kisika od 0, 27 do 2, 5 $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ (9–73%), hidratizirano vapno od 0 do 1, 29 $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ (0–44%) i bakreni sulfat od 0 do 1, 97 $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ (0–44%). Samo primjena kalijeve soli bila je statistički opravdana ($P < 0,05$). Smanjenje $\text{BPK}_{24}^{\text{h}}$ bilo je izraženije u vrijeme niske koncentracije kisika u vodi.

UVOD

Problemi kvalitete vode u šaranskim ribnjacima povećavaju se intenzifikacijom proizvodnje riba. Rezultat povećane gustoće nasada riba na jedinicu površine, intenzivnija prihrana riba (napose bjelančevinama životinjskog podrijetla) ima kao posljedicu intenzivnije nakupljanje u vodi metaboličkih otpadnih tvari, te alohtog materijala u obliku nepojedene dodatne hrane. Posljedica opterećenja vode organskim otpadom te njegova razgradnja na mineralne tvari stvara povoljne uvjete za razvoj fitoplanktona koji, iako je proizvođač kisika, u određenoj situaciji pridonosi njegovoj znatnoj potrošnji. Potrošnja kisika u ribnjačkom ekosustavu može postati tako velika da ugrozi potrebnu količinu za ribe. U uvjetima nedovoljne količine kisika u vodi akumuliraju se CO_2 , amonijak, nitrit i dr., koji povremeno

Dr. Ljubica Debeljak, znanstveni savjetnik, Agronomski fakultet, Zagreb, Svetošimunska 25

Krešimir Fašaić, inž. kemije, Centar za ribarstvo, Zagreb, Kneza Mislava 2/V

Željko Bebek, dipl. inž. agr., direktor ribnjaka D. Miholjac, D. Miholjac

Dr. Zdenek Adamek, istr. Inst. Rib. i Hidrob. Vodnjani, Lab. Pohoželice, Češka

Darko Slačanec, tehnolog, Ribnjačarstvo D. Miholjac, D. Miholjac

dosežu koncentracije štetne za ribe, pa tako kakvoća vode postaje limitirajući faktor proizvodnje.

Za poboljšanje kvalitete vode u tijeku uzgojnoga procesa u šaranskim ribnjacima upotrebljavaju se različite kemikalije koje ne daju uvijek povoljni rezultat. Primjerice dugotrajna primjena algicida za regulaciju razvoja fitoplanktona može znatno smanjiti količinu kisika u vodi (Tucker i Boyd, 1978), a uporaba hidratiziranog vapna ne daje u svim ribnjacima jednak učinak i često ne može spriječiti neželjene posljedice nestašice kisika u vodi. Primjena je hidratiziranog vapna u šaranskim ribnjacima mnogostruka (povišenje alkalnosti vode, pH, dezinfekcija odstranjivanje CO₂ iz vode, poboljšanje O₂ kao koagulirajući agens i dr.). U našoj ribnjačarskoj praksi vrlo je uobičajena, uz ostale, i primjena malih doza hidratiziranog vapna (do 100 kg · ha⁻¹) u ljetnim mjesecima za poboljšanje kvalitete vode. Polazi se od pretpostavke da će hidratizirano vapno smanjiti kemijsku i biokemijsku potrošnju kisika, te tako smanjiti i krizu nestašice kisika u vodi. S istom svrhom u nekim se ribnjacima, napose u vrijeme razvoja modrozelenih algi, upotrebljava algicid modra galica (CuSO₄), a u posljednje vrijeme u nekim ribnjačarstvima i kalijeva sol (kalij na bazi klorida), kao dezinficijens.

Zbog nedovoljna poznavanja djelovanja hidratiziranog vapna, modre galice i kalijeve soli na promjenu kakvoće vode u šaranskim ribnjacima provedena su ova istraživanja kako bi se utvrdilo njihovo djelovanje na biokemijsku potrošnju kisika u vodi.

METODIKA

U tri ribnjaka, pojedinačne veličine 16 ha (1a), 15 ha (1b) i 15 ha (1c) od svibnja do rujna 1990. istraženo je djelovanje hidratiziranog vapna (Ca(OH)₂), bakrenog sulfata (CuSO₄) i kalijeve soli (K na bazi klorida) na biokemijsku potrošnju kisika (BPK₂₄ sata).

U ribnjacima se uzgajao dvogodišnji šaranski mlađ prosječne pojedinačne mase 0,04 do 0,05 kg, te gustoće nasada 12 500 ind · ha⁻¹ – 625 kg · ha⁻¹ (1a), 13 300 ind · ha⁻¹ – 560 kg · ha⁻¹ (1b) i 12 000 ind · ha⁻¹ – 780 kg · ha⁻¹ (1c).

Ribe su tijekom uzgojne sezone prihranjivane pšeničnim lomom (80%), bje-lančevinastim briketima (6–9%), te kukuruzom i ječmom oko 11%. U ribnjaku 1a prihranjivalo se s pomoću poluautomatskih hranilica, a u ribnjacima 1b i 1c ručno.

Za poboljšanje kvalitete vode u uzgojnoj sezoni upotrijebljeno je u 10 aplikacija ukupno 650 kg · ha⁻¹ kalijeve soli i 530 kg · ha⁻¹ hidratiziranog vapna (1a), 70 kg · ha⁻¹ kalijeve soli, 9 kg · ha⁻¹ bakrenog sulfata i 450 kg · ha⁻¹ hidratiziranog vapna (1b), te 370 kg · ha⁻¹ kalijeve soli, 1,7 kg · ha⁻¹ bakrenog sulfata i 1 210 kg · ha⁻¹ hidratiziranog vapna (1c). Za istraživanje djelovanja pojedinih postupaka na biokemijsku potrošnju kisika u vodi poduzimane su aplikacije 100 kg · ha⁻¹ kalijeve soli i hidratiziranog vapna i 2 kg · ha⁻¹ modre galice, a ekvivalent su 0,2 mg · l⁻¹ bakrenog sulfata i 10 mg · l⁻¹ hidratiziranog vapna i kalijeve soli.

Kemijska analiza vode obavljena je mjesečno prije tretiranja, a biokemijska potrošnja kisika prije tretiranja i jedan dan nakon tretmana ribnjaka kemikalija-

ma, u površinskom i pridnom sloju vode, u vremenu između 7, 30 i 8, 00 sati po metodologiji APHA (1975).

Istodobno s uzimanjem uzoraka vode za kemijsku analizu uzeti su i uzorci ukupnog planktona filtriranjem 15 l vode, a količina je izražena u mililitrima na 100 l vode.

REZULTATI I RASPRAVA

Ekološki faktori

U svim istraženim ribnjacima utvrđena je slična planktonska biocenoza, u kojoj su osnovnu komponentu činile pretežito diatomeje i krizoficeje s vrstama roda *Melosira* i *Dinobryon*. U proljeće (svibanj) u ribnjaku 1a vrlo brojno razvile su se i zelene alge (vrste rodova *Scenedesmus* i *Pediastrum*). U isto vrijeme, uz diatomeje u ribnjaku 1b, brojne su bile euglenoficeje (vrste roda *Euglena*).

Ljetni fitoplankton u ribnjacima 1a i 1b karakteriziraju modrozeleno alge, rod *Anabaena*.

Proletni zooplankton u svim trima ribnjacima karakterizira razvoj planktonskih račića kladocera i kopepoda (rod *Bosmina* i fam. *Cyclopidae*). Tijekom ljetnih mjeseci prevladavanja *Rotatoria*, osim u kolovozu kad se u ribnjacima 1a i 1b brojno razvila sist. skupina planktonskih račića *Cladocera* (rod *Bosmina*).

Po količini, plankton je bio slično ravijen, uz promjene vrijednosti od 3, 2 do 3, 7 ml · 100⁻¹ l⁻¹. No dinamika razvoja planktona bila je različita. U ribnjacima 1a i 1b najmanja je količina utvrđena u srpnju, a u ribnjaku 1c u to je doba utvrđen maksimum.

U ribnjaku 1a utvrđen je znatan pad količine planktona u lipnju i srpnju, te porast prema kraju uzgojne sezone, napose u rujnu.

U ribnjaku 1b količina se planktona znatno povećala u lipnju, u srpnju se smanjuje uz ponovni porast u kolovozu i smanjenje u rujnu.

Planktonska krivulja u ribnjaku 1c imala je drukčiji slijed. Od maksimuma u srpnju dolazi do pada u kolovozu, te ponovnog porasta u rujnu.

Prozirnost vode mjerena je s pomoću Sechijeve ploče, a izražava abundanciju planktona, bila je slična u ribnjacima 1a i 1b (od 25 do 70 cm), dok je u ribnjaku 1c varirala od 30 do 110 cm (tabl. 1–3).

Rezultate kemijske analize vode pokazuju tabl. 1–3.

Kemijska potrošnja kisika (iz KMnO₄) uglavnom se nije bitno razlikovala u pojedinim ribnjacima, i varirala je unutar granica dopuštenih za šaranske ribnjake.

Količina kisika otopljena u vodi pokazuje u ribnjacima 1a i 1b znatni pad prema kraju uzgojne sezone, napose u ljetnim mjesecima (srpanj), a u ribnjaku 1c količina kisika otopljena u vodi bila je znatno povoljnija u tijeku čitave uzgojne sezone.

Najveće vrijednosti amonijskog iona (NH₄⁺) utvrđene su u svim trima ribnjacima na početku uzgojne sezone (do srpnja). Količina neioniziranog amonijaka

varirala je unutar amplitude od 0,004 do 0,065 mg · l⁻¹. Budući da su granične vrijednosti za šarana 0,05 mg · l⁻¹ (Svoboda i sur., 1986), očit je da su one povremeno prelazile dopuštene vrijednosti. Takve vrijednosti amonijaka (tabl. 1–3), iako nisu letalne, nepovoljno djeluju na rast riba, a uzrokuju i bolesti škruga. Pretpostavlja se da su dnevne fluktuacije u količini amonijaka bile izraženije u nepovoljnom smjeru, ovisno o promjenama pH vrijednosti u poslijepodnevним satima (Debeljak i Fašaić, 1985).

Tablica 1. Fizikalnokemijska svojstva vode u ribnjaku 1a (tretiranje K na bazi klorida)

Table 1. Physico-chemical characteristics of water in fish pond 1a (treatment of K (potassium) based on chloride)

Datum	Svibanj	Lipanj	Srpanj	Kolovoz	Rujan	. ± S.
Temperatura vode °C	20,0	22,0	22,0	23,0	23,0	22 ± 0,22
Dubina vode cm	120–160	170–210	180–190	130–200	120–200	144 ± 5,15–192 ± 3,44
Prozirnost vode cm	35–50	25–30	30–40	35–50	35–50	32 ± 0,80–44 ± 1,60
Količina O ₂ mg · l ⁻¹	7,04	7,36	2,88	4,48	4,0	5,22 ± 0,37
Zasićenost O ₂ %	80	85	35	53	47	60 ± 3,86
Slob. CO ₂ mg · l ⁻¹	1,2	3,7	6,6	11,0	11,66	6,83 ± 0,81
Alkalnost						
– CaCO ₃ mg · l ⁻¹	155,0	150,0	150,0	167,5	157,5	156 ± 1,29
– HCO ₃ mg · l ⁻¹	186,0	180,0	180,0	201,0	189,0	187 ± 1,55
pH	8,3	8,7	8,4	7,8	7,6	8,16 ± 0,08
Karb. tvrdoća HD	8,68	8,40	8,40	9,38	8,82	8,74 ± 0,07
NH ₄ ⁺ mg · l ⁻¹	0,15	0,27	0,33	0,20	0,20	0,23 ± 0,01
NH ₃ mg · l ⁻¹	0,014	0,065	0,037	0,006	0,004	0,025 ± 0,005
PO ₄ ⁻ mg · l ⁻¹	0,08	0,06	0,12	0,035	0,8	0,075 ± 0,006
Ca ⁺ mg · l ⁻¹	–	43,60	53,60	53,60	–	50,27 ± 1,57
Mg mg · l ⁻¹	–	10,84	9,11	11,71	–	10,55 ± 0,36
Potrošak KMnO ₄ mg · l ⁻¹	28,98	28,34	18,99	28,80	29,76	26,97 ± 0,80

Prirasti riba

Tijekom uzgojne sezone praćeni su individualni prirasti riba u pojedinim ribnjacima. U vrijeme niskih koncentracija otopljenog kisika smanjivao se i individualni prirast riba. Na razini zasićenosti otopljenog kisika nižoj od 40% individualni prirasti riba smanjivali su se od 50% do 75%. To potvrđuje i naše prijašnje rezultate u ribnjacima u kojima se uzgajao dvogodišnji šaranski mlađ (Debeljak i sur., 1989)

Prosječni prirast riba tijekom ljetnih mjeseci (107 dana) u ribnjaku 1a povećao se 23 puta, u ribnjaku 1b 11 puta a u ribnjaku 1c 5, 6 puta.

Tablica 2. Fizikalno-kemijska svojstva vode u ribnjaku 1b (tretiranje CuSO_4)
 Table 2. Physico-chemical characteristics of water in fish pond 1b (treatment of CuSO_4)

Datum	Svibanj	Lipanj	Srpanj	Kolovoz	Rujan	$\pm S.$
Temperatura vode °C	20,0	22,0	22,0	23,5	23,0	22,1 \pm 0,24
Dubina vode cm	100–150	120–260	140–200	140–180	140–180	128 \pm 3,2–194 \pm 1,20
Prozirnost vode cm	40–50	30–33	40–70	35–47	25–30	34 \pm 2,13–46 \pm 2,85
Količina O_2 mg · l ⁻¹	7,68	4,96	2,56	4,80	3,36	4,67 \pm 0,35
Zasićenost O_2 %	87,0	58,0	30,5	57,0	40,0	55 \pm 3,86
Slob. CO_2 mg · l ⁻¹	1,5	12,1	8,80	10,34	9,90	8,53 \pm 0,73
Alkalnost						
– CaCO_3 mg · l ⁻¹	145,0	155,0	160,0	170,0	157,0	158 \pm 1,61
– HCO_3 mg · l ⁻¹	174,0	186,0	192,0	204,0	189,0	189 \pm 1,93
pH	8,8	8,6	8,3	8,0	7,6	8,26 \pm 0,09
Karb. tvrdoća HD	8,12	8,68	8,96	9,52	8,82	8,82 \pm 0,09
NH_4^+ mg · l ⁻¹	0,14	0,27	0,13	0,14	0,27	0,19 \pm 0,01
NH_3 mg · l ⁻¹	0,033	0,040	0,012	0,007	0,005	0,019 \pm 0,003
PO_4^{3-} mg · l ⁻¹	0,08	0,09	0,065	0,02	0,10	0,071 \pm 0,006
Ca^+ mg · l ⁻¹	–	52,89	55,75	55,03	–	54,56 \pm 0,40
Mg mg · l ⁻¹	–	8,67	9,98	13,01	–	10,55 \pm 0,61
Potrošak KMnO_4 mg · l ⁻¹	31,56	41,86	16,10	35,20	32,96	31,54 \pm 0,82

Djelovanje pojedinih kemikalija na BPK_{24} sata

Radi poboljšanja kakvoće vode istraženo je djelovanje hidratiziranog vapna, kalijeve soli i modre galice.

Djelovanje ovih triju načina tretmana ribnjaka na mikroorganizme istraženo je s pomoću biokemijske potrošnje kisika tijekom 24 sata (BPK_{24}^b), a rezultate pokazuje tabl. 4.

Iz ovih se rezultata vidi, da upotrijebljene doze hidratiziranog vapna, kalijeve soli i modre galice smanjuju biokemijsku potrošnju kisika, ali nepravilno i različito. Jače je bilo izraženo u uvjetima manjih vrijednosti kisika otopljena u vodi. Multipla regresija djelovanja pojedinih tretmana na biokemijsku potrošnju kisika u vodi (C a m b a l o v a i sur., 1989) bila je signifikantna samo u slučaju primjene kalijeve soli ($P < 0,05$).

Hansel i Boyd (1980) utvrdili su da 100 mg · l⁻¹ hidratiziranog vapna reducira BPK kao posljedicu znatna porasta pH koji uzrokuje ugaibanje mikroorganizama. Količina vapna kojom bi se izrazitije smanjila BPK bila bi štetna za ribe jer bi povećala vrijednost pH. Uz pH vrijednosti vode više od 9,0 vapno u količini od 50 do 100 mg · l⁻¹ zaustavlja ili izrazito smanjuje fotosintezu, te se ne može preporučiti u uvjetima niske koncentracije kisika u vodi.

Tsabcica 3. Fizikalnokemijska svojstva vode u ribnjaku 1c (tretiranje Ca(OH)₂)
Table 3. Physico-chemical characteristics of water in fish pond 1c (treatment of Ca (OH)₂)

Datum	Svibanj	Lipanj	Srpanj	Kolovoz	Rujan	. ± S.
Temperatura vode °C	21,0	22,0	22,0	23,5	23,0	22,3 ± 0,17
Dubina vode cm	90–200	110–150	130–160	130–160	110–140	114 ± 2,99–162 ± 4,08
Prozirnost vode cm	40–60	35–60	60–110	40–60	30–70	41 ± 2,04–72 ± 3,88
Količina O ₂ mg · l ⁻¹	7,20	7,20	4,16	6,88	6,72	6,43 ± 0,23
Zasićenost O ₂ %	81,0	83,0	49,6	82,0	80,0	75 ± 2,56
Slob. CO ₂ mg · l ⁻¹	1,5	6,6	4,40	7,48	12,10	6,48 ± 0,70
Alkalnost						
– CaCO ₃ mg · l ⁻¹	155,0	125,0	140,0	137,5	132,5	138 ± 1,98
– HCO ₃ mg · l ⁻¹	186,0	150,0	168,0	165,0	159,0	166 ± 2,38
pH	8,8	8,7	8,5	8,0	7,7	8,34 ± 0,08
Karb. tvrdoća HD	8,68	7,00	7,84	7,7	7,42	7,73 ± 0,11
NH ₄ ⁺ mg · l ⁻¹	0,10	0,20	0,13	0,14	0,17	0,148 ± 0,01
NH ₃ mg · l ⁻¹	0,024	0,048	0,018	0,007	0,004	0,02 ± 0,003
PO ₄ ³⁻ mg · l ⁻¹	0,08	0,08	0,12	0,02	0,07	0,074 ± 0,006
Ca ⁺ mg · l ⁻¹	–	41,45	43,60	45,03	–	43,36 ± 0,49
Mg mg · l ⁻¹	–	6,51	11,70	12,58	–	10,26 ± 0,89
Potrošak KMnO ₄ mg · l ⁻¹	32,52	28,01	17,07	27,84	26,24	26,33 ± 0,80

Primjena bakrenog sulfata, koja je u nas uobičajena u jednokratnoj aplikaciji 2 kg · ha⁻¹ reducira abundaciju fitoplanktona (mikroorganizama), pa se smanjuju i problemi vezani uz kvalitetu vode. Međutim, ni primjena bakrenog sulfata ne daje uvijek željeni rezultat. Prema R i e m e r u i T o t h u (1970), učinak bakrenog sulfata može biti smanjen u vodama s visokom alkalnošću. Izostanak pozitivna rezultata pojedinačnih doza bakrenog sulfata posljedica je njegova različitog izlaska iz otopine u različitim ribnjacima (T o t h i R i e m e r, 1968).

U ovim istraživanjima primijenjene doze i dinamika pojedinih tretmana (tabl. 4) nisu znatno smanjili biokemijsku potrošnju kisika (BPK₂₄^h) u vodi. Ovi rezultati upućuju na potrebu daljnjih istraživanja u šaranskim ribnjacima i traženje učinkovitijih dezinficijensa (na bazi klora). Međutim, očito je da samo primjena kemikalija nije dovoljna, već ih je potrebno kombinirati s drugim metodama sprečavanja nakupljanja organskog otpada u vodi, prije svega dotokom svježe vode i, gdje je moguće, njezinom umjetnom aeracijom.

Tablica 4. Razlika BPK_{24}^h nakon tretiranja ribnjaka
 Table 4. Difference in BPK_{24}^h after treatment.

Ribnjak	1a (kal. sol)		1b (bakr. sulfat)		1c (vapno)	
	mg · l ⁻¹	%	mg · l ⁻¹	%	mg · l ⁻¹	%
Datumi:						
10. 5. površina	-0,32	-13	0	0	-0,80	-33,0
14. 6. površina	-0,27	-9	-1,30	-31	-0,43	-19,0
dno	-0,37	-14	-1,49	-32	-0,32	-9,0
19. 7. površina	-1,33	-55	0	0	-0,27	-15,0
dno	-0,75	-26	-1,97	-44	-0,64	-24,0
9. 8. površina	-0,54	-29	-0,10	-4	0	0
dno	-0,43	-15	0	0	-1,29	-42
6. 9. površina	-0,42	-20	-0,80	-30	-0,75	-44
dno	-2,50	-73	-0,85	-30	-0,16	-11
Prosjeck	-0,77		-0,72		-0,52	

ZAKLJUČAK

Na osnovi rezultata ovih istraživanja utvrđeno je sljedeće:

1. Upotrijebljene doze kalijeve soli (10 mg · l⁻¹) hidratiziranog vapna (10 mg · l⁻¹) i bakrenog sulfata (0,2 mg · l⁻¹) u pojedinačnim su aplikacijama smanjile BPK_{24}^h od 0,27 do 2, 5 mg · l⁻¹ (9–73%), 0 do 1, 29 mg · l⁻¹ (0–44%) i od 0 do 1, 97 mg · l⁻¹ (0–44%).

Samo primjena kalijeve soli bila je statistički opravdana ($P < 0,05$).

2. Smanjenje BPK_{24}^h pod utjecajem kemikalija bilo je izraženije u vrijeme niskih vrijednosti kisika otopljena u vodi.

3. Radi djelotvornijeg sprečavanja nestašice kisika u vodi u ljetnim mjesecima primjenu pojedinih kemikalija potrebno je kombinirati s protokom vode da bi se odstranio nakupljeni organski otpad kao rezultat metaboličkih procesa riba i ostataka nepojedene dodatne riblje hrane.

4. Ova problematika zahtijeva daljnje istraživanje u klasičnim šaranskim ribnjacima.

Summary

IMPROVEMENT OF WATER QUALITY ON CARP FISH FARMS

Investigations on the effect of potassium salts ($10 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$), hydrated lime ($10 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$) and copper sulphate ($0.2 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$) on the biochemical consumption of oxygen (BPK 24 h), were carried out on the fish farm D. Miholjac, in fish ponds 1a (16 ha), 1b (15 ha) and 1c (15 ha). Two year old carp fry (young) were cultured with a stocking density of $12\,500 \text{ ind/ha}^{-1}$ (625 kg/ha^{-1}), $13\,300 \text{ ind/ha}^{-1}$ (560 kg/ha^{-1}) and $12\,000 \text{ ind/ha}^{-1}$ (780 kg/ha^{-1}), respectively.

The doses given of all applied chemicals decreased the BPK 24h, but differently (Table 4.). The individual doses of potassium salts used decreased the biochemical consumption of oxygen during 24 hours from 0.27 to $2.5 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ (9–73%), hydrated lime from 0 – $1.29 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ (0–44%) and copper sulphate from 0 to $1.97 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ (0–44%). Only the application of potassium salt was statistically justified ($P < 0.05$). The decrease of BPK 24 h was more expressed in the period when the oxygen concentration in the water was low.

LITERATURA

- APHA (1975): Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 14th ed. Anu. Publ. Health Assoc. Wash., D. C., 1193 pp.
- Čambalova, N. R., Jurča, B., Minerik, I., Niederle, I., Vinterova, I. (1989): Profesionální integrovaný programový systém pro statistické výpočty. I. II. Brno, VŠZ.
- Debeljak, Lj., Fašaić, K. (1985): Dnevne promjene nekih hidrokemijskih pokazatelja u šaranskom ribnjaku. Vet. arh. 55, (1), 23–30.
- Debeljak, Lj., Bebek, Ž., Fašaić, K. (1989): Dinamika kisika u vodi šaranskih ribnjaka u funkciji povećanja proizvodnje. Rib. Jug., 44, (1), 10–14.
- Hansell, D. A., Boyd, C. E. (1980): Uses of hydrated lime in fish ponds. Proc. Anu. Conf. S. E. Assoc. Fish and Wildl. Agencies, 34, 49–58.
- Riemer, D. N., Toth, S. J. (1970): Adsorption of copper by clay materials, humic acid and bottom muds. Journ. Am. Water Works Assoc., 62, 195–197.
- Svobodová, Z., Faina, R., Machova, J., Vykusova, B. (1986): Toxická nekroza žabber kapru. Cs. Rybnikářství, 2, 62–68.
- Toth, S. J., Riemer, D. N. (1968): Precise chemical control of algae in ponds. Journ. Am. Water Works Assoc., 60, 367–371.
- Tucker, C. S., Boyd, C. E. (1978): Consequences of periodic applications of copper sulfate and simazine for phytoplankton control in catfish ponds. Trans. Amer. Fish. Soc., 107, (2), 316–320.

Primljeno 19. 6. 1993.