

## DINAMIKA KISIKA I BPK<sub>5</sub> U VODI ŠARANSKIH MLADIČNJAKA

Lj. Debeljak

### Sažetak

Istražene su promjene i dinamika količine O<sub>2</sub> i BPK<sub>5</sub> u tri šaranska mladičnjaka, pojedinačne veličine 8–10 ha<sup>-1</sup>, u tijeku 6 uzgojnih sezona (od 1990. do 1995). Šaranski se mlad uzgajao poluintenzivno s nasadom trodnevnih šaranskih ličinki 200.000 ind ha<sup>-1</sup>.

Variranje količine O<sub>2</sub> u mladičnjacima u tijeku uzgojnih sezona bilo je od min. 1,9 mg l<sup>-1</sup> do 12,48 mg l<sup>-1</sup>, a saturacija s O<sub>2</sub> od min. 22% do 142%.

BPK<sub>5</sub> varirala je unutar amplitude od min 0,37 mg O<sub>2</sub> l<sup>-1</sup> do max. 9,93 mg O<sub>2</sub> l<sup>-1</sup>.

Količina O<sub>2</sub> otopljenog u vodi mladičnjaka u usporedbi s količinom O<sub>2</sub> u dotočnoj vodi u mladičnjake bila je u prosjeku niža od 2% do 43%. Signifikantno smanjenje ( $p < 0,05$ ) bilo je u kolovozu i rujnu, a iznosilo je od 37% do 43%.

U svim se mladičnjacima signifikantno povećala BPK<sub>5</sub> ( $p < 0,05$ ). Povećanje BPK<sub>5</sub> u mladičnjacima u usporedbi s dotočnom vodom bilo je u prosjeku od 200% do 350%.

*Ključne riječi: šaranski mladičnjak, količina O<sub>2</sub> BPK<sub>5</sub>*

### UVOD

Obogaćenje površinskih voda nutrijentima različita porijekla mijenja prirodnu biološku ravnotežu i potiče eutrofikaciju. To zahtijeva stalni nadzor i osiguravanje efektivne zaštite protiv neželjene eutrofikacije radi pravilna gospodarenja vodama i održavanje poželjne trofične razine površinskih voda.

Brojni su izvori koji mjenjaju fizikalne, kemijske i biološke značajke vode. Zbog toga u prirodi ne nalazimo normalnu kakvoću površinskih voda, svaka

je prirodna voda različita sastava. Tendencija promjena i eutrofikacije različitih voda mijenja se u čitavom svijetu, a o tome svjedoče mnoge publikacije.

U tom kontekstu i u tradicionalnom uzgoju riba u šaranskim ribnjacima postoje određene promjene kakvoće vode, koje su bitne za odvijanje normalnoga biotehnološkoga procesa. Zato istraživanja hidrokemijskog stanja u tim akvatorijima moraju biti takva da uzgajivači riba mogu u pojedino doba uzgojne sezone predvidjeti promjenu koja je odlučujuća za tijek normalnoga biotehnološkoga procesa, sa svrhom ostvarivanja planirane i ekonomski opravdane proizvodnje riba.

Osim toga, istraživanja hidrokemijskoga stanja u šaranskim ribnjacima imaju važnost da i sama ribnjačarstva mogu biti u mogućnosti odgovoriti zahtjevima zakonodavstva o zaštiti otvorenih voda od intenzivne eutrofikacije na način reduciranja opterećenja u odvodnoj vodi šaranskih ribnjaka, što je potencirani problem posljednjih godina.

Ovim su istraživanjima obuhvaćene promjene količine kisika i biokemijske potrošnje kisika u šaranskim mladičnjacima u usporedbi s dotočnom vodom. Ta dva kemijska parametra svrstana su u osnovne kriterije za procjenu kakvoće vode, a s gledišta ribarstva upozoravaju na potrebu intervencije u smislu njihova poboljšanja radi osiguravanja normalnoga tehnološkoga procesa.

## METODOLOGIJA

Istraživanja su se provela u proizvodnim uvjetima na ribnjačarstvu D. Mihoļjac čiji se ribnjaci pune vodom iz rijeke Drave. Istraživana je dinamika količine kisika i biokemijska potrošnja kisika u mladičnjacima A, B i C, pojedinačne veličine od 8 do 10 ha u kojima se uzgajao šaranski mlad od ličinke do jednogodišnjaka i u vodi dovodnog kanala iz rijeke Drave. Nasad trodnevni ličinki bio je 200.000 ind. ha<sup>-1</sup>. Riba se prihranjivala žitaricama uz dodatak bjelančevinaste hrane u obliku tjesta koje se je u mladičnjake dodavalo ručno. Za održavanje kakvoće vode povremeno se je dodavala svježa voda i hidratizirano vapno.

Uzorci vode za analizu skupljali su se jedanput mjesečno, od svibnja do rujna tijekom šest godina (od 1990. do 1995.). Analiza kisika provodila se je po Winkleru, a BPK<sub>5</sub> određivanjem otopljenog kisika u vodi prije i nakon inkubacije 5 dana u tami kod temperature 20 °C (± 1–2 °C).

Temperatura vode mjerena je u vrijeme uzimanja uzoraka vode.

Dobiveni su rezultati analizirani primjenom uobičajenih biometrijskih metoda (SAS Institute, 1985. SAS unse's guide: statistics. Version 5. edition. SAS Institute Cary).

## REZULTATI I RASPRAVA

Temperatura vode u mladičnjacima u tijeku istraženog razdoblja varirala je od minimalno 14 °C do maksimalne 28,5 °C, a u dovodnom kanalu rijeke Drave od minimalne 14 °C do maksimalne 24,5 °C. Razlika u maksimalnoj temperaturi između mladičnjaka i dovodne vode iznosila je 4,0 °C (Tablica 1 i 2).

Tablica 1. Temperatura vode u °C u dovodnom kanalu u vrijeme uzorkovanja vode

Table 1. Temperature °C of inflow water during the sampling of water

Godina Year	1990.	1991.	1992.	1993.	1994.	1995.	$\bar{x} \pm S_x$
Mjesec Month							
05.	14,8	15,5	–	17,0	16,5	15,0	15,76 ± 0,17
06.	18,5	17,5	18,0	19,3	18,5	16,8	18,10 ± 0,13
07.	19,0	23,0	22,0	24,0	24,5	23,0	22,75 ± 0,31
08.	22,0	–	22,0	22,0	22,08	21,0	21,96 ± 0,11
09.	19,0	–	17,8	18,5	14,0	16,2	17,10 ± 0,36
Prosjeak Average	19,21	18,6	20,0	20,2	19,3	18,4	19,29 ± 0,11

Količina otopljenog kisika u vodi na početku uzgojne sezone bila je veća ili slična kao i količina otopljenog kisika u dovodnom kanalu. Određeno smanjenje količine kisika u mladičnjacima pojavljuje se u lipnju i srpnju, kad je razlika između mladičnjaka i dovodne vode bila u prosjeku oko 10%. Tendencija naglog pada količine kisika u mladičnjacima utvrđena je u drugoj polovici uzgojne sezone, u kolovozu i rujnu, kad je smanjenje u usporedbi s dovodnom vodom bilo u prosjeku oko 37% i 43% (tablice 3 i 4, slike 1, 2 i 3). U to su vrijeme razlike u količini kisika bile signifikantne ( $p < 0,05$ ).

Ovdje utvrđene vrlo izražene oscilacije količine kisika u tijeku uzgojne sezone, kao i njegovo jako smanjenje u vodi u ljetnim mjesecima korespondira prijašnjim podacima u istim mladičnjacima (Debeljak i sur., 1989).

Prema ovim podacima koncentracija kisika otopljenog u vodi povremeno se smanjuje ispod 2 mg l<sup>-1</sup>, odnosno oko 20%-tne saturacije. Vrijednosti kisika ispod 50%-tne saturacije nepovoljne su za šaranske mladičnjake. U to je vrijeme potrebno primijeniti mjere za poboljšanje kemijske kakvoće vode i smanjiti obrok dodatne hrane jer se uz deficit kisika otopljenog u vodi pojavljuje poremećaj u fiziologiji i zdravlju riba (Boyd, 1984; Boyd i Lichtkoppler, 1979; Svobodova i sur., 1993). Osim toga, pogoršavaju se opći zoohigijenski uvjeti u vodi jer pojedini kemijski parametri zbog nestašice kisika dolaze na razinu koja ne zadovoljava standarde za šaranske ribnjake (Alabaster i Lloyd, 1980; Svobodová i Máchová, 1986).

Table 2. Temperatura vode u °C u mladićnjacima u vrijeme uzorkovanja vode  
 Table 2. Water temperature u °C in fish-ponds during the sampling of water

Godina Year	1990.			1991.			1992.			1993.			1994.			1995.			$\bar{x} \pm Sx$	
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C		
Ribnjak Pond	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C		
Mjesec Month																				
05.	21,5	21,0	22,5	14,0	14,0	15,5	19,2	20,0	20,0	18,8	19,0	19,0	-	-	16,0	16,5	16,5	18,23±0,17		
06.	20,5	20,5	20,2	24,0	24,0	24,0	25,0	26,0	25,0	24,0	23,5	23,5	19,0	19,0	18,5	22,8	23,0	23,0	22,52±0,12	
07.	20,5	21,0	21,5	25,0	24,5	24,5	25,0	25,5	26,0	25,0	23,5	24,0	28,0	28,5	27,2	25,7	26,0	26,0	24,86±0,12	
08.	24,5	24,0	23,2	24,8	24,5	24,5	24,2	24,5	24,5	22,0	22,0	22,5	23,0	24,0	23,9	23,0	23,0	23,5	23,64±0,05	
09.	19,5	19,5	-	-	-	-	18,0	18,0	18,0	18,5	19,0	18,5	14,0	14,8	13,7	17,6	17,0	18,0	17,57±0,12	
Prosjeck Average	21,3	21,2	21,4	21,7	21,8	22,1	22,3	22,8	22,7	21,7	21,4	21,5	21,0	21,6	20,8	21,1	21,1	21,4	21,61±0,03	

*Tablica 3. Dinamika O<sub>2</sub> u dovodnom kanalu prije ulaska u ribnjake*  
*Table 3. O<sub>2</sub> dynamics in inflow water*

Godina-Year	1990.	1991.	1992.	1993.	1994.	1995.	$\bar{x} \pm S\bar{x}$
Mjesec Month							
O <sub>2</sub> mg l <sup>-1</sup>							
05.	8,80	9,12	-	9,44	9,28	8,48	9,02 ± 0,07
06.	8,64	9,60	9,12	11,36	9,44	8,80	9,49 ± 0,15
07.	5,70	7,04	9,44	13,44	9,66	9,60	9,15 ± 0,40
08.	12,00	-	12,16	11,36	9,28	11,04	11,17 ± 0,21
09.	12,64	-	10,72	10,88	10,24	10,40	10,98 ± 0,17
Prosjeck Average	9,55	8,59	10,36	11,29	9,57	9,66	9,84 ± 0,14
Zasićenost Saturation O <sub>2</sub>							
05.	90	94	-	101	98	87	94 ± 1,02
06.	95	103	99	127	104	94	104 ± 1,85
07.	67	84	111	163	117	117	110 ± 5,02
08.	141	-	143	138	87	127	127 ± 4,17
09.	140	-	121	129	103	109	120 ± 2,67

Petodnevna biokemijska potrošnja kisika (BPK<sub>5</sub>), varirala je tijekom istraživanja i u dovodnoj vodi i u mladičnjacijma (tablica 5 i 6). U svim se mladičnjacijma BPK<sub>5</sub> znatno povećala u usporedbi s dovodnom vodom. Prosječno povećanje u mladičnjacijma, koje je iznosilo 200% do 300%, bilo je signifikantno (p 0,05). I u ovim istraživanjima, kao i ranije (Debeljak i sur. 1989) najveće povećanje BPK<sub>5</sub> korespondiralo je s najvećim smanjenjem koncentracije kisika u ljetu (tablica 4).

Test biokemijske potrošnje kisika parametar je koji ulazi u kriterije za procjenu kakvoće vode. U klasičnim šaranskim ribnjacijma njegova primjena može poslužiti za procjenu zoohigijenskoga stanja u vodi radi regulacije količine kisika i sprečavanja »ribljeg ustanka«.

Ovi rezultati istraživanja pokazuju signifikantno smanjenje količine kisika u vodi i povećanje BPK<sub>5</sub> u usporedbi s dotočnom vodom. Te su promjene potencirane u ljetnim mjesecima druge polovice uzgojne sezone. No poslije nastupa znatno smanjenje tih razlika zbog pada temperature vode i prestanka ili znatnoga smanjenja prihranjivanja riba dodatnom hranom, te ispuštene vode iz mladičnjaka prilikom jesenskog i zimskog ribolova ne djeluju bitno na vodu recipijent, kako je utvrđeno i u Fašaićevim (1996) istraživanjima.

## ZAKLJUČAK

Rezultati istraživanja upućuju na potrebu sustavnog praćenja kakvoće vode u šaranskim mladičnjacijma radi pravodobne intervencije radi osiguranja normalnoga biotehnoškoga procesa.

Tablica 4. Dinamika O<sub>2</sub> u mladičnjacima u tijeku uzgojnih sezona  
 Table 4. O<sub>2</sub> dynamics in fish-ponds during rearing seasons

Godina Year Ribnjak Pond	1990.			1991.			1992.			1993.			1994.			1995.			x±Sx	
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C		
Mjesec Month																				
05.	11,04	11,84	11,20	11,68	11,04	10,88	7,20	8,00	5,12	4,64	7,36	7,20	-	-	-	11,36	5,76	7,84	8,81±0,17	
06.	8,00	11,36	9,28	7,68	7,52	9,44	7,04	10,40	8,00	8,96	6,40	8,48	10,56	8,96	9,60	4,80	5,60	10,40	8,47±0,10	
07.	8,64	12,48	8,80	7,34	8,69	9,76	7,68	5,60	8,80	8,00	5,44	7,36	9,92	11,04	9,92	7,52	6,08	6,72	8,34±0,10	
08.	10,72	6,56	10,56	4,16	5,28	6,24	5,12	6,40	7,52	4,16	4,32	1,92	10,40	8,32	9,44	8,80	8,76	7,84	7,01±0,14*	
09.	7,04	8,48	6,88	-	-	-	6,40	4,32	2,88	9,76	6,29	10,40	4,64	2,40	7,52	6,40	2,40	8,16	6,26±0,16*	
Prosjeck Average	9,09	10,14	9,34	7,12	8,13	9,08	6,69	6,94	6,46	7,10	5,92	7,07	8,88	7,68	9,12	7,18	5,12	8,19	7,77±0,07*	
Zasićenost Saturation O <sub>2</sub> %	128	136	132	117	111	113	80	90	58	51	82	80	-	-	-	119	61	83	96±1,81	
05.	91	130	105	92	91	114	87	130	99	109	77	102	117	99	105	57	67	124	100±1,08	
06.	99	142	102	91	106	119	95	69	110	99	65	89	128	143	127	94	76	84	102±1,23	
07.	131	79	126	51	63	76	62	78	92	49	50	22	124	100	114	105	104	94	84±1,66	
08.	79	95	77	-	-	-	69	47	31	107	69	114	46	24	72	69	25	88	67±1,81	

\* p < 0,05

*Tablica 5. Dinamika BPK<sub>5</sub> mgO<sub>2</sub> l<sup>-1</sup> u rijeci Dravi prije ulaska u ribnjake*  
*Table 5. BOD<sub>5</sub> mgO<sub>2</sub> l<sup>-1</sup> in Drava river before inlet water into fish-ponds*

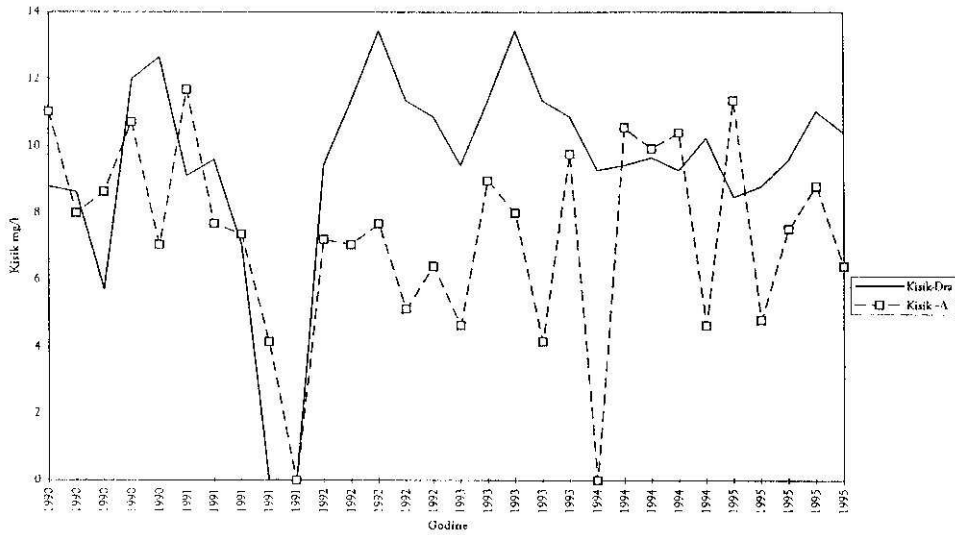
Godina, Year	1990.	1991.	1992.	1993.	1994.	1995.	$\bar{x} \pm Sx$
Mjesec Month							
5.	0,37	1,84	-	1,47	0,53	1,66	1,17 ± 0,12
6.	2,58	2,21	1,84	2,94	0,74	0,92	1,87 ± 0,14
7.	1,10	0,73	1,47	5,89	1,12	1,84	2,03 ± 0,29
8.	3,40	-	6,52	0,74	1,47	0,39	2,50 ± 0,45
9.	3,82	-	1,84	0,18	1,47	0,67	1,60 ± 0,25
Prosjeck Average	2,25	1,59	2,92	2,24	1,27	1,30	1,93 ± 0,10

Tablica 6. Dinamika BPK<sub>5</sub> mgO<sub>2</sub> l<sup>-1</sup> u istraženim mladišnjacima u tijeku uzgojnih sezona  
 Table 6. BOD<sub>5</sub> mgO<sub>2</sub> l<sup>-1</sup> dynamics in researched fish-ponds during rearing seasons

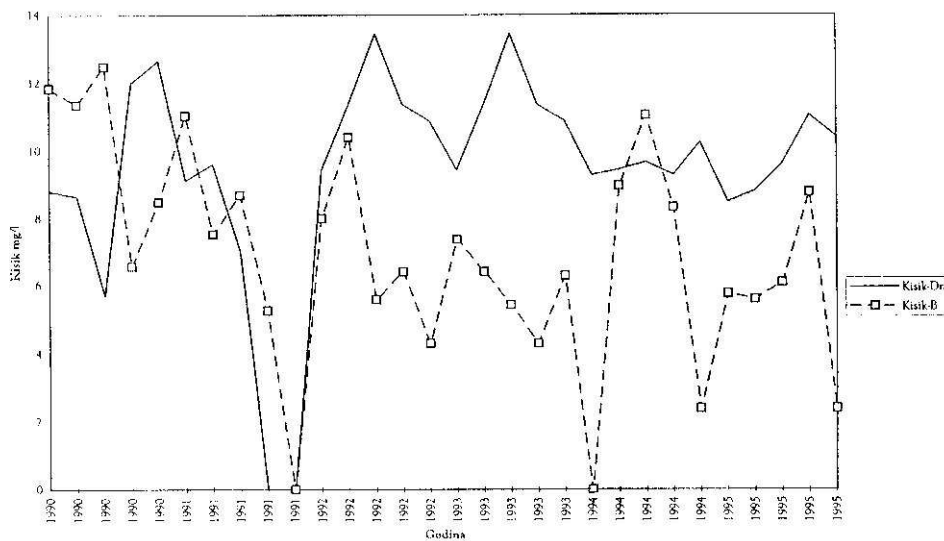
Godina Year	1990.			1991.			1992.			1993.			1994.			1995.			x±Sx
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
Ribnjak Pond	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
Mjesec Month	4,08	5,89	6,99	4,42	0,73	3,31	1,84	4,05	3,68	7,72	4,78	5,52	-	-	-	2,21	4,04	2,58	4,12±0,12*
05.	0,37	4,05	0,37	2,90	2,21	7,36	9,20	8,46	7,36	2,58	4,05	3,68	3,31	7,36	2,21	5,52	3,68	1,84	4,25±0,15*
06.	1,84	4,04	4,42	1,94	4,04	9,20	1,76	2,08	1,76	4,42	3,68	4,42	3,31	4,42	5,52	5,52	6,67	5,52	4,14±0,11*
07.	5,89	4,78	7,82	4,42	6,99	8,83	5,52	4,78	3,31	4,05	2,94	9,93	2,94	3,68	3,68	7,36	5,12	2,58	5,26±0,12*
08.	6,26	7,36	4,42	-	-	-	3,69	6,99	6,68	6,25	2,69	1,84	2,95	5,34	5,15	4,83	5,29	6,64	5,09±0,11*
09.	3,69	5,22	4,80	3,42	3,49	7,18	4,40	5,27	4,56	5,00	3,63	5,08	3,13	5,20	4,14	5,09	5,04	3,83	4,57±0,11*
Prosjeck Average																			

\* p<0,05

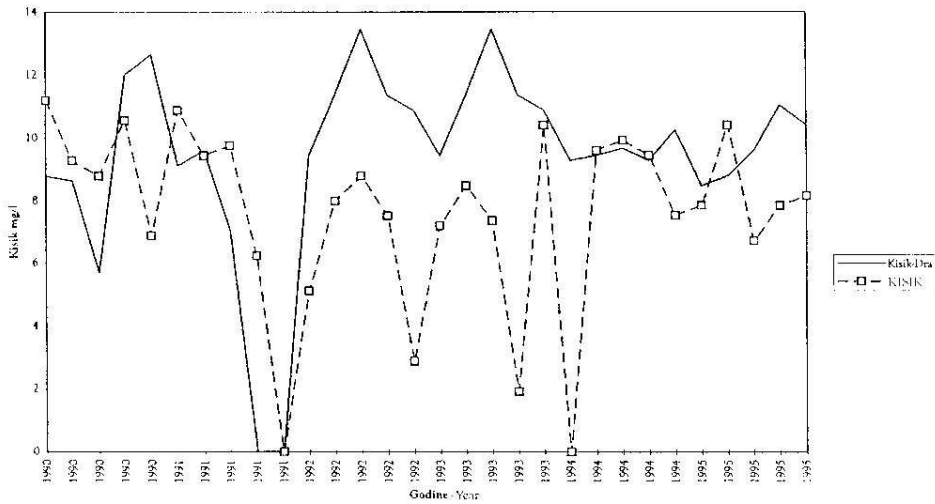




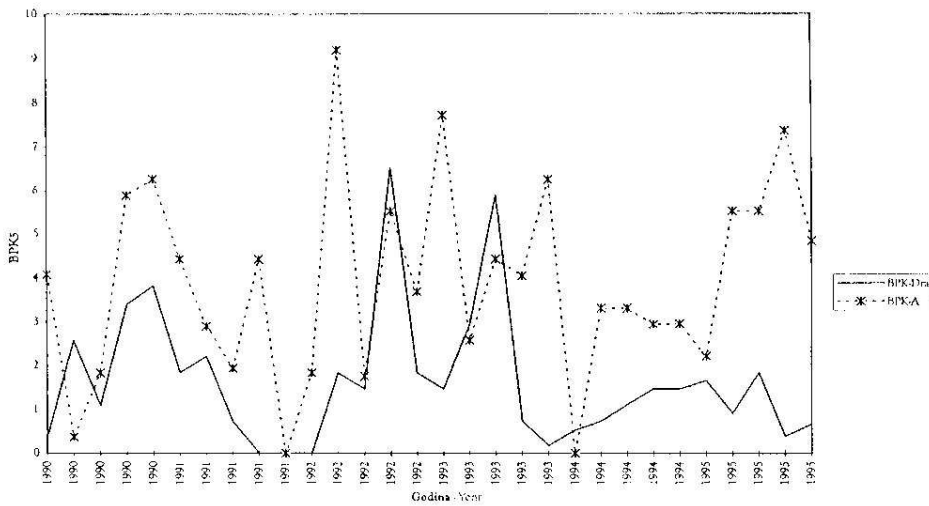
*Slika 1. Dinamika O<sub>2</sub> u rijeci Dravi i u ribnjaku A u tijeku uzgojnih sezona*  
*Fig. 1. O<sub>2</sub> dynamics in Drava river and fishpond A during rearing seasons*



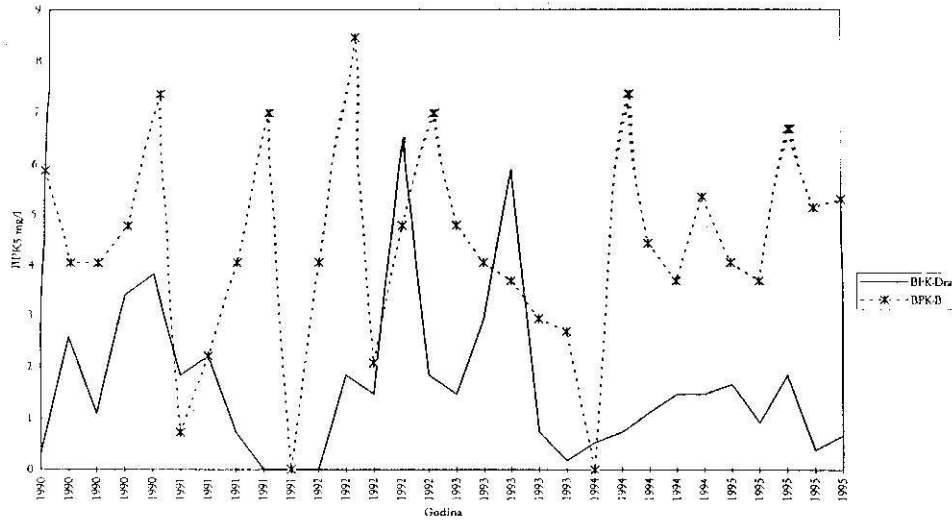
*Slika 2. Dinamika O<sub>2</sub> u rijeci Dravi i u ribnjaku B u tijeku uzgojnih sezona*  
*Fig. 2. O<sub>2</sub> dynamics in Drava river and fishpond B during rearing seasons*



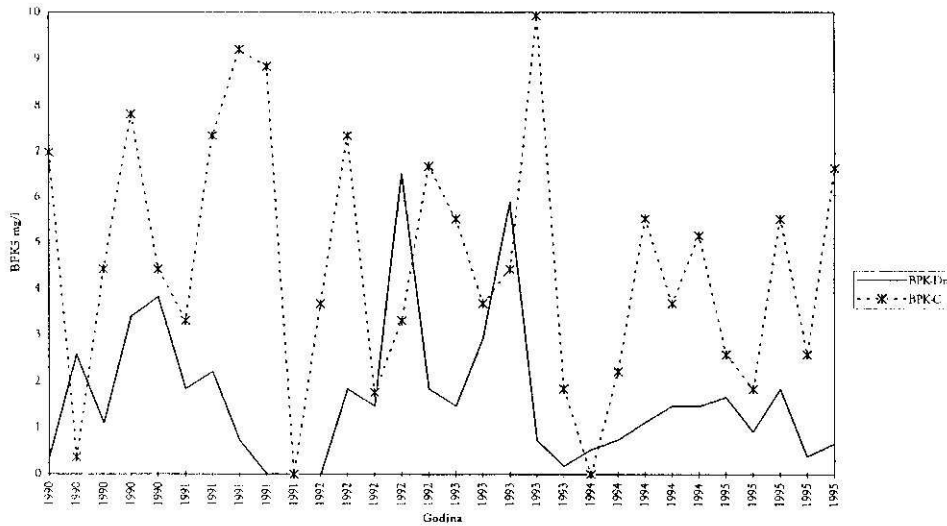
Slika 3. Dinamika O<sub>2</sub> u rijeci Dravi i u ribnjaku C u tijeku uzgojnih sezona  
 Fig. 3. O<sub>2</sub> dynamics in Drava river and fishpond C during rearing seasons



Slika 4. Dinamika BPK<sub>5</sub> u rijeci Dravi i ribnjaku A u tijeku uzgojnih sezona  
 Fig. 4. BOD<sub>5</sub> dynamics in Drava river and fishpond A during rearing seasons



Slika 5. Dinamika BPK<sub>5</sub> u rijeci Dravi i ribnjaku B u tijeku uzgojnih sezona  
Fig 5. BOD<sub>5</sub> dynamics in Drava river and fish-pond B during rearing seasons



Slika 6. Dinamika BPK<sub>5</sub> u rijeci Dravi i ribnjaku C u tijeku uzgojnih sezona  
Fig 6. BOD<sub>5</sub> dynamics in Drava river and fish-pond C during rearing seasons

## Summary

### CARP ADVANCED FRY POND WATER OXYGEN AND BOD<sub>5</sub> DYNAMICS

Changes and dynamics of Oxygen and BOD<sub>5</sub> quantity in 3 carp advanced fry ponds of 8–10 ha<sup>1</sup> was examined during 6 growing seasons (from 1990 to 1995). Carp fry was grown semiintensely cultured with 3 days old carp larvae in amount of 200.000 ind ha<sup>-1</sup>.

Oxygen quantity in advanced fry ponds during growing seasons varied from min. 1.9 mg l<sup>-1</sup>\* to 12.48 mg l<sup>-1</sup>\*, and saturation with O<sub>2</sub> from min 22% to 142 %.

BOD<sub>5</sub> varied within the amplitude of min 0.37 mg O<sub>2</sub> l<sup>-1</sup>\* to max. 9.93 mg O<sub>2</sub> l<sup>-1</sup>.

The average oxygen quantity dissolved in advanced fry ponds water compared to the average oxygen quantity in the inflowing water was 2% to 43% lower. There has been a significant decrease (p<0.05) in August and September, totalling 37% to 43%.

In all the advanced fry ponds there has been a significant increase of BOD<sub>5</sub> (p<0.05). Compared to inflow water the average BOD<sub>5</sub> increase in advanced fry ponds was 200% to 350%.

*Key words: carp advanced fry ponds, oxygen quantity, BOD<sub>5</sub>*

## LITERATURA

- Alabaster, J. J., Lloyd, R. (1980):* Water Quality Criteria for Freshwater Fish. Butterworths, London.
- Boyd, C. E. (1984):* Water Quality in Warmwater fish ponds, Auburn university. Agr. Exper. Stat.
- Boyd, C. E., Lichtkoppler, F. (1979):* Water quality management in pond fish culture. Int. Center for Aquac. Agr. Ext. Auburn, 30 pp.
- Debeljak, Lj., Bebek, Ž., Fašaić, K. (1989):* Dinamika kisika u vodi šaranskih ribnjaka u funkciji povećanja proizvodnje. Ribar. Jugosl. 44 (1), 10–14.
- Fašaić, K. (1996):* Promjena kemijske kakvoće izlazne vode iz šaranskih ribnjaka u odnosu na dotočnu vodu. Ribarstvo, 54 (4), 181–192.
- Svobodová, Z., Máchová, J. (1986):* Příčiny diagnostika a prevence otrav ryb. UVO, Pardubice, 1985. 136 pp.
- Svobodová, Z., Lloyd, R., Máchová, J. (1993):* Water quality and fish health EIFAC TECHNICAL PAPER, 54, 67 pp.

*Primljeno 5. 11. 1998.  
Prihvaćeno 14. 11. 1998*