

Józef KOC, Helena GAWROŃSKA, Zbigniew WRÓBEL

Wpływ składowania gnojowicy trzody chlewnej w lagunach na stan wód powierzchniowych i podziemnych

Abstract

The influence of slurry storage in the ground reservoirs on the condition of surface and ground waters. The research on the effectiveness of slurry accumulating from big farms in a ground reservoir system and its influence on the water quality has been conducted. After 15 years of functioning of this system it turned out that the three-ground-reservoir system is sufficient.

As the result of physical, chemical and microbiological processes the reduction of content by 80% dry mas, 91% COD, 94% oxidability, 94% BOD₅, 57% nitrogen, 84% phosphorus, 71% calcium and 82% magnesium in slurry occurred. The content in slurry after stocking was an average: 0,27% dry residue, 0,047% nitrogen, 0,005% phosphorus, 0,024% potassium and it was suitable for grassland sprinkling.

The sediments from the ground reservoirs were characterized by a great concentration of dry residue (16,8%) as well as nutrients. They could be used for organic fertilizers production. Part of organic matter has penetrated into the ground and water. It caused pollution of surface and ground water to such an extent making this water limited for consumption and economy.

Key words: pig slurry, storage in the ground reservoirs, ground water pollution.

Wstęp

Bezściółkowy system chowu inwentarza, szczególnie tuczu trzody chlew-

nej, funkcjonuje nadal w naszym rolnictwie, a w gospodarstwach wielkotowarowych dominuje. Trudności z utylizacją dużych ilości gnojowicy spowodowały konieczność poszukiwania metod redukcji zawartości substancji organicznych i biogenów w gnojowicy oraz utylizacji tak podczyszczonej gnojowicy (Vetter, Klasik 1972; Koc 1984; Borys, Żyliński 1985). Stosowane dotychczas metody sztucznego oczyszczania gnojowicy, przy bardzo wysokich kosztach tego procesu, nie powodują zmniejszenia ilości zanieczyszczeń w takim stopniu, aby mogła ona być odprowadzana do wód powierzchniowych (Koc 1977; Zeuschner 1985). Wobec tego podstawowym sposobem zagospodarowania gnojowicy jest ciągle rolnicze jej wykorzystanie. Problemy występują głównie w dużych fermach, gdzie do racjonalnego zagospodarowania gnojowicy potrzeba znacznych areałów użytków rolnych, a koszty jej transportu zależą głównie od wielkości rozłogu gruntów nawożonych. Metodą budzącą nadzieję na zmniejszenie areału gleb niezbędnego do utylizacji gnojowicy przy równoczesnej minimalizacji kosztów miało być przetrzymywanie jej w lagunach ziemnych. Podczas

składowania gnojowica podlega procesom fizykochemicznym i mikrobiologicznym, w wyniku których ulega ona rozwarstwieniu na frakcję płynną i osad. Niepokojące są jednak środowiskowe skutki gromadzenia gnojowicy w lagunach ziemnych (Borys, Żyliński 1985). Obawę budzi możliwość przemieszczania związków organicznych i składników rozpuszczalnych do gruntu, a następnie do wód podziemnych. Skutki tego procesu, ze względu na powolny proces migracji zanieczyszczeń w gruncie, mogą być zauważone dopiero po wielu latach. Również usunięcie zanieczyszczeń z gruntu i wód podziemnych jest procesem długotrwałym.

W pracy niniejszej przedstawiono wyniki badań przebiegu procesu składowania gnojowicy w lagunach i przemieszczania zanieczyszczeń z gnojowicy do wód podziemnych.

Materiał i metody badań

Badania przeprowadzono na fermie tuczu trzody chlewnej o cyklu zamkniętym i rocznej produkcji 25 tys. tuczników w Strzebielinie Morskim. Teren, na którym zlokalizowano omawianą fermę, zalicza się w skład Pojezierza Koszalińskiego, mezoregionu Pradolina Łeby-Redy. Pradolina odpływały wody w okresie zanikania zlodowacenia bałtyckiego. Przepływające wody wywarły główny wpływ na ukształtowanie dna pradoliny, determinując układ stosunków wodnych. Zachodnia część terenu jest odwadniana przez Łebę, wschodnia zaś przez rzekę Redę. Łeba – wpadając do pradoliny – usypała stożek napływowy, u którego

podnóża na rzędnej 49 m n.p.m. położone są źródła Redy. W obrębie pradoliny czwartorzędowa warstwa wodonośna zasilana jest lateralnie od strony wysoczyzn oraz przez infiltrację opadów atmosferycznych.

Warstwy wodonośne występują tu pod utworami piaszczystymi o dużej przepuszczalności gruntu (5–15 m/dobę), bez izolacji utworami nieprzepuszczalnymi. Wysoki poziom wód gruntowych powoduje, że warstwa aeracji jest tu bardzo płytka.

Gnojowica z fermy w ilości 390 m³/dobę tłoczona była rurociągiem długości 2 km do lagun. Do magazynowania gnojowicy wybudowano pięć lagun o łącznej pojemności 286,2 tys. m³. Laguny między sobą i od sąsiedniego terenu oddzielone są groblami ziemnymi. Dno lagun uszczelniono betonem kładzionym metodą na sucho, a skarpy grobli – płytami betonowymi. W trakcie eksploatacji uszczelnienie to uległo uszkodzeniu.

Badania przebiegu procesu składowania gnojowicy w lagunach oraz jego wpływu na jakość wód powierzchniowych i podziemnych przeprowadzono po 15 latach funkcjonowania systemu. Wody powierzchniowe do badań pobierano z rowu melioracyjnego odprowadzającego wody z przesiąku poziomego z lagun. Jako tło przyjęto skład wód rzeki Łeby. Wody podziemne pobierano z dwu poziomów. W tym celu wykorzystano otwory obserwacyjne – piezometry, zamontowane w latach osiemdziesiątych. Piezometry zamontowane są parami – płytkie zafiltrowane na głębokości 10 m i głębokie zafiltrowane na głębokościach od 32 do 72 m. Jedna para piezometrów usytuowa-

na jest między lagunami, a druga w odległości 500 m, na linii spływu wód podziemnych. Jako tło hydrochemiczne wód wolnych od wpływu gnojowicy przyjęto stan jakości wody z piezometrów zamontowanych po przeciwnej stronie działu wodnego, w strefie odwadnianej przez rzekę Redę. Próby wody do badań pobrano trzykrotnie: 4 czerwca, 7 października i 6 listopada 1991 roku. Wszystkie oznaczenia wykonano zgodnie z Normami Polskimi. Obejmowały one:

- suchą pozostałość przez odparowanie i wysuszenie w 105°C – wagowo,
- pozostałość po prażeniu w 550°C, – wagowo,
- zawiesiny – wagowo,
- tlen rozpuszczony – metodą Winklera,
- odczyn – potencjometrycznie,
- BZT₅ – metodą wprost i metodą rozcieńczeń,
- utlenialność – metodą nadmanganową,
- ChZT – metodą dwuchromianową,
- azot amonowy – metodą destylacji,
- azotyny – kolorymetrycznie z odczynnikiem Grissa,
- azotany – kolorymetrycznie z kwasem fenolodwusulfonowym,
- azot ogólny – metodą Kjeldahla,
- fosfor fosforanowy – kolorymetrycznie z molibdenianem amonowym,
- fosfor ogólny – kolorymetrycznie z molibdenianem amonowym po uprzedniej mineralizacji,
- żelazo – kolorymetrycznie z rodankiem amonowym,
- mangan – kolorymetrycznie z odczynnikiem rtęciowo-srebrowym,
- wapń – miareczkowo z wersenianem dwusodowym,
- chlorki – metodą Mohra,

- siarczany – metodą wagową.

Wyniki badań

Gnojowica świńska z badanej fermy charakteryzowała się bardzo niską zawartością składników (tab. 1) w porównaniu z danymi literatury (Koc 1977). Niską zawartość suchej masy i składników mineralnych należy przypisać głównie znacznemu jej rozcieńczeniu wodą. Dzienna ilość gnojowicy wynosiła bowiem 150 dm³ od sztuki dużej, tj. trzykrotnie więcej niż w przypadku produkcji z minimalnym (20%) dodatkiem wody używanej do celów higienicznych. Jest to charakterystyczne dla dużych ferm (Koc 1977, 1984). Z nadmiernym rozcieńczeniem wodą związane jest też niższe ChZT, utlenialność i BZT₅ gnojowicy. Pojemność pięciu lagun równa się dwuletniej produkcji gnojowicy. Gnojowica surowa pompowana była do laguny I, a stąd okresowo przepompowywano ją do laguny II i kolejno – III i IV. W związku z tym, że nie wszystkie były użytkowane równocześnie, cały cykl składowania i uzdatniania gnojowicy w lagunach trwał około jednego roku. Związane to było przede wszystkim z możliwościami jej rozde-szczowywania na przeznaczonych do tego celu gruntach rolnych. W okresie składowania gnojowicy zachodzą w niej procesy prowadzące do redukcji zawartości substancji organicznych i mineralnych (tab. 1 i 2). Dane przedstawione w tych tabelach wskazują, że składowanie gnojowicy w lagunach powoduje znaczną redukcję zawartości substancji organicznych i mineralnych. Powodowane to jest zachodzącymi w gnojowicy procesami

TABELA 1. Skład chemiczny gnojowicy

Wskaźnik	Jednostka miary	Gnojowica surowa	Gnojowica po składowaniu, z laguny			
			I	II	III	IV
Sucha masa	%	1,30	0,496	0,339	0,259	0,269
ChZT	mg O ₂ /dm ³	13274	2009	1246	682	1211
Utlenialność	mg O ₂ /dm ³	6280	1400	520	320	407
BZT ₅	mg O ₂ /dm ³	5521	594	398	208	312
Popiół	%	0,177	0,161	0,150	0,123	0,122
C ogółem	%	0,448	0,122	0,058	0,026	0,041
N ogółem	%	0,110	0,078	0,065	0,034	0,047
N-NH ₄ ⁺	%	0,050	0,062	0,054	0,027	0,034
P	%	0,031	0,019	0,007	0,005	0,005
K	%	0,032	0,028	0,026	0,026	0,024
Ca	%	0,021	0,017	0,010	0,008	0,006
Mg	%	0,011	0,008	0,005	0,003	0,002
Na	%	0,012	0,011	0,008	0,007	0,006

TABELA 2. Redukcja wskaźników zanieczyszczeń w poszczególnych lagunach (wartość wskaźnika przy wprowadzeniu gnojowicy do danej laguny = 100)

Wskaźnik	W lagunie				Ogólnie po procesie składowania
	I	II	III	IV	
Sucha masa	62	32	24	-4	80
ChZT	85	38	45	-78	91
Utlenialność	78	63	38	-27	94
BZT ₅	89	33	48	-50	94
Popiół	9	7	18	1	31
C ogółem	73	52	55	-58	91
N ogółem	31	17	48	-38	57
N-NH ₄	-24	13	50	-26	32
P	39	63	29	0	84
K	12	7	1	8	25
Ca	19	41	20	25	71
Mg	28	37	40	50	82
Na	8	27	12	14	50

fizycznymi (sedymentacja i flotacja), chemicznymi (utlenianie) i mikrobiologicznymi (głównie rozkład wielkocząsteczkowych związków organicznych do związków prostych). Prowadzi to z jednej strony do rozdzielenia gnojowicy na osad, warstwę płynną i tak zwany kozuch, z

drugiej zaś do zmniejszenia koncentracji poszczególnych składników w płynnej gnojowicy.

W omawianym obiekcie największą redukcję zanieczyszczeń uzyskano w lagunie I. Zawartość substancji organicznych zmniejszyła się o 73–89%, azotu o

31%, fosforu o 39% i pozostałych makroskładników o 8–28%. Spadek zawartości ogółem azotu przy równoczesnym wzroście koncentracji azotu amonowego jest potwierdzeniem beztlenowego kierunku przemian w gnojowicy przetrzymywanej w tej lagunie. Warstwę płynną z laguny I przepompowywano do laguny II, a następnie III. W lagunach tych sedymentacja odgrywała już mniejszą rolę, o czym świadczy niewielka warstwa osadów, dominującą rolę odgrywały zaś procesy rozkładu w tym mineralizacja. Wskazuje na to wysoka redukcja wskaźników substancji organicznych (ChZT odpowiednio o 38 i 45%, BZT₅ o 33 i 48%, węgla o 52 i 55%), azotu ogółem (o 17 i 47%). Równocześnie występująca redukcja fosforu (o 63 i 29%), wapnia (o 41 i 20%) i magnezu (o 37 i 40%) jest wynikiem procesów wytrącania i sedymentacji osadów.

Ostateczny proces podczyszczania gnojowicy następował w lagunie IV. Dane przedstawione w tabeli 1 i 2 wskazują na nieco odmienny charakter zachodzących tu przemian. Wprawdzie nadal występowało wytrącanie i sedymentacja osadów (redukcja zawartości składników popielnych), lecz istotną rolę zaczęły odgrywać już procesy syntezy (wzrost wskaźników substancji organicznej i azotu).

Cały proces składowania gnojowicy w lagunach powodował bardzo wysoką redukcję zanieczyszczeń organicznych: BZT₅ (94%), utlenialność (94%) i ChZT (91%) (por. tabela 2). Znaczna była również redukcja suchej masy (80%) fosforu (84%), magnezu (82%), i wapnia (71%). Niska była natomiast redukcja składni-

ków łatwo rozpuszczalnych (sód, potas), które wiązane były głównie w procesach biologicznych. Redukcją azotu wynosiła 57%. Azot ulegał wytrącaniu w osadach i zatrzymaniu w komórkach mikroorganizmów oraz utlenianiu. Z chwilą gdy znalazł się on w minimum, następowała asymilacja tego składnika z powietrza.

W rozpatrywanym obiekcie uzyskano wysoką sprawność systemu lagun, znacznie przewyższającą efekty, jakie podają inni autorzy (Porczyńska i in. 1979). Wynika to prawdopodobnie ze stopniowania przebiegu procesu. Uzyskana redukcja zanieczyszczeń jest porównywalna z efektami osiąganymi w oczyszczalniach gnojowicy (Koc 1977). Gnojowicę z laguny III i IV można wprawdzie uznać za podczyszczoną, jednak z uwagi na zbyt wysokie stężenia i ładunki substancji organicznej, biogenów i soli (tab. 1) nie może ona być odprowadzana do wód powierzchniowych.

Gnojowica po składowaniu w lagunach posiada natomiast właściwości fizyczne i chemiczne, kwalifikujące ją do rozdeszczowywania na uprawach rolnych. Dawki roczne i polewowe powinny być ustalane na podstawie zapotrzebowania roślin na azot, gdyż spośród podstawowych składników pokarmowych roślin (NPK) występuje on w największych ilościach. Stosunek N:P:K w podczyszczonej gnojowicy odbiega znacznie od wymagań roślin uprawnych. W stosunku do ilości azotu występują niedobory fosforu i potasu. Składniki te powinny być uzupełnione poprzez nawożenie.

Wytrącone z gnojowicy zawiesiny gromadziły się głównie w lagunie I. Wytworzony osad swoją konsystencją przy-

pomina surowe osady ściekowe, zaś składem chemicznym zbliżony jest do nawozów organicznych (tab. 3). Stosowanie jego w stanie surowym byłoby jednak niewskazane ze względu na półpłynną konsystencję, dużą objętość i uwodnienie, zwiększające koszty transportu. Ponadto w osadach tych stwierdzono niedobór potasu w stosunku do azotu i fosforu.

Obliczona na podstawie objętości i gęstości ilość wytrąconych osadów po 15 latach funkcjonowania całego systemu wynosiła około 80 tys. ton. Z przeprowadzonego przybliżonego bilansu składników wynika, że w osadach znajdowała się tylko część składników wytrąconych z gnojowicy. Z całkowitej ilości zredukowanej w lagunach w osadach znajdowało się 60% suchej masy, 46% węgla i 35% azotu. Można przyjąć, że główną drogą ubytku substancji organicznych była mineralizacja do składników lotnych. Przemieszczanie się produktów przemian związków organicznych do gruntu pod lagunami było procesem drugorzędym. Niepokojące jest natomiast zjawisko, że tylko część popiołu wytrąconego z gnojowicy stwierdzono w osadach. Ze skład-

ników mineralnych jedynie fosfor i wapń pozostały w nich w 90%. Takie składniki, jak sód, potas, i magnez zostały zatrzymane w osadach w niewielkich ilościach, odpowiednio: 3, 14 i 25%. Jediną drogą ubytku składników popielnych mogło być ich przemieszczenie do gleby i wód gruntowych.

Przeprowadzone badania wody rowu melioracyjnego wykazały znaczną koncentrację substancji organicznych i związków biogenych (tab. 4). Wody wypływające z terenu między lagunami i obok lagun charakteryzowały się 2–7-krotnie wyższymi wskaźnikami zanieczyszczenia substancją organiczną niż rzeka Łeba, zbierająca wody ze zlewni o zbliżonej budowie geologicznej, przyjęta jako tło porównawcze. Jeszcze wyższy był wzrost koncentracji biogenów: w przypadku fosforu 24-krotny, azotu 52-krotny. Azot w wodzie rowu melioracyjnego znajdował się głównie w formie amonowej, fosfor zaś w postaci organicznej.

Także skład chemiczny wód podziemnych pod lagunami różnił się znacznie od tła hydrochemicznego. Dotyczy to zarówno I poziomu wodonośnego, jak i

TABELA 3. Skład chemiczny osadów z lagun

Oznaczenie	Zawartość % świeżej masy	Ilość zgromadzona w osadach (t)	Roczna kumulacja	
			(t)	% wytrąceń
Sucha masa	16,81	13448	897	60
C ogółem	5,08	4064	271	46
N ogółem	0,60	480	32	35
P	0,63	504	33,6	90
K	0,03	24	1,6	14
Ca	0,31	247	16,5	89
Mg	0,06	48	3,2	25
Na	0,005	4	0,27	3

TABELA 4. Wpływ składowania gnojowicy w lagunach na skład chemiczny wód powierzchniowych

Wskaźnik	Jednostka miary	Rów melioracyjny	Rzeka Łeba
Sucha pozostałość	mg/dm ³	516,4	234,4
Pozostałość po prażeniu	mg/dm ³	376,1	194,2
Straty po prażeniu	mg/dm ³	140,3	40,2
Zawiesiny	mg/dm ³	45,5	36,0
ChZT	mg O ₂ /dm ³	1116,0	26,0
Utlenial. nadmanganianu	mg O ₂ /dm ³	49,6	6,4
BZT ₅	mg O ₂ /dm ³	8,0	1,2
Azot amonowy	mg N/dm ³	68,79	0,29
Azot azotynowy	mg N/dm ³	0,130	0,011
Azot azotanowy	mg N/dm ³	2,67	0,48
Azot organiczny	mg N/dm ³	29,00	1,14
Azot ogólny	mg N/dm ³	100,65	1,95
Fosfor fosforanowy	mgP/dm ³	0,707	0,063
Fosfor organiczny	mg P/dm ³	1,449	0,028
Fosfor ogólny	mg P/dm ³	2,155	0,091
Wapń	mg Ca/dm ³	60,5	64,3
Żelazo	mg Fe/dm ³	2,91	0,25
Mangan	mg Mn/dm ³	0,06	n.w.
Chlorki	mg Cl/dm ³	41,3	8,0
Siarczany	mg SO ₄ /dm ³	57,4	19,7

wód głębinowych (tab. 5). W wodach tych nastąpił znaczny spadek ilości rozpuszczonego tlenu. Badania wód podziemnych na linii ich spływu w odległości kilkuset metrów od lagun i terenów nawożonych gnojowicą wykazały tylko częściową odbudowę zapasu tlenu.

W wodach I poziomu pod lagunami nastąpił silny wzrost ilości substancji organicznej, co obrazowała brunatna ich barwa i potwierdził 16-krotny wzrost BZT₅ oraz 4,5-krotny wzrost ChZT i 4-krotny wzrost utlenialności. Bardzo znacznie wzrosła ilość azotu (52-krotnie) i fosforu (12-krotnie). Gromadzenie się fosforu, głównie w formie organicznej i azotu w formie amonowej, przy niewielkim udziale azotanów, potwierdza wykazane wcześniej beztlenowe warunki w wodach pod lagunami. Wskaźnikiem zanieczyszczenia tych wód jest też duży

wzrost zawartości chlorków, siarczanów i żelaza. Na możliwość przemieszczania się wód podziemnych substancji organicznych, fosforu i azotu amonowego, uważanych za dobrze sorbowane przez gleby, wskazują wyniki wcześniejszych prac (Koc i in. 1993, 1994). Przemieszczeniu ich sprzyja mała pojemność sorpcyjna gleb, dobra ich przepuszczalność i wysoki poziom wód gruntowych. Zanieczyszczenie wód podziemnych I poziomu nastąpiło na znacznym obszarze, potwierdzeniem tego jest podwyższona zawartość substancji organicznych i biogennych w wodach z piezometru, oddalonego od lagun o 500 m. Wartości te były znacznie niższe niż w wodach występujących bezpośrednio pod lagunami. Spowodowane to zostało przede wszystkim ich rozcieńczeniem. Utrzymujący się wciąż duży udział formy organicznej fo-

sforu (41%) oraz organicznego azotu (56%) i azotu amonowego (35%) wskazuje na niedotlenienie tych wód. Zanieczyszczenie wód głębinowych pod lagunami było już znacznie mniejsze, lecz i tu stwierdzono wzrost zawartości substancji organicznej, azotu amonowego i azotanów (tab. 5)

Stwierdzone pogorszenie jakości wód powierzchniowych i podziemnych spowodowane zostało niewątpliwie skła-

dowaniem gnojowicy w lagunach. Zastosowane w nich uszczelnienie betonowe okazało się niewystarczające dla zapobieżenia przemieszczaniu zanieczyszczeń do gruntu, wód powierzchniowych i podziemnych. Sprzyja temu duża przepuszczalność utworów pod lagunami i płytka strefa aeracji. Niska jakość wód podziemnych na tym obszarze, wynikająca z uwarunkowań geologicznych (Górski, Błaszczak 1995) uległa dalszemu pogor-

TABELA 5. Wpływ składowania gnojowicy w lagunach na skład chemiczny wód podziemnych

Wskaźnik	Jednostka	Piezometry płytke			Piezometry głębokie		
		kontrola	pod lagunami	na linii spływu wód podziemnych	kontrola	pod lagunami	na linii spływu wód podziemnych
Sucha pozostałość	mg/dm ³	267,9	416,2	294,8	175,6	232,9	128,9
Pozostałość po prażeniu	mg/dm ³	228,2	266,5	243,5			
Straty po prażeniu	mg/dm ³	39,7	84,2	51,3	25,8	29,7	17,3
Zawiesina	mg/dm ³	17,1	38,0	36,1	27,2	23,8	23,7
Substancje rozpuszczalne	mg/dm ³	224,3	378,0	258,7	174,9	207,1	105,2
ChZT	mg O ₂ /dm ³	22,1	98,9	21,2	18,2	23,2	22,2
BZT ₅	mg O ₂ /dm ³	1,0	16,5	1,2	1,3	0,7	1,1
Utlenialność	mg O ₂ /dm ³	10,1	41,6	12,3	9,1	9,6	7,5
N-NH ₄	mg N/dm ³	0,23	82,1	1,06	0,08	0,43	0,28
N-NO ₂	mg N/dm ³	0,002	0,008	śl.	0,003	0,002	0,001
N-NO ₃	mg N/dm ³	0,18	0,69	0,28	0,23	0,27	0,19
N-org.	mg N/dm ³	1,47	10,94	1,70	0,84	0,63	1,43
N-og.	mg N/dm ³	1,89	97,78	3,04	1,47	1,25	1,90
P-PP ₄ ⁻³	mg P/dm ³	0,11	0,47	0,07	0,08	0,08	0,05
P-og.	mg P/dm ³	0,14	1,66	0,12	0,10	0,11	0,06
Ca ⁺²	mg Ca/dm ³	70,9	40,4	76,2	49,0	63,3	23,8
Cl ⁻	mg Cl/dm ³	9,0	19,7	16,0	10,0	10,0	9,0
SO ₄ ⁻²	mg SO ₄ /dm ³	16,5	7,0	41,2	17,1	27,9	8,4
Fe	mg Fe/dm ³	2,95	14,24	5,96	2,10	4,43	2,89
Mn	mg Mn/dm ³	0,33	0,23	0,16	n.w	0,44	śl.
Tlen rozpuszczony	mg O ₂ /dm ³	0,8	0,3	1,2	6,4	0,7	1,7

szeniu wskutek składowania gnojowicy w lagunach. Wartości składników zanieczyszczeń osiągnęły poziom znacznie przekraczający wartości dopuszczalne dla III, najniższej klasy czystości wód (Błaszczuk, Macioszczykowa 1993; Dyrekt. Wspól. Eur. 1993).

Lokalizacja fermy i lagun w terenie o specyficznych walorach przyrodniczych była szczególnie nietrafna. Usytuowanie jej w pobliżu źródeł rzeki stanowiącej zaopatrzenie w wodę dużego miasta i w pobliżu rzeki bezpośrednio wpadającej do morza stanowi zagrożenie katastrofą ekologiczną.

Podsumowując można stwierdzić, że składowanie gnojowicy w lagunach, a następnie rolnicze wykorzystanie jest dość dobrą metodą jej utylizacji. Wymaga to jednak odpowiedniego uszczelnienia lagun, uniemożliwiającego przedostawanie się zanieczyszczeń do wód powierzchniowych i podziemnych. Lokalizowanie ich na gruntach nieprzepuszczalnych i o niskim poziomie wód gruntowych dodatkowo zabezpieczy przed zanieczyszczeniem wód.

Wnioski

1. Przechowywanie gnojowicy w systemie 3–4 lagun pozwala na wysoką redukcję zawartości substancji organicznej i biogenów, co wydatnie zmniejsza niezbędny areał pól rolniczego jej wykorzystania. Gnojowica ta nie może być odprowadzana do wód z powodu zbyt wysokich koncentracji i ładunków substancji organicznych, biogenów i soli.

2. Gnojowica po składowaniu w lagunach nadaje się do rozdeszczowywania i

może w pełni pokryć zapotrzebowanie roślin na azot. Uzupełnić należy fosfor i potas do poziomu zapotrzebowania roślin.

3. Wytrącone w lagunach z gnojowicy osady mają wysoką wartość nawozową i mogą być wykorzystane do przerobu na nawozy organiczne.

4. Uszczelnienie betonem lagun do magazynowania gnojowicy jest nieskuteczne. Nie zabezpiecza przed przemieszczaniem substancji organicznej i biogenów od wód powierzchniowych i podziemnych.

5. Zanieczyszczenie wód podziemnych pod lagunami, spowodowane brakiem odpowiednich uszczelnień, prowadzić może do ich degradacji.

Literatura

- BORYS K., ŻYLIŃSKI S. 1985: *Zmiany jakości wód gruntowych i powierzchniowych w rejonie wybranych ferm bydła. Ścieki i odpady w rolnictwie a ochrona środowiska*. PZITS, Słupsk, 157–172.
- BŁASZCZYK T., MACIOSZCZYKOWA A. 1993: *Klasyfikacja jakości zwykłych wód podziemnych dla potrzeb monitoringu środowiska*. PIOŚ.
- Dyrektywa Rady Wspólnot Europejskich z 15 lipca 1980 dotycząca jakości wody przeznaczonej do konsumpcji przez ludzi. 1993: GWTS 4; 94–110.
- GÓRSKI J., BŁASZCZYK T. 1995: *Waloryzacja zasobów wód podziemnych*. Gospodarka Wodna 1; 9–11.
- KOC J. 1977: *Zawartość składników nawozowych w osadach z oczyszczalni gnojowicy trzody chlewnej. Stan i kierunki badań nad wykorzystaniem gnojowicy do celów nawozowych*. PAN, ART Olsztyn, 11–16.
- KOC J. 1984: *Problemy ochrony środowiska związane z budową ferm bezściółkowych i rolniczym wykorzystaniem gnojowicy*. Rolnictwo, Gdańsk-Elbląg 46 (3); 11–20.

- KOC J., WRÓBEL Z., GAWROŃSKA H. 1993: *Wpływ stosowania podczyszczonej gnojowicy trzody chlewnej na fizyko-chemiczne właściwości gleb*. Zesz. Nauk. AR w Krakowie 227; 331–341.
- KOC J., GAWROŃSKA H., WRÓBEL Z. 1994: *Wpływ stosowania podczyszczonej gnojowicy trzody chlewnej na zawartość fosforu w glebie*. Prace Nauk. AE Wrocław, Chemia 677; 22–31.
- KUTERA J. 1978: *Wykorzystanie ścieków i gnojowicy w rolnictwie a ochrona środowiska*. Mat. konf. IMUZ, 367–393.
- PORCZYŃSKA E., RYBIŃSKI J., SIWICKI J. 1979: *Wstępne oczyszczanie gnojowicy w stawie beztlenowym. Odprowadzanie i oczyszczanie ścieków i odpadów w rolnictwie a ochrona środowiska*. PZITS, Słupsk, 127–146.
- VETTER H., KLASIK A. 1972: *Untersuchungen zu den Grenzen der Anwendung von Schweine- und Huhnergülle*. Landw. Forsch., Sonderheft. 27; 122–134.
- ZEUSCHNER J. 1985: *Modernizacja oczyszczalni gnojowicy typu Vidus. Ścieki i odpady w rolnictwie a ochrona środowiska*. PZITS, Słupsk, 211–226.

Adresy autorów

J. Koc, H. Gawrońska, Z. Wróbel
Katedra Chemii i Technologii Wody i Ścieków
ART w Olsztynie
10–741 Olsztyn-Kortowo, bl. 19, Plac Łódzki 2