



Potencjał biogeny odpadów z hodowli trzody chlewnej

Monika CZOP

Politechnika Śląska, Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

Katedra Technologii i Urządzeń Zagospodarowania Odpadów

tel. 32-23-72-104

e-mail: monika.czop@polsl.pl

Streszczenie

Rolnictwo, obok przemysłu jest jednym z głównych źródeł zanieczyszczeń środowiska przyrodniczego. Problemy związane z hodowlą zwierząt gospodarskich dotyczą nie tylko zagrożeń, jakie stwarza nadmierne wydzielanie amoniaku, ale także zagospodarowania płynnych i stałych odchodów.

Odchody trzody chlewnej są bogate w składniki pokarmowe pochodzenia organicznego i nieorganicznego. Gnojowica jest nawozem azotowo- fosforowo- potasowy. Odchody trzody chlewnej wykorzystywane jako nawóz zawierają przeciętnie 8% suchej masy, zastosowanie ich w dawce 10 m³/ha powoduje dostarczenie do gleby pierwiastków biogenych w dawkach: 64 kg azotu, 40 kg fosforu i 30 kg potasu.

Celem badań było określenie stężenia związków biogenych (azotu i fosforu) w odchodach trzody chlewnej, powstających w hodowli przemysłowej.

Abstract

Biogenic potential of waste from pig farms

Agriculture, together with the Industry is one of the main sources of natural environment pollution. Problems related to the breeding of farm animals concern not only threats posed by the excessive emission of ammonia but also management of the liquid and solid droppings.

Swine droppings are rich with organic and non-organic nutrients. Liquid manure is a nitrogen – phosphorus – potassium fertilizer. Swine droppings used as a fertilizer contain average 8% of dry matter. If used in proportions of 10 m³/ha they provide biogenic elements to the soil in the following doses: 64 kg of nitrogen, 40 kg of phosphorus and 30 kg of potassium.

The purpose of the research was determining the concentration of biogenic elements (nitrogen and phosphorus) in swine droppings which come from industrial farming.

1. Wstęp

Odpady trzody chlewnej powszechnie nazywane gnojowicą są płynnym nawozem organicznym, budzącym negatywne skojarzenia ze względu na swój specyficzny, nieprzyjemny zapach, towarzyszący rejonom chlewni oraz obszarom jej magazynowania, które nie zawsze odbywa się w odpowiednich warunkach.

Do odchodów zwierząt gospodarskich dostaje się z reguły pewna ilość wody użytkowanej, służąca głównie do mycia kopców, zwierząt i innych czynności sanitarnych. Ilość wody nie powinna przekraczać 10-20% ilości odchodów, czyli około 10 dm³ na dobę. W praktyce ilości wody są znacznie większe, szczególnie na fermach trzody chlewnej oraz tam, gdzie wspomagany jest spływ gnojowicy wodą. Zależnie od ilości wody w odchodach, gnojowicę dzieli się na:

- gęstą i rozcieńczoną,

Gnojowicę rozcieńczoną otrzymuje się, jeżeli dodatek wody przekracza 20% odchodów, a zawartość suchej masy jest mniejsza niż 8%.

Tradycyjne metody zagospodarowania płynnych odpadów wykorzystywanych w rolnictwie są oparte na ich gromadzeniu, a następnie przechowywaniu w zbiornikach do momentu rozplantowania na polu.

Głównym problemem w zakresie ochrony środowiska dotyczącym działalności rolniczej jest gospodarka nawozami naturalnymi, ze szczególnym uwzględnieniem ich składu. Mając na uwadze pojęcie szeroko rozumianej ochrony środowiska w przypadku stosowania nawozów naturalnych należy zwrócić uwagę na wysoką emisję odorów uciążliwych dla otoczenia, amoniaku do powietrza oraz emisji azotanów i fosforanów do gleb, wód gruntowych i powierzchniowych [1, 2].

Niewątpliwie gnojowica trzody chlewnej jest zarówno nawozem naturalnym, jak również stosowanym w rolnictwie. Odchody trzody chlewnej są nawozem bogatym w pierwiastki biogenne, które z kolei są niezbędne do prawidłowego funkcjonowania wszystkich organizmów żywych – w tym roślin.

Skład chemiczny odchodów trzody chlewnej zależy od wielu czynników między innymi takich jak: rodzaju zwierząt, ich wieku oraz od sposobu ich żywienia.

Przyjmuje się, że przeciętny skład odchodów trzody chlewnej, przy 8% zawartości suchej masy, zawiera w 1 m³ objętości 6,5 kg N, 4 kg P₂O₅, 3 kg K₂O, 1-2 kg CaO, 0,5 kg Na₂O i 0,3-0,7 kg MgO.

W odróżnieniu od obornika czy kompostu, odchody trzody chlewnej mają właściwości zbliżone do nawozów mineralnych, gdyż szybciej uwalniają do gleby substancje mineralne.

Azot jest składnikiem decydującym o wartości nawozowej gnojowicy, połowa azotu w niej zawartego występuje w formie łatwo rozpuszczalnego azotu amonowego, natomiast niewielka ilość azotu jest w formie gazowej [1, 2].

Obok azotu pozostałe składniki nawozowe to fosfor (którego jest najmniej) i potas [1, 2].

Biorąc pod uwagę właściwości biologiczne gnojowicy najbardziej charakterystyczny jest duży udział bakterii oraz grzybów. Niestety fermentacja zachodząca w mieszaninie kału i moczu zwierząt nie powodują jej samoodkażenia [1, 2].

2. Aspekty prawne dotyczące odchodów trzody chlewnej

Dyrektywa Rady z dnia 12 grudnia 1991 roku dotycząca ochrony wód przed zanieczyszczeniami powodowanymi przez azotany pochodzenia rolniczego, zwana Dyrektywą Azotanową zobowiązywała Państwa Członkowskie do ustanowienia „*zbioru lub zbiorów zasad dobrej praktyki rolniczej, które mają zostać dobrowolnie wprowadzane w życie przez rolników*”.

Celem Dyrektywy Azotanowej jest ograniczenie zanieczyszczenia wód azotanami, które pochodzą bezpośrednio bądź pośrednio ze źródeł rolniczych [1, 2].

Dostosowanie przepisów prawa polskiego do prawa unijnego w zakresie azotanów pochodzenia roślinnego zostało dokonane, przy współpracy Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi oraz Ministerstwa Środowiska w 2004 roku. Powstał wtedy Kodeks Dobrej Praktyki Rolniczej, który porusza problem pojemności zbiorników służących do przechowywania odchodów zwierzęcych. Zbiorniki powinny wystarczyć na ich przechowywanie przez okres co najmniej 6 miesięcy, zbiorniki powinny być wyposażone w nieprzepuszczalne dno i ściany oraz szczelną pokrywę z otworem wejściowym i wentylacyjnym. Do zbiornika z gnojowicą nie należy odprowadzać substancji, które pochodzą z domowych instalacji sanitarnych.

Dawki składników mineralnych powinny być dobierane na podstawie potrzeb nawozowych roślin. Głównie dotyczy to azotu, którego dawkę należy dobrać bardzo precyzyjnie, gdyż roczna dawka nawozu naturalnego nie może przekraczać ilości zawierającej 170 kg azotu całkowitego na 1 ha użytków rolnych. Jeżeli ilość ta jest przekroczona wskazuje to na nadmierną obsadę inwentarza [1, 2].

Odchody trzody chlewnej należy aplikować na nie obsianą glebę, w okresie wczesnej wiosny. Roczna dawka gnojowicy nie powinna przekraczać 45 m³ (170 kg N) na 1 ha. Wprowadzanie odchodów bezpośrednio do gleby należy wykonywać za pomocą węża rozlewowych.

Z powyższymi wskazówkami należy się zapoznać, a następnie zastosować je, aby uniknąć zarówno skażenia wód, jak i gleby [1, 2].

3. Charakterystyka analizowanej fermy trzody chlewnej

Podstawowa produkcja analizowanej fermy to chów i hodowla trzody chlewnej, która odbywa się w cyklu zamkniętym. Obecnie stado liczy 25 000 sztuk, w tym 2 000 macior [3]. Na tej bazie ferma produkuje rocznie do 54 000 stukilowych tuczników (tabela 3.1).

Ferma może się również pochwalić produkcją rolną. Na 1250 ha gleb średniej jakości uzyskuje się 60 g pszenicy z 1 ha, 60 g jęczmienia, 70 g kukurydzy, 35 g rzepaku. Produkcja zbóż przeznaczona jest w głównej mierze na paszę dla trzody chlewnej [3].

Roczna produkcja odchodów trzody chlewnej w rozpatrywanej fermie to 60 000 Mg, czyli 5000 Mg odchodów powstaje w skali miesiąca [3].

Powstające odpady z hodowli trzody chlewnej czasowo magazynowane są na terenie fermi, w otwartym zbiorniku (Rys.3.1). Gromadzenie odchodów trzody chlewnej w taki sposób sprzyja zachodzeniu procesom sedymentacji (osadzanie się zawiesin na dnie zbiornika pod wpływem siły ciężkości) i flotacji (proces rozwarstwienia).

Powstający w czasie magazynowania odpadów na powierzchni zbiornika kożuch powoduje przemiany beztlenowe w głębiej położonych warstwach. W takich warunkach następują straty materii organicznej i azotu (średnio 5-15% w okresie od 180 do 250 dni), ale przez cały czas utrzymuje się wysoka koncentracja azotu amonowego. Powstające straty materii organicznej oraz azotu wpływają ujemnie na właściwości nawozowe odchodów trzody chlewnej[4, 5].

Tabela 3.1. Liczebność stada w cyklu zamkniętym analizowanej fermi[3].

Rodzaj zwierząt	Stan średnioroczny, szt.	Współczynnik przeliczenia ¹⁾ sztuk rzeczywistych na DJP ²⁾	Stan średnioroczny w przeliczeniu na DJP
Knury	50	0,40	20
Maciory	2400	0,35	840
Prosięta	10350	0,02	207
Warchlaki	10143	0,07	710
Tuczniki	7151	0,14	1001
Suma	30094	-	2778

¹⁾ Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko, Załącznik do rozporządzenia (DzU 2010, nr 213, poz. 1397). ²⁾ DJP - duża jednostka przeliczeniowa inwentarza.



Rys.3.1. Zbiornik otwarty do magazynowania gnojowicy na terenie fermy (wyk. M. Czop).

Procesowi magazynowania odchodów trzody chlewnej w otwartych zbiornikach towarzyszy charakterystyczny i nieprzyjemny zapach. Zapach odchodów związany jest z występowaniem w niej związków przeważnie gazowych, typowo wonnych jak: merkaptany, aminomerkaptany, indol, skatol, aminy i kwasy tłuszczowe, a także ich pochodne oraz amoniak (NH_4) i siarkowodór (H_2S).

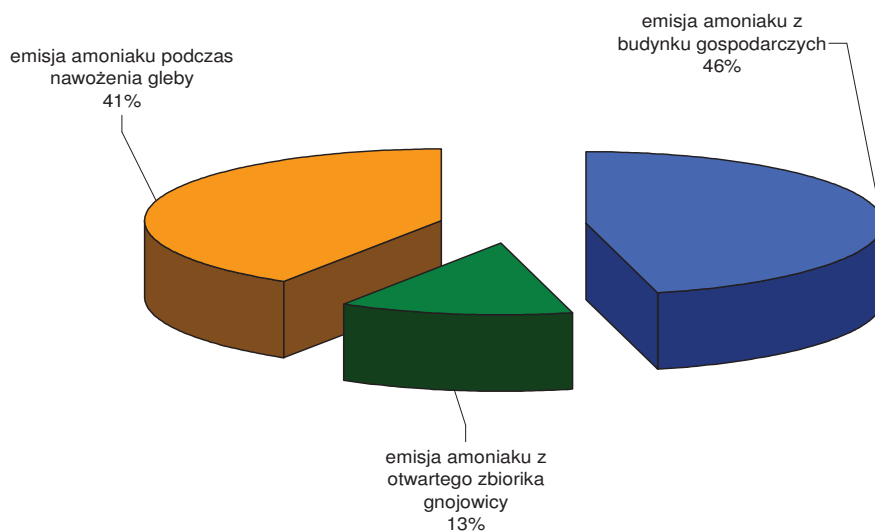
Amoniak i siarkowodór są związkami toksycznymi, natomiast pozostałe związki powodują w ogólnej mierze zanieczyszczenie atmosfery w obrębie fermy, gdyż wydzielane są bezpośrednio z ekskrementami przez zwierzęta.

W odchodach trzody chlewnej występują również gazy bezzapachowe ditlenek węgla (CO_2) – toksyczny i metan (CH_4) – łatwopalny i wybuchowy. Gazy gromadzą się na pewnej głębokości w zbiornikach i nie ujawniają się ich zapachy, gdy pozostają w bezruchu. Każde wymieszanie odchodów powoduje falowe wydzielanie się tych gazów i wzmożenie nieprzyjemnych zapachów.

Intensywność wydzielania się gazów w trakcie homogenizacji może być tak duża, że przy braku wentylacji w bliskim otoczeniu może dojść do zatrucia zwierząt czy ludzi.

Ze względu na toksyczne oddziaływanie, łatwopalność i możliwość wybuchu gazów powstających w trakcie magazynowania odchodów trzody chlewnej, obowiązuje szczególna ostrożność podczas przebywania w najbliższym obrębie zbiornika.

Na rysunku 3.2 prezentowana jest średnia emisja amoniaku (NH_4) powstającego w cyklu hodowlanym trzody chlewnej. Emisja na etapie przechowywania odchodów trzody chlewnej wynosi około 13% całkowitej emisji amoniaku (NH_4) powstającego w cyklu hodowlanym trzody [6].



Rys. 3.2. Emisja amoniaku przy produkcji trzody chlewnej [6].

Obecność amoniaku w czasie magazynowania odchodów trzody chlewnej jest związana z procesami biomineralizacji połączeń organicznych azotu.

4. Charakterystyka odpadów trzody chlewnej

Odchody trzody chlewnej (potocznie zwane gnojowicą) określa się jako niejednorodną, płynną mieszaninę cząstek odchodów zwierzęcych z wodą. Słomiasta pasza, ściółka lub inne przypadkowe odpady stanowią najgrubsze części gnojowicy, które powinny być wydzielone podczas dalszych procesów przerobowych.

Do badań pobrano odchody trzody chlewnej ze zbiornika otwartego zlokalizowanego na terenie fermy w województwie śląskim. Ze względu na niejednorodny skład odchodów poboru próbki dokonano w trzech miejscach na tej samej głębokości.

Wyniki przeprowadzonej analizy fizykochemicznej odchodów trzody chlewnej przedstawiono w tabeli 4.1. Prezentowane wartości są średnia arytmetyczną z trzech pomiarów.

Tabela 4.1. Właściwości fizykochemiczne odchodów trzody chlewnej.

Wskaźnik fizykochemiczne	Jednostka	Próba 1	Próba 2	Próba 3
Gęstość objętościowa	kg/m ³	886	886	889
Odczyn (pH)		7,2	7,4	7,2
Zawartość suchej masy (s.m)	%	8,00	8,00	7,50
Zawartość suchej masy organicznej (s.m.o)	% s. m	86,63	86,64	85,98
Zawartość rozkładalnych substancji organicznych	%	0,70	0,68	0,71
Zawartość węgla organicznego	%	0,33	0,31	0,33
Zawartość azotu ogólnego	mg/dm ³	5096,00	4037,60	4256,00
Stosunek C/N		1,37	1,35	1,37
Zawartość fosforu ogólnego	mg/dm ³	26,14	26,14	29,41
Toksyczność	%	inhibicja	inhibicja	inhibicja

Gęstość odchodów trzody chlewnej według danych literaturowych waha się w przedziale od 900–1100 kg/m³ i wzrasta wraz ze wzrostem głębokości poboru próbki. Gęstość analizowanych odchodów trzody chlewnej jest rzędu 886-889 kg/m³.

Zawartość suchej masy w badanych próbach jest rzędu 8%, uzyskana wartość pokrywa się z danymi literaturowymi gdzie zawartość suchej masy w gnojowicy trzody chlewnej jest rzędu 8-11%.

Natomiast ciepło właściwe odchodów trzody chlewnej zależy od zawartości suchej masy, im jest jej więcej, tym niższe jest ciepło właściwe.

Odchody trzody chlewnej charakteryzuje bardzo wysokie przewodnictwo elektrolityczne, na jego wzrost wpływa zwiększenie suchej masy. Wysoka koncentracja elektrolityczna powoduje obniżenie przeżywalności zarodników mikroorganizmów, które występują w odchodach.

Biorąc pod uwagę czynniki ekologiczne odchody trzody chlewnej są zagrożeniem z powodu wysokiej emisji odorów, amoniaku do powietrza oraz emisji azotanów i fosforanów do gleby, wody gruntowej, i powierzchniowej.

Przeprowadzony test toksyczności z zastosowaniem rzeżuchy ogrodowej potwierdza negatywny wpływ odchodów trzody chlewnej na rośliny, gdyż uzyskano w analizowanych próbach 100% inhibicję.

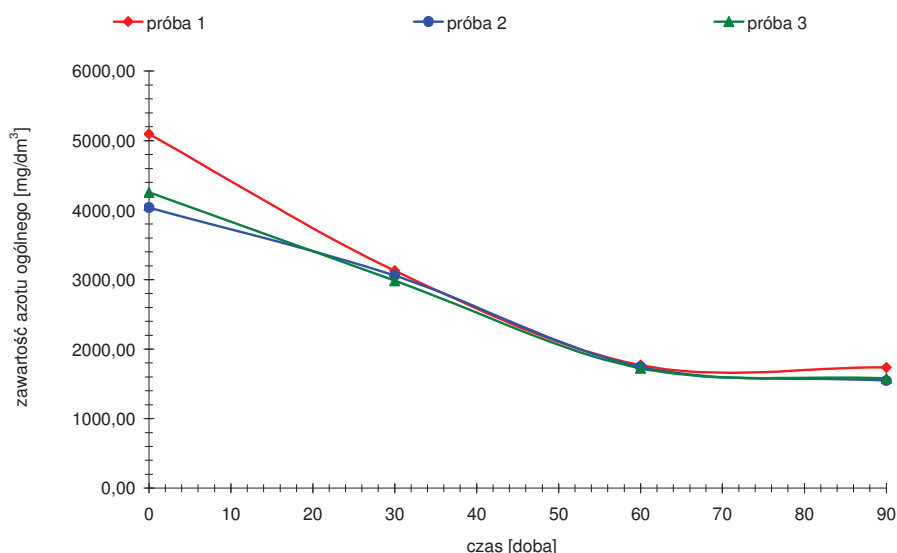
Zawartość azotu ogólnego w analizowanym materiale mieści się w przedziale 4037,60-5096,00 mg/dm³, według danych literaturowych najwyższe stężenie azotu ogólnego odnotowane dla surowej gnojowicy było rzędu 4000 mg/dm³ [7].

Od stosunku C/N zależy działanie gnojowicy jako nawozu. Korzystny stosunek C/N waha się w granicach 5:1 do 8:1. Jest to zależność zbliżona do tej jaką wykazuje substancja organiczna gleb. W analizowanych próbach stosunek C/N był rzędu 1,37.

Największym zagrożeniem ze strony odchodów trzody chlewnej jest wymywanie azotanów do wód gruntowych, wpływające na jakość wody pitnej oraz spływ powierzchniowy azotanów i fosforanów powodujących efekt eutrofizacji zbiorników wodnych.

5. Potencjał pierwiastków biogennych

Wyniki badań zmian zawartości pierwiastków biogennych (azotu i fosforu ogólnego) w odchodach trzody chlewnej zachodzące w czasie magazynowania przedstawiono graficznie na rysunkach 5.1 – 5.4.



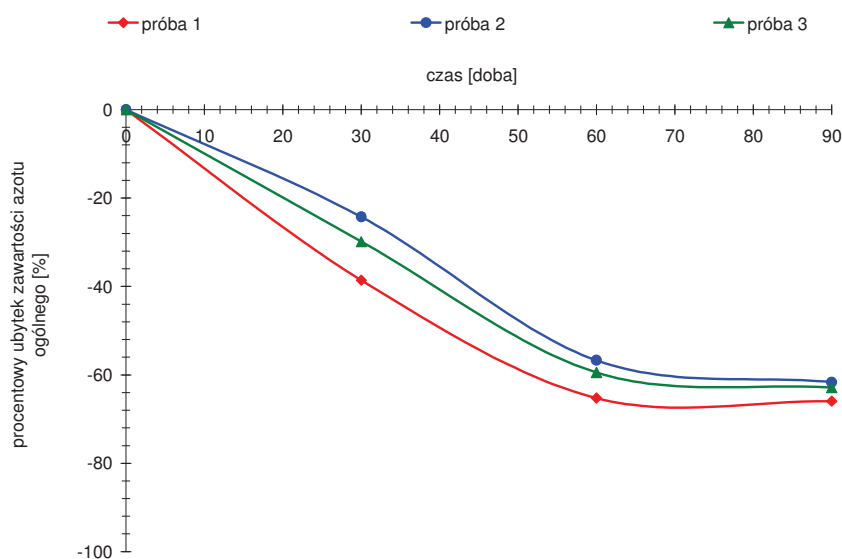
Rys.5.1. Zmiana zawartości azotu ogólnego w odchodach trzody chlewnej.

Zawartość azotu ogólnego we wszystkich analizowanych próbach uległa obniżeniu w czasie procesu ich magazynowania. Zawartość azotu ogólnego po 30 dniach magazynowania uległa znacznemu obniżeniu, wynoszącym około 30% w odniesieniu do surowych odchodów trzody chlewnej, w następnym punkcie pomiarowym odnotowano kolejny 30% spadek zawartości azotu ogólnego. W ostatnim punkcie pomiarowym spadek zawartości azotu ogólnego był rzędu kilku procent (Rys.5.1 – 5.2). Zmiany zawartości azotu ogólnego mogą mieć związek z jego transformacją do azotu amonowego.

Redukcja zawartości azotu całkowitego, której towarzyszą straty pozostałych obu form tego pierwiastka jest związana głównie z namnażaniem mikroflory psychro- i mezofilnej

w miejsce termofilnej. Zawartość azotu organicznego zmniejsza się w niewielkim stopniu, natomiast ogólnego o kilkadziesiąt procent. Na tej podstawie można powiedzieć, że straty azotu powstają głównie we frakcji mineralnej [8].

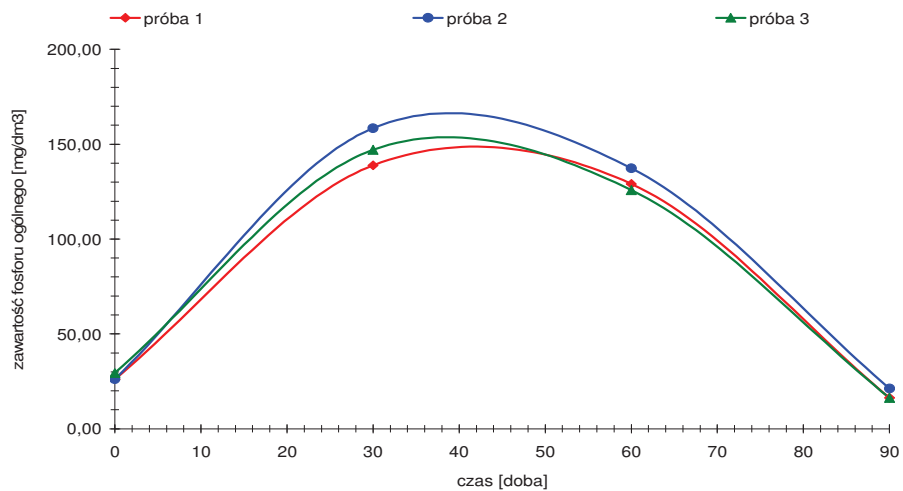
Skład odchodów trzody chlewnej charakteryzuje się wysokim udziałem azotu organicznego, formy trudno dostępnej dla mikroflory i gorzej rozkładanej przez enzymy [8].



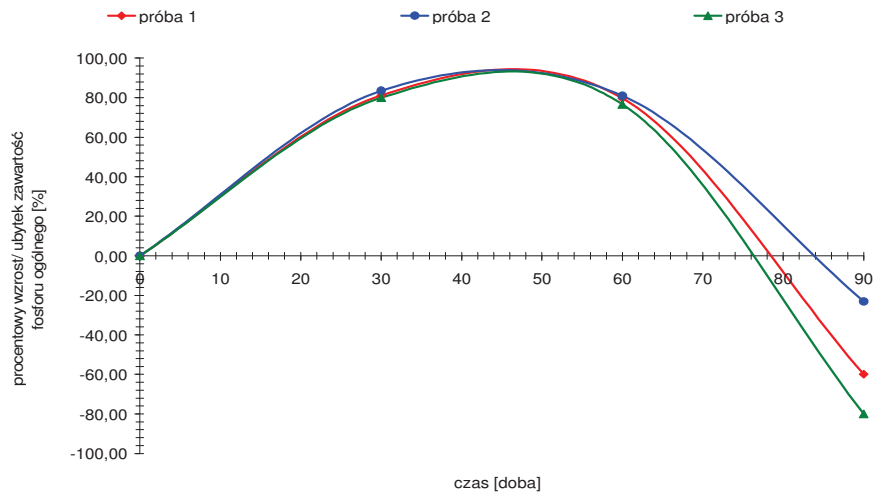
Rys. 5.2. Procentowy ubytek azotu ogólnego w odchodach trzody chlewnej.

Zawartość fosforu ogólnego w wszystkich analizowanych próbach, w pierwszym punkcie pomiarowym, wzrasta. Średnio jest to wzrost pierwiastka o 80%, może to być związane z obecnością bakterii hydrolizujących, rozkładających nierozpuszczalne związki organiczne, uwalniając w ten sposób do środowiska kwasy organiczne, które powodują lepsze rozpuszczenie związków fosforu. W kolejnych punktach pomiarowych odnotowano spadek zawartości fosforu ogólnego w badanych próbach. W końcowym punkcie pomiarowym zaobserwowano, że zawartość fosforu ogólnego w magazynowanych odchodach trzody chlewnej jest dużo niższa, a ubytek zawartości tego pierwiastka, w zależności od próby, jest rzędu od 23 do 80% w odniesieniu do wartości początkowej (Rys. 5.3 -5.4).

W trakcie magazynowania odchodów trzody chlewnej dochodzi do znaczących strat i zmian form czynnych zawartych w nich pierwiastków biogennych. Poziom redukcji zawartości związków biogennych w odpadach trzody chlewnej związany jest z przebiegiem warunków pogodowych, a zwłaszcza termicznych.



Rys. 5.3. Zmiana zawartości fosforu ogólnego w odchodach trzody chlewnej.



Rys. 5.4. Procentowy przyrost/ ubytek zawartości fosforu ogólnego w odchodach trzody chlewnej.

6. Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonych analiz można postawić następujące wnioski:

- ilość azotu w gnojowicy wraz z upływem czasu regularnie spada. Różnica między wartością azotu ogólnego w surowych odchodach trzody chlewnej, a w etapie końcowym badań (po upływie 90 dni), wynosi około 60%.
- zawartość fosforu ogólnego w odchodach trzody chlewnej ulega stopniowemu wzrostowi, a następnie spada, do wartości niższej niż w surowych odchodach.

Ze względu na obowiązki i wymogi jakie nakłada na rolników Dyrektywa Azotanowa, Kodeks Dobrej Praktyki Rolniczej oraz Ustawa o nawozach i nawożeniu, należy przyjrzeć się bliżej innym możliwościom wykorzystania odchodów trzody chlewnej, których znaczne ilości powstają, a ze względu na zaostrzone przepisy prawne nie zostają zagospodarowane. Odchody z trzody chlewnej, które postrzegane są obecnie przez właścicieli ferm jako problemem, mogą stać się źródłem zysku, gdyż stanowią doskonały substrat do produkcji biogazu.

Odchody trzody chlewnej można również wykorzystać do produkcji pasz. Istnieje możliwość odzyskiwania białka przez drożdżowanie gnojowicy, hodowlę na gnojowicy larw much i dżdżownic oraz bakterii, grzybów i glonów w procesach hydrolizy ekstrakcji [9].

Literatura

- [1] Łuka M., Badanie możliwości przygotowania gnojowicy do magazynowania, Praca dyplomowa magisterska, Politechnika Śląska 2010.
- [2] Hus S., Kutera J., Rolnicze oczyszczanie i wykorzystanie ścieków i gnojowicy, Wydawnictwo Akademii Rolniczej we Wrocławiu, Wrocław 1998
- [3] Materiały wewnętrzne firmy Danish Farming Consultants Sp. z o.o. w Rzeczycach.
- [4] Miłułka M, Charakterystyka technologiczna hodowli drobiu i świń w Unii Europejskiej, Ministerstwo Środowiska, Warszawa, wrzesień 2003 r.
- [5] Zbytek Z, Talarczyk W, Gnojowica a ochrona środowiska naturalnego, Technika rolnicza ogrodnicza leśna 4/2008.
- [6] Kapłon M., Leśniak D., Szurko J., Nie dla ferm trzody chlewnej?, Materiał opracowany przez krajowy związek pracodawców– Producentów trzody chlewnej, Warszawa 2006.
- [7] Magrel L., Prognozowanie procesu fermentacji metanowej mieszaniny osadów ściekowych oraz gnojowicy, Wydawnictwo Politechniki Białostockiej, Białystok 2004.
- [8] Krawczyk W. , Walczak J., Potencjał biogeny obornika jako źródło emisji amoniaku i zagrożenia środowiska, Roczn. Nauk. Zoot., T. 37, z. 2 (2010) 187–193.
- [9] Knecht D., Jankowska A., Gnojowica Dobry nawóz, ale..., <http://www.portalhodowcy.pl/hodowca-trzody-chlewnej/184-numer-42010/1686-gnojowica-dobry-nawoz-ale>, z dnia 15.11.2011.