

Mr. V. BRALIĆ, Prof. LJ. DEBELJAK,  
Dr Z. LIVOJEVIĆ, Prof. S. MARKO,  
Ing. M. Turk  
Institut za slatkovodno ribarstvo, Zagreb

## Pokusi povećanja produktivnosti ribnjaka uvođenjem dušičnih mineralnih gnojiva

U posljednje vrijeme sve češće se postavlja pitanje da li je ribnjake potrebno gnojiti sa tolikim količinama fosfornih mineralnih gnojiva i da li je pored njih potrebno dodati još i dušična mineralna gnojiva. Intenzifikacijom proizvodnje u ribnjake se nasađuju sve veća količina ribe po jedinici površine, pa i same ribe svojim ekskrementima vrše gnojenje. Sa druge strane jedan dio neiskorištene dodatne hrane raspadanjem obogaćuje vodu sa raznim hranjivim tvarima.

Danas se u svijetu primenjuje više načina gnojenja ribnjaka: upotreba isključivo superfosfata, upotreba raznih mineralnih gnojiva i gnojenje kombinacijom organskih i mineralnih gnojiva. Veliki broj autora, naročito ruskih (Ljahnović, Vinberg), te izraelskih (Hepher), utvrdio je pozitivno djelovanje kombiniranih fosfornih i dušičnih mineralnih gnojiva. Takova kombinacija djelovala je indirektno na povećanje produktivnosti ribnjaka preko povećanja hranidbene baze. Nakon gnojenja kombiniranim gnojivima dolazi do jačeg razvoja fitoplanktona, zatim zooplanktona i faune dna, a konačno i do povećane produkcije riba. U nizu istraživanja djelovanja različitih gnojiva utvrđeno je da samo kombinacija dušičnih i fosfornih gnojiva djeluje na masovan razvoj fitoplanktona, koji

predstavlja osnovnu kariku u lancu ishrane. Veća biomasa fitoplanktona uslovljava veći i ravnomjerniji razvitak zooplanktonskih organizama, koji se hrane živim ili odumrlim stanicama planktonskih alga, a zatim i zoobentosa, koji za hranu koristi uginule biljne ili životinjske organizme.

Postoje podvojena mišljenja o količini i učestalosti ubacivanja gnojiva. Dok jedni autori (uglavnom njemački) smatraju da je efikasno jednokratno ubacivanje gnojiva na početku sezone, drugi (ruski i izraelski) zastupaju mišljenje da samo konstantno održavanje odgovarajućeg omjera hranjivih soli u vodi daje zadovoljavajuće rezultate. To se može postići samo višekratnim gnojenjem u toku sezone, koji se vrši u razmacima od 10—15 dana.

Svakako da ukupna količina gnojiva kao i broj doza, koji uvjetuju održavanje optimalnog omjera hranjivih soli u vodi ovisi o više faktora i da se razlikuje u različitim prirodno-klimatskim uvjetima. Radi toga je Institut za slatkovodno ribarstvo u Zagrebu počeo 1964. godine vršiti pokuse sa ciljem da se u našim uvjetima utvrde mogućnosti povećanja produktivnosti ribnjaka primjenom kombiniranog načina gnojenja sa fosfornim i dušičnim mineralnim gnojivima.

Ispitivanja su vršena na pokusnom ribnjaku u Draganićima a obuhvatila su slijedeće:

- A. Fizikalno-kemijska svojstva pokusnih ribnjaka,
- B. Kvalitativni i kvantitativni sastav planktona pokusnih ribnjaka,
- C. Utjecaj gnojiva na produkciju ribe u pokusnim ribnjacima.

## REZULTATI ISPITIVANJA

### A. Fizikalno-kemijska svojstva

#### Smještaj pokusnih ribnjaka

Ribnjak Draganići nalazi se u blizini Karlovca na močvarno-nizinskom području. Sa geološkog stanovišta čitavo to područje pripada formaciji kvartara. Na površini se nalazi tanki sloj humusa, a ispod njega su 8—9 m debeli slojevi ilovače. Na još većim dubinama nalaze se pjeskoviti slojevi. Područje ribnjaka i šire okolice pripada umjerenom-kišnoj kontinentalnoj klimi. Prema mjerenjima meteorološke stanice u Karlovcu prosječna godišnja temperatura za period od 1948—1963. iznosi 9,8—11,8°C, a srednja godišnja količina oborina 1147 mm. Ispitivanja su vršena na šest pokusnih ribnjaka od kojih je svaki imao površinu od 1000 m<sup>2</sup>.

#### Nasađivanje i gnojenje pokusnih ribnjaka

Godine 1964. ribnjaci su nasađeni 14. IV sa 1500 kom/ha šaranskog mlada, koji je imao prosječnu težinu od 78 grama. Dva pokusna ribnjaka gnojena su samo superfosfatom u ukupnoj količini od 400 kg/ha, koji je doziran u 6 navrata svakih 30 dana. Druga dva ribnjaka gnojena su sa ukupno 400 kg/ha superfosfata i 360 kg/ha amonijevog sulfata, koji je dodavan u 8 doza svakih 15 dana. Dva ribnjaka bila su kontrolna i nisu gnojena.

Godine 1965. kao dušično gnojivo upotrebljen je natrijev nitrat. Nasađivanje ribnjaka izvršeno je 15. IV sa 1500 kom/ha šaranskog mlada, koji je imao prosječnu težinu 62 grama. Ribnjaci gnojeni superfosfatom primili su ukupno 400 kg/ha gnojiva u 5 doza svakih 30 dana. Kombinirano gnojeni ribnjaci gnojeni su na isti način superfosfatom uz dodatak 520 kg/ha NaNO<sub>3</sub>, koji je doziran 8 puta u vremenskim razmacima od 15 dana. Dva kontrolna ribnjaka nisu gnojena.

Godine 1966. nasađivanje pokusnih ribnjaka izvršeno je 21. IV u količini od 1500 kom/ha šaranskog mlada, koji je imao prosječnu težinu 84 grama. Ribnjaci gnojeni superfosfatom dobili su 400 kg/ha gnojiva u 5 doza svakih 30 dana. Kombinirano gnojeni ribnjaci gnojeni su kao i prethodne dvije godine superfosfatom uz dodatak 480 kg/ha NaNO<sub>3</sub>, koji je doziran 8 puta svakih 15 dana. Dva kontrolna ribnjaka nisu gnojena.

Svake godine u toku ljeta izostavljene su po tri doze dušičnih gnojiva, jer u to vrijeme prema literaturnim podacima djelovanje dušičnog gnojiva znatno je umanjeno radi snažnog razvitka fitoplanktona, a naročito skupine modrozelenih alga.

### Fizikalno-kemijska svojstva vode

Svake godine u proljeće izvršena je analiza kemijskog sastava vode potoka Stojnica, kojom se pune pokusni ribnjaci. Spomenuta voda ima srednju tvrdoću (8,0 nj<sup>o</sup>) i vrlo je siromašna hranjivim solima (prosjeak amonija 0,08 mg/l, nitrata 0,03 mg/l, fosfata 0,005 mg/l). Količina organske tvari u njoj je također niska (utrošak KMnO<sub>4</sub> iznosi u prosjeku 10,8 mg/l). Kretanje osnovnih fizikalno-kemijskih svojstava pokusnih ribnjaka (temperatura prozirnost, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, alkalitet i pH) pratili smo uvijek peti dan nakon gnojenja, dok su ostali faktori, koji su u direktnoj ovisnosti o gnojenju (NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>, PO<sub>4</sub>, KMnO<sub>4</sub>) ispitivani od prvog do petog dana nakon gnojenja. Analize su vršene standardnim metodama (Czensny 1961). Iz dobivenih rezultata utvrdili smo da se temperatura vode u pojedinim ribnjacima nije bitno razlikovala, što je i razumljivo budući da se radi o malim jednakim vodenim površinama. Prozirnost vode bila je najveća u kontrolnim ribnjacima, a znatno manja i gotovo jednaka u svim gnojenim ribnjacima. Količina kisika otopljenog u vodi bila je nešto viša u gnojenim ribnjacima nego u kontrolnim, što se može protumačiti većom biomasom fitoplanktona u tim ribnjacima, koji asimilacijom obogaćuju vodu kisikom.

To potvrđuje i činjenica, da je u tim ribnjacima bilo najmanje slobodne CO<sub>2</sub>.

Alkalitet vode kao i pH vrijednost su prilično ujednačene i dosta stabilne u svim ribnjacima (alkalitet relativno visok, a reakcija vode neutralna do slabo alkalična). Ukupna tvrdoća vode kao i količina Ca i Mg ne razlikuju se bitno u pojedinim kategorijama ribnjaka i pokazuju vrijednosti, koje zadovoljavaju potrebe vodenih organizama. Za produktivnost ribnjaka od naročite je važnosti količina biogenih elemenata, koji u vodi dolaze u obliku NH<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, PO<sub>4</sub> i dr.

Naša ispitivanja pokazala su da do maksimalnog povećanja količine hranjivih soli u vodi ribnjaka dolazi prvi dan nakon gnojenja, a da je već pet dana nakon toga situacija u svim ribnjacima podjednaka. Količina organske tvari početkom sezone bila je nepravilno koncentrirana u ribnjacima i nije ovisila od načina gnojenja, ali je u drugoj polovini sezone znatno veća u kombinirano-gnojenim ribnjacima nego u drugim kategorijama ribnjaka. U tabeli I. prikazani su rezultati kemijskih analiza vode u pojedinim kategorijama pokusnih ribnjaka u vrijeme ispitivanja.

Tabela I.

Prosječne vrijednosti rezultata analiza vode u pokusnim ribnjacima u pojedinim mjesecima

	Kombinirano gnojni ribnjaci				Ribnjaci gnojni superfosfatom				Kontrolni ribnjaci			
	V	VI	VII	VIII	V	VI	VII	VIII	V	VI	VII	VIII
O <sub>2</sub> mg/l	13,36	8,17	7,72	10,24	9,38	8,73	8,18	10,72	8,40	7,42	7,33	6,96
CO <sub>2</sub> mg/l	0	2,84	0	5,72	1,22	5,43	3,26	7,32	6,98	8,54	4,40	11,36
Alkalitet	3,58	3,72	4,34	4,40	4,33	4,47	4,39	4,79	4,45	4,27	4,51	4,36
pH	7,25	7,33	7,2	7,0	7,22	7,33	7,10	7,0	7,25	7,2	7,10	7,0
Tvrdoća nj <sup>o</sup>	11,08	11,65	8,70	14,75	12,39	12,90	13,60	11,35	11,50	13,55	11,60	10,50
Ca mg/l	42,57	43,60	26,25	51,38	48,73	49,31	44,30	47,15	46,62	50,74	37,52	44,65
Mg mg/l	19,68	20,81	21,90	26,52	22,31	25,15	28,84	23,39	20,53	27,32	25,78	22,41
NH <sub>4</sub> mg/l	0,38	0,39	0,36	0,20	0,24	0,21	0,23	0,23	0,24	0,30	0,21	0,23
NO <sub>3</sub> mg/l	0,21	0,162	0,20	0,12	1,11	0,09	0,15	0,05	0,14	0,11	0,18	0,10
PO <sub>4</sub> mg/l	0,39	0,075	0,33	0,31	0,49	0,075	0,19	0,35	0,112	0,075	0,188	0,10
KMnO <sub>4</sub> mg/l	17,82	23,55	78,31	52,82	10,41	18,45	25,48	19,57	15,11	22,60	29,33	18,55

## B. Kvalitativni i kvantitativni sastav planktona

Planktonske probe uzimane su uvijek peti dan nakon gnojenja. Za utvrđivanje kvantitativnog sastava filtrirano je 10 litara vode iz svakog ribnjaka, kroz planktonsku mrežu broj 25. Svaki uzorak fiksiran je 4% formalinom, a zatim je u laboratoriju vršena determinacija i prebrojavanje organizama u odgovarajućem razređenju. Za kvalitativni sastav fitoplanktona uzimane su posebne probe povlačenjem planktonske mreže kroz vodu sa svake strane pokusnih ribnjaka u dužini od 15–20 m.

### Sastav i dinamika fitoplanktona

1964. godine vršena su ispitivanja formiranja fitoplanktonske zajednice u pokusnim ribnjacima pod utjecajem različitih gnojiva. Praćen je kvalitativni i kvantitativni sastav fitoplanktona.

U kvalitativnom sastavu utvrđeno je ukupno 70 vrsta planktonskih alga, pripadnika 5 odjela: Cyanophyta, Euglenophyta, Pyrrhophyta, Chrysophyta i Chlorophyta, koji se javljaju u sve tri kategorije ribnjaka. S najvećim brojem vrsta bila je zastupljena skupina alga Chlorophyta, koja se javlja sa ukupno 31 vrstom. Ostali odjeli bili su u pogledu broja vrsta znatno slabije zastupljeni, te je u kvalitativnom pogledu zabilježeno: Chrysophyta ukupno 10 vrsta, Euglenophyta 8 vrsta, Cyanophyta 4 vrste i Pyrrhophyta ukupno 3 vrste. U pojedinim pokusnim ribnjacima nije postojala nikakva razlika u kvalitativnom sastavu fitoplanktona. Navedeni broj vrsta bio je zastupljen u sve tri kategorije ribnjaka.

Za razliku od kvalitativnog, u kvantitativnom pogledu postoje znatne razlike. Najvećim brojem individua izdvaja se kategorija ribnjaka koji su gnojni kombinirano, dušično-fosfornim gnojivom, znatno manje utvrđeno je u ribnjacima koji su gnojni samo fosfornim gnojivom, a najmanje u kontrolnim ribnjacima, koji se nikako nisu gnojili.

U V i VI mjesecu fitoplankton je općenito slabo razvijen. Dominiraju alge Chrysophyta

i Chlorophyta. U skupini, Chrysophyta dominiraju Diatomeae i kolonije vrste Dinobryon sertularia. Chlorophyta su zastupljeni većim brojem vrsta, a dominantni su rodovi Pediastrum (*P. duplex*, *P. Boryanum*, *P. clathratum*), Scenedesmus (*S. quadricauda*, *S. bicaudatus*, *S. bijuga*), zatim rodovi Oocystis, Coelastrum, Crucigenia, Closterium i Ankirodesmus. U VII mjesecu počinju se jače razvijati modrozeleno alge, naročito su brojne u VIII, IX i X mjesecu, kada u kombinirano gnojenim ribnjacima izazivaju »cvjetanje vode«. Dominantne vrste su Microcystis aeruginosa i Aphanizomenon flos-aque. U ribnjacima koji su gnojni samo superfosfatom nisu izazvale »cvjetanje vode«, dok su u kontrolnim ribnjacima u odnosu na druge skupine bile slabo zastupljene. Odjel Euglenophyta, rodovi Euglena i Phacus bili su podjednako zastupljeni u sve tri kategorije ribnjaka, dok su Pyrrhophyta (rod Ceratium hirundinella) bili zastupljeni vrlo slabo, i.to samo u VIII, IX i X mjesecu.

Brojčani odnosi među pojedinim skupinama planktonskih alga u pokusnim ribnjacima prikazani su u tabeli II.

### Sastav i dinamika zooplanktona

Količina zooplanktonskih organizama izražena je u broju individua koji dolaze u 100 l vode.

Iz tabele III vidimo kako je različiti način gnojenja djelovao na ukupnu količinu zooplanktona kao i na pojedine važnije skupine zooplanktonskih organizama. Brojevi u pojedinim kolonama označuju maksimalan broj zooplanktonskih organizama koji se razvio u pojedinim kategorijama ribnjaka.

Na organizme iz skupine Cladocera, Rotatoria, a isto tako i kod zrelih oblika Copepoda vrlo dobro se može vidjeti pozitivno djelovanje kombiniranog načina gnojenja na povećanje broja tih organizama, dok su se juvenilni oblici Copepoda najbrojnije razvili u ribnjacima gnojenim samo superfosfatom. U pogledu sastava zooplanktona utvrdili smo ukupno 11 vrsta Cladocera, 4 vrste Copepoda i 6 rodova Rotatoria. Djelovanje mineralnih gnoj-



datne hrane iznosio je 2,85 (indeks 100). U kombinirano gnojenim ribnjacima utvrđen je prirast od 1410 kg/ha (indeks 138), a koeficijent dodatne hrane 1,99 (indeks 69).

U tabelama IV i V prikazani su ovi pokazatelji:

Tabela IV

	Prirast ribe u kg/ha					
	1964.		1965.		1966.	
	Prirast	Indeks	Prirast	Indeks	Prirast	Indeks
Kontrolni ribnjaci	318	100	714	100	1017	100
Ribnjaci gnojeni superfosfatom	487	153	757	106	1017	100
Kombinirano gnojeni ribnjaci	692	217	1073	150	1410	138

Tabela V

	Koeficijent dodatne hrane					
	1964.		1965.		1966.	
	Koeficijent	Indeks	Koeficijent	Indeks	Koeficijent	Indeks
Kontrolni ribnjaci	Ø	Ø	2,29	100	2,85	100
Ribnjaci gnojeni superfosfatom,	Ø	Ø	216	94	2,85	100
Kombinirano gnojeni ribnjaci	Ø	Ø	1,53	68	199	69

Ovi rezultati uvjerljivo govore o efikasnosti gnojenja ribnjaka kombinacijom fosfornih i dušičnih mineralnih gnojiva, dok upotreba samih fosfornih gnojiva nije dala očekivane rezultate. Također je uočljivo, da se u kombinirano gnojenim ribnjacima povećava rentabilnost uzgoja šarana jer je za prirast 1 kg šarana potrebno utrošiti manju količinu dodatne hrane.

Na temelju dobivenih rezultata smatramo, da se kombiniranom primjenom fosfornih dušičnih mineralnih gnojiva mogu znatno povećati prinosi na mnogim našim ribnjacima, a naročito na novosagrađenim površinama u čijem tlu se nisu akumulirale nikakve rezerve hranjivih soli. Učinak ovakvog načina gnojenja bit će vjerojatno manji u ribnjacima, koji se niz godina intenzivno gnoje, tj. u kojima je sloj tzv. »produktivnog mulja« postao u izvjesnom smislu rezervoar hranjivih elemenata. Djelovanje gnojiva ovisit će i od kvalitete dovodne vode i biti će snažnije, ako je ta voda siromašnija hranjivim solima.

Radi toga smatramo da je kod donošenja plana gnojenja za svaki pojedini ribnjak od velike važnosti uzeti u obzir sve ove faktore i tek na temelju toga odrediti način gnojenja kao i količinu pojedinih gnojiva. Samo na taj način neće izostati pozitivni rezultati, koje od gnojenja očekujemo.

#### LITERATURA

1. Czerny R. 1961.: Wasser — Abwasser — und Fischereichemie, Leipzig.
2. Hopher B. 1962.: Ten years of research in fish ponds fertilization in Izrael. I, The effect of fertilization on fish yields. Bam'dgeh. Vol. 14: 29—38.
3. Just J., Hermanowicz W. 1955.: Fizyczne i chemiczne badaine wody do picia i potrezeb gospodarczich, Warszawa.
4. Kišenko L. V., Sokolova T. A. 1958. Ispitivanja po efektivnosti mineralnih udobrenij na opitnih prudah prudoza »Semetoro« Sobšč. II Trudi limnogičeskoj stancii na oz. Narač, vip. 1
5. Roška G. 1964.: Folosirea ingrasamintelor complexe in piscicultura. Studii si cercetari 3 (6) i 189—226.
6. Rusina O. H.: Usvoenie otmerških vodoraslej i dafnii ličinkami Chironomus. Voprosi ihtologii 6, 165—173.
7. Schöperclaus W. 1961.: Lehrbuch der Teichwirtschaft, Berlin.
8. Starmach K., 1955.: Metody badania planktonu, Warszawa.
9. Vinberg G. G. Ljahnović V. P. 1965.: Udobrenie prudov, Moskva.
10. Wrobel S., 1962. Wplyw nawożenia azotowe — fosforowego na skład chemiczni wody, produkcje pirwotna fitoplanktonu i przyrosti ryb w Stawaach, Acta Hydrobiologica 2, w1 — 204.
11. Yasow A., 1962.: The fish culture research Station Dor general report for the year 1961, Bam'dgeh 13 (1), 2—15.