



Naučni i stručni radovi

UDK 639.31:546.212:597.554.3 (285.3:497.13)

Izvorni znanstveni članak

Uticaj strukture nasada na dinamiku abiotičkih parametara u šaranskim ribnjacima

I. DINAMIKA FIZIKALNO-KEMIJSKIH PARAMETARA U MLADIČNJACIMA

S. Mišetić

Izvod

U radu je izložena dinamika fizikalno-kemijskih parametara u ekosustavu mladičnjaka u razdoblju između njihova punjenja i izlova. Utvrđeni slijed izloženih promjena uvjetovan je prije svega nasadnom strukturom istraživanih ribnjaka.

UVOD

Proizvodni su odnosi u ekosustavu šaranskih ribnjaka specifični i ovise o čitavom nizu ekoloških činilaca, prije svega abiotičkih. U njima se zbog primjene različitih gospodarstvenih zahvata mijenja prirodni slijed razvoja zajednica. Osim toga, kategoriju odnosa između osnovnih komponenata ekosustava komplicira i struktura nasada ribnjaka. Te su specifičnosti veće što je način uzgoja riba intenzivniji.

Općenito je prihvaćeno mišljenje da u biocenozu ribnjaka prevladavaju ribe te da one, kao dominantna vrsta, kontroliraju oboje: i okoliš i strukturu biocenoza (Clements i sur., 1966; Hrbaček, 1962, 1969).

U dosadašnjim istraživanjima, unatoč izloženoj tvrdnji, veća je pažnja poklonjena problemu odnosa između strukture nasada ribnjaka i biocenotičke strukture zajednica. Zajedničko je u tim radovima da povećanje gustoće nasada riba do određene mjere potiče razvoj zajednice planktona odnosno pojedinih njezinih članova: fitoplanktona (Hrbaček i sur., 1965; Spodniewska, 1965; Lupaćeva, 1977) i zooplanktona (Dineen, 1953; Hrbaček i sur., 1965; Grygierek i sur., 1966; Mitrović, 1969; Losos i sur., 1973; Žurek, 1974; Kražan, 1976). Prema Lewkowiczu i sur. (1976, 1977) i Krzeczowska-Woloszcznu (1977), manja gustoća nasada riba pogoduje razvoju višeg vodenog bilja. Posljedica je toga manja produkcija fitoplanktona, zooplanktona i makrofaune dna.

Imajući na umu važnost abiotičkih parametara za dinamiku organske produkcije, svrha je ovih istraživanja utvrditi utjecaj nasadne strukture na dinamiku fizičko-kemijskih činilaca u ekosustavu šaranskih ribnjaka.

U razmatranje uzročno-posljedične povezanosti između abiotičkih uvjeta i nasadne strukture uključena su dva parametra: uzrasna struktura i gustoća nasada. Najveće razlike promatranih abiotičkih činilaca bile su između mladičnjaka i uzgajališta i u vezi su s prozirnošću voda. U ovom radu izloženi su rezultati dinamike fizikalno-kemijskih parametara u mladičnjacima.

METODIKA RADA

Istraživanja dinamike fizikalno-kemijskih parametara provedena su g. 1980. u tri ribnjaka Ribnjačarstva »Zagreb« — ribnjaci Pisarovina.

U ribnjaku 4 uzgajan je jednogodišnji šaranski mlad dobiven slobodnim mriješćenjem šaraskih matica. Ribnjaci 5 i 6 služili su za uzgoj dvogodišnjega šaranskog mlada. Masa nasadne ribe u tim ribnjacima bila je 269,2 odnosno 138,6 kg/ha. Iscrpna struktura nasada i struktura izlova izložene su u Mišetićeveu radu iz 1985.

Uzorci vode za fizikalno-kemijsku analizu u ribnjacima 1 i 6 sabirni su u razdoblju od napuštanja vode do njihova izlova odnosno pojave leda. Ribnjak 5 napunjen je u jesen prethodne godine.

Na početku istraživanog razdoblja uzorci su skupljeni u intervalima između 14 (od 14. ožujka do 9. svibnja) i deset (do 17. lipnja) dana, u punom jeku uzgojne sezone svakih sedam (do 28. kolovoza) dana, a nakon toga vremenski je interval iznosio između deset (do 30. rujna) i 20 (do 9. prosinca) dana.

U vrijeme sabiranja uzoraka temperature vode i zraka mjerene su laboratorijskim termometrom, prozirnost vode Sechiovom pločicom, a dubina graduiranom letvicom.

Kemijska je analiza vode obavljena uobičajenim metodom (APHA 1967). Koncentracija je otopljenog kisika određivana metodom prema Winkleru, ugljični dioksid i alkalnost titracijskom metodom, pH-vrijednost pH-metrom MA 5071 »Iskra«, a ukupna tvrdoća kompleksimetrijski. Relativni sadržaj organske tvari određen je kao potrošak KMnO_4 , koncentracija amonijaka postupkom izravne neslerizacije, a ortofosfati metodom po Atkinsu. Zasićenost vode kisikom je izračunata iz tablica po Foxu. Vrsta alkalnosti određivana je računski iz vrijednosti fenolftalenske i metiloranžove alkalnosti. Nekarbonatna je tvrdoća utvrđena na temelju razlike između ukupne i karbonatne tvrdoće.

Metabolički su plinovi analizirani odmah na terenu, a ostali parametri u laboratoriju 2—3 sata nakon uzimanja uzoraka.

Dobiveni su rezultati statistički obrađeni. Računalom je izračunat Pearsonov korelacijski koeficijent (Sneath i sur., 1973).

U ovom je radu izložen samo stupanj povezanosti između prozirnosti vode i analiziranih fizikalno-kemijskih parametara. Prozirnost je vode moguće izdvojiti jer su njezine vrijednosti usko povezane s dinamikom ihtiomase i njezinom aktivnošću. Veliku negativnu povezanost između prozirnosti vode i analiziranih fizikalno-kemijskih parametara je Wolny (1972).

UEZULTATI I RASPRAVA

Radi lakšeg tumačenja rezultata istraživano je razdoblje podijeljeno u ove faze uzgoja riba.

1. Uzgoj jednogodišnjega šaranskog mlađa

I. faza — doba prije mriješćenja šaranskih matice (14. ožujka — 9. svibnja)

II. faza — doba mriješćenja šaranskih matice i uzgoja mladunaca (10. svibnja — 1. srpnja)

Tablica 1. Fizikalno-kemijski parametri u ribnjaku 1

| Datum | III. 1980. | | IV. 1980. | | V. 1980. | | | VI. 1980. | | | VII. | |
|---|------------|-------|-----------|------|----------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|-------|
| | 14. | 28. | 11. | 25. | 19. | 21. | 30. | 10. | 17. | 24. | 1. | 8. |
| sat uzimanja uzorka | 11,2 | 11,3 | 11,3 | 9,15 | 12,1 | 13 | 8 | 7,50 | 8 | 11,55 | 8,45 | 11,15 |
| temperatura zraka u °C | 9,5 | 16,0 | 11,5 | 8,2 | 17,1 | 22 | 16,5 | 17,5 | 17,3 | 22,5 | 18,5 | 26 |
| temperatura vode u °C | 8,8 | 14,1 | 11 | 9,5 | 17,1 | 21,5 | 19,0 | 20,3 | 22,0 | 23,0 | 21,2 | 23,2 |
| dubina vode u cm | 90 | 95 | 105 | 130 | 110 | 110 | 130 | 130 | 120 | 110 | 120 | 120 |
| prozirnost vode u cm | 85 | 80 | 70 | 130 | 110 | 110 | 130 | 130 | 120 | 80 | 30 | 30 |
| otopljeni O_2 mg/L | 15,5 | 12,2 | 10,9 | 10,7 | 16,0 | 13,6 | 12,5 | 7,2 | 8,0 | 9,6 | 10,9 | 9,3 |
| zasićenost u % | 137,7 | 122,6 | 102,1 | 96,7 | 171,1 | 157,9 | 138,7 | 81,9 | 93,8 | 114,5 | 126,0 | 111,2 |
| ugljik (IV) oksid mg/L | 0 | 2,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4,8 | 6,5 | 6,5 | 3,3 |
| pH | 8,3 | 7,9 | 9,4 | 8,6 | 9,3 | 9,6 | 9,4 | 8,7 | 7,9 | 7,6 | 7,8 | 8,0 |
| ukupna alkalnost mg CaCO_3 /L | 51,5 | 55,5 | 90,9 | 73,2 | 65,6 | 80,8 | 70,7 | 80,8 | 90,9 | 90,9 | 85,8 | 88,3 |
| hidroksidna alkalnost mg CaCO_3 /L | 0 | 0 | 0 | 0 | 25,6 | 10,1 | 20,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| karbonatna alkalnost mg CaCO_3 /L | 22,2 | 0 | 90,9 | 30,3 | 40,0 | 70,7 | 50,5 | 40,4 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| hidrokarbonatna alkalnost mg CaCO_3 /L | 29,3 | 55,5 | 0 | 42,9 | 0 | 0 | 0 | 40,4 | 90,9 | 90,9 | 85,8 | 88,3 |
| ukupna tvrdoća mg CaCO_3 /L | 62,6 | 66,2 | 119,9 | 75,2 | 73,4 | 87,7 | 84,1 | 87,7 | 107,4 | 107,4 | 100,2 | 100,2 |
| karbonatna tvrdoća mg CaCO_3 /L | 51,5 | 55,5 | 90,9 | 73,2 | 65,6 | 80,8 | 70,7 | 80,8 | 90,9 | 90,9 | 85,8 | 88,3 |
| nekarbonatna tvrdoća mg CaCO_3 /L | 11,1 | 10,7 | 29,0 | 2,0 | 7,8 | 6,9 | 13,4 | 6,9 | 16,5 | 16,5 | 14,4 | 11,9 |
| potrošak KMnO_4 mg/L | 33,8 | 26,2 | 40,5 | 37,3 | 42,0 | 44,0 | 45,8 | 79,8 | 55,9 | 46,2 | 64,5 | 57,0 |
| amonijak mg NH_4^+ /L | 0,22 | | | 0,18 | | | 0,240 | | | | 0,320 | |
| O-fosfati mg PO_4^{3-} /L | 0,24 | | | 0,14 | | | 0,130 | | | | 0,110 | |
| Faze uzgoja | I. | | | | | | II. | | | | | |

- III. faza — doba intenzivne hranidbe šaranskog mlađa (2. srpnja — 27. kolovoza)
 IV. faza — doba smanjene hranidbe šaranskog mlađa (28. kolovoza — 16. listopada)
 V. faza — posthranidbeno razdoblje.

2. Uzgoj dvogodišnjega šaranskog mlađa

- I. faza — prehranidbeno razdoblje (14. ožujka — 19. svibnja)
 II. faza — doba početnog prihranjivanja šaranskoga mlađa (10. svibnja — 17. lipnja)
 III. faza — doba intenzivne hranidbe šaranskoga mlađa (18. lipnja — 27. kolovoza)
 IV. faza — doba smanjene hranidbe šaranskoga mlađa (28. kolovoza — 30. rujna)
 V. faza — posthranidbeno razdoblje.

Temperatura vode, kao što je izloženo u tablicama 1, 2. i 3, razlikuju se po fazama i u tijeku pojedine faze uzgoja riba. U doba prve faze njezine su vrijednosti između 8,8 i 17,1 °C. U tijeku druge uzgojne faze vrijednosti se temperature kreću od 19 do 23 °C. Najveća je temperatura u doba intenzivne hranidbe. Vrijednosti su između 20,6 i 30 °C. Za vrijeme četvrte faze temperatura vode kretala se između 13,1 i 21,3 °C. Najniža je temperatura izmjerena u petoj fazi. Vrijednost je 2,5 °C.

Dubina vode, važan i relevantan čimbenik za razvoj biocenoza, varirala je između 80 i 140 cm. Određene oscilacije veće su od biološkog minimuma i tako nisu mogle bitno negativno utjecati na bioceničku dinamiku razvoja u istraživanim mladičnjacima.

Prozirnost je vode treći fizički parametar važan za cjelokupni biološki razvoj. Njezine vrijednosti ovise o sadržaju koloidnih i suspendiranih čestica, o kemijskom sastavu i o gustoći planktona. Do početka intenzivne hranidbe prozirnost je vode gotovo jednaka ili je jednaka du-

nastavak tablice 1

| 1980. | | | VIII. 1980. | | | | IX. 1980. | | | X. 1980 | | XI. 1980. XII. 1980. | |
|-------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|---------|-------|----------------------|-------|
| 15. | 22. | 28. | 4. | 11. | 18. | 27. | 8. | 19. | 30. | 16. | 30. | 18. | 9. |
| 8,10 | 10,10 | 12,45 | 11,1 | 7,50 | 10,20 | 10,30 | 10,50 | 12,25 | 10,45 | 11,20 | 11 | 11,10 | 12 |
| 17,7 | 18,8 | 27 | 31,5 | 20,5 | 21,9 | 22,5 | 20 | 22 | 15,4 | 20 | 11,5 | 11 | 10 |
| 22,6 | 20,6 | 28,5 | 30,0 | 25,0 | 22,5 | 22,5 | 20,9 | 21,0 | 17,7 | 13,1 | 9,6 | 6,0 | 2,5 |
| 100 | 100 | 110 | 105 | 100 | 100 | 100 | 120 | 120 | 100 | 120 | 130 | 130 | led |
| 35 | 30 | 35 | 35 | 30 | 25 | 35 | 20 | 25 | 40 | 45 | 45 | 80 | |
| 8,0 | 8,5 | 6,4 | 5,2 | 2,1 | 5,6 | 9,6 | 9,8 | 10,2 | 6,6 | 8,8 | 8,0 | 11,4 | 8,8 |
| 94,7 | 97,1 | 83,2 | 69,1 | 25,9 | 66,2 | 113,4 | 112,6 | 117,5 | 71,4 | 86,5 | 72,5 | 94,5 | 66,5 |
| 8,6 | 8,5 | 3,2 | 6,5 | 30,2 | 49,5 | 4,3 | 17,2 | 21,6 | 12,9 | 6,6 | 6,5 | 6,5 | 2,2 |
| 7,7 | 7,5 | 7,9 | 7,8 | 7,4 | 7,3 | 8,1 | 7,8 | 7,4 | 7,8 | 7,9 | 7,9 | 8,0 | 8,0 |
| 90,9 | 90,9 | 101,0 | 95,9 | 90,9 | 111,1 | 111,1 | 116,2 | 126,2 | 116,5 | 95,9 | 101,0 | 98,4 | 90,9 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 90,9 | 90,9 | 101,0 | 95,9 | 90,9 | 111,1 | 111,1 | 116,2 | 126,2 | 116,5 | 95,9 | 101,0 | 98,4 | 90,9 |
| 105,6 | 107,4 | 109,2 | 107,4 | 102,3 | 119,9 | 119,9 | 119,9 | 128,8 | 119,9 | 100,2 | 105,6 | 103,8 | 75,2 |
| 90,9 | 90,9 | 101,0 | 95,9 | 90,9 | 111,1 | 111,1 | 116,2 | 126,2 | 116,5 | 95,9 | 101,0 | 98,4 | 95,2 |
| 14,7 | 16,5 | 8,2 | 12,5 | 11,4 | 8,8 | 8,8 | 3,7 | 2,6 | 3,4 | 4,3 | 4,6 | 5,4 | 0 |
| 42,6 | 72,3 | 57,7 | 66,2 | 85,8 | 75,2 | 56,9 | 58,2 | 82,2 | 85,10 | 75,9 | 59,4 | 43,6 | 39,2 |
| | 0,380 | | | | | 0,300 | | | 0,350 | | 0,280 | | 0,210 |
| | 0,100 | | | | | 0,140 | | | 0,170 | | 0,160 | | 0,100 |
| III. | | | III. | | | | IV. | | | V. | | | |

bini. Povećanje prozirnosti u mladičnjacima 5 i 6 na početku istraživanog razdoblja poklapa se s provedenim vapnjenjem u toj fazi. U ostalim fazama prozirnost je vode do 40 cm (III. i IV. faza), a do 80 cm (V. faza).

Izložena dinamika prozirnosti u korelaciji je s biomasa riba i njezinom aktivnošću, odnosno, ona je posljedica intenziteta kruženja tvari između abiotičkih komponenti dna i slobodne vode. Osnovni preduvjet za uspostavu toga procesa jest visina ihtiomase. Kritični prag ihtiomase koji omogućuje intenzivnije kruženje tvari, a time i smanjenje prozirnosti vode, iznosi oko 400 kg/ha. Osim toga, postoji i velika povezanost između konačne proizvodnje i vremena postizanja kritične ihtiomase. Bolji se proizvodni rezultati postižu u onim ribnjacima u kojima se kritični prag ihtiomase postigne ranije u uzgojnoj sezoni.

Analizom rezultata kemijske pretrage vode uočava se da svaki ribnjak ima određene specifičnosti što se tiče kemizma i njegovih sezonskih promjena.

Koncentracije su kisika velike u I, II, IV. i V, uzgojnoj fazi. Minimalna izmjerena vrijednost u tim fazama iznosi 6,2 mg/L. U doba intenzivne hranidbe koncentracije su se kisika mijenjale između 2,1 i 9,6 mg/L u mladičnjacima 1,2 i 6 i 10,7 u mladičnjaku 5 te između 2,7 i 13,4 mg/L u mladičnjaku 6. Utvrđeni nedostatak kisika ne poklapa se s Fašaićevim (1985) rezultatima, jer on, istra-

žujući hidrokiemijski režim šaranskih ribnjaka u prvoj godini proizvodnje, nije utvrdio znatnije smanjenje koncentracije kisika u ljetnom razdoblju.

Analizom sadržaja slobodnoga ugljičnog dioksida uočava se povezanost između njegove dinamike i prozirnosti vode. Nedostatak toga plina i njegove manje vrijednosti utvrđene su u doba velike prozirnosti vode.

Koncentracija vodikovih iona, označene kao rH-vrijednosti, ovisno o koncentraciji slobodnoga ugljičnog dioksida, variraju između 7,3 i 9,6. Veća pH-vrijednost značajna je za početak istraživanog razdoblja (I. i II. faza).

Analizom vremenske dinamike ukupne alkalnosti uočava se da se njezine vrijednosti povećavaju od ožujka do rujna. Ta specifičnost posljedica je bioloških procesa kalcifikacije koji se u ekosustavu ribnjaka, zbog primjene gospodarstvenih zahvata, zbivaju i u vrijeme intenzivna biološkog razvoja.

U mladičnjacima 1 i 5 utvrđene su sve komponente alkalnosti, odnosno njihove moguće kombinacije. U mladičnjaku 6 nije utvrđena njezina hidroksidna komponenta. Hidroksidi su u vodi nepoželjni, jer oni, osim na ribu, nepovoljno djeluju na razvoj primarne i sekundarne organske produkcije (Mišetić, 1985).

Postojanost je hidroksida u korelaciji s vrijednošću ukupne alkalnosti odnosno sa puferskim kapacitetom vode. U konkretnome slučaju hidroksidi su utvrđeni pri vri-

Tablica 2. Fizikalno-kemijski parametri u ribnjaku 5

| Parametri | Datum | III. 1980. | | IV. 1980. | | V. 1980. | | | VI. 1980. | | |
|---|-------|------------|-------|-----------|-------|----------|-------|-------|-----------|-------|-------|
| | | 14. | 28. | 11. | 25. | 9. | 21. | 30. | 10. | 17. | 24. |
| sat uzimanja uzorka | | 11,45 | 12,15 | 12,1 | 10,25 | 11,30 | 9,05 | 9,25 | 8,45 | 8,40 | 13,40 |
| temperatura zraka u °C | | 9,5 | 16,5 | 11,6 | 8,5 | 17 | 18,5 | 16,8 | 17,8 | 17,5 | 24,5 |
| temperatura vode u °C | | 8,3 | 13,4 | 11 | 9,9 | 17 | 18,5 | 19,0 | 20,4 | 22,5 | 25,0 |
| dubina vode u cm | | 100 | 110 | 110 | 100 | 130 | 125 | 130 | 135 | 130 | 140 |
| prozirnost vode u cm | | 90 | 90 | 90 | 90 | 130 | 125 | 130 | 135 | 100 | 85 |
| otopljeni O ₂ mg/L | | 14,1 | 13,1 | 12,6 | 12,9 | 13,6 | 13,6 | 9,1 | 6,1 | 6,2 | 8,9 |
| zasićenost u ‰ | | 123,9 | 129,5 | 118 | 117,8 | 145,1 | 149,4 | 100,9 | 69,4 | 73,2 | 109,7 |
| ugljik (IV) oksid mg/L | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4,2 | 4,9 | 3,2 |
| pH | | 8,7 | 9,0 | 9,3 | 9,3 | 9,5 | 9,4 | 9,0 | 7,9 | 8,0 | 8,1 |
| ukupna alkalnost mg CaCO ₃ /L | | 64,1 | 65,6 | 70,7 | 65,6 | 60,6 | 70,7 | 80,8 | 95,9 | 101 | 101 |
| hidroksidna alkalnost mg CaCO ₃ /L | | 0 | 0 | 0 | 4,9 | 9,9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| karbonatna alkalnost mg CaCO ₃ /L | | 32,3 | 50,5 | 70,7 | 60,7 | 50,7 | 60,6 | 60,6 | 0 | 0 | 0 |
| hidrokarbonatna alkalnost mg CaCO ₃ /L | | 31,8 | 15,1 | 0 | 0 | 0 | 10,1 | 20,2 | 95,9 | 101 | 101 |
| ukupna tvrdoća mg CaCO ₃ /L | | 76,9 | 76,9 | 89,5 | 89,5 | 76,9 | 82,3 | 87,7 | 96,6 | 100,2 | 100,2 |
| karbonatna tvrdoća mg CaCO ₃ /L | | 64,1 | 65,6 | 70,7 | 65,6 | 60,6 | 70,7 | 80,8 | 95,9 | 100,2 | 100,2 |
| nekarbonatna tvrdoća mg CaCO ₃ /L | | 12,8 | 11,3 | 18,8 | 23,9 | 16,3 | 11,6 | 6,9 | 0,7 | 0 | 0 |
| potrošak KMnO ₄ mg/L | | 29,4 | 24,1 | 36 | 39 | 36,3 | 40,5 | 42,0 | 56,7 | 44,7 | 40,6 |
| amonijak mg NH ₄ ⁺ /L | | 0,06 | | | 0,070 | | | 0,110 | | | |
| O-foosfati mg PO ₄ ³⁻ /L | | 0,12 | | | 0,210 | | | 0,180 | | | |
| Faze uzgoja | | | | I. | | | | | II. | | |

jednosti ukupne alkalnosti od 1,6 mval. Ta je vrijednost neznatno manja od donje granične poželjne vrijednosti. Prema Debeljakovoj (1982), ona iznosi 1,8 mval/L.

S obzirom na vrijednosti ukupne tvrdoće istraživani ribnjaci pripadaju klasi srednje tvrdih voda. Ukupna tvrdoća, kao zbroj karbonatne i nekarbonatne tvrdoće, kretala se između 62,6 i 128,8 mg CaCO₃/L.

Analizom potroška KMnO₄, kao relativnog pokazatelja sadržaja organskih tvari otopljenih ili suspendiranih u vodi, određuju se razlike između pojedinih ribnjaka. Jednako tako uočavaju se i vremenske oscilacije permanganatnog broja, ali su one vrlo često nepravilne. Razlike između potroška oksidansa u pojedinim fazama posljedica su i interventnih gospodarstvenih zahvata. Permanganatni broj u mladičnjaku 1 mijenja se od 26,2 do 85,8 mg KMnO₄/L, u mladičnjaku 5 od 24,1 do 56,7 mg KMnO₄/L i u mladičnjaku 6 između 21,0 i 72,8 mg KMnO₄/L.

Koncentracije amonijaka kao pokazatelja stupnja mineralizacije organskih tvari koje u sebi imaju vezan dušik upućuju na njegovu neujednačenost u tijeku istraživanja razdoblja. Izmjerene vrijednosti u mladičnjaku 1 variraju između 0,110 i 0,480 mg/L. Granične vrijednosti u mladičnjacima 5 i 6 nešto su niže i kreću se od 0,060 do 0,220 mg/L, odnosno od 0,090 do 0,300 mg/L.

Dinamika količine O-fosfata pokazala je da su minimalne vrijednosti te mineralne soli značajne za ljetno raz-

doblje. Vrijednosti su 0,090 (ribnjak 5), odnosno 0,100 mg/L (ribnjaci 1 i 6). Najveće vrijednosti te soli ustanovljene su u mladičnjacima 1 i 5 na početku istraživanja razdoblja, a u mladičnjaku 6 u kasno ljeto. Utvrđene su vrijednosti 0,240, 0,210 i 0,150 mg/L.

Na temelju rezultata statističke analize uočena je znatna povezanost između mjerenih fizikalno-kemijskih parametara i prozirnosti vode. Uzimajući u obzir činjenicu da je prozirnost vode usko povezana s kretanjem biomase riba i njezinom aktivnošću, prilikom prikaza rezultata statističke analize taj je parametar izdvojen. Korelacijski koeficijenti između prozirnosti vode i osnovnih fizičko-kemijskih parametara izloženi su u tablici 4.

Odnosi između prozirnosti vode i pojedinih varijabli u vremenu dobiveni su izračunavanjem Pearsonova korelacijskog koeficijenta, koji se inače često upotrebljava u ekološkim istraživanjima. Mjerilo je zajedničkog variranja dviju varijabli, a izračunava se između parova različitih varijabli čiji rezultati predstavljaju frekvenciju biva-rijantne normalne raspodjele.

Stupnjevi povezanosti, kao što je izloženo u tablici, nisu uvijek isti u svim ribnjacima. To je i razumljivo ako se zna da nijedan ekološki parametar ne djeluje odvojeno od drugoga, već se međusobno kombiniraju djelujući kao jedinstven ekološki kompleks. Unatoč tome logično je zaključiti da nije moguće utvrditi utjecaj ekološkog

nastavak tablice 2

| 1. | 8. | 15. | 22. | 28. | 4. | 11. | 18. | 27. | 8. | 19. | 30. | 16. | 30. |
|------------|-------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|----------|-------|
| VII. 1980. | | | | VIII. 1980. | | | | IX. 1980. | | | | X. 1980. | |
| 9,10 | 12,00 | 8,55 | 9,20 | 12,10 | 11,50 | 8,45 | 9,00 | 12,20 | 11,20 | 10,55 | 10,00 | 12,10 | 11,50 |
| 18,8 | 26,1 | 18,5 | 18,4 | 27,8 | 31,0 | 20,8 | 21,0 | 25,0 | 20,2 | 21,5 | 13,0 | 20,6 | 11,5 |
| 20,8 | 23,4 | 22,7 | 20,6 | 28,0 | 30,3 | 26,9 | 22,3 | 23,5 | 21,3 | 21,0 | 17,4 | 13,4 | 9,8 |
| 130 | 130 | 120 | 120 | 135 | 130 | 130 | 130 | 130 | 140 | 100 | 100 | 130 | 130 |
| 65 | 45 | 40 | 40 | 40 | 35 | 40 | 40 | 35 | 30 | 35 | 45 | 50 | 50 |
| 8,6 | 7,7 | 6,4 | 4,9 | 5,7 | 4,2 | 2,6 | 6,6 | 10,2 | 8,9 | 9,6 | 8,5 | 7,5 | 10,9 |
| 98,7 | 92,4 | 75,9 | 56,0 | 73,5 | 56,0 | 31,9 | 77,7 | 123 | 103,0 | 110,5 | 91,3 | 74,1 | 99,2 |
| 6,5 | 4,3 | 10,8 | 6,5 | 4,3 | 6,5 | 19,5 | 21,5 | 3,2 | 19,4 | 15,1 | 8,6 | 5,4 | 4,3 |
| 7,9 | 7,9 | 7,7 | 7,9 | 8,0 | 7,8 | 7,6 | 7,5 | 8,2 | 7,6 | 7,7 | 7,9 | 8,0 | 8,0 |
| 95,9 | 101 | 101 | 106,0 | 116,1 | 116,1 | 116,1 | 126,2 | 116,1 | 111,1 | 116,1 | 116,1 | 80,8 | 90,9 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 95,9 | 101 | 10,1 | 106,0 | 116,1 | 116,1 | 116,1 | 126,2 | 116,1 | 111,1 | 116,1 | 116,1 | 80,8 | 90,9 |
| 103,8 | 107,4 | 105,6 | 112,7 | 116,3 | 116,3 | 114,6 | 114,6 | 112,7 | 109,2 | 112,8 | 114,6 | 96,6 | 98,4 |
| 95,9 | 101 | 101 | 106,0 | 116,1 | 116,1 | 114,6 | 114,6 | 112,7 | 109,2 | 112,8 | 114,6 | 80,8 | 90,9 |
| 7,9 | 6,4 | 4,6 | 6,7 | 0,2 | 0,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15,8 | 7,5 |
| 46,2 | 43,4 | 31,6 | 46,2 | 54,7 | 49,2 | 51,8 | 55,7 | 56,2 | 36,6 | 43,6 | 47,4 | 39,8 | 30,9 |
| 0,170 | | | 0,180 | | | | | 0,220 | | | 0,240 | | 0,210 |
| 0,140 | | | 0,130 | | | | | 0,090 | | | 0,100 | | 0,090 |
| III. | | | | II. | | | | IV. | | | | V. | |

Tablica 3. Fizikalno-kemijski parametri u ribnjaku 6

| Parametri | III. 1980. | | IV. 1980. | | V. 1980. | | | VI. 1980. | | | VII. | |
|--|------------|-------|-----------|-------|----------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|-------|
| | 14. | 28. | 11. | 25. | 9. | 21. | 30. | 310. | 17. | 24. | 1. | 8. |
| sat uzimanja uzorka | 12,30 | 11,50 | 11,50 | 10,00 | 11,50 | 8,20 | 9,00 | 8,25 | 8,20 | 12,45 | 10,00 | 12,25 |
| temperatura zraka u °C | 9,5 | 16,2 | 11,5 | 8,3 | 17,5 | 18,0 | 16,7 | 17,6 | 17,4 | 21,5 | 20,9 | 26,1 |
| temperatura vode u °C | 7,9 | 13,3 | 11,5 | 9,8 | 17,0 | 18,0 | 19,0 | 20,3 | 22,5 | 24,5 | 21,8 | 23,4 |
| dubina vode u cm | 80 | 80 | 80 | 95 | 100 | 115 | 95 | 90 | 100 | 120 | 120 | 120 |
| prozirnost vode u cm | 80 | 80 | 80 | 90 | 100 | 105 | 95 | 90 | 100 | 90 | 50 | 20 |
| otopljeni O ₂ mg/L | 13,4 | 11,8 | 11,2 | 10,9 | 10,7 | 11,8 | 10,7 | 9,9 | 8,8 | 11,4 | 12,8 | 9,4 |
| zasićenost u ‰ | 116,5 | 116,4 | 106,1 | 99,2 | 104,1 | 128,5 | 118,7 | 112,6 | 104,0 | 139,3 | 149,5 | 112,8 |
| ugljik (IV) oksid mg/L | 4,2 | 2,2 | 3,2 | 0 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 2,2 | 3,2 | 6,5 | 4,3 |
| pH | 8,0 | 8,1 | 8,0 | 8,6 | 8,3 | 8,6 | 8,6 | 8,5 | 8,2 | 8,0 | 7,9 | 7,9 |
| ukupna alkalnost mg CaCO ₃ /L | 75,7 | 65,6 | 75,7 | 78,3 | 80,8 | 85,8 | 80,8 | 85,8 | 90,9 | 90,9 | 90,9 | 95,9 |
| hidroksidna alkalnost mg CaCO ₃ /L | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| karbonatna alkalnost mg CaCO ₃ /L | 0 | 0 | 0 | 20,2 | 0 | 20,2 | 30,3 | 30,3 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| hidrokarbonatna alkal- nost mg CaCO ₃ /L | 75,7 | 65,6 | 75,7 | 58,1 | 80,8 | 65,6 | 50,5 | 55,5 | 90,9 | 90,9 | 90,9 | 95,9 |
| ukupna tvrdoća mg CaCO ₃ /L | 78,8 | 76,9 | 89,5 | 93,1 | 91,3 | 91,3 | 89,5 | 93,1 | 93,1 | 98,4 | 107,4 | 105,6 |
| karbonatna tvrdoća mg CaCO ₃ /L | 75,7 | 65,6 | 75,7 | 78,3 | 80,8 | 85,8 | 80,8 | 85,8 | 90,9 | 90,9 | 90,9 | 95,9 |
| nekarbonatna tvrdoća mg CaCO ₃ /L | 3,1 | 11,3 | 13,8 | 14,8 | 10,5 | 5,5 | 8,7 | 7,3 | 2,2 | 7,5 | 16,5 | 9,7 |
| potrošak KMnO ₄ mg/L | 21,5 | 21,0 | 31,2 | 27,5 | 32,2 | 34,3 | 32,2 | 32,2 | 34,0 | 44,8 | 39,2 | 4,4 |
| amonijak mg NH ₄ ⁺ /L | 0,090 | | | 0,100 | | | | 0,170 | | | 0,180 | |
| O-fosfati mg PO ₄ ³⁻ /L | 0,140 | | | 0,130 | | | | 0,110 | | | 0,120 | |
| Faze uzgoja | I. | | | | II. | | | | | | | |

kompleksa kao integralne cjeline na dinamiku određena parametra, već se zaključci o tome mogu donijeti samo na temelju rezultata pojedinačno izdvojenih parametara.

Uzimajući u obzir ocjenu stupnja povezanosti na temelju vrijednosti korelacijskog koeficijenta (Petz, 1981), vidi se da ni u jednom ribnjaku nisu utvrđene stvarno značajna povezanost ($r \pm 0,40$ do $r \pm 0,70$) ni visoka povezanost ($r \pm 0,70$ do $r \pm 1,00$) između prozirnosti vode i zasićenosti vode kisikom. Nema povezanosti ni između koncentracije kisika i prozirnosti vode u mladičnjaku 5. Nekarbonatna tvrdoća nije značajno povezana s prozirnošću vode u mladičnjaku 1, KMnO₄-potrošak u mladičnjaku 5, a količina O-fosfata u mladičnjacima 1 i 6. Hidroksidna komponenta alkalnosti statistički je značajno povezano samo s prozirnošću vode u mladičnjaku 1.

Velika pozitivna povezanost utvrđena je između prozirnosti vode i pH-vrijednosti te karbonatne alkalnosti. Značajno pozitivna povezanost ustanovljena je između prozirnosti vode i koncentracije kisika te hidroksidne komponente alkalnosti.

Velika negativna povezanost uočava se između prozirnosti vode i koncentracije slobodnoga ugljičnog dioksida, hidrokarbonatne komponente alkalnosti, ukupne tvrdoće potroška KMnO₄ i koncentracije amonijaka.

ZALJUČAK

Na temelju izloženih rezultata vremenske dinamike analiziranih fizičko-kemijskih parametara u istraživanim mladičnjacima može se zaključiti sljedeće:

Najveća sličnost između istraživanih mladičnjaka, uz toplinske, utvrđena je s obzirom na vremenske promjene prozirnosti vode.

Velike vrijednosti prozirnosti vode u tijeku I. i II. uzgojne faze mogu se povezati s uzrasnom strukturom ihtiofaune, koja nije bila dovoljna da ubrza kruženje tvari između abiotičkih komponenti dna i slobodne vode i tako neposredno utječe na smanjenje prozirnosti vode. U to doba i plankton, koji utječe na prozirnost vode, bio je vrlo slabo razvijen.

nastavak tablice 3

| 1980. | | | VIII. 1980. | | | | IX. 1980. | | | X. 1980. | XI. 1980. | XII. 1980. | |
|-------|--------------|-------|-------------|-------|-------|--------------|-----------|-------|--------------|----------|--------------|------------|--------------|
| 15. | 22. | 28. | 4. | 11. | 18. | 27. | 8. | 19. | 30. | 16. | 30. | 18. | 9. |
| 8,30 | 8,55 | 11,50 | 11,30 | 8,20 | 8,40 | 11,30 | 12,10 | 12,50 | 9,30 | 11,40 | 11,30 | 11,40 | 11,00 |
| 18,0 | 18,0 | 26,5 | 31,0 | 20,6 | 20,9 | 23,5 | 21,0 | 22,3 | 12,0 | 20,2 | 11,5 | 11,1 | —9,9 |
| 22,7 | 20,6 | 28,0 | 30,5 | 25,8 | 22,0 | 23,0 | 20,7 | 21,0 | 17,3 | 13,2 | 9,7 | 6,2 | 2,5 |
| 110 | 120 | 120 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 120 | 120 | 130 | 120 | 130 | led |
| 20 | 20 | 30 | 20 | 25 | 25 | 30 | 15 | 20 | 40 | 40 | 45 | 55 | |
| 7,4 | 5,7 | 13,4 | 11,0 | 2,7 | 7,2 | 9,6 | 8,8 | 8,6 | 6,1 | 9,4 | 11,4 | 11,5 | 9,4 |
| 87,7 | 65,1 | 172,9 | 147,2 | 33,1 | 84,4 | 114,5 | 100,8 | 99,0 | 65,5 | 92,6 | 103,6 | 95,8 | 71,1 |
| 12,9 | 4,3 | 0 | 0 | 17,2 | 15,0 | 2,4 | 21,5 | 16,2 | 8,6 | 4,3 | 2,3 | 8,7 | 2,8 |
| 7,7 | 7,9 | 8,9 | 8,7 | 7,5 | 7,7 | 8,3 | 7,4 | 7,6 | 8,0 | 8,1 | 8,2 | 7,9 | 8,1 |
| 95,9 | 101,0 | 106,0 | 106,0 | 116,1 | 116,1 | 106,0 | 106,0 | 110,9 | 116,1 | 101,0 | 90,9 | 85,8 | 60,6 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 40,4 | 40,4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 95,9 | 101,0 | 65,6 | 65,5 | 116,1 | 116,1 | 106,0 | 106,0 | 110,9 | 116,1 | 101,0 | 90,9 | 85,8 | 60,6 |
| 103,8 | 107,4 | 107,4 | 119,2 | 107,4 | 103,8 | 105,6 | 107,4 | 100,2 | 105,6 | 102,0 | 96,7 | 91,3 | 53,7 |
| 95,9 | 101 | 106,0 | 106,0 | 107,4 | 103,8 | 105,6 | 106,0 | 100,2 | 105,6 | 101 | 90,9 | 85,8 | 53,7 |
| 7,8 | 6,4 | 1,4 | 3,2 | 0 | 0 | 0 | 1,4 | 0 | 0 | 1,0 | 5,8 | 5,5 | 0 |
| 41,1 | 58,9 | 72,8 | 52,2 | 67,0 | 63,8 | 59,4 | 30,3 | 39,8 | 45,5 | 39,2 | 35,4 | 28,4 | 32,9 |
| | 0,230 | | | | | 0,220 | | | 0,300 | | 0,260 | | 0,280 |
| | 0,100 | | | | | 0,110 | | | 0,140 | | 0,150 | | 0,140 |
| | | | III. | | | | IV. | | | V. | | | |

Velika prozirnost vode preduvjet je razvoja višeg vodenog bilja i odvijanje procesa fotosinteze u cijelome vodenom stupcu, tako da se, s jedne strane, stvara velika koncentracija kisika, a s druge, smanjuje se koncentracija slobodnoga i vezanoga ugljičnog dioksida. Posljedica je toga vrlo visoka pH-vrijednost. Reakcija je vodena pH-vrijednost to veća što je voda slabije puferirana, odnosno što ima nižu ukupnu alkalnost i ukupnu tvrdoću.

U doba velike prozirnosti vode u mladičnjacima 1 i 6 utvrđene su sve osnovne komponente alkalnosti odnosno njihove moguće kombinacije.

Hidroksidna komponenta alkalnosti, osim na ribu, nepovoljno djeluje i na razvoj svih biocenoza.

Hidroksidi u mladičnjaku 1 utvrđeni su pri vrijednosti ukupne alkalnosti od 80,8 mg CaCO₃ × dm⁻³ (oko 1,6 mval/L).

Kritični prag ihtiomase koji omogućuje intenzivnije kruženje tvari u ribnjacima, a time i smanjenje prozirnosti vode iznosi oko 400 kg/ha. Taj je prag u istraživanim mladičnjacima dostignut u vrijeme intenzivne hranidbe.

Tablica 4. Korelacijski koeficijenti (r) između prozirnosti vode i osnovnih fizikalno-kemijskih parametara

| Parametri | Ribnjaci | | |
|---|----------|-------|-------|
| | 1 | 5 | 6 |
| otopljeni O ₂ mg/L | 0,52 | 0,34 | 0,61 |
| zasićenost O ₂ u % | 0,27 | 0,31 | 0,36 |
| ugljik (IV) oksid mg/L | —0,79 | —0,71 | —0,51 |
| pH | 0,87 | 0,81 | 0,61 |
| hidroksidna alkalnost mg CaCO ₃ /L | 0,57 | 0,28 | 0 |
| karbonatna alkalnost mg CaCO ₃ /L | 0,87 | 0,89 | 0,71 |
| hidrokarbonatna alkalnost mg CaCO ₃ /L | —0,84 | —0,85 | —0,83 |
| ukupna tvrdoća nj CaCO ₃ /L | —0,75 | —0,75 | —0,44 |
| karbonatna tvrdoća nj CaCO ₃ /L | —0,67 | 0,71 | —0,61 |
| nekarbonatna tvrdoća nj CaCO ₃ /L | —0,23 | 0,47 | 0,39 |
| potrošak KMnO ₄ mg/L | —0,74 | —0,29 | —0,88 |
| amonijak mg NH ₄ /L | —0,83 | —0,81 | —0,72 |
| O-fosfati mg PO ₄ ⁻³ /L | 0,21 | 0,76 | 0,17 |

Rezultati korelacijske analize potvrdili su postojanje značajne povezanosti između prozirnosti vode i analiziranih fizičko-kemijskih parametara. Stupanj povezanosti, često, nije jednak u svim ribnjacima, što je i razumljivo ako se zna da nijedan parametar ne djeluje odvojeno, nego se oni međusobno kombiniraju djelujući kao jedinstven ekološki kompleks.

Nepovoljan hidrokemijski režim u mladičnjacima na početku udgojne sezone može se ublažiti primjenom odgovarajućih gospodarstvenih zahvata kojih svrha mora biti i smanjenje prozirnosti vode.

SAŽETAK

Istraživanja dinamike fizičko-kemijskih parametara provedena su g. 1980. u tri ribnjaka Ribnjačarstva »Zagreb« — ribnjaci Pisarovina.

U mladičnjaku 1 uzgajan je jednogodišnji šaranski mlađ dobiven slobodnim mriješćenjem šaranskih matice, a mladičnjaci 5 i 6 služili su za uzgoj dvogodišnjega šaranskog mlađa. Masa je nasadne ribe u ribnjacima 5 i 6 269,2, odnosno 138,6 kg/ha. Veliko uginuće riba zabilježeno je u ribnjaku 5.

Uzorci vode za fizikalno-kemijsku analizu u ribnjacima 1 i 6 sabrani su u razdoblju od napuštanja vode do izlova odnosno pojave leda. Ribnjak 5 je napunjen u jesen prethodne godine.

Rezultat analize kojom su obuhvaćeni osnovni abiotički parametri — temperatura, dubina i prozirnost vode, koncentracija kisika, slobodne ugljične kiseline, pH-vrijednost, ukupna i diferencirana alkalnost, ukupna karbonatna i nekarbonatna tvrdoća, KMnO_4 -potrošak, ioni NH_4^+ i PO_4^{3-} — izloženi su u tablicama 1, 2. i 3.

Najveća sličnost između istraživanih mladičnjaka uz toplinsku, utvrđena je obzirom na vremensku dinamiku prozirnosti vode. To se može povezati s nasadnom strukturom ihtiofaune, koja nije bila dovoljna da ubrza kruženje tvari između abiotičkih komponenti dna i slobodne vode i tako neposredno utiče na smanjenje prozirnosti vode.

U doba velike prozirnosti vode utvrđen je intenzivan razvoj višega vodenog bilja. Posljedica su toga velike koncentracije kisika, deficit slobodne i vezane ugljične kiseline i prisutnost hidroksidne komponente alkalnosti. Hidroksidi u mladičnjaku 1 utvrđeni su pri vrijednosti ukupne alkalnosti od 80,8 tng $\text{CaCO}_3 \times \text{dm}^{-3}$.

Kritični prag ihtiomase koji omogućuje intenzivnije kruženje tvari u ribnjacima, a time i smanjenje prozirnosti vode iznosi oko 400 kg/ha.

Rezultati korelacijske analize potvrdili su postojanje značajne povezanosti između prozirnosti vode i analiziranih fizikalno-kemijskih parametara. Vrijednosti Pearsonova koeficijenta iznesene su u tablici 4. Na temelju toga nameće se zaključak da se mladičnjaci moraju posebno pripremiti kako bi se izbjegao nepovoljan hidrokemijski režim zbog velike prozirnosti vode na početku udgojne sezone.

Summary

INFLUENCE OF STOCKING STRUCTURE ON THE DYNAMICS OF ABIOTIC PARAMETERS IN CARP PONDS I. DYNAMICS OF PHYSICO-CHEMICAL PARAMETERS IN FRY POND

Research on the dynamics of the physico-chemical parameters was carried out in 3 ponds of »Zagreb Fisheries« — the fish farms of Pisarovina in 1980. In nursery fish pond 1 year old carp fingerlings were cultured, obtained by free spawning of carp parents, and in nursery ponds 5 and 6 two year old carp were used for culture. The amount of stocked fish in fish ponds 5 and 6 was 269.2, that is 138.6 kg/ha. A large amount of dead fish was recorded for fish pond 5. Water samples for physico-chemical analysis in fish ponds 1 and 6 were collected in the time periods of the inflow of water until catching time or the occurrence of ice. Fish pond 5 was filled in the autumn of the previous year.

Results of the analysis, which included the basic abiotic parameters: temperature, depth and water transparency, oxygen concentration, free carbonic acid, pH values, total and differential alkalinity, total carbonic and noncarbonic hardness, organic matter, ions NH_4^+ and PO_4^{3-} are presented in Tables 1—3.

The greatest similarity between the investigated fry ponds was in the thermic and temporal dynamics of the water transparency. This can be connected with the stocking structure of the ichthiofauna, which was not sufficient to hasten the rotation of matter between the abiotic components of the ground and free water and therefore to influence the decrease of water transparency.

In the period of high water transparency intensive development of higher water plants was established. This resulted in a large concentration of oxygen, a deficit of free and bound carbonic acids and the presence of hydroxide components of alkalinity. Hydroxides in fry pond 1 were determined when the value of total alkalinity was 80.8 mg $\text{CaCO}_3 \times \text{dm}^{-3}$.

LITERATURA

- Apha*, (1967): Standard metodes for the examination of water and wastewater 12 th. Edition, Apha, New York.
- Clements, F. E., Shelford, F. E.* (1939): Bioecology New York J. Wiley.
- Dineen, C. G.* (1953): An ecological study of Minnesota pond. Amer. Midl. Not 50. 349—379.
- Debeljak, Lj.* (1982): Životni uvjeti u vodi. U Bojčić i sur.: Slatkovodno ribarstvo, 55—97. Ribozajednica i Jumena Zagreb.
- Fašaić, K.* (1985): Hidrokemijski režim šaranskih ribnjaka u prvoj godini proizvodnje. Ekologija, Vol. 20 (2) 75—85.
- Grygierek, E., Hillbricht-Ilkowska A., Spondilowska, I.* (1966): The Effect of fish on Plankton Community in Ponds. Verh. internd. Berlin. Limnol. 16, 3. 1359—1360.
- Hrbaček, J.* (1962): Species composition and the amount of the zooplankton in relation to the fish storh — Rozpravy ČSAV, rada mat. a prir. Ved. 72, 10; 1—116.

- Hrbaček, J., Novotna-Dvorahova, M. (1965):* Plankton of four backwaters related to their size and fish Stock — Rospravy ČSAV, rada mat. a priir. Ved. 75, 13, 1—64.
- Hrbaček, J. (1969):* Relations between some environmental parameters and the fish yield as a basis, for a predictive model. Verh. Internd. Berlin. Limnol. 17. 1069—1081.
- Krzeczowska-Woloszyn, L. (1977):* Wplyw sciekow cukrowniczych na fitoplankton stawow: Acta hydrobiol. 19, 4 351—372.
- Kržan, S. A., Haritonova, N. N., Benjko K. J., Isoeva, S. A., Mikulina, N. M., Kahovina, Z. G. (1976):* Sastav zooplanktona naguljnih prudov Ukraini pri razni plotnosti posadki ryb. Hidrobiologičeskie žurnal 12. 5. 31—38.
- Lewkowicz, M., Lewkowicz, S. (1976):* Organic and inorganic nutrient enrichment and the living Conditions of carp fry in first rearing ponds. Physica chemical factors and the zooplankton Acta hydrobiol. 18. 3. 235—257.
- Lewkowicz, M., Lewkowicz, S. (1977):* Restoration of a pond after five year pond of fertilization with beet sugar factory wastes Chemical factors and zooplankton. Acta Hydrobiol. 19. 4. 315—333.
- Losos, B., Heteša J. (1973):* The effect of mineral fertilization and of carp fry on the composition and dynamics of plankton. Hydrobiological studies 3. Prague 173—217.
- Lupačova, L. I. (1977):* Fitoplankton vyrosthich prudov v pervyj god ih eksplotacii ryb. Choz. Kiev 25. 28—32.
- Mišetić, S. (1985):* Dinamika populacija kolnjaka (Rotatoria) u planktonu šaranskih ribnjaka. Disertacija. 1—192, Zagreb.
- Mitrović, V. (1969):* Utjecaj nasada šarana na biološku produkciju ribnjaka. Zb. r. Polj. fak., Beograd.
- Petz, B. (1981):* Osnove statističke metode za nematematičare. SNL. Zagreb.
- Sneath, P., Sohar, R. (1973):* Numerical Taronomi. E. H. Freeman and Company, San Francisco.
- Spoduewska, J. (1965):* Development of Fitoplankton in ponds with different periods of filling and diferent fish stocks. Ekol. pol. A 13. 5. 45—55.
- Wolny, P. (1977):* Wyniki szescidetnih badan efektywności nawożenia stawow narybhowych. Rocznik Nauk Rolniczych 91. 4. 565—588.
- Žurek, R. (1974):* The zooplankton biomass and production of some species of Rotifers and Cladocers in three ponds with different second year carp fry stocking.

Primljeno 27. 12. 1988.

