

Dinamika kisika u vodi šaranskih ribnjaka u funkciji povećanja proizvodnje

Lj. Debeljak, Ž. Bebek, F. Fašaić

Izvod

U radu je istraživan odnos između količine kisika otopljenog u vodi šaranskih ribnjaka, kratkotrajnog testa biokemijske potrošnje kisika, proizvodnje ribe i veličine hranidbenog koeficijenta. Smanjenje koncentracije kisika u vodi ispod potrebne razine i povećanje njegove biokemijske potrošnje rezultirali su porastom hranidbenog koeficijenta i smanjenjem proizvodnje ribe.

UVOD

Mogućnosti za povećanje proizvodnje riba u klasičnim šaranskim ribnjacima jesu povećana gustoća nasada riba, polikultura, poboljšana prehrana riba i dr. Funkcija gustoće nasada riba jest prehrana, jer se dnevni obrok hrane procjenjuje prema ukupnoj masi riba. Međutim, iskustva iz prakse govore da je u većini ribnjačarstava odnos između pohranjene dodatne hrane i prirasta riba vrlo neprikladan, što rezultira visokim vrijednostima hranidbenog koeficijenta. Iz literature je uglavnom poznato da pojačana prehrana riba uzrokuje probleme s kvalitetom vode, odnosno da je koncentracija kisika otopljenog u vodi mala. Dodatna riblja hrana već u doticaju s vodom troši mnogo kisika (Špet, 1953). Od pojedene se hrane oko 25% nutrienata konverzira u riblje meso, a ostatak se izlučuje iz organizma riba kao anorganske i organske tvari u obliku ribljih ekskremenata i fekalija (Špeljman, 1959; Boyd, 1984), koji intenzivno troše kisik iz vode. Nedovoljna količina kisika u vodi povratno se odražava na slabu iskorištenost hrane, a osim toga, smanjuje se i otpornost riba na bolesti, što dovodi i do većih gubitaka riba. Smatra se da ribe u šaranskim ribnjacima ugibaju ako duže žive u vodi u kojoj je koncentracija kisika manja od 0,3 mg/L, te da je koncentracija manja od 5 mg O₂/L nepoželjna u ribnjacima (Snieszka, 1973; Plumb i sur., 1976; Rappaport i sur., 1976; Boyd, 1984. i dr.).

Ovdje se nećemo baviti problemima različite kvalitete dodatne riblje hrane, nego činjenicom da se radi povećanja proizvodnje sve više upotrebljavaju razne hranidbene smjese koje, ubačene u ribnjak, snažno djeluju na ribnjački ekološki sustav.

Potaknuti podacima iz literature o povezanosti kvalitete vode i prirasta riba, proveli smo istraživanja o odnosu između količine ribe, hranidbenog koeficijenta i nekih pokazatelja kvalitete vode, među njima otopljenog kisika

u vodi i biokemijske potrošnje kisika (BPK). Biokemijska potrošnja kisika jedan je od parametara koji ulaze u kriterije za procjenu kvalitete vode (Milojević, 1982). Standardni test BPK₅ malo se primjenjuje u ribnjacima. O kratkotrajnom testu BPK u ribnjacima izvještavaju Schroeder (1975) i Boyd (1973) te Boyd i sur. (1978). Biokemijska potrošnja kisika u ovom se radu razmatra kao mogućnost njezine primjene u ribnjacima radi sigurnijeg prognoziranja dinamike kisika u vodi, jer je vrijednost toga parametra usko vezana s otopljenim kisikom u vodi kao rezultat aerobne razgradnje organskih tvari.

METODIKA RADA

Istraživanja su provedena g. 1987. u Ribnjačarstvu »Donji Miholjac«, u devet mladičnjaka, pojedinačne veličine od 8 do 10 ha. U četiri mladičnjaka (A, B, C, D) uzgajan je jednogodišnji šaranski mlađ s malim dodatkom biljojeda, a u pet mladičnjaka ovogodišnji šaranski mlađ, također uz mali dodatak biljojeda.

U svim mladičnjacima analizirano je biološko i hidrokemijsko stanje. Za analizu planktona uzorci su sabirani kvantitativnom planktonskom mrežom br. 25, fauna dna skupljena je bagerom tipa »Eckman« površine otvora 225 cm², a kemijske analize vode provedene su odmah standardnim metodama (Sl. list SFRJ, 42/66). Za određivanje BPK, uzorci vode od jedne litre uzimani su s tri mjesta u svakom ribnjaku. Voda je pomiješana i u laboratoriju aerirana dodatkom kisika. U uzorku je količina kisika određena odmah, a po dva usporedna uzorka u bočicama s brušenim čepom, zapremnine oko 100 ml, stavljena su na inkubaciju u tamu u trajanju 24 sata pri temperaturi 20 °C. U radu se iznose prosječne vrijednosti dobivenih rezultata BPK.

REZULTATI I RASPRAVA

Rezultati osnovnih ekoloških činilaca u pojedinim ribnjacima uneseni su u tablice 1. i 2. i sliku 1.

Analizirajući pojedine istražene hidrokemijske parametre, može se reći da su se oni, i unatoč vrlo izraženim kolebanjima u tijeku uzgojne sezone, kretali uglavnom unutar vrijednosti koje su normalne za vodu šaranskih ribnjaka (Milovanović, 1963; Debeljak i Fašaić, 1985; Fašaić, 1985), osim osobito izražene di-

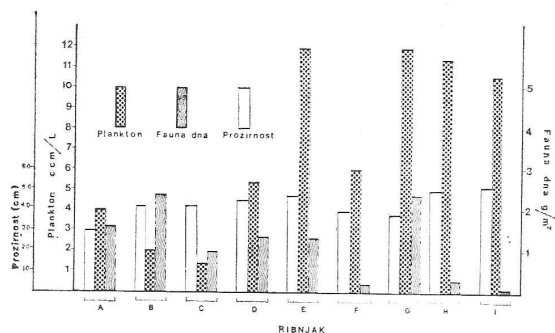
Tablica 1. Fizikalno-kemijske značajke vode istraženih ribnjaka u tijeku uzgojne sezone

RIBNJAK	A		B		D		C		E		F		G		H		I	
	min.	max.	min.	mar.	min.	mar.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
temperatura vode °C	20,0	24,0	20,0	24,0	20,5	23,0	20,0	23,5	21,5	24,0	22,0	24,0	22,0	24,0	21,5	24,0	21,5	24,0
prozirnost vode po Sechiu (cm)	25,0	70,0	30,0	50,0	30,0	140,0	30,0	60,0	32,0	70,0	25,0	60,0	20,0	40,0	30,0	60,0	25,0	60,0
O ₂ mg/L	6,24	7,36	4,96	9,44	6,40	8,48	2,72	4,48	3,84	6,08	7,68	8,00	0,8	9,44	6,88	8,80	6,24	9,00
zasićenost O ₂ %	70,5	89,2	56,1	114,4	73,1	101,2	30,8	53,8	44,6	73,7	90,0	97,0	9,4	114,4	80,0	106,7	72,5	116,4
slobodna CO ₂ mg/L	1,20	8,80	1,50	12,54	1,5	6,6	2,6	6,8	4,18	4,40	0	3,16	0	5,06	0	5,50	0	4,62
vezana CO ₂ mg/L	66	77	63,8	75,9	55	68,2	52,8	70,4	55	66	44	74,8	46,2	66,0	38,5	68,2	41,8	64,9
pH	8,2	8,7	8,15	8,8	8,1	8,8	8,0	8,6	0,8	8,4	8,3	8,9	8,0	9,0	8,2	9,4	8,1	9,0
alkalnost mg CaCO ₃ /L	150	175	145	173	125	155	120	160	125	150	100	170	105	150	88	155	95	148
amonijak mg HCO ₃ /L	183	214	177	210	153	189	146	195	153	183	122	207	128	183	107	189	116	180
alkalnost mg NH ₄ /L	0,130	0,400	0,140	0,520	0,050	0,260	0,100	0,720	0,070	0,520	0,260	0,600	0,330	0,660	0,140	0,520	0,190	0,660
O-fosfati mg PO ₄ ⁻³ /L	0,060	0,165	0,080	0,165	0,080	0,145	0,140	0,340	0,110	0,190	0,145	0,190	0,150	0,190	0,070	0,165	0,090	0,185
kalcij mg Ca ⁺² /L	43,60	53,55	50,03	53,60	38,59	42,88	35,74	47,17	40,73	46,45	34,44	47,88	28,16	48,60	25,01	45,03	32,16	42,17
magnezij mg Mg ²⁺ /L	10,84	12,58	8,67	10,84	6,51	9,98	7,81	10,84	8,24	10,84	8,24	10,41	8,67	11,28	8,24	01,84	8,67	11,28
potrošak KMnO ₄ mg/L	28,34	36,48	28,98	41,86	14,08	32,52	20,48	38,40	32,0	44,80	30,40	36,48	24,79	44,82	20,61	42,56	25,76	42,88

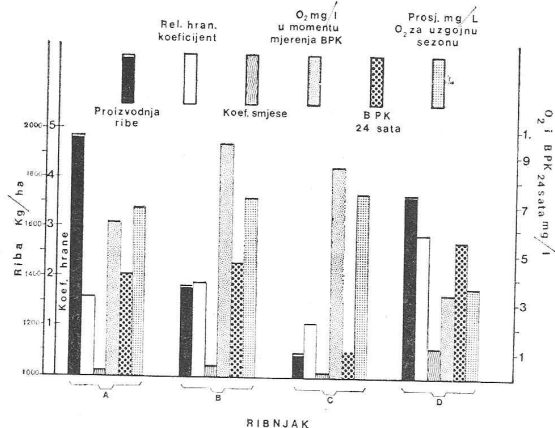
Tablica 2. Procjena prosjeka nekih fizikalno-kemijskih parametara u istraženim ribnjacima

PARAMETRI	A $\bar{x} \pm sx$	B $\bar{x} \pm sx$	C $\bar{x} \pm sx$	D $\bar{x} \pm sx$	E $\bar{x} \pm sx$	F $\bar{x} \pm sx$	G $\bar{x} \pm sx$	H $\bar{x} \pm sx$	I $\bar{x} \pm sx$
prozirnost (cm) vode	38,5±4,48	38,8±2,13	67,5±11,79	44,0±3,33	56,0±4,85	40,83±5,83	30,0±2,44	43,75±3,87	39,29±4,28
temperatura vode °C DNO	22,15±0,66	22,25±0,60	21,63±0,55	22,13±0,52	22,83±0,73	23,0±0,58	23,13±0,43	22,94±0,54	22,75±0,52
O ₂ mg/L	7,01±0,20	6,69±0,84	7,14±0,38	3,62±0,29	5,44±0,49	7,89±0,11	6,68±1,46	8,04±0,47	7,56±0,74
potrošak KMnO ₄ mg/L	32,15±1,75	32,54±2,85	24,65±3,04	29,79±2,89	37,33±3,33	32,85±1,85	32,48±4,28	30,13±5,11	32,67±3,81
količina planktona cm ³ /mL	3,21±0,52	2,21±0,53	2,0±0,48	4,84±0,26	6,47±2,77	4,0±1,15	9,32±4,19	6,87±2,45	7,57±2,17
količina faune dna g/m ²	3,11±1,74	1,15±0,34	11,92±6,97	4,38±1,28	5,79±5,12	5,40±3,19	1,40±0,66	2,44±0,98	1,08±0,45

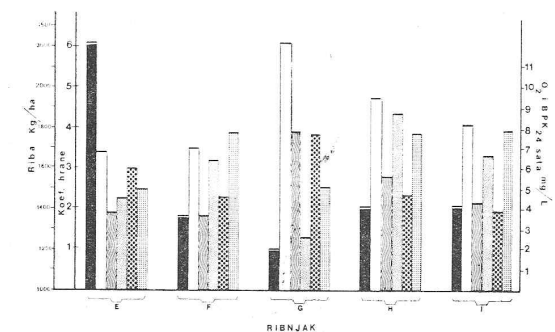
namike kisika otopljen u vodi. Količina kisika otopljenog u vodi bila je u pojedinim ribnjacima ne samo manja od poželjnih vrijednosti nego i od dopuštenih za šaranke ribnjake, padajući ispod razine 10‰-tne zasićenosti. Po-



Sl. 1. Količina planktona, faune dna i prozirnost vode u pojedinim ribnjacima



Sl. 2. Odnos između proizvodnje ribe, hranidbenog koeficijenta, količine kisika otopljenog u vodi i BPK u ribnjacima A, B, C i D



Sl. 3. Odnos između proizvodnje ribe, hranidbenog koeficijenta, količine kisika otopljenog u vodi i BPK u ribnjacima E, F, G, H i I

sebnost su istraženi potencijal kisika otopljenog u vodi i razina biokemijske potrošnje kisika (BPK) na kraju uzgojne sezone (početak rujna). U to vrijeme koncentracija kisika otopljenog u vodi varirala je u pojedinim ribnjacima od 2,56 mg/L do 9,44 mg/L (zasićenost 30% do 111%), dok se istodobno biokemijska potrošnja kisika (BPK) mijenjala unutar amplitude 1,2 mg/L — 24 sata do 7,63 mg/L — 24 sata (sl. 2 i 3). Analizom pojedinih parametara vezanih uz sadržaj kisika otopljenog u vodi i BPK utvrđen je odnos među njima. Jasno je izražena veza s abundancijom planktona, prozirnošću vode i količinom kisika otopljenog u vodi. Količina ribe i količina beskravljeznjaka u dnu ribnjaka nisu pokazali određenu povezanost s količinom kisika otopljenog u vodi i BPK.

Iz literature je poznato da se količina kisika otopljenog u vodi i u tijeku dana znatno mijenja. Najmanje su vrijednosti u zoru, nakon izlaska sunca, a najveće u poslijepodnevni satima. Razlike između najmanjih i najvećih vrijednosti u različitim se ribnjacima, prema podacima što ih iznose razni autori kreću ovako: Boyd (1984) od 17,8% do 69,2%, Špet (1961) od 26,8% do 42,6%, Gorobec i Ivčenko (1976) od 42,8% do 88% i Debeljak i Fašaić (1985) od 28,3% do 53,8%.

U ovim istraživanjima posebno je razmatran odnos između biokemijske potrošnje kisika, vrste dodatne riblje hrane i hranidbenog koeficijenta. Utvrđena je jaka korelacija među njima.

U ribnjacima u kojima je uzgajan jednogodišnji šaranski mlad (sl. 2) riba je prihranjivana pretežno žitaricama, uz vrlo malo smjese. U tim ribnjacima utvrđena je u rujnu, kao i u tijeku uzgojne sezone (tabl. 1) povoljna koncentracija kisika otopljenog u vodi (više od 5 mg/L), osim u ribnjaku D gdje je koncentracija kisika bila mala u čitavoj uzgojnoj sezoni. Mala vrijednost kisika u tom ribnjaku može se objasniti drugim činiocima (plitak ribnjak, vrlo obrastao makrofitima čije lišće pliva po površini vode). Biokemijska potrošnja kisika u tim ribnjacima bila je od 1,2 do 5,58 mg/L/24 sata, a najveća u ribnjaku D u kojem je za prihranu riba upotrijebljeno više smjese nego u ribnjacima A, B i C. U tom ribnjaku utvrđeno je i najmanje kisika otopljenog u vodi.

U ribnjacima u kojima je uzgajan dvogodišnji mlad, za prehranu šarana upotrebljava se pretežno smjesa koja je u ribnjak dodavana ručno, u obliku tijesta (53% do 64% od ukupne dodatne hrane). Analizom biokemijske potrošnje kisika i hranidbenog koeficijenta, s posebnim osvrtom na koeficijent smjese, i u tim je ribnjacima utvrđena izrazita korelacija. Biokemijska potrošnja kisika u svim je slučajevima bila u pozitivnoj korelaciji s koeficijentom smjese. Pri povišenju biokemijske potrošnje kisika većem od 6 mg/L/24 sata količina kisika otopljenog u vodi imala je tendenciju pada ispod vrijednosti 5 mg/L, a, osim toga, došlo je i do neprimjerenog ponašanja riba koje su u ranim jutarnjim satima pokazivale znakove asfiksije. Za tumačenje tih pojava mogu se primijeniti rezultati Špet i Feljdmána (1959) da je pri prehrani riba hranom industrijskog porijekla vrlo važna brzina kojom ribe uzimaju hranu i njezina raspršenost i zaostajanje na dnu ribnjaka jer dolazi do gomilanja sedimenata organskog porijekla. Prema Jiráškovim i

Adámekovim 197(7), industrijska hrana izaziva u riba i znatno veće potrebe za kisikom. Spomenuti autori smatraju da hrana različite kvalitete izaziva različit fiziološki stres u ribljem organizmu s posljedičnim različitim potrebama za kisikom.

Ova su istraživanja imala preliminarni karakter. Dobiiveni rezultati omogućuju utvrđivanje jasno izražene veze između nalih koncentracija kisika otopljenog u vodi, povećane biokemijske potrošnje kisika i znatnog porasta hranidbenog koeficijenta i manje priraste riba (sl. 2 i 3). Količina otopljenog kisika u vodi ribnjaka smatra se najkritičnijim parametrom u procjeni kvalitete vode. Zato tehnolog mora dobro poznavati njegovu dinamiku te na osnovi toga donijeti objektivnu odluku o razini prihranjivanja riba dodatnom hranom. Postignuti rezultati u ovom radu sugeriraju da će se uzimanjem u obzir količine kisika otopljenog u vodi objektivnije određivati dnevni obrok hrane te osigurati potpunija iskorištenost dodatne hrane te bolji prirasti riba uz smanjenje hranidbenog koeficijenta. Ujedno će biti otklonjena opasnost od negativnog učinka nepojedene dodatne riblje hrane na kvalitetu vode.

Prema Boydu i Lichtkoppleru (1979), ribe prestaju dobro uzimati hranu i optimalno rasti ako količina kisika otopljenog u vodi ostaje na razini 3—4 mg/L kroz dulje razdoblje, a Rappaport (1976) izvještava da se rast riba vrlo smanjuje ako je zasićenost vode otopljenim kisikom u ranim jutarnjim satima manja od 25%. S ovim se postavkama mogu dovesti u vezu i rezultati naših istraživanja. Sa sigurnošću se može reći da nikakve mjere za povećanje proizvodnje neće dati željeni proizvodni rezultat ako se ne ostvari osnovni uvjet, a to je održavanje količine kisika otopljenog u vodi na potrebnoj razini.

Rezultati ovih istraživanja upozoravaju na opravdanost primjene kratkotrajnog testa biokemijske potrošnje kisika u šaranskim ribnjacima. To je put za bolje dijagnostičiranje dinamike kisika u tijeku dana i u uzgojnoj sezoni, no za te ciljeve potrebna su daljnja istraživanja.

ZAKLJUČAK

Na osnovi dobivenih rezultata istraživanja može se zaključiti sljedeće:

U vrijeme istraživanja koncentracija kisika otopljenog u vodi i BPK — 24 sata u pojedinim su ribnjacima vrlo oscilirale u tijeku uzgojne sezone (otopljeni O₂ od 2,56 mg/L do 9,44 mg/L, a BPK—24 sata od 1,2 mg/L do 7,6 mg/L).

Utvrđena je snažna korelacija između BPK—24 sata, abundancije planktona, prozirnosti vode prema Sechiu i količine O₂ otopljenog u vodi.

U uvjetima prihranjivanja riba smjesom u obliku tjestara i ručnog prihranjivanja smanjivala se količina kisika otopljenog u vodi, a povećala vrijednost BPK—24 sata i hranidbenog koeficijenta.

SAŽETAK

Istraživanja su provedena u ribnjačarstvu »Donji Miholjac« u devet mladičnjaka, pojedinačne veličine 8 do 10 ha. U mladičnjacima A, B, C i D uzgajan je jednogodišnji šaranski mlađ, a u mladičnjacima E, F, G, H, I ovogodišnji šaranski mlađ. Istraženi su hidrokemijski režim, količina planktona i faune dna te odnos između količine kisika otopljenog u vodi, kratkotrajnog testa biokemijske potrošnje kisika (BPK—24 sata), proizvodnje ribe i hranidbenog koeficijenta u uvjetima prihranjivanja riba žitaricama i smjesom u obliku tjestara.

Rezultati istraživanja uneseni su u tablice 1. 2. i u slike 1, 2. i 3.

U vrijeme istraživanja hidrokemijski je režim bio zadovoljavajući, izuzevši količinu kisika otopljenog u vodi i biokemijsku potrošnju kisika (BPK—24 sata), koji su se kretali na razini od 2,56 mg/L do 9,44 mg/L (30% do 111%), odnosno i od 1,2 mg/L/24 sata do 7,68 mg/L/24 sata.

Utvrđena je vrlo izražena korelacija između količine kisika otopljenog u vodi, biokemijske potrošnje kisika, abundancije planktona, prozirnosti vode i hranidbenog koeficijenta. Povećanje vrijednosti biokemijske potrošnje kisika i smanjenje količine kisika otopljenog u vodi ribnjaka u kojima je riba prihranjivana smjesom uzrokovali su povišenje hranidbenog koeficijenta i smanjenje prirasta riba.

Summary

OXYGEN DYNAMICS IN THE WATER OF CARP PONDS IN THE FUNCTION OF THE INTENSIFICATION OF PRODUCTION

The fisheries »D. Miholjac« was investigated in 9 nursery ponds with individual sizes of 8—10 ha. In nursery ponds A, B, C and D were cultured year old carp and in nursery ponds E, F, G, H and I were cultured carp fry. Investigated was the hydrochemical dynamics, plankton quantity and zoo benthos, as well as the relation between the oxygen amount dissolved in the water the quick test of biochemical oxygen consumption (BPK-24 hours), production of fish and relative feeding coefficient in conditions with supplement food of grains and mixtures in the form of pastry.

The results of investigations are illustrated in Tables 1 and 2 and in Figures 1—3. At the time of investigation the hydrochemical conditions were satisfactory except for the quantity of dissolved oxygen and biochemical oxygen consumption (BPK-24 hours), which ranged from levels of 2.56 mg/l to 9.44 mg/l (30 to 111%) and from 1.2 mg/l-24 hours to 7.68 mg/l-24 hours.

A very marked correlation was established between the amount of dissolved oxygen, biochemical oxygen consumption, abundance of plankton, water transparency and the relative feeding coefficient. The growth rate values of biochemical oxygen consumption and the decrease of the amount of dissolved oxygen of the ponds in which the fish are supplemented with the food mixture resulted in an increase of the relative feeding coefficient and a decrease in the growth rate of fish.

LITERATURA

- Boyd, C. E. (1973): The Chemical Oxygen Demand of Waters and Biological Materials from Ponds. Trans. Amer. Fish. Soc., 103, 606—611.
- Boyd, C. E.; Romaire, R. P.; Johnston E. (1978): Predicting Early Morning Dissolved Oxygen Concentration in Channel Catfish Ponds. Trans. Amer. Fish. Soc. 107, 484—492.
- Boyd, C. E.; Lichtkoppler F. (1979): Water Quality Management in Pond Fish Culture: Int. Center for. Aquac. Agr. Esop. St. Auburn 30 pp.
- Boyd, C. E. (1984): Water Quality in warmwater fish ponds. Aub. univ. Agr. Exp. St. book.
- Debeljak, Lj.; Fašaić, K. (1985): Dnevne promjene nekih hidrokemijskih pokazatelja u šaranskom ribnjaku. Veterinarski arhiv 55 (1), 23—30.
- Debeljak, Lj.; Fašaić, K. (1985): Hidrokemijski režim mlađnjaka u uvjetima organsko-mineralne gnojidbe. Ekologija, 20 (1), 37—46.
- Fašaić, K. (1985): Hidrokemijski režim šaranskih ribnjaka u prvoj godini proizvodnje. Ekologija, 20 (2), 75—85.
- Gorobec, L. V.; Ivčenko, I. S. (1976): Sutočnie izmenenija nekih gidrohimičeskikh pokazatelej ribolovnogu pruda (na primere Donribokombinata). Ribn. hozj. 23, Kiev, 40—45.
- Jirasek J.; Adamek, Z.; Pha, N. (1977): Vliv ruzne potrave na spotrebu kysliku u kapriko pludki. Živocisna vysoba, 22(L) 11, 833—838.
- Malca, R. P. (1976): Polyculture Systems with Channel Catfish as the Principal Species. Ph. D. diss., Auburn Univ., Auburn, Ala, 202 pp.
- Milojević, M. (1982): Biokemijska potrošnja kisika ili koncentracija rastvorenog kisika kao kritični parametar Vodoprivreda 14, 78—79 (4—5), 251—253.
- Milovanović, D. (1963): Produkcija fitoplanktona i primarna produkcija u ribnjacima Koluta. Zbornik radova Biol. inst. SR Srbije 6, 1—16.
- Plumb, J. A.; Grizzle, J. M.; Defigueiredo (1976): Necrosis and Bacterial Infection in Channel Catfish (*Ictalurus punctatus*) Following Hyporia. J. Wildl. Diseases, 12, 247—253.
- Rappaport, U.; Marek, M. (1976): Results of Test of Various Aeration Systems on the Oxygen Regime in the Genosar Experimental Ponds and Growth of Fish There in 1975. Bamidgeh, 28, 35—49.
- Schroeder, G. L. (1975): Nighttime Material Balance for Oxygen in Fish Ponds Receiving Organic Wastes. Bamidgeh, 27, 65—74.
- Snieszka, S. F. (1973): Recent Advances of Scientific knowledge and Developments Pertaining to Disease of Fishes. Adv. Vet. Sci. Comp. Med., 17, 291—314.
- Špet, G. I. (1953): Ekologija pitaniya karpa v svjazi s racionalizacijej metodov kormleniya. Tr. Nauč.-issled. inst. prud. i ozerno-rečnogu ribn. hozjajstva, 9, Kiev.
- Špet, G. I.; Feljdmann, M. B. (1959): Kislородnij balans karpovih prudov v svjazi s intenzifikacijej karpovogo hozjajstva. Trudi II Sorvješčanija po problemam biologii vnutrenih vod. Izd. Akad. nauk, Moskva-Lenjingrad, 48—58.
- Špet, G. I. (1961): Značenie fotosinteza v kislородnom režime karpovih prudov. Pervičnaja produkcija morej i vnutrenih vodoemov. Izd. Min. višš. sred. spec. I prof. obraz. BSSR. Minsk.
- Metode za fizičko i kemijsko istraživanje vode. Sl. list SFRJ, No 42, 1966.

Primljeno 24. 1. 1989.

