

JADWIGA SEREMAK-BULGE
Stacja Badawcza IER w Bydgoszczy

EKONOMICZNA OCENA GOSPODARKI GNOJOWICĄ W FERMACH PRZEMYSŁOWYCH TRZODY CHLEWNEJ

Jednym z podstawowych warunków dalszego rozwoju o dużej koncentracji produkcji jest rozwiązanie problemów związanych z zagospodarowaniem odchodów. Jest to problem, który dotychczas budzi najczęściej kontrowersji i obaw z punktu widzenia ochrony środowiska człowieka i który dotychczas nie został należycie rozwiązany nie tylko w Polsce.

Problem usuwania odpadów wiąże się nie tylko z fermową produkcją zwierząt, ale również z bardzo intensywnym sposobem gospodarowania. W miarę intensyfikacji produkcji występuje bowiem możliwość przenawożenia, nadmiaru słomy, gnojowicy, obornika, których ograniczona ilość ziemi nie jest w stanie przyjąć. Kłopoty z usuwaniem odpadów powstają bowiem tam, gdzie została naruszona równowaga między produkcją rolną a glebą. Należy sobie zdawać sprawę, że intensyfikacja produkcji rolnej jest koniecznością ze względu na wyczerpanie się zasobów ziemi w Polsce, którą można wykorzystać rolniczo oraz wzrastającą liczbę ludności i coraz wyższy poziom spożycia. Z tych względów problem usuwania odpadów będzie nabierał coraz większego znaczenia dla gospodarki.

Dotychczas produkcja odpadów przez rolnictwo nie była jednak uciążliwa dla środowiska, ponieważ rozmiary chowu zwierząt były dostosowane do potrzeb nawozowych gospodarstw. Przedsiębiorstwa rolnicze wykorzystując we własnym zakresie wszystkie wartościowe odpady były obojętne dla środowiska, tzn. prowadziły gospodarkę bezodpadową w ramach gospodarstwa. Sprawiało to, że ogromne ilości odpadów produkowanych przez rolnictwo było przez nie w pełni wykorzystywane. Pojawienie się ferm, obiektów praktycznie bezrolnych lub przekraczających skalę gospodarstwa rolniczego ze względu na dużą koncentrację zwierząt, spowodowało, że rolnicze wykorzystanie gnojowicy w tradycyjnym rozumieniu staje się coraz bardziej problematyczne. Duża koncentracja zwierząt i przekraczanie skali gospodarstwa spowodowało, że obecnie pojawiła się konieczność poszukiwania niekonwencjonalnych metod utylizacji gnojowicy. Chodzi mianowicie o to, że zerwanie więzi między produkcją roślinną i przemysłową produkcją zwierząt spowodowało bardzo znaczne ograniczenie możliwości konwencjonalnego wykorzystania odchodów na cele nawozowe. Jest to problem bardzo pilny, bo jak naukowcy NRD

uwazają, przy obecnym tempie koncentracji i coraz szerzej stosowanym bezściołowym utrzymaniu zwierząt, w końcu lat siedemdziesiątych ilość gnojowicy bydłowej zwiększy się o 50—70%, a gnojowicy świńskiej o 50—70% [1]. Tak więc gnojowica będzie przeważającą formą nawozów organicznych. Według Kramera i Konrada ilość gnojowicy uzyskanej w 1980 r. w NRD będzie większa niż ilość ścieków przemysłowych i komunalnych [3]. Jak duże zaś stanowi ona zagrożenie dla środowiska świadczy fakt, że równoważna liczba mieszkańców¹ dla jednej fermy trzody chlewnej na 36000 tuczników (budowanej według wzorów włoskich) wynosi 50000 [2].

W Polsce przewidywany program rozwoju przemysłowych metod produkcji zwierzęcej, a także coraz powszechniejsze bezściołowe utrzymanie zwierząt powoduje, że znaczenie problemów utylizacji gnojowicy, będzie nabierało coraz większego znaczenia. Gnojowica stwarza niebezpieczeństwo dla środowiska poprzez:

- zagrożenie epizootyczno-epidemiologiczne,
- możliwości skażenia wód gruntowych i powierzchniowych,
- plagę much i robactwa,
- skażenie powietrza przykrym zapachem [4].

Ze względu na duże zagrożenie środowiska odchodami zwierzęcymi prowadzi się wiele badań nad metodami utylizacji oraz zmniejszenie ich ilości oraz szkodliwości. Obecnie na świecie stosowany jest cały szereg metod utylizacji bądź likwidacji gnojowicy, które można pogrupować następująco:

- przemysłowa utylizacja gnojownicy,
- rolnicze wykorzystanie gnojowicy na cele paszowe,
- rolnicze wykorzystanie gnojowicy na cele nawozowe.

Prowadzi się również badania nad zmniejszeniem ilości produkowanej gnojowicy oraz zmianą jej składu, poprzez zmiany składu pasz oraz klatkowy system utrzymania zwierząt. W literaturze przedmiotu [3, 5, 6] często podaje się, że gnojowica jest bardziej szkodliwa dla środowiska niż obornik ze względu na niekorzystne procesy chemiczne w niej zachodzące i brak procesu samooczyszczania. Wydaje się jednak, że problem gnojowicy polega przede wszystkim na nadmiernej jej ilości przy dużej koncentracji zwierząt. (W Szwajcarii od szeregu lat stosuje się bezściołowy system utrzymania bydła i nawożenia użytków zielonych gnojowicą). Sądzić też można, że możliwość zanieczyszczenia środowiska przy tak dużej produkcji obornika byłaby również duża, zaś problemy techniczne znacznie trudniejsze do rozwiązania.

¹ — Równoważna liczba mieszkańców (M) — biochemiczne zapotrzebowanie tlenu przez ścieki w temperaturze 20°C, uzyskane od 1 mieszkańca w ciągu doby.

Rozpatrując problem kosztów zagospodarowania odchodów należy wziąć pod uwagę najważniejsze problemy, a więc:

- wybór lokalizacji ferm,
- wybór odpowiedniej w określonych warunkach przyrodniczo-gospodarczych metody utylizacji gnojowicy.

Problemy te należy rozpatrywać z punktu widzenia ochrony środowiska oraz wysokości kosztów utylizacji gnojowicy. Lokalizacja fermy i wybór określonej metody utylizacji gnojowicy musi być ekonomicznie uzasadniona oraz musi zapewniać ochronę środowiska przyrodniczego przed skażeniem.

Wykorzystanie gnojowicy na cele nawozowe

Dotychczas gnojowica najczęściej jest używana na cele nawozowe. Uzasadnienie wykorzystania gnojowicy do nawożenia wynika z jej wartości nawozowej. Z punktu widzenia rolniczego gnojowica jest pełnowartościowym nawozem o kompleksowym działaniu. W gnojowicy nie ma żadnych związków szkodliwych dla roślin. Jeśli niekiedy ujawnia się jej szkodliwe działanie na rozwój roślin, to wynika ono z nieumiejętnego jej stosowania, przede wszystkim z przenawożenia gleby. Przeprowadzone w szeregu krajach od wielu lat badania wykazały, że przy zastosowaniu odpowiednich zmianowań oraz metod uszlachetnienia i wprowadzania do gleby, wykorzystanie gnojowicy w celach nawozowych jest w pełni możliwe [8, 7].

W miarę rozwoju produkcji zwierzęcej i bezściołowych metod utrzymania zwierząt, nawożenia gnojowicą zwłaszcza w rejonach typowo łąkowych, odczuwających brak ściółów stawać się będzie coraz istotniejszym elementem nawożenia organicznego. Według U. Riemana i H. Traulseny wszystko przemawia za tym, że dotychczas i w najbliższej przyszłości najpowszechniej stosowana będzie rolnicza utylizacja gnojowicy poprzez nawożenie gleby [8]. Przy czym stosuje się kilkanaście metod wstępnej obróbki i rozprowadzania gnojowicy.

O wysokiej nawozowej wartości gnojownicy może świadczyć fakt, że np. kraje arabskie chcą zastosować gnojowicę produkowaną w fermach przemysłowych w USA, do zagospodarowania pustyń cierpiących na brak wody oraz odczuwających brak substancji organicznych[9].

Opinie naukowców na temat zagrożenia środowiska jakie stanowi gnojowica użytkowana jako nawóz są bardzo różne. Przy czym zagrożenie polega na możliwości zanieczyszczenia wód gruntowych, środowiska glebowego oraz roślin związkami mineralnymi oraz drobnoustrojowymi szkod-

liwymi dla ludzi i zwierząt. Z tych względów w wielu krajach w ostatnich latach wydano przepisy o ochronie środowiska, mające wpływ na możliwość usuwania nawozu, a w związku z tym na wielkość ferm zwierzęcych. Na przykład w Danii, Norwegii i RFN przepisy ograniczają ilość nawozów jaką można wywieźć na 1 ha do 30—40 ton gnojowicy świńskiej. W Szwecji, Szwajcarii, Finlandii, Norwegii przepisy państwowe określają proporcje, jakie muszą być zachowane między ilością zwierząt a powierzchnią nadającą się do nawożenia [7]. Według Koriatha w NRD nie zatwierdzi się żadnego planu urządzeń gnojowicowych, jeśli nie przewiduje się realnego wykorzystania gnojowicy w zapleczu gospodarskim. Zróżnicowane są również poglądy na temat maksymalnych dawek gnojowicy świńskiej przy rolniczym użytkowaniu, co przedstawia tabela 1 podawana za Maćkowiakiem [6].

Tabela 1

Dopuszczalne dawki gnojowicy oraz obsada inwentarza

Autor	Dawka gnojowicy świńskiej w m ³ na 1 ha		Obsada trzody chlewnej w SD na 1 ha	
	gruntów ornych	użytków użytków	gruntów ornych	zielonych zielonych
Schmid i Weigelt 1972	—	—	4,5	—
Rager, Amberger 1972	—	—	2,9—2,4	—
Tietjen, Vetter 1972	—	—	25—35 tuczn.	25—35 tuczn.
Rager, Amberger 1972	—	—	—	4,5
Rager, Amberger 1972	—	—	—	2,5
Schmid i Weigelt	—	—	15 tuczn.	—
Hosler 1969, Müller 1972	80—100	—	—	—
Vetter 1972, Schirz 1972, Traulsen 1970, 1972	30—40	—	—	—
Koriath	90	—	4,5	—
Asmus, Hange	50	—	2,5	—
Węgierskie doświad- czenie	50	—	20 tuczn.	—

Wielu autorów donosi, że są gospodarstwa w RFN, w USA gdzie zalecane dawki gnojowicy są przekraczane nawet 10-krotnie. Z krajów tych jednocześnie dochodzą alarmujące sygnały o zanieczyszczeniu środowiska [7].

O tak dużych różnicach w poglądach na temat dopuszczalnej obsady inwentarza i dawek gnojowicy decydują: stężenie gnojowicy i jej skład oraz wstępne przygotowanie gnojowicy, czynniki glebowo-przyrodnicze terenu, rodzaj rośliny oraz termin i częstotliwość rozprowadzania gnojowicy [8].

Problem polega na tym, że przy wykorzystaniu gnojowicy na cele nawozowe istnieje bardzo duże powiązanie produkcji zwierzęcej z glebą, jako odbiornikiem wszystkich zanieczyszczeń. Powiązanie to jest znacznie wyższe niż przy innych metodach utylizacji gnojowicy. Stąd określenie dopuszczalnego ładunku zanieczyszczeń w określonych warunkach przyrodniczo-klimatycznych oraz ilości gleby, jaką możemy nawozić gnojowicą, jest decydujące dla określenia wielkości fermy. Posługiwanie się przy ustalaniu wielkości fermy, bądź ilości gleby niezbędnej do nawożenia gnojowicą, ilością sztuk przeliczeniowych jest bardziej uzasadnione, niż ilością produkowanej gnojowicy, ponieważ ilość, a w związku z tym i stężenie zanieczyszczeń w gnojowicy różni się między fermami kilkakrotnie. Problem ten przedstawia tabela 2 oraz tabela 3.

Tabela 2

Produkcja gnojowicy w fermach w ciągu roku (w m³)

Nazwa fermy	Ilość DJP średnio w roku			Roczna produkcja gnojowicy ogółem			Roczna produkcja gnojowicy w przeliczeniu na 1 DJP		
	1972/ /73	1973/ /74	1974/ /75	1972/ /73	1973/ /74	1974/ /75	1972/ /73	1973/ /74	1974/ /75
Kraplewice	—	782,2	3100,2	—	78220	310250	—	100,0	100,7
Chwaliszczewo	1183,7	1528,7	1563,4	21383	27420	25814	18,1	17,9	16,5
Konstantowo	543,9	1480,0	1695,8	15100	73900	65640	43,9	49,9	38,7
Mieszewy	—	735,7	1443,3	—	31840	83206	—	43,3	57,6

Wśród fachowców zajmujących się w Polsce problemem zagospodarowania gnojowicy panuje przekonanie, że granicą rolniczego wykorzystania gnojowicy jest pogłowie 15000 sztuk trzody chlewnej [10]. Simoni i Sikorski są zdania, że granicą do której należy rolniczo wykorzystywać gnojowicę jest dzienna produkcja nie przekraczająca 100 m³ gnojowicy [11]. Przy czym przez rolnicze wykorzystanie rozumie się bezpośrednie wykorzystanie gnojowicy na cele nawozowe. W NRD wykorzystuje

się do nawożenia gnojowicę z ferm na 30000 świń czy 3500 krów mlecznych [12].

Tabela 3

Zawartość azotu, fosforu i potasu w 1 m³ ścieków z ferm
(w kg)

Wyszczególnienie	P ₂ O ₅	K ₂ O	N
Średnio z badań ¹	4,1	2,9	6,4
Chwaliszewo	3,57	1,43	4,29
Konstantowo	1,47	0,59	1,76
Mieszewy	1,00	0,40	1,20
Kraplewice	0,57	0,23	0,70

Dotychczas brak jest dowodów określających, jakie są granice rolniczego wykorzystania gnojownicy. Wydaje się, że momentem, który decyduje o tym jest:

- posiadana technika wstępnej obróbki i rozprowadzania gnojowicy,
- wysokość kosztów poniesionych na utylizację 1 m³.

W krajach, w których stosuje się w średnim zakresie bezściołowy system utrzymania zwierząt, gnojowicę używaną na cele nawozowe przygotowuje się wstępnie metodą biofiltrów, metodą kompostowania (Fuchs), napowietrzania w kanałach oksydacyjnych, poprzez rozdzielanie gnojowicy na frakcje płynne i stałe, poprzez dodawanie wapna itp. [1, 5, 6]. Metody te znacznie zmniejszają szkodliwość gnojowicy poprzez niszczenie drobnoustrojów oraz hamowanie procesów beztlenowych, co zapobiega powstawaniu przykrych zapachów. W fermach budowanych do tej pory w Polsce, w których gnojowicę użytkuje się jako nawóz, nie stosuje się innych rozwiązań jak nawożenie pól gnojowicą surową (projekty różnią się między sobą tylko sposobem rozprowadzania gnojownicy). Przewaga tej metody wykorzystania gnojowicy nad pozostałymi polega na tym, że jest ona najtańsza ze wszystkich stosowanych metod [8]. Jednakże przy tej metodzie występuje największa zależność między glebą jako odbiornikiem

¹ wyniki podawane przez Cz. Maćkowiaka jako średnia z wieloletnich badań prowadzonych przez Koriatha, Wedeleinda, Schmida, Stewarta, Traulsen, Baadera i innych.

zanieczyszczeń a produkcją zwierzęcą. Ilość gleby, którą będziemy mogli nawozić gnojowicą limituje wielkość fermy. Dla ustalenia dopuszczalnej wielkości ferm z punktu widzenia wykorzystania gnojowicy przy jej użytkowaniu na cele nawozowe istotne wydaje się ustalenie związku między ilością zwierząt w fermie a glebą, którą możemy nawozić gnojowicą.

Z porównania norm produkcji gnojownicy oraz ilości odchodów wydalanych przez 1 DJP (duża jednostka przeliczeniowa) wynika, że odchody stanowią od 38 do 64% gnojowicy (1 DJP wydała w ciągu roku 5,5 m³ odchodów, ilość zaś produkowanej gnojowicy od tej sztuki w badanych fermach wynosi od 8,6 do 14,3 m³). Na podstawie więc dopuszczalnych norm gnojowicy przy wieloletnim stosowaniu wynoszącym 50—100 m³ na 1 ha gruntów ornych i 25—50 m³ na 1 ha użytków zielonych (tabela 1) można stwierdzić, że ilość odchodów na 1 ha gruntów ornych nie powinna przekraczać 40 m³ zaś na 1 ha użytków zielonych 20 m³. Tak więc obciążenie 1 ha nawożonych gruntów ornych nie powinno przekraczać 7 DJP, zaś użytków zielonych 3,5 DJP. Tak więc fermy bydgoskie produkujące rocznie 12500 tuczników, w których średni stan inwentarza w przeliczeniu na DJP wynosi około 1600 DJP muszą mieć zagwarantowane około 250 ha gruntów ornych lub 500 ha użytków zielonych dla wykorzystania na cele nawozowe produkowanych przez siebie odchodów. Dla ferm typu Kołbacz odpowiednia powierzchnia powinna wynosić około 750 ha gruntów ornych lub 1500 ha użytków zielonych. Przy tym dla obniżenia wysokości kosztów grunty nawożone powinny się znajdować w pobliżu fermy. Wydaje się więc, że problem wykorzystania na cele nawozowe gnojownicy w gospodarstwach wielkotowarowych nie jest aż tak trudny do rozwiązania zarówno z przyrodniczego, jak i technicznego punktu widzenia. Mogą natomiast powstawać znaczne trudności organizacyjne ze względu na obowiązujący okres przetrzymywania gnojowicy ze względów higienicznych, okres karencji roślin oraz okres kiedy nie można stosować gnojowicy. Na przykład w NRD okres karencji gnojowicy, w czasie którego nie można nią dysponować wynosi 21 dni. W naszym klimacie zdarzają się okresy 2—3-miesięczne w czasie których gnojowicy nie można wywozić ze względu na zbyt grubą pokrywą śnieżną, mróz, brak wolnego pola itp. Z tych względów konieczne jest przechowywanie gnojowicy przez okres 40—60 dni [5, 6] w warunkach NRD. Taki sam okres można przyjąć również dla warunków Polski.

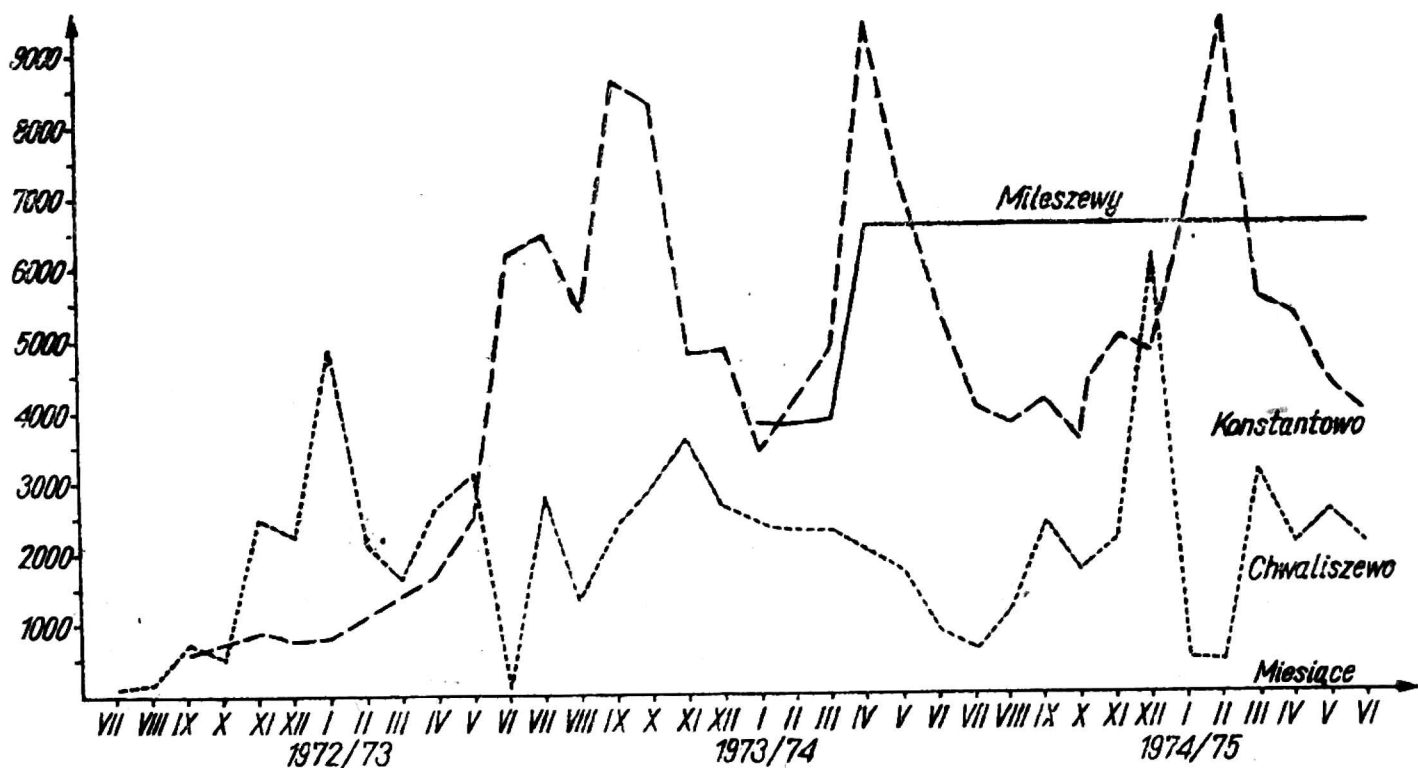
Do tej pory usuwanie i nawożenie gnojowicą w fermach przemysłowych stanowi trudny organizacyjnie i technicznie problem, co sprawia, że gnojowica częściej traktowana jest jako uciążliwy balast, z którym trzeba coś zrobić, niż pożyteczny nawóz. Nie zawsze możliwe jest racjonalne wykorzystanie gnojowicy, gdyż musi być ona wywożona w terminach agrotechnicznie nieodpowiednich, (rys., tab. 4).

Tabela 4

Wywóz gnojowicy z ferm

Wyszczególnienie	Chwaliszewo			Konstantowo			Mieszewy		
	1972/ /73	1973/ /74	1974/ /75	1972/ /73	1973/ /74	1974/ /75	1972/ /73	1973/ /74	1974/ /75
Ilość m-cy w roku, w których wywożono gnojowicę	12	12	12	8	12	12	—	6	12
Średnia miesięczna ilość wywożonej gnojowicy	951	2285	2158	1258	6158	5137	—	5307	6944
Maksymalna ilość wywiezionej gnojowicy w ciągu miesiąca (m ³)	3240	3645	6200	6200	10200	10200	—	6600	3806
Minimalna ilość wywiezionej gnojowicy w ciągu miesiąca (m ³)	75	90	490	160	3400	3905	—	3800	6600

Z tabeli wynika, że poza pierwszym rokiem produkcyjnym, (kiedy ferma nie osiągnęła pełnego stanu zwierząt) praktycznie przez cały rok gnojowica jest transportowana na pola. Przy czym najwięcej gnojowicy wywozi się w miesiącach zimowych, ze względu na mniejsze trudności organizacyjne (rys.). Decyzje takie są słuszne z punktu widzenia ko-



nieczności usunięcia dużych ilości gnojowicy. Natomiast z badań Instytutu Uprawy Roślin w Kilonii wynika, że wykorzystanie azotu zawartego w gnojowicy wywożonej zimą wynosi 15%, jesienią 33%, wiosną 66%, krótko przed rozpoczęciem wegetacji 100%.

Trudności z wykorzystaniem na cele nawozowe gnojowicy polegają na tym, że przedsiębiorstwa, w których zlokalizowano fermy, technicznie nie są przygotowane do rozwiązania trudności związanych z wywozem gnojowicy¹. Brak jest beczkowozów o dużej pojemności przystosowanych do szybkiego transportu po polach oraz wystarczającej ilości ciągników dużej mocy. Brak jest również odpowiednich środków transportowych do wywozu gnojowicy gęstej oraz dostatecznej powierzchni zbiorników do przechowywania gnojowicy przez dłuższy okres czasu i dobrze rozwiniętej sieci dróg śródpolnych. Wszystko to powoduje, że brak jest możliwości szybkiego transportowania dużych ilości gnojowicy oraz koncentrowania wywozu gnojowicy w okresach, gdy jest to najkorzystniejsze z punktu widzenia jej wykorzystania. Jeśli dodamy, że w bezpośrednim sąsiedztwie ferm (w promieniu 1,5—2 km) znajduje się od 300—400 ha gruntów ornych, na które można wywozić gnojowicę, to należy stwierdzić, że możliwości wykorzystania gnojowicy, a w związku z tym i wielkości ferm w większym stopniu limitowały posiadane środki techniczne niż wystarczająca ilość ziemi, którą można nawozić gnojowicą.

Przemysłowe oczyszczanie gnojowicy

Rieman i Traulsen [8] podają kilka metod przemysłowej utylizacji gnojowicy. Jest to spalanie, suszenie i sprzedaż, oczyszczanie w oczyszczalniach mechaniczno-biologicznych budowanych dla potrzeb fermy lub oczyszczalniach komunalnych. Metody te jednakże są na świecie rzadko stosowane ze względu na zbyt wysokie koszty lub małą skuteczność [18]. Część ferm budowanych w Polsce ze względu na dużą koncentrację zwierząt i znaczną produkcję gnojowicy stosuje przemysłową utylizację gnojowicy przy pomocy oczyszczalni mechaniczno-biologicznych (w oczyszczalni tego typu wyposażone zostały wszystkie fermy produkujące 36 tys. tuczników, wybudowane w latach 1972—1975). Ustosunkowując się do stosowanego w Polsce przemysłowego oczyszczania gnojowicy i odprowadzania jej do zbiorników wodnych, należy stwierdzić, że żadna ferma w Polsce nie posiada sprawnie działającej oczyszczalni ścieków [16]. Ze względu na to, że ścieki dotychczas są w niedostatecznym stopniu oczysz-

¹ — W badanych fermach typu bydgoskiego gnojowicę rozlewa się przy pomocy beczkowozów o pojemności 2,8 m³ (Chwaliszewo) bądź przenośnych deszczowni (Mileszewy, Konstantowo).

czane, w zasadzie nie powinny być one odprowadzane do zbiorników wód będących źródłem zaopatrzenia ludności i przemysłu. Nie rozwiązano również dotychczas problemów zagospodarowania dużych ilości pozostałych części stałych. Tak więc z punktu widzenia ochrony środowiska stosowane w Polsce przemysłowe metody oczyszczania ścieków są nie mniejszym zagrożeniem niż rolnicze metody utylizacji gnojowicy. A sytuacja w tym zakresie jest podobna, jak w większości krajów, w których stosowana jest przemysłowa utylizacja gnojowicy. D. Hoogerkamp, H. Traulsen podają, że oczyszczalnie funkcjonujące w wielu krajach nie zapewniają dotychczas wymaganego stopnia oczyszczenia frakcji płynnych, co bardzo ogranicza możliwość odprowadzania ich do zbiorników wodnych [1, 8]. W RFN uważa się, że wszelkie stosowane obecnie sposoby unieszkodliwienia gnojowicy przez spalanie, suszenie, pasteryzację, oczyszczanie są bardzo drogie i ostatecznie z powodów higienicznych, zagrożenia epizootyczno-epidemiologicznego nie zdają egzaminu [8]. Zdaniem naukowców NRD zajmujących się problemem zagospodarowania gnojowicy spuszczenie ścieków do rzek powinno mieć miejsce tylko wyjątkowo. W NRD przepisy prawa wodnego stawiają bardzo wysokie wymagania co do stopnia zanieczyszczeń ścieków odprowadzanych do rzek. I tak nie można do zbiorników wodnych odprowadzać zanieczyszczeń, w których wartość BZT₅ przekracza 25 mg/1 l O₂ przy czym są zbiorniki wodne gdzie wymagania są zaostrzone i BZT₅ ścieków wynosić musi 8 mg/1 l O₂¹ [12].

Zagrożenie gnojowicy dla wód polega na dużej zawartości związków azotowych, fosforowych i potasowych, które wprowadzane do wody powodują nadmierny rozwój glonów oraz na wprowadzaniu do gleby drobnoustrojów, które w procesie oczyszczania nie uległy zniszczeniu. Na przykład na skutek braku działania podwyższonej temperatury (+75°C) *Salmonella* zachowuje żywotność w ściekach około 1 roku. Żywotność jaj pasożytów dochodzi do kilku lat. Inne czynniki chorobotwórcze zachowują swoją żywotność przez różny okres czasu. Latem wirus pryszczycy w temperaturze 12—18°C ginie po 25—42 dniach, a w temperaturach ujemnych przeżywa 160—180 dni (17,18).

Reasumując problemy związane z organizacją utylizacji gnojowicy należy stwierdzić, że dotychczas stanowią one bardzo trudny do rozwiązania problem. Spowodowane jest to brakiem odpowiednich rozwiązań w kraju i na świecie. Przy tym wydaje się, że w przypadku wykorzystania gnojowicy na cele nawozowe przy skali produkcji ferm budowanych w Polsce sprowadza się to do czterech spraw:

¹ — BZT₅, biologiczne zapotrzebowanie tlenu w ciągu 5 godzin — wskaźnik powszechnie używany dla określenia zagrożenia ścieków dla wód używanych dla celów spożywczych lub do hodowli ryb.

- odpowiedniej lokalizacji fermy z punktu widzenia ilości gleby, którą można nawozić gnojownicą,
- opracowania właściwego płodozmianu,
- posiadania odpowiednich środków technicznych pozwalających na szybkie transportowanie dużych ilości gnojowicy,
- posiadania opracowanej technologii, która uwzględniałaby wszystkie etapy procesu wykorzystania gnojowicy (przetrzymanywanie, transport, rozdzielania itp.).

Efektywność różnych rozwiązań organizacyjnych utylizacji gnojowicy

Ze względu na brak w Polsce innych rozwiązań organizacyjnych ocena efektywności różnych rozwiązań utylizacji gnojowicy dotyczyć będzie oczyszczania gnojowicy w oczyszczalniach mechaniczno-chemiczno-biologicznych oraz wykorzystania jej na cele nawozowe. Przy tym główną uwagę zwrócimy na nakłady robocizny i zużycie siły pociągowej oraz na koszty poniesione na utylizację gnojowicy.

Nakłady robocizny i siły pociągowej

Ustalając nakłady robocizny i siły pociągowej poniesione na utylizację gnojowicy uwzględnialiśmy wszystkie operacje od momentu opróżnienia zbiorników poprzez oczyszczanie lub wstępną obróbkę, aż do przetransportowania jej na pole lub do zbiorników wodnych. Zużycie robotnikogodzin i ciągnikogodzin na utylizację gnojowicy przedstawia tabela 5.

Tabela 5

Ilość ciągnikogodzin i robotnikogodzin zużytych przy utylizacji gnojowicy

Sposób utylizacji gnojowicy	1972/73		1973/74		1974/75		
	ciągnikogodz.	robotnikogodz.	ciągnikogodz.	robotnikogodz.	ciągnikogodz.	robotnikogodz.	
Oczyszczanie mechaniczno-chemiczno-biologiczne	ogółem	—	—	—	730	11136	
	na 1 m ³	—	—	—	—	0,03	
Rozdeszczowywanie przenośną deszczownią	ogółem	—	—	9809	13409	15451	20847
	na 1 m ³	—	—	0,09	0,12	0,10	0,14
Wywóz przy pomocy beczkowózów o pojemn. 2,0—2,8 m ³	ogółem	9010	9010	8405	8405	6593	6593
	na 1 m ³	0,25	0,25	0,30	0,30	0,25	0,25

Przy tym odległość pól na które wywożono gnojowicę nie przekracza w żadnym przypadku 2 km, a wielkość nawożonej powierzchni pól i dawki jakie stosowano przedstawia tabela 6.

Tabela 6

*Powierzchnia nawożona gnojowicą oraz dawki gnojowicy
na 1 ha użytków rolnych*

Wyszczególnienie	Wywóz beczkowozami o poj. 2,0—2,8 m ³			Rozdeszczowywanie prze- nośnymi deszczownikami		
	1972/73	1973/74	1974/75	1972/73	1973/74	1974/75
Ilość ha ogółem nawożonych gnojowicą	147	203	138	—	223	255
Wielkość dawki na 1 ha użyt- ków rolnych nawożonych gnojowicą (w m ³)	117	135	187	—	483	580

Dla porównania dodajemy, że J. Schmeller dla fermy bydła liczącej 2 tys. DJP, przyjmuje zapotrzebowanie robocizny na rozprowadzenie 1 m³ gnojowicy — przy transporcie kołowym — 0,29 rbg i przy deszczowaniu 0,10 rbg. W spółdzielni produkcyjnej Dedelow przy deszczowaniu gnojowicą 490 ha powierzchni, nakład robocizny wyniósł 0,15 rbg/m³.

Z porównania liczb zawartych w tabelach wynika, że najbardziej pracołonne jest wywożenie gnojowicy beczkowozami, o czym decyduje zbyt mała pojemność beczkowozów. Przy niewielkiej odległości pól zużycie ciągniko i robotnikogodzin w fermach badanych nie odbiega od wielkości podawanych przez naukowców NRD. Pojemność beczkowozów decyduje w dużym stopniu o odległości na jaką opłacalne jest wywożenie gnojowicy. To zaś w zasadniczy sposób determinuje możliwości stosowania gnojowicy jako nawozu, a w związku z tym możliwości jej wywozu. Zdaniem Riemana i Traulsen [8] zwiększenie pojemności beczkowozów z 3 m³ do 6 m³ wydłuża odległość, na którą jest uzasadnione ekonomiczne wywożenie gnojowicy z 3,5 do 6 km. Zwiększenie zaś tej odległości związane jest ze zwiększeniem powierzchni, na którą możemy wywozić gnojowicę, co ułatwia organizacyjne rozwiązanie problemu stosowania gnojowicy na cele nawozowe. Z dotychczasowych rozważań (tab. 1) wynika, że dawki gnojowicy świńskiej na 1 ha gruntów ornych nie powinny przekraczać 50—100 m³, co odpowiada 3,5 SD trzody chlewnej. Natomiast w badanych obiektach dawki gnojowicy na jednostkę powierzchni są znacznie przekraczane, przy stosunkowo niewielkiej powierzchni nawożonej

gnojownicą. Jednocześnie w przedsiębiorstwach wykorzystujących gnojownicę jako nawóz powstają ogromne trudności organizacyjne związane z zapotrzebowaniem ciągników w okresach wywozu gnojowicy (jednocześnie do wywozu gnojowicy używanych jest często 12—15 ciągników, co nieraz zmusza przedsiębiorstwo do korzystania z usług kółek rolniczych lub sąsiednich PPGR), brakiem pól na które można wywozić gnojownicę.

Bardzo duże trudności sprawia również usuwanie gnojowicy przy pomocy przenośnych deszczowni ze względu na brak kompleksowych rozwiązań tej metody nawożenia gnojownicą. Dotychczas w fermach z całego kompleksu używa się przenośnych deszczowni do wypompowywania części płynnych. Brak jest natomiast dodatkowych zbiorników umożliwiających kompostowanie części stałych przez okres kilku miesięcy bez zagrożenia środowiska. Brak jest również urządzeń dostosowanych do wydobywania i przewozu części stałych. Dotychczas części stałe o konsystencji półpłynnej rozwozi się przyczepami skrzyniowymi o ładowności 3,5 t. bezpośrednio na pola, gdzie są one używane bezpośrednio do nawożenia lub kompostowania. Ze względu na zbyt małą ilość zbiorników niemożliwe jest dalsze zmniejszenie ilości wody w oddzielonych częściach stałych (rozdzielanie to odbywa się na zasadzie osiadania). Wywożenie zaś niedostosowanymi przyczepami powoduje, że gnojowica rozlewa się ze skrzyń przyczep i silnie zanieczyszcza otoczenie. Na skutek tego często stwarzane jest duże zagrożenie środowiska (w fermie Konstantowo w okresie 3 lat działalności fermy 3 razy spowodowano śnięcie ryb w pobliskiej rzeczce *) Z prezentowanych liczb oraz z obserwacji poczynionych w czasie badań wynika, że trudności organizacyjne wykorzystania gnojowicy na cele nawozowe nie polegają na zbyt dużej pracochłonności tych prac, ale na braku odpowiednich rozwiązań technicznych do wywozu gnojowicy w krótkich odcinkach czasu.

Problem polega na:

— nie dostosowaniu powierzchni zbiorników gnojowicy do jej faktycznej produkcji, co uniemożliwia przechowywanie jej przez okres 3 miesięcy,

— braku środków transportowych dostosowanych do skali produkcji gnojowicy. Uniemożliwia to szybki wywóz gnojowicy na dalszą odległość, w okresach optymalnych ze względu na możliwość jej stosowania,

— brak jest wewnętrznie zgodnej technologii i rozwiązań technicznych deszczowania pól gnojownicą, uwzględniających konieczność sedymentacji gnojowicy i kompostowania i wydobywania oraz wywożenia części stałych.

*) — w/g informacji Wojewódzkiego Ośrodka Badań i Kontroli Środowiska w Bydgoszczy.

Porównanie nakładów robocizny i siły pociągowej poniesionych na utylizację gnojowicy umożliwi tylko częściową ocenę różnych rozwiązań technicznych. Bardziej pomocnym przy ocenie różnych metod utylizacji gnojowicy jest porównanie poniesionych na tę operację kosztów.

Wysokość kosztów poniesionych na utylizację gnojowicy

Ustalając wysokość kosztów poniesionych na utylizację gnojowicy uwzględniono wartość wszystkich nakładów związanych z przechowywaniem, wstępną obróbką lub oczyszczaniem, oraz usuwaniem gnojowicy. Wydzielono trzy grupy kosztów:

- koszty siły pociągowej,
- koszty robocizny (są to koszty wszystkich pracowników zatrudnionych przy utylizacji gnojowicy),
- pozostałe koszty (są to koszty związane z funkcjonowaniem oczyszczalni ścieków), a więc zużytej energii elektrycznej, środków dezynfekcyjnych, prowadzenia laboratorium, amortyzacją urządzeń oraz zbiorników na gnojowicę, remontami itp.

Wysokość kosztów poniesionych na utylizację gnojowicy przedstawiono w tabeli 7. Z tabeli wynika, że najbardziej kosztowne jest wywożenie gnojowicy surowej przy pomocy beczkowozów. Natomiast koszty rozdeszczowywania i przemysłowej utylizacji gnojowicy są do siebie zbliżone *). Koszty zużycia gnojowicy na cele nawozowe są nieznacznie niższe od danych dostępnych z literatury, co jest spowodowane mniejszą odległością na jaką wywozi się gnojowicę w badanych fermach. I tak Z. Jęzewski przyjmuje na podstawie literatury i badań własnych, że koszt transportu kołowego gnojowicy beczkowozami o pojemności 3,0 m³ na odległość 1,5—3,0 km wraz z rozlaniem po polu wynosi średnio 25 zł/m³. Łącznie z kosztami magazynowania gnojowicy — koszt 1 m³ gnojowicy waha się około 45 zł. Natomiast łączny koszt przechowywania, transportu i rozdeszczowywania gnojowicy wynosi średnio 27 zł/m³. Żurek podaje, że w NRD koszt wywożenia gnojowicy beczkowozami na odległość do 4 km kształtuje się w granicach 4—5 DM/m³. Zaś w spółdzielni produkcyjnej Dedelow koszt rozdeszczowania 1 m³ gnojowicy wyniósł 2,05 DM [12]. W NRD uważa się również, że w fermach o obsadzie do 5000 DJP (odpowiada to 25 tys. tuczników) ekonomicznie uzasadnione jest stosowanie beczkowozów o pojemności 10—15 m³. Przy takiej obsa-

*) — należy pamiętać o tym, że przy przemysłowym oczyszczaniu gnojowicy i spuszczeniu jej do cieków wodnych traci się znaczną część wartości nawozowej gnojowicy, a także mogą pojawić się dodatkowe koszty społeczne wynikające ze szkód spowodowanych zanieczyszczeniem środowiska.

Tabela 7

Koszty poniesione na utylizację gnojowicy

Wyszczególnienie	Wywóz beczkowozami o poj. 2,0—2,8 m ³			Deszczowanie przenośnymi deszczownikami		Oczyszczanie mechani- czno- -che- miczno- -biolo- giczne
	1972/73	1973/74	1974/75	1973/74	1974/75	1974/75
Koszty siły pociągowej w tys. zł	512,6	479,2	375,8	558,1	870,6	51,1
Pozostałe koszty w tys. zł	662,7	226,8	226,8	1156,6	1402,7	1469,1
Koszty ogółem w tys. zł	1293,4	815,5	688,3	1873,8	2581,1	1688,6
Ilość utylizowanej gnojowicy w m ³	36483	27420	25894	105740	148846	95400
Koszt utylizacji 1 m ³ gnojowicy w zł	35,4	29,7	26,6	17,7	17,3	17,7
Koszt utylizacji gnojowicy wyprodukowanej przez 1 DJP w zł						

dzie stosowanie oczyszczalni ścieków jest nieekonomiczne ponieważ koszty pełnego oczyszczania dochodzą do 25 DM/m³ gnojowicy.

Traulsen podaje, że koszty nawożenia gnojowicą mogą konkurować z nawożeniem mineralnym, jeśli koszt wywozu gnojowicy nie przekracza 8,00 DM, co odpowiada użyciu beczkowozu o pojemności 3 m³ i odległości pól wynoszących 3,5 km lub pojemności beczkowozu 6 m³ przy odległości pól 6,6 km [8]. Z literatury polskiej oraz z badań przedstawionych w opracowaniu wynika, że najbardziej kosztowne jest wywożenie gnojowicy beczkowozami na pobliskie pola. Natomiast z doświadczeń innych krajów wynika, że ta metoda utylizacji gnojowicy jest znacznie tańsza od innych znanych na świecie metod [8]. Rozbieżności te wynikają z braku w Polsce odpowiednich rozwiązań technicznych dostosowanych do skali produkcji.

W NRD w fermach produkujących 25 tys. tuczników rocznie stosuje się beczkowozy o pojemności 10—15 m³. W krajach Europy Zachodniej prowadzi się badania nad zastosowaniem ciężarówek o pojemności 30 m³, co umożliwiłoby opłacalny wywóz gnojowicy na odległość 10 km. Nato-

miast beczkowozy stosowane najczęściej w naszych fermach mają pojemność 2,8 m³ (a zdarzają się również mające 2,0 m³ pojemności).

Z porównania kosztów wywozu lub deszczowania gnojowicy oraz wartości nawozowej wynika, że użytkowanie gnojowicy na cele nawozowe jest uzasadnione ekonomicznie, do momentu przekroczenia wartości nawozowej gnojowicy przez koszty wywozu. Zawadzki podaje, że wartość nawozowa 1 m³ gnojowicy liczona różnymi metodami wynosi 30 zł [16]. Wartość zaś składników pokarmowych zawartych w gnojowicy pochodzącej z fermy o rocznej produkcji 36 500 tuczników waha się według Szwabowicza, Niklewskiego i Kalembasy od 3 do 6 mln zł [10, 19]. Przekazywanie więc ścieków do rzeki powoduje straty rocznie od 3 do 6 mln zł plus koszty oczyszczania. Koszty użytkowania gnojowicy na cele nawozowe nie powinny więc przekraczać tej wartości. Natomiast D. Hoogerkamp [1] uważa, że ocena czy dany sposób utylizacji gnojowicy jest drogi, czy tani, zależy od opłacalności produkcji głównej (w tym przypadku żywca wieprzowego).

Na podstawie dostępnej literatury i przeprowadzonych badań wydaje się, że z punktu widzenia wysokości kosztów poniesionych na utylizację gnojowicy pewną przewagę ma wykorzystanie gnojowicy na cele nawozowe, w porównaniu ze sztucznym jej oczyszczaniem. Jeśli do tego dodamy wartość nawozową gnojowicy (która w przypadku przemysłowej utylizacji jest tracona), przewaga rolniczego wykorzystania gnojowicy z ekonomicznego punktu widzenia wydaje się bezsporna. Przy tym metody przemysłowej utylizacji gnojowicy stosowane dotychczas w Polsce stanowią nie mniejsze zagrożenie środowiska, niż rolnicze jej wykorzystanie. Przemysłowe więc metody niszczenia gnojowicy nie znajdują uzasadnienia z ekonomicznego i przyrodniczego punktu widzenia. Porównania nasze dotyczące nakładów robocizny, siły pociągowej i kosztów utylizacji gnojowicy dotyczą z konieczności tylko konwencjonalnego użytkowania gnojowicy na cele nawozowe oraz oczyszczania w oczyszczalniach mechaniczno-chemiczno-biologicznych, dotyczą więc tylko części zagadnień. Na podstawie dostępnej literatury i krajowych rozwiązań można jednakże stwierdzić, że: w fermach o zdolności produkcyjnej 12 500 tuczników rocznie ilość produkowanej gnojowicy nie stanowi technicznie i organizacyjnie trudnego problemu, przy konwencjonalnym wykorzystaniu gnojowicy, jako nawozu. W większości wielkotowarowych przedsiębiorstw możliwa jest taka lokalizacja fermy, żeby w promieniu 1—4 km znajdowało się 200—400 ha ziemi, którą można nawozić gnojowicą, bez szkody dla gleby i uprawianych roślin oraz wód gruntowych i powierzchniowych. W tym celu konieczne jest jednakże wyposażenie w dostosowane do skali produkcji urządzenia transportowe, które umożliwiałyby opłacalne jej stosowanie.

Prawdopodobnie rozwój środków transportowych umożliwi opłacalny wywóz gnojowicy na jeszcze dalsze odległości np. 10—15 km, co zwiększyłoby możliwość koncentracji produkcji zwierzęcej bez obawy przeciążenia środowiska (szkodliwość gnojowicy polega na jej nadmiarze w stosunku do środowiska). Panujące w Polsce przekonania o ograniczoności rolniczego wykorzystania gnojowicy wynika z faktu, że dotychczas wyłącznie użytkuje się gnojowicę surową do nawożenia. Przy tym brak jest odpowiednich rozwiązań dostosowanych do skali produkcji. Jednakże należy sądzić, że konwencjonalne wykorzystanie gnojowicy będzie miało ograniczone znaczenie w przyszłości, głównie ze względu na trudności organizacyjne i wymagania sanitarne otoczenia. W fermach o większej produkcji (36 500, 50 000, 100 000 tuczników rocznie) konieczne będzie stosowanie niekonwencjonalnych metod rolniczego wykorzystania gnojowicy. Metody te poprzez powolne wykorzystanie ścieków zabezpieczyłyby otoczenie przed skażeniem odpadami, a jednocześnie uniezależniłyby produkcję zwierzęcą od gleby. Na podstawie dotychczasowych rozwiązań, najbardziej celowe wydaje się rolnicze wykorzystanie gnojowicy i to zarówno z ekonomicznego, technicznego, organizacyjnego i przyrodniczego punktu widzenia. Przy czym rolnicze wykorzystanie należy rozumieć możliwie szeroko, a więc zarówno jako surowiec do produkcji pasz, jako istotny element nawożenia organicznego (kompostowanie), do produkcji sztucznej gleby itp. Byłaby to w zasadzie produkcja bezodpadowa, a wybór określonego wariantu w projektowanej fermie zależeć będzie od warunków glebowo-klimatycznych i gospodarczych, w których ma być zlokalizowana ferma oraz od przyjętej formy organizacyjnej produkcji żywca wieprzowego.

Jeśli będzie nią produkcja trzody chlewnej „bez ziemi” wówczas należy postulować ponowne uzdatnienie gnojowicy na cele paszowe bez pomocy gleby i ponowne wykorzystanie jej w żywieniu zwierząt w fermie lub przez przemysł paszowy. Jeśli przeważą koncepcja fermowej produkcji trzody chlewnej w ramach przedsiębiorstwa (co łączy się z zaopatrzeniem w pasze) najbardziej celowe wydaje się wykorzystanie gnojowicy do produkcji pasz przy pomocy gleby, a więc na cele nawozowe. Przy czym formy mogą być tutaj bardzo różnorodne, a więc:

— przetwarzanie gnojowicy poprzez jej frakcjonowanie i wykorzystanie na cele nawozowe w drodze:

- a) w pełni zautomatyzowanego rozdeszczowywania,
- b) transportu kołowego odpowiednimi przyczepami,
- c) kompostowania i produkcji sztucznej gleby, co umożliwi nawożenie organiczne w terenach, gdzie niemożliwe jest zlokalizowanie produkcji zwierzęcej.

Natomiast wydaje się, że nie do przyjęcia jest przemysłowe niszczenie gnojowicy ze względu na duże marnotrawstwo składników pokarmowych,

wysokie koszty i zagrożenie środowiska. Możliwości rolniczego (a więc bezodpadowego) wykorzystania gnojowicy jest bardzo wiele. Dotychczas są one ograniczone możliwościami technicznymi i kosztami. W miarę jednak postępu w tej dziedzinie możliwości te będą się znacznie rozszerzać.

LITERATURA

1. Hoogerkamp D.: „Usuwanie nawozu z ferm przemysłowych i neutralizacja zapachu” Rolnictwo na świecie nr 7—8, 1975.
2. Cena M.: „Przemysłowy chów zwierząt a ochrona środowiska” Biul. Inf. Inst. Zoot. 2, 1974.
3. Kramer D., Konrad Ch.: „Einfluss der Vorbehandlung und Lagerung auf die Organische Värschmutzung von Gülle” Wass Wirt, Wass. Tech. 6, 1970.
4. Giżewski E.: Ścieki z wielkotowarowych ferm tuczu hodowlanego Gosp. Wodna 3, 1972.
5. Maćkowiak Cz.: Oczyszczanie i rolnicze wykorzystanie odchodów zwierzęcych z gospodarstw typu przemysłowego CBR Warszawa 1973.
6. Maćkowiak Cz.: „Gnojowica jej właściwości i zastosowanie” CBR Warszawa 1973.
7. Koriath H. i inni: „Erfahrungen und Ergebnisse das Ausbringen von Rindergülle in Dedelow” Feldwirtschaft J 12, H 9, 1971; KTBL — Taschenbuch für Arbeits und Betriebsfirtchaft, 5 Vüllif neubearbeitete und erweiterte Auflage, Münster West 1969.
8. Riemann U., Traulsen H.: Beseitigung von Schweineflüssigmist KTBL — Flugschrift 24, 1972.
9. Postęp w rolnictwie 1975 nr 5 za Deutsche Geflügelwirtschaft und Schweineproduktion 16, 1972.
10. Niklewski H., Kalembsa S.: Technologia wykorzystania odchodów z przemysłowych tuczarni trzody chlewnej. PH 8, 1974.
11. Simoni J., Sikorski M.: „Odprowadzanie, oczyszczanie i rolnicze wykorzystanie odchodów zwierzęcych z przemysłowych ferm hodowlanych” Inf. Bud. Roln. 6, 1972.
12. Żurek J.: Niektóre zagadnienia gospodarowania gnojowicą w NRD II Seminarium — Aspekty ekonomiczne gospodarki ściekowej ferm (mat. powielony).
13. Kozyra S.: Ekonomiczne i produkcyjne aspekty wykorzystania głębokiej ściółki z ferm drobiarskich w opasie młodego bydła rzeźnego Nowe Roln. 18, 1974.
14. Podkówka W., Mikołajczak J.: Suszone odchody z fermy trzody chlewnej w żywieniu bukatów PH 4, 1976.
15. Nowe Rolnictwo nr 15, 1975.
16. Zawadzki W.: Aspekty ekonomiczne gospodarki ściekowej ferm. II Seminarium — Gospodarowania ściekami z ferm przemysłowych (mat. powielony).
17. Polakow A., Usaczewa T.: Sanitarno-higieniczne problemy utylizacji odchodów zwierzęcych. Międz. Czas. Roln. nr 3, 1974.
18. Probleme der Güllewirtschaft VEB Gustav Fischer Verlag Jene 1971. Postęp w rolnictwie 1975 nr 5 za Deutsche Geflügelwirtschaft und Schweineproduktion nr 16, 1972.
19. Szwabowicz A.: „Przemysłowa produkcja trzody chlewnej a ochrona środowiska”. Gosp. Mięsna 7, 1975.