

KEMIZAM VODE RAZLIČITO GNOJENIH ŠARANSKIH RASTILIŠTA

K. Fašaić, B. Stojić, Lj. Debeljak, V. Gačić

Sažetak

Istraživan je kemizam vode u šaranskim ribnjacima — rastilištima, pojedinačne veličine 1 ha i dubine 1,5 m, te u ulaznoj vodi u ribnjake. U ribnjacima su se uzgajali 40-dnevni šaranski mladunci, u gustoći nasada 3-dnevnih ličinki 1,000.000 ind. ha⁻¹, koji su se prihranjivali trouvitom i brašnom. U ribnjacima i u ulaznoj vodi istraženi su kemijski parametri: O₂, CO₂, CaCO₃⁻, HCO₃⁻, potrošak KMnO₄, NO₂⁻, NO₃⁻, NH₄⁺, ureja, PO₄³⁻, P₂O₅ i pH (tablica 1. do 4.).

Tijekom uzgojne sezone utvrđena su znatna variranja svih kemijskih parametara, ali unutar vrijednosti koje zadovoljavaju šaranske ribnjake.

Primijenjena količina mineralnih gnojiva nije uzrokovala osobito izraženu eutrofizaciju vode u obrađenim ribnjacima. Određene razlike u količini pojedinih kemijskih pokazatelja u gnojnim varijantama ribnjaka u odnosu na negnojenu varijantu nisu bile signifikantne (P>0,05), osim za vrijednost pH koja se signifikantno povećala — gnojnim varijantama (P<0,05), (tablica 6.).

U usporedbi s ulaznom vodom, u svim pokusnim ribnjacima signifikantno se smanjila količina mineralnih frakcija dušika i fosfora (P<0,05), (P<0,01) i povećala vrijednost pH (P<0,05), (tablice 5 i 6).

Ključne riječi: ribnjak — rastilište, kemizam vode

UVOD

Kemizam vode u šaranskim ribnjacima — rastilištima istraživan je radi utvrđivanja promjena koje nastaju kao posljedica primjene različitih tehnoloških mjera. Takva su istraživanja sastavni dio biotehnološkoga procesa, jer

Ing. Krešimir Fašaić, Ribarski centar Zagreb

Ing. Biserka Stojić, Petrokemija Kutina

Dr. sc. Ljubica Debeljak, znanstvena savjetnica, Agronomski fakultet Zagreb

Ing. Vlado Gačić, Stari ribnjak Oriovac

nekontrolirano nakupljanje mineralnih soli i organskih tvari može uzrokovati nepoželjne uvjete vodne sredine u tijeku uzgojnoga procesa, te tako ugroziti normalan rast i zdravstveno stanje riba.

O tome problemu postoji brojna literatura, pa su i ova istraživanja prilog poznavanju navedene problematike.

METODIKA

Istraživalo se na ribnjačarstvu »Stari ribnjak« kod Slavenskog Broda u tri pokusna ribnjaka — rastilišta, pojedinačne veličine 1 ha i dubine oko 1,5 metara. U vremenu od 4. 6. 1996. do 31. 7. 1996. istraženo je djelovanje mineralnoga gnojiva NPK formulacije 15:15:15 i tekućega dušičnog gnojiva (UAN) s dodatkom MAP-a formulacije 12:52 po sljedećoj shemi:

I. varijanta (rastilišta A) — kontrola bez gnojidbe

II. varijanta (rastilište B) — gnojidba s ukupno 200 kg. ha⁻¹ NPK

III. varijanta (rastilište C) — gnojidba s ukupno 75 l. ha⁻¹ UAN-a i 75 kg. ha⁻¹ MAP (12:52)

Prije napuštanja vode sva su rastilišta povapnjena s 500 kg. ha⁻¹ hidratiziranoga vapna.

Gnojivo se u tijeku uzgojne sezone dodavalo u trima jednakim dozama (66,6 kg ha⁻¹ NPK; 25 l ha⁻¹ UAN i 25 kg ha⁻¹ MAP), u vremenskim intervalima od 15 dana. U svako pokusno rastilište nasadeno je milijun individua šaranskih ličinki u dobi od 3 dana. Ličinke i mladunci prihranjivali su se trouvitom i brašnom (800 kg).

Tijekom trajanja pokusa praćeni su fizikalnokemijski faktori u dotočnoj vodi rijeke Orljave i u rastilištima.

Kemijska analiza vode provedena je standardnim metodama (APHA 1975). Obavljena je i statistička analiza dobivenih podataka (Turkey-Snedecor).

REZULTATI I RASPRAVA

Fizikalno kemijska svojstva u pojedinim ribnjacima — rastilištima i u ulaznoj vodi rijeke Orljave ilustriraju tablice 1-4 i sl. 1.

U svim rastilištima i u ulaznoj vodi rijeke Orljave utvrđene su u tijeku istraživanja oscilacije svih kemijskih parametara u skladu s prijašnjim istraživanjima Debeljak i Fašaić (1985.; 1992.), Fašaić i sur. (1989.; 1996.) i dr.

Zasićenost vode kisikom u rastilištima varirala je od 80 do 100%, osim u kontrolnom rastilištu A, u kojem je u sredini uzgojne sezone utvrđena lagana tendencija pada količine kisika u vodi, ali i takva je vrijednost zadovoljavala kriterije propisane za šaranske ribnjake (Svobodová i Máchová, 1986.).

Tablica 1. Kemizam vode u pokusnom rastilištu »A« godine 1996.
 Table 1. Water chemistry in the experimental fry fish pond "A" in 1996

| Parametri Datum | 23/05/96 | 10/06/96 | 01/07/96 | 29/07/96 | $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ |
|---|----------|----------|----------|----------|---------------------------|
| Temperatura vode C | 21 | 27,90 | 24,10 | 24,70 | 24,43±0,61 |
| Količina O ₂ mg. l ⁻¹ | 8,64 | 8,80 | 5,28 | 8,16 | 7,72±0,36 |
| Zasićenost O ₂ % | 100 | 113 | 64 | 100 | 94±4,56 |
| Slobodni CO ₂ mg. l ⁻¹ 0 | | 6,82 | 5,28 | 5,28 | 4,35±0,65 |
| CaCO ₃ mg. l ⁻¹ | 175 | 180 | 170 | 170 | 174±1,04 |
| HCO ₃ mg. l ⁻¹ | 210 | 216 | 204 | 204 | 209±1,24 |
| Potrošak KMnO ₄ mg. l ⁻¹ | 18,33 | 24,34 | 17,38 | 87,88 | 36,98±7,88 |
| NO ₂ mg. l ⁻¹ | 0,17 | 0,06 | 0,068 | 0,05 | 0,087±0,01 |
| NO ₃ mg. l ⁻¹ | 0,16 | 0,03 | 0,016 | 0,034 | 0,06±0,01 |
| NH ₄ mg. l ⁻¹ | 0,10 | 0,12 | 0,09 | 0,19 | 0,125±0,01 |
| Urea mg. l ⁻¹ | 11,20 | 23,40 | 11,30 | 10 | 13,98±1,37 |
| PO ₄ ³⁻ mg. l ⁻¹ | 0,42 | 0,60 | 0,42 | 0,23 | 0,42±0,03 |
| P ₂ O ₅ mg. l ⁻¹ | 0,31 | 0,045 | 0,31 | 0,17 | 0,21±0,03 |
| pH | 8,10 | 7,80 | 7,90 | 7,70 | 7,88±0,04 |

U svim rastilištima prosječna količina kisika bila je u odnosu na prosječnu količinu kisika u rijeci Orljavi 1 do 9% veća.

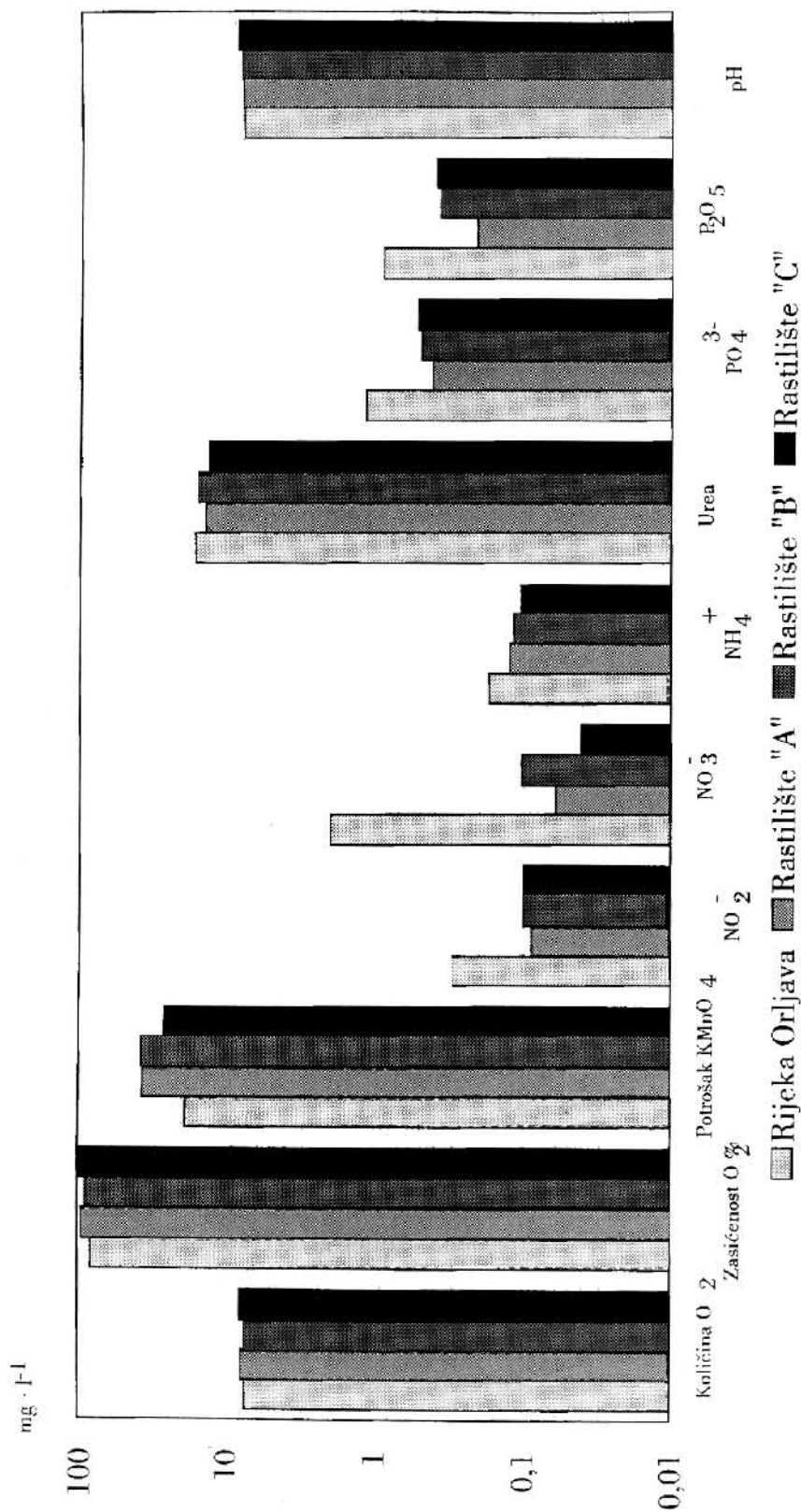
Permanganatni broj znatno je varirao u svim rastilištima, i to unutar amplitude od 17 mg. l⁻¹ do 88 mg. l⁻¹ (tablica 1.). U kontrolnom rastilištu A i rastilištu B koje je tretirano mineralnim gnojivom NPK (15:15:15) vrijednost permanetnog broja na kraju uzgoja prelazila je dopuštene granice za šaranske ribnjake koje navodi Debeljak (1982.). Variranje ovoga kemijskog parametra u ulaznoj vodi rijeke Orljave bilo je unutar amplitude od 17 mg. l⁻¹ do 22,3 mg. l⁻¹ (tablica 4), pa je povećanje u svim rastilištima bilo u prosjeku od 40% do 99%.

U usporedbi s rijekom Orljavom u svim trima rastilištima smanjila se količina NO₂⁻ i NO₃⁻. To smanjenje NO₂⁻ iznosilo je prosječno u rastilištu A 28%, a rastilištu B i C 32%, dok je količina NO₃⁻ bila u rastilištu A 3,04%, u rastilištu B 5,2% i rastilištu C za 2,8% manja.

U svim trima rastilištima također u usporedbi s rijekom Orljavom smanjila se i količina NH₄⁺. Prosječna količina NH₄⁺ bila je u rastilištu A 28%, u rastilištu B 31% i rastilištu C 39,3% manja.

Iz analitičkih vrijednosti iznesenih u tablicama 1–4 vidi se da je količina ureje bila najveća u rijeci Orljavi. Prosječna količina toga kemijskog parametra u usporedbi s rijekom Orljavom smanjila se u rastilištu A 15,3% u rastilištu B 5%, a u rastilištu C 19,1%.

Slika 1. Prosječne vrijednosti pojedinih kemijskih preparata vode u rastiloštima u odnosu na dotičnu vodu rijeke Orljave
 Figure 1. Average values of the respective chemical parameters of the waters in fry ponds compared to the inflow water of the Orljava river



U komparaciji s ulaznom vodom u svim pokusnim ribnjacima signifikantno se je smanjila količina mineralnih frakcija dušika i fosfora ($P < 0,05$), ($P < 0,01$) i povećala vrijednost pH ($P < 0,05$), (tablica 5 i 6).

Tablica 2. Kemizam vode u pokusnom rastilištu »B« godine 1996.

Table 2. Water chemistry in the experimental fry fish pond "B" in 1996

| Parametri Datum | 23/05/96 | 10/06/96 | 01/07/96 | 29/07/96 | $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ |
|---|----------|----------|----------|----------|---------------------------|
| Temperatura vode C | 21 | 27,60 | 24 | 24,60 | 24,3 \pm 0,59 |
| Količina O ₂ mg. l ⁻¹ | 7,84 | 7,68 | 7,04 | 7,04 | 7,40 \pm 0,09 |
| Zasićenost O ₂ % | 90 | 99 | 85 | 86 | 90 \pm 1,38 |
| Slobodni CO ₂ mg. l ⁻¹ | 0 | 9,68 | 5,28 | 5,72 | 5,17 \pm 0,86 |
| CaCO ₃ mg. l ⁻¹ | 165 | 170 | 165 | 160 | 165 \pm 0,88 |
| HCO ₃ mg. l ⁻¹ | 198 | 204 | 198 | 192 | 198 \pm 1,06 |
| Potrošak KMnO ₄ mg. l ⁻¹ | 21,18 | 24,02 | 18,64 | 86,61 | 37,61 \pm 7,09 |
| NO ₂ mg. l ⁻¹ | 0,20 | 0,07 | 0,071 | 0,06 | 0,10 \pm 0,01 |
| NO ₃ mg. l ⁻¹ | 0,33 | 0,024 | 0,02 | 0,039 | 0,10 \pm 30,03 |
| NH ₄ mg. l ⁻¹ | 0,12 | 0,13 | 0,09 | 0,13 | 0,11 \pm 0,01 |
| Urea mg. l ⁻¹ | 13,4 | 25,70 | 13,60 | 10 | 15,68 \pm 1,49 |
| PO ₃₋₄ mg. l ⁻¹ | 0,70 | 0,32 | 0,44 | 0,52 | 0,495 \pm 0,03 |
| P ₂ O ₅ mg. l ⁻¹ | 0,52 | 0,24 | 0,33 | 0,39 | 0,370 \pm 0,03 |
| pH | 8,30 | 7,80 | 7,90 | 8,20 | 8,05 \pm 0,05 |

Tablica 3. Kemizam vode u pokusnom rastilištu »C« godine 1996.

Table 3. Water chemistry in the experimental fry fish pond "C" in 1996

| Parametri Datum | 23/05/96 | 10/06/96 | 01/07/96 | 29/07/96 | $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ |
|---|----------|----------|----------|----------|---------------------------|
| Temperatura vode C | 21 | 28 | 24,1 | 24,7 | 24,45 \pm 0,62 |
| Količina O ₂ mg. l ⁻¹ | 8,96 | 8,64 | 6,88 | 7,36 | 7,96 \pm 0,22 |
| Zasićenost O ₂ % | 103 | 111 | 84 | 90 | 97 \pm 2,65 |
| Slobodni CO ₂ mg. l ⁻¹ | 0 | 9,68 | 4,62 | 6,6 | 5,23 \pm 0,88 |
| CaCO ₃ mg. l ⁻¹ | 170 | 180 | 170 | 155 | 169 \pm 2,23 |
| HCO ₃ mg. l ⁻¹ | 204 | 216 | 204 | 186 | 203 \pm 2,68 |
| Potrošak KMnO ₄ mg. l ⁻¹ | 21,49 | 22,76 | 19,28 | 42,3 | 26,46 \pm 2,31 |
| NO ₂ mg. l ⁻¹ | 0,2 | 0,07 | 0,081 | 0,05 | 0,10 \pm 0,01 |
| NO ₃ mg. l ⁻¹ | 0,081 | 0,021 | 0,019 | 0,041 | 0,041 \pm 0,01 |
| NH ₄ mg. l ⁻¹ | 0,13 | 0,1 | 0,09 | 0,1 | 0,105 \pm 0,01 |
| Urea mg. l ⁻¹ | 11,2 | 16,4 | 15,8 | 10 | 13,35 \pm 0,70 |
| PO ₃₋₄ mg. l ⁻¹ | 0,44 | 0,43 | 0,62 | 0,59 | 0,520 \pm 0,02 |
| P ₂ O ₅ mg. l ⁻¹ | 0,33 | 0,32 | 0,46 | 0,46 | 0,393 \pm 0,02 |
| pH | 8,6 | 8,5 | 8,2 | 9,2 | 8,63 \pm 0,09 |

Tablica 4. Kemizam vode u rijeci Orljavi god. 1996.
 Table 4. Water chemistry in the Orljava river in 1996

| Parametri Datum | 23/05/96 | 10/06/96 | 01/07/96 | 29/07/96 | $\bar{x} \pm S_x$ |
|---|----------|----------|----------|----------|-------------------|
| Temperatura vode C | 16,0 | 21 | 20,4 | 22,1 | 19,88±0,88 |
| Količina O ₂ mg. l ⁻¹ | 6,38 | 7,68 | 6,88 | 7,84 | 7,31±0,11 |
| Zasićenost O ₂ % | 71 | 88 | 78 | 92 | 82±2,06 |
| Slobodni CO ₂ mg. l ⁻¹ | 7,48 | 6,60 | 7,48 | 10,34 | 7,98±0,35 |
| CaCO ₃ mg. l ⁻¹ | 175 | 175 | 175 | 180 | 176±0,54 |
| HCO ₃ mg. l ⁻¹ | 210 | 210 | 210 | 216 | 212±0,65 |
| Potrošak KMnO ₄ mg. l ⁻¹ | 17,39 | 18,77 | 16,75 | 22,76 | 18,92±0,58 |
| NO ₂ mg. l ⁻¹ | 0,270 | 0,310 | 0,460 | 0,200 | 0,310±0,02 |
| NO ₃ mg. l ⁻¹ | 1,700 | 1,800 | 2,00 | 2,400 | 1,975±0,07 |
| NH ₄ mg. l ⁻¹ | 0,270 | 0,130 | 0,160 | 0,130 | 0,173±0,01 |
| Urea mg. l ⁻¹ | 17,9 | 28,10 | 10,00 | 10,00 | 16,50±1,86 |
| PO ₄ ³⁻ mg. l ⁻¹ | 1,800 | 1,00 | 0,950 | 0,910 | 1,165±0,09 |
| P ₂ O ₅ mg. l ⁻¹ | 1,340 | 0,780 | 0,710 | 0,680 | 0,878±0,07 |
| Suhi ostatak ukupni mg. l ⁻¹ | - | 330,0 | 222,5 | 200,0 | 251±18,91 |
| Suhi ostatak sagorljiv mg. l ⁻¹ | - | 190,0 | 158,0 | 160,0 | 169±4,88 |
| Suspendirana tvar mg. l ⁻¹ | - | 47,5 | 39,5 | 38,5 | 41,83±1,34 |
| pH | 7,5 | 7,8 | 7,9 | 8,00 | 7,8±0,05 |

ZAKLJUČAK

Na osnovi rezultata istraživanja u ribnjacima — rastilištima može se zaključiti:

1. Tijekom uzgoja šaranskih mladunaca utvrđene su oscilacije hidrokemijskih parametara u svim rastilištima i u dovodnoj vodi. Varijacije kemizma vode bile su unutar zadovoljavajuće vrijednosti za šaranske ribnjake.

2. Primijenjena količina 200 kg. ha⁻¹ NPK (15: 15: 15) i 75 l. ha⁻¹ VAN-a i 75 kg. ha⁻¹ MAP (12:52) nije uzrokovalo bitne promjene kemijskih pokazatelja vode između pojedinih rastilišta, dok je u odnosu na dotočnu vodu u svim rastilištima signifikantno smanjena količina mineralnih frakcija dušika i fosfora te povećana pH vrijednost (tablice 1-4).

Tablica 5. Analiza varijance kemijskih parametara rijeke Orlijeve u odnosu na rastilišta
Table 5. Analysis of the chemical parameter variants of the Orlijava river compared to the fry fish ponds

| Parametar | Suma kvadrata između grupa | Stupanj slobode između grupa | Varijanca između grupa | Suma kvadrata unutar grupa | Stupanj slobode unutar grupa | Varijanca unutar grupa | F | p |
|---|----------------------------|------------------------------|------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------|------------|----------|
| Temperatura vode C | 61. | 3 | 20. | 92. | 12 | 8. | 2.6590 | 095701 |
| Količina O ₂ mg. l ⁻¹ | 7616835. | 3 | 2538945. | 304760E2 | 12 | 2539668 | 9997 | 426339 |
| Zasićenost O ₂ % | 496. | 3 | 165. | 2178. | 12 | 181 | 9116 | 464343 |
| Slobodni CO ₂ mg. l ⁻¹ | 30. | 3 | 10. | 132. | 12 | 11 | 9144 | 463066 |
| CaCO ₃ mg. l ⁻¹ | 305. | 3 | 102. | 456. | 12 | 38. | 2.6712 | 094744 |
| HCO ₃ mg. l ⁻¹ | 439. | 3 | 146. | 657. | 12 | 55. | 2.6712 | 094744 |
| Potrošak KMnO ₄ mg. l ⁻¹ | 968. | 3 | 323. | 7061. | 12 | 588 | 5486 | 658568 |
| NO ₂ mg. l ⁻¹ , ** | ** | 3** | ** | ** | 12** | ** | 7.6020** | 004132** |
| NO ₃ mg. l ⁻¹ | 11.** | 3** | 4.** | ** | 12** | ** | 117.3315** | 000000** |
| NH ₄ mg. l ⁻¹ | . | 3 | . | . | 12 | . | 1.9578 | 174232 |
| Urea mg. l ⁻¹ | 26. | 3 | 9. | 514. | 12 | 43 | 1998 | 894522 |
| PO ₃₋₄ mg. l ⁻¹ | 1.** | 3** | ** | 1.** | 12** | ** | 8.0507** | 003316** |
| P ₂ O ₅ mg. l ⁻¹ | 1.** | 3** | ** | ** | 12** | ** | 10.0287** | 001369** |
| pH | 2.** | 3** | 1.** | 1.** | 12** | ** | 7.2324** | 004983** |

* p<0,05

** n<0,01

Tablica 6. Analiza varijance — rastlišta A, B i C
 Table 6. Analysis of the chemical parameter variants in fry fish ponds A, B and C

| Parametar | Suma kvadrata između grupa | Stupanj slobode između grupa | Varijanca između grupa | Suma kvadrata unutar grupa | Stupanj slobode unutar grupa | Varijanca unutar grupa | F | p |
|---|----------------------------|------------------------------|------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------|-----------|----------|
| Temperatura vode C, | ,0517 | 2 | ,0258 | 70,637 | 9 | 7,8486 | ,003291 | ,996715 |
| Količina O ₂ mg. l ⁻¹ | ,6315 | 2 | ,3157 | 11,680 | 9 | 1,2978 | ,243288 | ,789039 |
| Zasićenost O ₂ % | 99,5000 | 2 | 49,7500 | 1904,750 | 9 | 211,6389 | ,235070 | ,795220 |
| Slobodni CO ₂ mg. l ⁻¹ | 1,9441 | 2 | ,9720 | 123,541 | 9 | 13,7268 | ,070813 | ,932150 |
| CaCO ₃ mg. l ⁻¹ | 154,1667 | 2 | 77,0833 | 437,500 | 9 | 48,6111 | 1,585714 | ,257072 |
| HCO ₃ mg. l ⁻¹ | 222,0000 | 2 | 111,0000 | 630,000 | 9 | 70,0000 | 1,585714 | ,257072 |
| Potrošak KMnO ₄ mg.l ⁻¹ | 314,1421 | 2 | 157,0710 | 7038,905 | 9 | 782,1005 | ,200832 | ,821618 |
| NO ₂ mg. l ⁻¹ | ,0005 | 2 | ,0002 | ,036 | 9 | ,0040 | ,057799 | ,944187 |
| NO ₃ mg. l ⁻¹ | ,0083 | 2 | ,0041 | ,085 | 9 | ,0094 | ,438116 | ,658310 |
| NH ₄ mg. l ⁻¹ | ,008 | 2 | ,0004 | ,008 | 9 | ,0009 | ,455108 | ,648212 |
| Urea mg. l ⁻¹ | 11,5817 | 2 | 5,7908 | 292,825 | 9 | 32,5361 | ,17782 | ,839833 |
| PO ₄ ³⁻ mg. l ⁻¹ | ,0229 | 2 | ,0114 | ,174 | 9 | ,0194 | ,590355 | ,574236 |
| P ₂ O ₅ mg. l ⁻¹ | ,0804 | 2 | ,0402 | ,108 | 9 | ,0121 | 3,333199 | ,082552 |
| pH | 1,2317* | 2* | ,6158* | ,785* | 9* | ,0872* | 7,060510* | ,014324* |

* p<0,05

Summary

WATER CHEMISTRY IN DIFFERENTLY FERTILIZED CARP PONDS

Water chemistry in carp ponds — fry carp ponds, each of them 2.5 acres big and 1.5 meter deep, as well as in inflow water in the ponds was researched. Fourty days old carp fingerlings were bread in the ponds; stock density of the three day old larvae was 1,000.000 ind. ha⁻¹. The fingerlings were fed with trouvit and flour. In the ponds and the inflow water the following chemical parameters were examined: O₂, CO₂, CaCO₃⁻, HCO₃⁻, outgoing of KMnO₄, NO₂⁻, NO₃⁻, NH₄⁺, urea, PO₄³⁻, P₂O₅ and pH.

During the breeding season substantial deviations of all the chemical parameters were stated, but within values that satisfy the needs of the carp ponds.

The applied quantity of the mineral fertilizer did not cause a very explicit eutrophication of water in the treated ponds. Certain differences in the quantity of the respective chemical indicators in the fertilized pond variants compared to the nonfertilized variant were insignificant (P**0.05), except the pH value, which increased significantly in the fertilized variants (P<0.05).

Compared with the inflow water, in all experimental ponds the quantity of the mineral nitrogen and phosphorus fractions (P<0.05), (P<0.01) has reduced and the pH value (P<0.05) has increased. (Tables 5 and 6)

Key words: fish pond — fry fish pond, water chemistry

LITERATURA

- APHA (1975): Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater New York, 15th-ed. APHA, Washington D. C. 1193 p.
- Debeljak, Lj. (1982.): Životni uvjeti u vodi. U knjizi: Bojčić i sur. Slatkovodno ribarstvo, Ribozajednica, Zagreb, JUMENA, Zagreb, 55–97.
- Debeljak, Lj., Fašaić, K. (1985.): Dnevne promjene nekih hidrokemijskih pokazatelja u šaranskom ribnjaku. Vet. arhiv. 66 (1), 23–30.
- Debeljak, Lj., Fašaić, K. (1992.): Kemizam vode u šaranskim ribnjacima. Ribarstvo, 47, (3–4), 89–99.
- Fašaić, K., Debeljak, Lj., Adámek, Z. (1989.): The effect of mineral fertilization on water chemistry of carp ponds. Acta Ichth. et Pisc., XIX, (1), 71–83.
- Fašaić, K., Debeljak, Lj., Erben, R., Turk, M. (1996.): Promjena kemizma vode u šaranskim ribnjacima. Ribarstvo, 54, (2), 65–74.
- Svobodová, Z., Máchová, J. (1986.): Příčiny diagnostika a prevence otrav ryb. UVO, Pararubice, 1985, 136 pp.