

Djelovanje mineralnih gnojiva na razvoj planktona u laboratorijskim uvjetima*

Lj. Debeljak, S. Mišetić

UVOD

Znanstvena istraživanja u ciprinidnim ribnjacima u svijetu i u našoj zemlji kreću se u današnje vrijeme u dva osnovna pravca: usavršavanje postojećih i razrada principijelno novih metoda u tehnologiji uzgoja slatkovodnih riba. U pravcu usavršavanja postojeće tehnologije velika pažnja daje se razradi načina za poboljšanje prirodne prehrabene baze za ribe, a s tim u vezi i metodama kontrole kvalitete vode u ribnjacima.

Jedan od načina povišenja prirodne prehrabene baze za ribe je — gnojidba. Mineralna (dušično-fosfora) ili organska gnojiva mogu znatno povisiti biološku produktivnost ribnjaka na račun intenzivnijeg razvoja fitoplanktona, bakterija i vodenih beskrležnjaka (zooplanktona i faune dna), koji su osnovna prirodna riblja hrana.

O problemu fertilizacije ribnjaka provedena su mnogobrojna istraživanja u svijetu. Mogu se istaći rezultati postignuti u SSSR-u i Izraelu, gdje se taj problem opsežno istraživao i gdje se postižu visoki prinosi riba. Isto tako primjena mineralnih gnojiva u ribarstvu detaljno se istražuje i u drugim zemljama o čemu imamo brojne publikacije i u novije vrijeme, te se mogu spomenuti samo neke: Barranov et al. (1970), Cure et al. (1971), Dalečina et al. (1974), Yashov i Halery (1972), Rappaport Sarig (1978), Krzeczowska-Woloszyn et al. (1979), Petlina, (1980), Wilmsen (1980) i dr. Neki raniji radovi govore o mogućnosti uzgoja zooplanktona u ribnjacima, sa uvođenjem raznih metoda uzgoja pojedinih vrsta zooplanktona (Gordienko, 1956, Veltiševa, 1956).

Problem fertilizacije ribnjaka porastao je u novije vrijeme u vezi sa povećanjem gustoće nasadene ribe i polikulturom, a prema istraživanjima uz jednaku primjenu gnojiva dobivaju se različiti rezultati (Bacziel i Wolny 1977, Januszko et al., 1977, Grygierek et al., Merla, 1976) i dr.

Sistematska istraživanja o djelovanju mineralnih gnojiva u našoj zemlji započela su još 1963 godine. Istraženo je djelovanje dušično-forfornih gnojiva na hidrokemijsko i biološko stanje u ribnjacima (Debeljak, 1968. i 1970, Bralić, 1969). Utvrđena je mogućnost znatnog povećanja proizvodnje riba primjenom mineralnih gnojiva (Bralić et al., 1967, Bralić, 1971, Marko et al., 1971).

*Referat održan na I Kongresu biologa SR Hrvatske, Poreč 1981.

Dr Ljubica Debeljak; mr Stjepan Mišetić; Istraživačko razvojni centar za ribarstvo Fakulteta poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu.

U okviru iznijetih tendencija primjene mineralnih gnojiva, provedena su i ova laboratorijska istraživanja o djelovanju kod nas u praksi najčešće upotrebljivanih mineralnih gnojiva na razvoj fitoplanktona i zooplanktona.

METODIKA

U 2 turnusa akvarijskih istraživanja (ukupno 12 akvarija, pojedinačne veličine 70 lit) istraživalo se djelovanje mineralnih gnojiva: urea i superfosfat, KAN i superfosfat i kompleksno NPK (17 : 8 : 9) gnojivo. U prvom dijelu eksperimenta istražila su se spomenuta mineralna gnojiva u tri varijante (svaka varijanta sa 2 akvarija) i to:

A varijanta (akvariji 1 i 2)	urea	1,5 g
	superfosfat	2,1 g
	Ukupno min. gnojiva	3,6 g
B varijanta (akvariji 3 i 4)	KAN	2,8 g
	superfosfat	2,1 g
	Ukupno min. gnojiva	4,9 g
C varijanta (akvariji 5 i 6)	NPK (17 : 8 : 9) ukup.	4,1 g

U drugom dijelu eksperimenta istraživalo se samo sa NPK (17 : 8 : 9) gnojivom, sa dvije različite doze A 1 varijanta (akvariji 1 i 2) — kontrola, bez gnojidbe B 1 varijanta (akvariji 3 i 4) — gnojeni sa 3,3 g ukupno C 1 varijanta (akvariji 5 i 6) — gnojeni sa 4,9 g ukupno.

Količine gnojiva u prvom eksperimentu odgovaraju količinama čistog N — 100 kg/10⁴ m³ vode i P — 20 kg/10⁴ m³ vode.

U drugom eksperimentu količina čistih elemenata preračunata na 10⁴ m³ vode iznosila je u B 1 varijanti 80 kg N i 16 kg P, a u C 1 varijanti 120 kg N i 24 kg P.

Akvariji su punjeni vodovodnom vodom, a plankton za uzgoj zabirao se u jednom ribnjaku za uzgoj konzumne ribe. Svi akvariji bili su jednako nasadivani planktonom.

Nasadivanje planktona kretalo se u prvom pokusu oko 1250 ind/l za fitoplankton i 220 ind/l za zooplankton, a u drugom dijelu pokusa oko 1387 ind/l fitoplankton i 516 ind/l zooplankton.

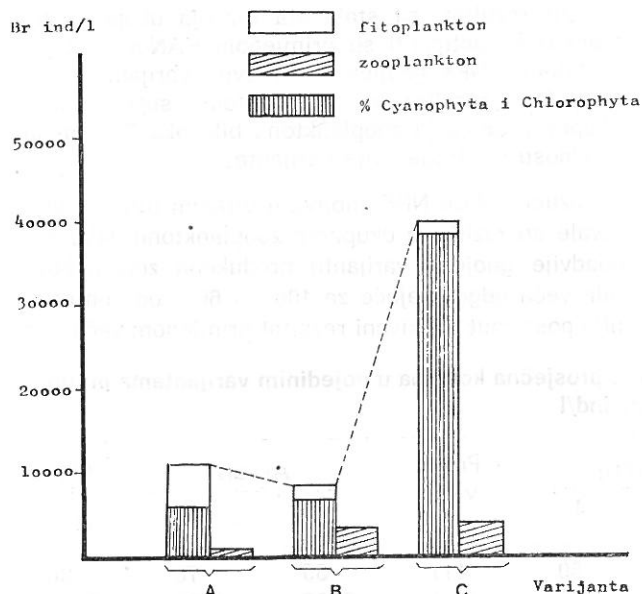
Svaki pokus trajao je mjesec dana. Gnojivo je aplicirano svakih 10 dana (3 doze), a planktonski uzorci sabirali su se svakih 7 dana, sedimentiranjem 1 litre.

REZULTATI I DISKUSIJA

Djelovanje mineralnih gnojiva na razvoj fitoplanktona. U kvalitativnom sastavu fitoplanktona u prvom turnusu pokusa bile su utvrđene ukupno 33 vrste, pripadnici sistematskih skupina Cyanophyta, Euglenophyta, Chrysophyta i Chlorophyta. Chlorophyta su bile u sve tri varijante zastupljene najvećim brojem vrsta (24), a znatno siromašnije po kvalitativnom sastavu bile su Chrysophyta (Bacillariophyceae — 4), Euglenophyta (3) i Cyanophyta (2).

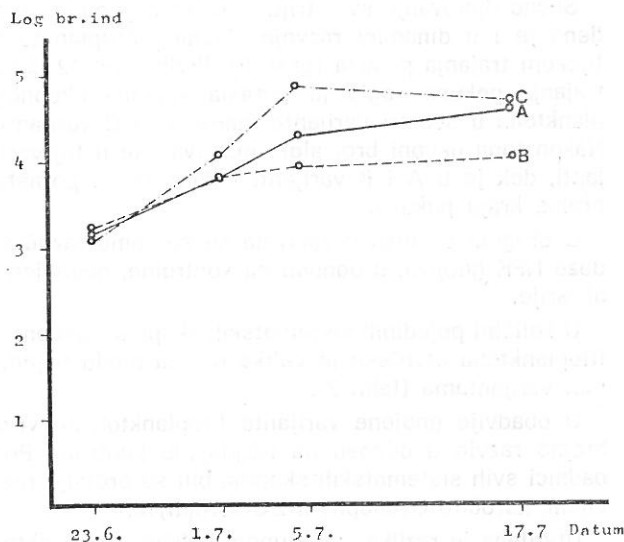
Najveći broj vrsta fitoplanktona nađen je u malom broju ili samo pojedinačno. U sve tri varijante najbrojniji su bili pripadnici zelenih alga (Protococcales), rodovi *Pediastrum*, *Scenedesmus* i *Chlorella*, te sitne vrste jednostaničnih modrozelenih alga (rod *Microcystis*).

Primijenjene vrste mineralnih gnojiva uzrokovale su različiti razvoj ukupnog fitoplanktona. Podjednaka količina registrirana je kod primjene uree i KAN-a sa superfosfatom, dok se znatno jače razvio fitoplankton djelovanjem kompleksnog gnojiva NPK 17 : 8 : 9 (tabl. 1, graf. 1).



Graf. 1. Prosječna količina fitoplanktona i zooplanktona u pojedinim varijantama 1. turnusa

Očekivalo se sporije djelovanje uree na razvoj fitoplanktona radi amidne forme dušika, koji se fermentima pretvara u amonijsku i nitratnu biljci pristupačnu formu. Međutim, prema ovim rezultatima djelovanja uree u vodi je znatno brže nego u zemljištu, te se gotovo ne razlikuje od drugih vrsta gnojiva, naročito KAN-a. Postojala je razlika u brojnosti pojedinih skupina fitoplanktona, jer su se u akvarijima sa ureom brojnije razvile diatomeje, a u akvarijima sa KAN-om modrozeleni alge, dok su zelene alge bile podjednako razvijene. Djelovanjem kompleksnog gnojiva NPK 17 : 8 : 9, fitoplankton se znatno jače razvio u odnosu na druge varijante i to uglavnom na račun modrozelenih i manje zelenih alga.



Graf. 2. Dinamika razvoja fitoplanktona u pojedinim varijantama 1. turnusa

Iako su sve tri vrste gnojiva sadržavale istu količinu elemenata dušika i fosfora, a KAN i NPK u jednakoj formi (amonijskoj i nitratnoj), ipak je NPK za oko pet puta jače stimulirao razvoj fitoplanktona. Opravdanje za to moglo bi se naći u kaliju koji je sastavni dio ovog gnojiva i to u dosta visokoj koncentraciji. Prilikom pokusa uzimao se u obzir samo dušik i fosfor, a kod NPK gnojiva uzetog iz opće poljoprivredne prakse, išlo se od pretpostavke, da kalij nije potreban, jer ga naše vode sadrže u dovoljnim zalihama, koje zadovoljavaju potrebe fitoplanktona.

Tablica 1. Količina fitoplanktona u pojedinim akvarijima i varijantama; br. ind/l

Sastav fitoplanktona	Akvarij		Pros. varij. A	Akvarij		Pros. varij. B	Akvarij		Pros. varij. C
	1	2		3	4		5	6	
Cyanophyta	733	500	617	1723	2900	2312	19960	33667	26813
Euglenophyta	0	0	0	40	0	20	0	0	0
Chrysophyta	7433	3200	5317	1620	1373	1497	2180	200	1690
Chlorophyta	5727	5530	5633	3767	5320	4543	7593	13293	10443
Ukupno	13893	9238	11567	7150	9533	8372	30733	47160	38946

Tablica 2. Prosječna količina fitoplanktona u pojedinim varijantama

Sastav fitoplanktona	A1 varijanta		B1 varijanta		C1 varijanta	
	ind/l	%	ind/l	%	ind/l	%
Cyanophyta	27.571	98,79	835.678	79,41	2.162.000	99,09
Euglenophyta	10	0,03	34.755	3,30	6.900	0,32
Chrysophyta	116	0,42	15.122	1,44	4.105	0,19
Chlorophyta	212	0,76	166.868	15,85	8.715	0,40
Ukupno	27.909	100	1.052.423	100	2.176.825	100

Ovi rezultati međutim, mogu se opravdati jedino prisustvom kalija u gnojivu, te nisu potvrdili našu pretpostavku.

Slično djelovanje svih triju istraženih gnojiva utvrđeno je i u dinamici razvoja ukupnog fitoplanktona tijekom trajanja pokusa (graf. 2). Prvih 7 do 12 dana trajanja pokusa naglo je porasla količina ukupnog planktona u sve tri varijante, naročito u C varijanti. Nakon toga ukupni broj algi smanjivao se u toj varijanti, dok je u A i B varijanti i dalje bio u porastu prema kraju pokusa.

U drugom turnusu istraživale su se samo različite doze NPK gnojiva, u odnosu na kontrolne, negnojene akvarije.

U količini pojedinih sistematskih skupina i ukupnog fitoplanktona utvrđena je velika razlika među pojedinim varijantama (tabl. 2).

U obadviije gnojene varijante fitoplankton se vrlo brojno razvio u odnosu na negnojenu kontrolu. Prispadnici svih sistematskih skupina bili su brojnije razvijeni, naročito Cyanophyta i Chlorophyta.

Utvrđena je razlika i u ukupnoj količini fitoplanktona između 2 gnojene varijante. 50% veća količina gnojiva rezultirala je dvostruko većom količinom fitoplanktona (uglavnom Cyanophyta).

Djelovanje mineralnih gnojiva na razvoj zooplanktona.

U akvarijima prvog turnusa ukupno je utvrđeno 16 vrsta zooplaktera, od toga Rotatoria 7, Cladocera 4 i Copepoda 5. U drugom turnusu, od ukupno 16 vrsta, Rotatoria su bili zastupljeni sa 10, Cladocera sa 4 i Copepoda sa 2 vrste. Općenito se može reći da je zooplankton u svim akvarijima bio siromašan po broju vrsta. Neke vrste koje su utvrđene u uzorcima prilikom nasadivanja kasnije su nastale ili su bile zastupljene samo pojedinačno.

U kvantitativnom sastavu zooplanktona utvrđena je razlika među pojedinim akvarijima (tabl. 3 i 4).

Bolji rezultati sa stajališta razvoja ukupnog zooplanktona postignuti su primjenom KAN-a sa superfosfatom i NPK gnojiva. U te dvije varijante bio je podjednaki rezultat dok je sa ureom i superfosfatom ukupna produkcija zooplanktona bila oko 70% manja u odnosu na druge dvije varijante.

Različite doze NPK gnojiva u drugom turnusu uvjetovale su razlike u ukupnom zooplanktonu. Iako je u obadviije gnojene varijante produkcija zooplanktona bila veća odgovarajuće za 108% i 60% od kontrolne, nije postignut očekivani rezultat primjenom veće doze

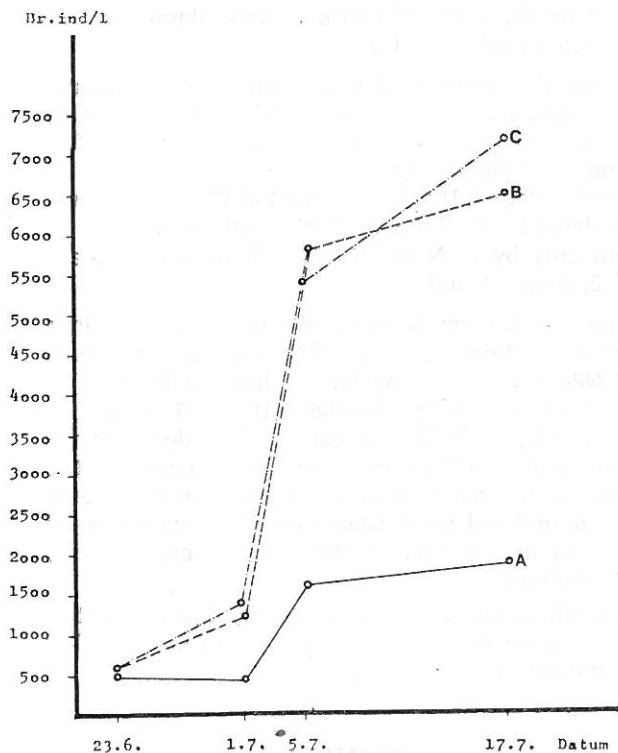
Tablica 3. Količina zooplanktona u pojedinim akvarijima i prosječna količina u pojedinim varijantama prvog turnusa; br. ind/l

Sastav zooplanktona	Akvarij		Pros. varij. A	Akvarij		Pros. varij. B	Akvarij		Pros. varij. C
	1	2		3	4		5	6	
Rotatoria	52	50	51	172	50	111	35	70	38
Cladocera	617	1017	817	3027	3195	3111	3525	2763	3144
Copepoda	250	315	282	300	352	326	463	1120	791
Ukupno	919	1382	1150	3499	3597	3548	4023	3923	3973

Tablica 4. Količina zooplanktona u pojedinim akvarijima i prosječna količina u pojedinim varijantama drugog turnusa; br. ind/l

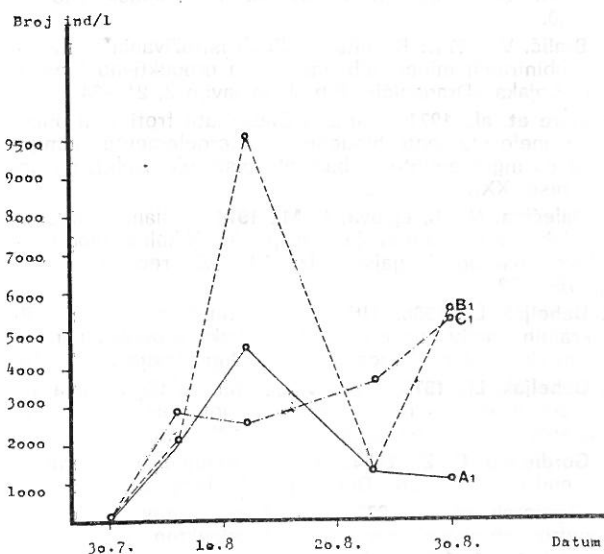
Sastav zooplanktona	Akvarij		Pros. varij. A	Akvarij		Pros. varij. B	Akvarij		Pros. varij. C
	1	2		3	4		5	6	
Rotatoria	2528	288	1408	1942	3282	2612	1180	1482	1331
Cladocera	494	104	299	512	12	262	1144	1366	1255
Copepoda	78	114	96	1044	730	887	274	318	296
Ukupno	3100	506	1803	3498	4024	3761	2598	3166	2882

gnojiva. Naime, kod primjene 50% više gnojiva, razvilo se oko 30% manje ukupnog zooplanktona u odnosu na akvarije sa manjom količinom gnojiva.

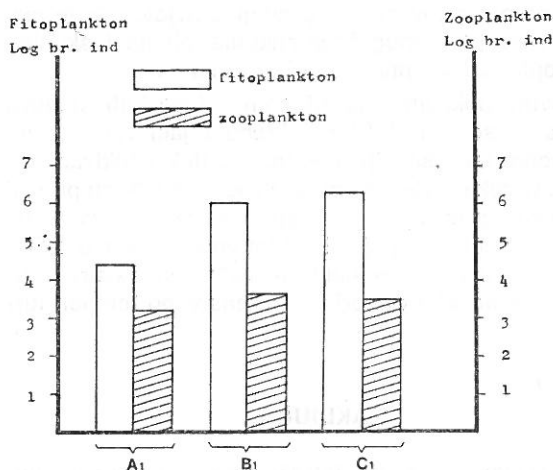


Graf. 3. Dinamika razvoja zooplanktona u prvom turnusu pokusa

Prateći dinamiku razvoja zooplanktona za vrijeme trajanja pokusa, vidi se, da se zooplankton naglo počeo razvijati već sedmi dan trajanja pokusa u sve tri varijante 1. turnusa i konstantno se povećavao do kraja trajanja pokusa. Takva dinamika obzirom na početak jačeg razvoja zooplanktona utvrđena je i u drugom turnusu, ali je tijekom pokusa došlo do naglog pada i ponovnog porasta (graf. 3 i 4).



Graf. 4. Dinamika razvoja zooplanktona u varijantama akvarija 2. turnusa.



Graf. 5. Proječna količina fitoplanktona i zooplanktona u varijantama akvarija 2. turnusa

Posebni interes u ovim pokusima predstavljao je razvoj pojedinih sistematskih skupina zooplanktona. Iz rezultata iznijetih u tablicama 3 i 4 vidi se, da se u sve tri varijante akvarija 1. turnusa najintenzivnije razvijala skupina Cladocera, naročito u B i C varijanti. Rotatoria i Copepoda imali su znatno slabije učešće. U 2. turnusu dominirala je u razvoju skupina Rotatoria, dok su se planktonski račići Cladocera razvili znatno slabije, sa nešto boljim rezultatom u C1 varijanti. Na takav kvantitativni sastav zooplanktona u 2. turnusu vjerojatno su imali utjecaj i neki drugi ekološki faktori (visoka temperatura vode).

U oba turnusa pokusa, zapažena je određena povezanost između razvoja fitoplanktona i zooplanktona (graf. 1 i 5). Veća ukupna količina fitoplanktona u varijanti sa ureom (A) nije rezultirala i odgovarajućom količinom zooplanktona. Tumačenje za takvu pojavu može se naći u kvalitativnom sastavu fitoplanktona. U toj varijanti znatno učešće (oko 50%) imale su Bacillariophyceae, dok su u druge dvije varijante (B i C) osnovu fitoplanktona činile modrozelenne i zelene alge. Osim toga u varijanti sa ureom porast fitoplanktona najviši je pri kraju pokusa, te se može očekivati kasniji maksimum razvoja i fitoplanktona i zooplanktona.

U drugom turnusu razvoj zooplanktona pratio je razvoj skupine Chlorophyta (tabl. 5).

Tablica 5. Odnos između primijenjenih gnojiva, Chlorophyta i ukupnog zooplanktona u drugom turnusu pokusa

Varijanta	Količina NPK (17 : 8 : 9) g	Količina Chlorophyta br. ind/l	Količina ukupnog zooplanktona br. ind/l
A1	0	212	1803
B1	3,3	166.868	3761
C1	4,9	8.715	2882

Veća količina mineralnog gnojiva uvjetovala je masovni razvoj ukupnog fitoplanktona, ali ne i skupine Chlorophyta i ukupnog zooplanktona.

I ovim pokusima primjenom mineralnih gnojiva omogućio se pored fitoplanktona i jači razvoj zooplanktona, iako se nije postigao uvijek očekivani rezultat. Uzroke različitog efekta gnojenja koji su prikriili djelovanje primijenjenih vrsta i doza gnojiva treba tražiti u načinu uzgoja, kvalitativnom sastavu nasadenog planktona, vremenu nasadivanja akvarija, te drugim ekološkim faktorima, prvenstveno temperaturi vode.

ZAKLJUČAK

Na osnovu izvršenih istraživanja o djelovanju mineralnih gnojiva na razvoj fitoplanktona i zooplanktona u laboratorijskim uvjetima može se zaključiti sljedeće:

1. Primijenjena gnojiva urea i superfosfat, KAN i superfosfat i NPK 17 : 8 : 9 stimulirala su razvoj fitoplanktona u akvarijima, najviše skupine Chlorophyta i Cyanophyta, te uvjetovala sličnu dinamiku razvoja planktonskih algi tijekom trajanja pokusa.

2. Najveću ukupnu brojnost fitoplanktona izazvalo je NPK 17 : 8 : 9 gnojivo, a utvrđena je i pozitivna korelacija između količine gnojiva i količine fitoplanktona.

3. Pozitivna korelacija sa primjenom gnojiva i razvojem fitoplanktona utvrđena je i u razvoju zooplanktona i pored nepravilnosti u dinamici razvoja i prosječnih količina u pojedinim varijantama drugog turnusa.

4. Analizirajući dobivene rezultate u svim varijantama akvarija najviše je u razvoju bila stimulirana skupina Cladocera.

Daljnja istraživanja djelovanja gnojiva, uzimajući u obzir, pored bioloških promjena i druge faktore, mogu doprinijeti razumijevanju tog problema i sa teoretskog i sa praktičnog stajališta.

SUMMARY

The Influence of Mineral Fertilizers on Plankton Development in Laboratory Conditions

In order to find out by three combinations the influence of mineral fertilizers on phytoplankton and zooplankton, aquarium experiments were carried out in two shifts. Those combinations in the first shift were: urea and superphosphate (combination A), KAN and superphosphate (combination B), and NPK 17 : 8 : 9 (combination C); the elements nitrogen and phosphorus being represented in equal quantities and relation (100 kg N/10⁴m³ and 20 kg P/10⁴m³ of water).

In the second shift a different dose of NPK 17 : 8 : 9 was examined, in compared with control (the combination A1). Combination B1 had 80 kg N/10⁴m³ and

16 kg P/10⁴m³ of water, and combination C1 had 120 kg N/10⁴m³ and 24 kg P/10⁴m³ of water.

All three kinds of mineral fertilizers had similar effect on dynamics of entire phytoplankton and zooplankton (graph 2 and 3).

In the development of total quantity of phytoplankton, a similar result was obtained by urea and KAN with superphosphate, while the phytoplankton influenced by NPK 17 : 8 : 9 fertilizer was considerably more developed. The development of Chlorophyta was stimulated by all three kinds of fertilizers and Cyanophyta only by KAN and NPK combination (tables 1 and 2, graph 1 and 4).

The zooplankton development was equally stimulated by fertilization with KAN and superphosphate and NPK 17 : 8 : 9; considerably less by fertilization with urea and superphosphate (table 3, graph 1). Although by application of various NPK doses in the second shift the Rotatoria were most numerous, it is a general judgement that by fertilization in aquaria, most stimulated were Cladocera. The dominance of Rotatoria in the second shift can be explained by other factors.

A positive correlation between the development of Cladocera on one side and Cyanophyta on the other is established.

LITERATURA

1. Backiel, T., Wolny, P., 1977: Nawożenie azotowo — fosforowe odgradzonych czesci stawow. I Przebieg i podsumowanie badan. Roczn. nauk roln. SHT. 98, 1, 7—20.
2. Baranov et al., 1970.: Opit povišenja bioproduktivnosti malih ozer putem primenenija mineralnih udobrenij., Ribol. izuč. vnutr. vod., 4, L., 7—10.
3. Bralić et al. 1967.: Pokusi povećanja produktivnosti ribnjaka uvođenjem dušičnih mineralnih gnojiva, Rib. Jugoslavije 2, 42—46.
4. Bralić, V., 1969.: Dinamika zooplanktona u ribnjacima gnojenim sa umjetnim gnojivima. Rib. Jugoslavije 5, 99—100.
5. Bralić, V., 1971.: Rezultati daljnjih istraživanja o utjecaju kombiniranih mineralnih gnojiva na produktivnost pokusnih ribnjaka »Draganići«, Rib. Jugoslavije 2, 21—24.
6. Cure et al., 1971.: Variatia Capacitatii frofice in punctie de unele elemente biogene si microelemente administrate ca ingrasaminte in bazinele piscicole. Bulet. de ce-reet. pisc. XXX, 2, 3—32.
7. Dalečina, N. N., Ljvova, L. M., 1974.: Vlijanije mineralnih udobrenij na kormovuju bazu prudov Nikolaevnogo nerestovovirostnogo hozjajstva. Izv. NII. OZ i reč. ribn. hozj., 95, 170—172.
8. Debeljak, Lj., 1968.: Utjecaj različitih doza kombiniranih mineralnih gnojiva na primarnu organsku produkciju u pokusnim ribnjacima »Draganići«, Rib. Jugoslavije 3, 57—60.
9. Debeljak, Lj., 1970.: Djelovanje mineralnih gnojiva na sezonske promjene fitoplanktona u pokusnim ribnjacima »Draganići«, Rib. Jugoslavije 6, 122—125.
10. Gordienko, O. Z., 1954.: Opit primenenija mineralnih udobrenij pri razvedenij Daphnia, Ribn. hozj., 8, 56—57.
11. Grygierek, et al., 1977.: Nawożenie azotowo-fosforowe odgradzonych czesci stawow. V Zooplankton, Roczn. nauk roln., HT. 98, 1, 105—120.
12. Januszko, M. et al., 1977.: Nawożenie azotowo-fosforowe odgradzonych czesci stawow. IV Fitoplankton. Roczn. nauk roln. H, T. 98, 1, 75—102.

13. Marko, S. et. al., 1971.: Utjecaj prirodne hrane na visinu hranidbenog koeficijenta u uslovima djelovanja mineralnih gnojiva. Rib. Jugoslavije, 1, 2—5,

14. Merla, G., 1976.: Über die Wirksamkeit von Düngung massnahmen in der Karpfenteichwirtschaft. 1. Teil Problematik der Düngung wirkung und Beispiele über unterschiedliche Düngungseffekte. Z. Binnenfisch. DDR, 23, 2, 57—63.

15. Petlina, A. P. 1980.: Obsuždenie problemi tovarnog ribovodstva v Sibiri. Vopr. iht., Nu 4, 672—674.

16. Rappaport, U., Sarig, S. 1978.: The results of manuring on intensive growth fish farming at the Ginosar station ponds in 1977. Bamidgeh, Vol. 30, 2, 27—36.

17. Veltiševa, I. F., Soldatova, E. V. 1956.: Razvedenie dafnij v zemljanih prudah na ribovodnih zavodak. Ribn. hozj., No 6.

18. Willemsen, J., 1980.: Fishery aspects of eutrophication. Hydrobiol. Bull., 14, 1—2, 12—21.

19. Yashov, A., Halery, A., 1972.: Experimental Studies of Polyculture in 1971., Bamidgeh, 24, 2, 31—39.