

MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA ŚCIEKÓW PRZEMYSŁU ROLNO-SPOŻYWCZEGO
I GNOJOWICY DO UŻYŹNIANIA STAWÓW RYBNYCH

Stanisław Lewkowicz

Zakład Doświadczalny PAN w Gołyszcu

Ścieki przemysłu rolno-spożywczego oraz gnojowica z wielkotowarowych ferm zaliczane są do głównych źródeł zanieczyszczających wody powierzchniowe. W okresie kampanijnym przemysłu rolno-spożywczego część rzek zmienia swój skład chemiczny, w wodzie prócz dużej zawartości substancji organicznej nagromadzają się również substancje mineralne powodujące eutrofizację wód, a w konsekwencji wtórne zanieczyszczenie.

Najgroźniejsza dla rybactwa jest duża zawartość w ściekach substancji organicznej, która w czasie rozkładu powoduje spadek zawartości rozpuszczonego w wodzie tlenu do granic powodujących często śnięcie ryb. Paradoxem jest, że te same związki w ściekach, które przy niekontrolowanym zrzucie do wód powodują duże straty w rybostanie, w gospodarce stawowej są stosowane jako środek podnoszący produktywność wód.

W stawach stosuje się zarówno nawożenie mineralne, jak i organiczne w celu zwiększenia naturalnej żyzności stawów, stymulując rozwój fito- i zooplanktonu oraz organizmów bentosowych, które służą jako pokarm dla ryb. Różnica między nawożeniem mineralnym a organicznym w stawach rybnych jest zasadnicza; przy stosowaniu nawożenia mineralnego łańcuch pokarmowy jest wydłużony, bo początkowym ogniwem muszą być drobne rośliny planktonowe, a wnosząc gotową substancję organiczną wpływa się na rozwój wszystkich ogniw troficznych w tym i ryb.

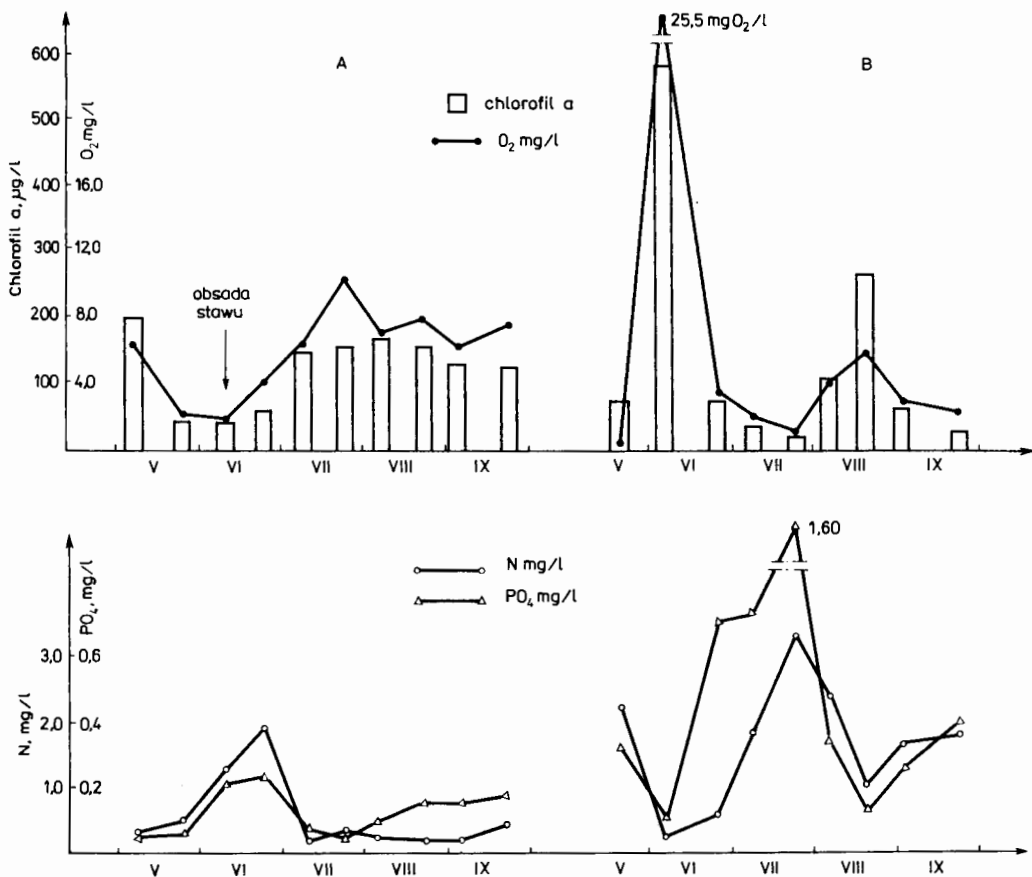
Jak wykazały liczne badania, ścieki z przemysłu rolno-spożywczego nie zawierające związków toksycznych, mogą być z powodzeniem wykorzystywane w gospodarce stawowej, podnosząc znacznie rybacką wydajność tych wód. Do użyźniania stawów rybnych z powodzeniem stosowano następujące ścieki przemysłu rolno-spożywczego: ścieki z cukrowni [2-5, 7-9], ścieki z mleczarni [1, 8], ścieki z rzeźni [8], ścieki z zakładów produkcji nawozów mineralnych [10] oraz oczyszczone ścieki komunalne

[11]. Stosowano dwie metody wykorzystania ścieków: metodę stawów akumulacyjnych głównie w okresie kampanii przemysłu rolno-spożywczego oraz metodę stawów przepływowych (asymilacyjnych), dozując odpowiednio rozcieńczone ścieki do stawów w czasie całego sezonu chowu ryb. W stawach akumulacyjnych samooczyszczanie się ścieków zachodzi w warunkach beztlenowych, a po mineralizacji substancji organicznej na wiosnę stawy obsadza się rybami, natomiast w drugiej metodzie odpowiednio racjonuje się dopływ ścieków tak, aby warunki tlenowe nie limitowały gospodarki rybackiej.

Stawy akumulacyjne można stosować głównie dla przemysłu kampanijnego, np. cukrowniczego, gdzie w krótkim okresie przemysł ten wytwarza dużą ilość ścieków o wysokiej zawartości materii organicznej bez możliwości pełnego oczyszczenia. Ścieki te można akumulować w stawach rybnych w okresie zimowym, a więc po jesiennych odłowach w okresie rybacko nieprodukcyjnym. Metoda ta pozwala na wykorzystanie związków mineralnych, głównie azotu i fosforu uwalnianych w czasie rozkładu substancji organicznych zawartych w ściekach. Uwolnione związki mineralne powodują silny rozwój glonów planktonowych, które są pierwszym ogniwem troficznym określającym żyzność stawów. Wadą metody stawów akumulacyjnych jest uzależnienie czasu samooczyszczania się ścieków od warunków meteorologicznych oraz słabe wykorzystanie związków organicznych zawartych w ściekach do rozwoju planktonu i bentosu jako bazy pokarmowej dla ryb.

Stawy akumulacyjne można uznać za obiekt z trzecim stopniem oczyszczania, gdzie rozkładowi ulega nie tylko substancja organiczna, ale i związki mineralne, głównie azot i fosfor, a w mniejszym stopniu potas. Zawartość azotu i fosforu w wodzie stawów akumulacyjnych po samooczyszczeniu się ścieków zależna jest od procesów biologicznych, a głównie od obsady ryb. W stawach akumulacyjnych, w których obsad ryb nie przeprowadzono stopień wykorzystania azotu i fosforu był dużo niższy niż w stawach obsadzonych karpami (rys. 1). Nadmierny rozwój zooplanktonu w stawach bez ryb (brak żerowania) powoduje eliminację fitoplanktonu, zmniejszenie sorpcji biologicznej, co jest powodem akumulacji w wodzie azotu i fosforu. W badanych stawach akumulacyjnych w ciągu doby zooplankton przefiltrowywał ośmiokrotnie całą objętość wody stawu [5]. W tych warunkach azot i fosfor tylko w małym stopniu są włączone w obieg materii organicznej, a w stawach zaczynają dominować rośliny wyższe, niepożądane z punktu widzenia rybackiego, powodujące zarastanie (rozwój roślinności wynurzanej), lub zacienianie i odcięcie od powietrza (w wyniku rozwoju np. Lemnaceae).

W stawie akumulacyjnym obsadzonym rybami obserwuje się niższy rozwój filtratorów, jako wynik presji ryb, co umożliwia rozwój fitoplanktonu, który przez sorpcje biologiczną eliminuje z wody mineralne związki azotu i fosforu. W wodzie stwierdza się wyższą zawartość rozpuszczonego tlenu (fotosynteza glonów), szybszą



Rys. 1. Zawartość chlorofilu, rozpuszczonego tlenu, azotu mineralnego i fosforanów w wodzie stawów akumulacyjnych
 A - staw z obsadą ryb, B - staw nie zarybiony

mineralizację osadów dennych, w efekcie procesy biologiczne w stawach akumulacyjnych zachodzą tak samo jak w normalnie użytkowanych stawach rybnych. Główny efekt doprowadzenia ścieków - to zastąpienie nawożenia mineralnego związkami azotu i fosforu zawartego w związkach organicznych.

Substancja organiczna zawarta w ściekach może sama być źródłem pokarmu dla zwierząt bezkręgowych, które są pokarmem dla ryb. Zarówno zooplankton, jak zwierzęta żyjące w osadach mogą odżywiać się związkami organicznymi bezpośrednio (materia drobnocząsteczkowa) lub pośrednio, odfiltrowując bakterie, które wykorzystują organiczne substancje rozpuszczone. Wprowadzając do stawów rybnych związki organiczne nie tylko powodujemy efekt nawożenia przez stymulację rozwoju glonów, ale dostarczamy gotowych produktów dla wszystkich ogniw troficznych, stąd efekt użytkowania jest przy racjonalnej gospodarce ściekami dużo wyższy niż przy nawożeniu mineralnym. Główna trudność wykorzystania ścieków w gospodarce stawowej polega na umiejętnym dozowaniu substancji organicznej, przy ciągłej kontroli hydrochemicz-

nej, zwłaszcza nad zawartością rozpuszczonego w wodzie tlenu. Za duża dawka ścieków powoduje z reguły śnięcie wszystkich ryb w stawie. W tym wypadku nie uzyska się odpowiedniej produkcji ryb, zmieniają się także na niekorzyść biologiczne warunki stawu jako oczyszczalni w tym samym stopniu, jak i przy nie zarybionych stawach akumulacyjnych.

Objętość wprowadzanych do stawów ścieków jest uzależniona od stężenia w ściekach substancji organicznej, temperatury wody stawu, nasłonecznienia - jako czynnika ograniczającego fotosyntezę glonów, zawartości rozpuszczonego tlenu w wodzie stawu oraz wielkości rozkładu. Wymienione czynniki wpływają na intensywność respiracji organizmów roślinnych i zwierzęcych żyjących w wodzie i osadach oraz na wielkość fotosyntezy glonów, ścieki można dozować, gdy respiracja nie przeważa nad produkcją tlenu w wodzie stawów.

W Zakładzie Doświadczalnym PAN w Gołyszcu, oprócz stosowania stawów akumulacyjnych dla oczyszczania ścieków cukrowniczych, przeprowadzono doświadczenia nad wykorzystaniem ścieków cukrowniczych i gnojowicy dozując je przez dłuższy okres do stawów, które wcześniej obsadzono rybami. W przypadku wykorzystania ścieków cukrowniczych połączono system stawu akumulacyjnego z asymilacyjnym. Stężone ścieki ze stawu akumulacyjnego w miesiącach wiosennych, wykorzystując różnicę poziomu zalewu, dozowano do stawu obsadzonego karpami. Ścieki te w miarę samooczyszczania w stawie akumulacyjnym miały coraz niższą zawartość substancji organicznej, stąd efekt nawożenia organicznego był coraz słabszy. Dozowanie zaprzestano po wyrównaniu się poziomu zalewu w obu stawach, zbiegło się to również z zakończeniem procesu samooczyszczania w stawie akumulacyjnym.

Do stawu asymilacyjnego o powierzchni 7 ha od połowy kwietnia do końca maja wprowadzono ogółem 25 tys. m³ ścieków zawierających średnio N ogólnego 12,5 mg/l, PO₄ 1,80 mg/l i twardości 32^on. Zawartość substancji organicznej w dozowanych ściekach wynosiła około 280 mg O₂/l jako ChZT i 160 mg O₂/l wyrażona w BZT₅. Kontrolowany zrzut ścieków do stawu obsadzonego rybami nie wpłynął niekorzystnie na warunki tlenowe, ponieważ zwiększony pobór tlenu przez rozkładającą się substancję organiczną był równoważony intensywniejszą fotosyntezą glonów, których biomasa była wyższa niż w stawach, gdzie ścieków nie stosowano. W porównaniu ze stawem kontrolnym, w którym ścieków nie stosowano, zmienił się skład chemiczny wody; przede wszystkim zwiększony został poziom makroelementów (wapń, magnez, potas i sód), w mniejszym stopniu wzrost poziomu azotu i fosforu, które na bieżąco były biologicznie sorbowane (tab. 1).

Zwiększenie stopnia zbuforowania wody w wyniku wprowadzenia ścieków jest zjawiskiem korzystnym, ponieważ stawy te przy nawożeniu mineralnym reagują wysokim odczynem wody dochodzącym do pH 10,8 z powodu niedostatku CO₂ i dwuwęglanów w czasie fotosyntezy glonów. Stwierdzony w tych stawach odczyn wody przy nawożeniu mi-

Tabela 1

Porównanie niektórych wartości składu chemicznego wody stawu kontrolnego (A)
i użytkowanego ściekami (B)

Data	pH		Alkaliczność Twardość ogólna me/l				PO ₄ mg/l				Azot mineralny N mg/l (NO ₂ +NO ₃ +NH ₄)				Azot organiczny N mg/l		ChZT O ₂ mg/l	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
23.IV.	-	8,30	-	2,94	-	8,90	-	0,06	-	0,36	0,65	-	3,32	-	-	46,7	-	-
7.V.	8,15	8,00	0,62	4,51	3,25	11,90	0,12	0,07	0,36	0,51	0,84	1,94	14,4	14,4	52,2	14,4	14,4	
20.V.	7,50	7,75	0,80	4,80	3,50	12,90	0,18	0,20	0,28	0,43	0,77	1,61	22,6	22,6	44,0	22,6	22,6	
3.VI.	7,20	7,80	0,80	3,33	3,40	8,65	0,07	0,14	0,23	0,25	0,52	1,21	38,3	38,3	43,4	38,3	38,3	
17.VI.	7,65	8,80	0,84	1,95	3,45	5,70	0,05	0,09	0,18	0,20	0,57	1,60	33,1	33,1	36,5	33,1	36,5	
1.VII.	7,40	9,00	0,80	1,47	3,10	4,30	0,05	0,07	0,29	0,28	0,40	1,05	18,5	18,5	37,0	18,5	37,0	
15.VII.	7,20	8,60	0,85	1,45	3,25	4,15	0,06	0,12	0,38	0,33	0,61	1,07	19,4	19,4	31,2	19,4	31,2	
4.VIII.	7,15	8,50	1,02	1,38	3,50	3,85	0,07	0,04	0,39	0,23	0,72	0,82	28,4	28,4	29,9	28,4	29,9	
12.VIII.	7,30	7,70	1,03	1,80	3,70	4,90	0,23	0,17	0,29	0,28	1,18	1,30	30,8	30,8	32,3	30,8	32,3	
26.VIII.	7,60	7,90	1,05	2,05	3,55	5,75	0,16	0,11	0,29	0,32	1,00	1,53	32,3	32,3	47,1	32,3	47,1	
9.IX.	7,10	7,80	1,02	2,16	3,60	6,30	0,05	0,09	0,22	0,27	1,03	1,30	32,4	32,4	42,2	32,4	42,2	
23.IX.	7,65	8,15	0,90	2,10	3,60	6,25	0,14	0,06	0,30	0,29	1,00	2,50	25,7	25,7	35,2	25,7	35,2	
15.X.	7,50	7,65	0,98	1,90	3,85	6,20	0,13	0,21	0,37	0,42	0,95	3,25	24,8	24,8	54,3	24,8	54,3	

T a b e l a 2

Odczyn, zawartość węglanów, węgla i azotu organicznego w osadach dennych stawów bez użyźniania ściekami (A), z dozowaniem ścieków (B) i akumulacyjnego (C)

Staw	Warstwa osadów cm	pH	CaCO ₃ %	Węgiel org. % C	Azot org. % N
A	0-1	6,30	0,06	4,10	0,48
	1-10	6,65	0,08	3,90	0,35
B	0-1	7,05	0,14	1,85	0,18
	1-10	7,20	0,08	1,65	0,15
C	0-1	7,50	2,50	2,35	0,34
	1-10	7,50	1,03	2,20	0,22

neralnym jest na granicy przeżywalności ryb, natomiast w stawach użyźnianych ściekami odczyn wody nigdy nie przekraczał pH 9 [4]. Użyźnianie stawu przeprowadzone w okresie wiosennym miało duży wpływ na cały okres bytowania ryb w stawie i nawet przy końcu sezonu zawartość związków organicznych, wyrażonych jako ChZT, była prawie o 1/3 wyższa niż w stawie kontrolnym.

Użyźnianie stawu ściekami wpływa nie tylko na zmianę składu chemicznego wody, ale i osadów dennych (tab. 2). Największe zmiany zachodzą w stawach akumulacyjnych, zwłaszcza pod wpływem biologicznego odwapniania ścieków, w osadach nagromadzają się węglany wapnia, wpływając na odczyn gleby stawowej. Nie obserwuje się natomiast nagromadzenia substancji organicznej, która przy wieloletnim użytkowaniu stawów mogłaby wpłynąć na pogorszenie warunków bytowania ryb.

W ostatnich latach w nawożeniu stawów zaczęto stosować bydłą gnojowicę. Jest to bardzo dobry nawóz organiczny, łatwo dostępny i co najważniejsze, istnieje możliwość dozowania przez cały sezon wegetacyjny. Ze względu na konsystencję gnojowicy istnieje możliwość rozprowadzania po całej powierzchni lub tylko na wydzielone części stawu. Pierwsze doświadczenia nad wpływem gnojowicy na przyrosty ryb przeprowadzono w stawach przysadkowych obsadzonych wylęgiem karpia [5]. Badania prowadzono w dwunastu stawach doświadczalnych, z których cztery nawożone były gnojowicą, w czterech stosowano nawozy mineralne i w czterech nie stosowano żadnego nawożenia. W ciągu pięcioletniego zalewu stawów zastosowano pięć doz gnojowicy i pięć doz nawozów mineralnych. Przy odłowach stwierdzono bardzo dobre efekty rybne zarówno w stawach nawożonych gnojowicą, jak i nawożonych mineralnie.

Najbardziej interesujący był mały wpływ stosowania gnojowicy na rozwój glonów planktonowych w porównaniu z nawożeniem mineralnym, natomiast w stawach nawożonych gnojowicą stwierdzono większą biomasę zooplanktonu, który jest głównym po-

karmem wylęgu karpia. Bezpośredni wpływ gnojowicy na rozwój bazy pokarmowej ryb jest niezmiernie ważny, ponieważ w stawach obsadzonych wylęgiem ryb, przy niesprzyjających warunkach meteorologicznych i przy krótkotrwałości zalania, często nawożenie mineralne nie daje pożądaných efektów.

Otrzymane wyniki były zgodne z danymi z podobnych doświadczeń przeprowadzonych w innych krajach [6]. W doświadczeniach tych stwierdzono bardzo dobre wykorzystanie gnojowicy przez ryby, przyrost ryb w przeliczeniu na suchą masę gnojowicy podobny był jak przy stosowaniu wysokobiałkowych pasz.

Następne badania przeprowadzono pod wpływem długotrwałego dozowania gnojowicy do stawu na warunki bytowania ryb. W tym celu w 1981 r. staw o powierzchni 1,40 ha obsadzono w czerwcu wylęgiem karpia, do końca sezonu (październik) stosowano gnojowicę w dozach po 2 m³ 2-3 razy w ciągu tygodnia. Ogółem zastosowano 40 doz gnojowicy, rozbryzgując pod ciśnieniem na powierzchnię wody wzdłuż jednej grobli stawu.

Badano takie parametry środowiska, jak: zawartość rozpuszczonego w wodzie tlenu w różnych miejscach stawu, zawartość mineralnych i organicznych form azotu i fosforu, rozwój glonów planktonowych, zawartość związków organicznych w wodzie stawu. Badania te wykazały, że stosowana ilość gnojowicy (o zawartości około 2% suchej masy) nie wpłynęła istotnie na pogorszenie warunków tlenowych, akumulację mineralnych form azotu ani na silny wzrost substancji organicznej w wodzie stawów (tab. 3). Jednak po kilku dozach zaznaczył się silniej wpływ gnojowicy na zmniejszenie rozpuszczonego w wodzie tlenu, co było spowodowane wyższą od przeciętnej zawartości w gnojowicy związków organicznych. Przy dozach przekraczających 8 mg suchej masy gnojowicy na 1 wody stawu zawartość tlenu obniżyła się do poziomu poniżej 4 mg O₂/l, w tym okresie stwierdzono również wyższą zawartość azotu amonowego i fosforanów w wodzie stawu. Doświadczenie wykazało, że ilość stosowanych nawozów musi być uzależnione od zawartości w gnojowicy masy organicznej, przedozowanie może doprowadzić do śnięcia ryb. Podobnie jak w poprzednich badaniach, stwierdzono bardzo słaby rozwój glonów planktonowych, prawdopodobnie będących pod presją rozwijającego się na nawozach organicznych zooplanktonu.

Prowadzono równocześnie obserwacje nad warunkami bytowania ryb w stawie porównawczym obsadzonym w tym samym okresie wylęgiem, lecz nawożonym nawozami mineralnymi. Z powodu niekorzystnego wpływu nawożenia mineralnego (rozwinęły się glony nitkowate) przy pH 10,8 nastąpiło śnięcie ryb i po dwumiesięcznym zalewie spuszczone wodę ze stawu. Natomiast przy nawożeniu organicznym tylko na początku obserwacji odczyn wody przekroczył pH 8.

Przy jesiennych odłowach stwierdzono wysoką wydajność stawu nawożonego gnojowicą wynoszącą 930 kg/ha przyrostu przy zużyciu około 1 kg karmy na 1 kg ryb. W porównaniu z innymi stawami o intensywnej produkcji materiału zarybieniowego, gdzie na wyprodukowanie 1 kg ryb potrzeba więcej niż 2 kg paszy granulowanej,

Zawartość niektórych związków mineralnych i organicznych w wodzie stawu nawożonego gnojowicą

Data	pH	Azot mineralny ($\text{NO}_2 + \text{NO}_3 + \text{NH}_4$) N-mg/l	Azot organiczny N mg/l	Fosforany PO_4 mg/l	Fosfor ogólny PO_4 mg/l	ChZT O_2 mg/l	Tlen rozp. O_2 mg/l	Chlorofil "a" $\mu\text{g/l}$
11.VI.	7,70	0,42	1,80	0,26	1,28	55,8	7,04	24
16.VI.	8,40	0,55	1,45	0,13	0,75	37,2	8,00	50
30.VI.	7,60	1,34	0,93	0,30	0,60	26,4	5,92	15
7.VII.	8,00	1,42	1,14	0,53	0,85	31,1	2,88	15
14.VII.	8,10	1,03	0,84	0,50	0,80	29,6	4,00	10
23.VII.	8,00	0,59	1,37	0,13	0,28	31,1	7,64	30
30.VII.	7,50	0,40	1,77	0,09	0,30	32,6	6,56	60
6.VIII.	7,30	0,92	1,11	0,25	0,60	29,0	6,24	35
12.VIII.	6,60	0,58	0,89	0,21	0,58	26,2	2,48	28
19.VIII.	6,90	0,68	1,23	0,20	0,63	31,7	4,96	35
26.VIII.	7,20	-	-	-	0,58	30,4	4,88	-
3.IX.	7,60	0,74	1,33	0,10	0,45	29,0	6,88	55
9.IX.	7,50	0,40	1,38	0,11	0,45	26,4	8,64	75
18.IX.	7,70	0,92	1,07	0,21	0,70	30,8	3,60	50
25.IX.	7,00	0,88	1,19	0,19	0,68	30,8	4,32	60
1.X.	6,50	1,10	1,10	0,38	0,85	28,6	3,76	40
9.X.	6,40	-	-	-	-	28,6	3,68	-

otrzymane wyniki wskazują, że większa część przyrostu spowodowana była wykorzystaniem substancji organicznej z nawożenia gnojowicą. Barięą ograniczającą stosowanie wyższych doz gnojowicy jest zawartość rozpuszczonego tlenu w wodzie stawów. Ponieważ głównym źródłem rozpuszczonego tlenu w wodzie jest fotosynteza glonów, wszystkie czynniki ograniczające rozwój fitoplanktonu będą również ograniczały ilość doprowadzanej gnojowicy. Do czynników ograniczających rozwój glonów, prócz warunków meteorologicznych, będą należały: nadmierny rozwój filtratorów (głównie Cladocera), co występuje przy zbyt niskiej obsadzie ryb lub gdy ryby nie żerują, oraz dostępność dla fitoplanktonu mineralnych form azotu i fosforu. Wyniki badań wykazują, że ilości mineralnych form azotu i fosforu mogą być zbyt niskie do intensywnego rozwoju fitoplanktonu, i dodatkowo należałoby stosować uzupełniające nawożenie mineralne. Otrzymane wyniki potwierdzają możliwość wykorzystania płynnych nawozów organicznych do użytkowania stawów, gdzie zachodzi nie tylko eliminacja mineralnych i organicznych związków, ale otrzymuje się tanie źródło białka, jakim jest produkcja ryb.

LITERATURA

1. Danielewski S.: Oczyszczanie i utylizacja ścieków komunalnych i mleczarskich w stawach. Roczn. Nauk. Rol., ser. H, 100, 2, 9-27, 1983.
2. Kyselova K.: The plankton of ponds enriched with wastes from beet sugar factories. Acta Hydrob., 15, 1, 51-88, 1973.
3. Lewkowicz S.: Chemical changes in the water and accumulation stratum of soils in ponds fertilization with beet-sugar factory wastes. Acta Hydrob., 1973. vol. 15, 1, 1-49, 1973.
4. Lewkowicz M.; Lewkowicz S.: The role of zooplankton in selfpurification of the pond after five years of fertilization with sugar wastes. Pol. Arch. Hydrob., 22, 311-326.
5. Lewkowicz M., Lewkowicz S.: Organic and inorganic nutrient enrichment and the living conditions of carp fry in first rearing pond. Physico-chemical factors and the zooplankton. Acta Hydrob., 18, 3, 235-257, 1976.
6. Moaw R., G. Wohlfarth, G. L. Schroeder, G. Hulata and H. Barash: Intensive polyculture of fish in freshwater ponds. I. Substitution of extensive feeds by liquid cow manure. Aquaculture, 10, 25-43, 1977.
7. Prosjanyj V. S., Z. A. Makina, E. M. Francuzova: Ispolzovanie vodoemov stočnych vod sacharnych zavodov dlja vyraščivania ryby. Rybnoe Chozj., 41, 2, 21-25, 1965.
8. Pytlik R.: Oczyszczanie ścieków domowych oraz organicznych ścieków przemysłowych metodą stawów akumulacyjnych i asymilacyjnych. Biul. Zakł. Biol. Stawów PAN, 5, 119-132, 1957.
9. Sladeček V., Z. Cyrus, A. Borovičkova: Hydrobiological investigation of a treatment of a beet sugar factory's wastes in an experimental lagoon. Sborn. Vysoké Školy Chemicko-Technol. Paliva a Vody, 2, 2, 7-120, 1958.
10. Szlauer L., Szlauer B.: Utilization of sewage effluent released by a mineral fertilizers-producing plant for zooplankton and carp fry rearing. Conference of Aquaculture, Szymbark, Poland. Pol. Hydrob. Soc., 1977.
11. Wolny P.: Przydatność oczyszczonych ścieków miejskich do hodowli ryb. Roczn. Nauk Rol., ser. B, 81, 2, 231-249, 1962.