

CHANGES OF CHOSEN PROPERTIES OF CATTLE MANURE ANAEROBICALLY STORED AND COMPOSTED IN FALL AND WINTER CONDITIONS

Summary

One of the requirements enforced by the European Union is an improvement of the environment quality throughout the proper waste management. And in this area, the manure storage on the field is a serious environmental problem in Poland. Thus the search for the manure valorization methods has been started. Composting of the manure with a proper access of oxygen seems to be the best solution. The aim of this study was to compare two methods of cattle manure management (composting and anaerobic storage) and examination of the technically exploitative capabilities for the implementation in small and medium-size farms of a cattle manure composting technology by its aeration. During the research conducted in fall and winter conditions in a pile composted and stored in the conventional anaerobic technology, many measurements and analyses have been carried out which allowed to state that obtained compost is a fertilizer better and more rich in the components than manure stored in traditional anaerobic technology.

Key words: *cattle; manure; anaerobic storage; composting; autumn; winter; experimentation*

ZMIANY WYBRANYCH WŁAŚCIWOŚCI OBORNIKA BYDŁĘCEGO SKŁADOWANEGO BEZTLENOWO ORAZ KOMPOSTOWANEGO W WARUNKACH JESIENNYCH I ZIMOWYCH

Streszczenie

Jednym z wymogów narzucanych przez Unię Europejską jest poprawa jakości środowiska, m.in. przez prawidłową gospodarkę odpadami i nawozami naturalnymi oraz organicznymi. W tym zakresie w Polsce poważny problem środowiskowy stanowi m.in. składowanie obornika na polu. Dlatego też zaczęto poszukiwać metod jego waloryzacji. Najlepszym rozwiązaniem wydaje się być kompostowanie obornika przy odpowiednim dostępie tlenu. Celem pracy było porównanie dwóch metod zagospodarowania obornika bydłęcego (kompostowanie i składowanie beztlenowe) oraz zbadanie możliwości techniczno-eksploatacyjnych dla wdrożenia w małych i średnich gospodarstwach rolnych technologii kompostowania obornika bydłęcego wskutek jego napowietrzania. W czasie badań przeprowadzonych w warunkach jesiennych i zimowych w przyzmię kompostowanej oraz składowanej w tradycyjnej technologii beztlenowej przeprowadzono szereg pomiarów i analiz, na podstawie których można stwierdzić, że otrzymany kompost jest lepszym oraz bogatszym w składniki pokarmowe nawozem niż obornik składowany w tradycyjnej technologii beztlenowej.

Słowa kluczowe: *bydło; obornik; składowanie beztlenowe; kompostowanie; jesień; zima; badania*

1. Wstęp

Wraz w wejściem Polski do Unii Europejskiej zaostrzone zostały przepisy dotyczące ochrony środowiska, w tym i gospodarki odpadami. Na pewnym etapie zmian, rolnicy zostali przymuszeni do budowy płyt służących do gromadzenia obornika oraz zbiorników do przechowywania gnojowicy. Miało to pomóc w racjonalnej gospodarce nawozami naturalnymi. Jednak po 2007 r. z obowiązku budowy płyt gnojowych zwolnione są gospodarstwa hodujące bydło.

Sam obornik traktowany jest jako nawóz naturalny o wieloletnim, korzystnym wpływie na glebę. Kompost, jak i inne nawozy organiczne jest źródłem wielu składników pokarmowych oraz substancji organicznej [7, 10], co znacznie wspomaga wzrost i rozwój roślin. W celu oceny tego pozytywnego wpływu należy materiał odpowiednio przygotować, aby zaszła redukcja larw owadów, nasion chwastów oraz innych patogenów [5]. Likwidacja ta następuje głównie w trakcie fazy termofilnej procesu kompostowania [2]. Osiągnięcie tej fazy, jest możliwe przy stałym doprowadzaniu tlenu, bowiem w przeciwnym przypadku może dojść do utworzenia się warunków beztlenowych. Będzie to zjawisko niekorzystne, a sam materiał nie ulegnie korzystnym przemianom, takim jak procesy mineralizacji oraz humifikacji. Dostęp tlenu gwarantuje odpowiednie warunki rozwoju dla

mikroorganizmów termofilnych, które są odpowiedzialne za rozkład biologiczny materiału oraz ograniczenie emisji szkodliwych związków lotnych [14]. Prowadząc prawidłowo proces, w pełni ustabilizowany materiał organiczny można otrzymać po 1-3 miesiącach. W przypadku beztlenowego składowania obornika na przyzmię, nie dochodzi do osiągnięcia wysokich temperatur, przez co patogeny nie ulegają unieszkodliwieniu [3, 4]. W znacznie mniejszym stopniu zachodzą również przemiany, jak mineralizacja oraz immobilizacja materii.

Według badań [4] wartość nawozowa 15 ton kompostu odpowiada 30 tonom obornika, czyli zapotrzebowanie na energię do transportu i rozrzutu w przypadku kompostu jest dużo mniejsze. Jest to bardzo ważne biorąc pod uwagę ciągle rosnące ceny paliw oraz koszty pracy ludzkiej.

W niniejszej pracy omówiono zmiany parametrów w czasie kompostowania obornika pochodzącego od bydła oraz porównano jego właściwości fizyczne i chemiczne z właściwościami obornika składowanego w warunkach beztlenowych.

2. Cel pracy i zadania badawcze

Celem pracy było porównanie dwóch najczęściej stosowanych metod przechowywania obornika bydłęcego (kompostowanie lub składowanie beztlenowe) w warunkach je-

siennych i zimowych. Za drugi istotnie ważny cel obrano zbadanie możliwości techniczno-eksploatacyjnych dla wdrożenia w małych i średnich gospodarstwach rolnych technologii kompostowania obornika bydłowego wskutek jego napowietrzania.

Jako istotne założenie przyjęto, iż opracowana technologia powinna być możliwa do wdrożenia w przeciętnym gospodarstwie rolnym posiadającym podstawowe wyposażenie w techniczne środki produkcji (ciągnik, ładowacz czołowy, rozrzutnik obornika). Technologia ta powinna być możliwa do wykorzystania w trakcie całego roku, czyli odporna na trudne warunki atmosferyczne w okresie jesienno-zimowym (konieczne wystąpienie fazy termofilnej celem pasteryzacji obornika oraz utraty nadmiaru wody).

Do realizacji tak postawionego celu pracy przyjęto następujące zadania badawcze:

- wykonanie doświadczeń z kompostowaniem obornika bydłowego w warunkach jesiennych i zimowych,
- porównanie właściwości fizycznych i chemicznych obornika składowanego w tradycyjnej technologii i kompostowanego,
- opracowanie założeń dla technologii kompostowania obornika w małych i średnich gospodarstwach z użyciem ogólnie dostępnego sprzętu.

3. Metodyka

3.1. Czas, miejsce, użyte maszyny

Badania przeprowadzono w prywatnym gospodarstwie rolnym w Daszewicach. Pierwsze doświadczenie rozpoczęto dnia 30.09.2008 (okres jesienny), drugie natomiast dnia 9.12.2008 (okres zimowy).

W każdym doświadczeniu analizie poddano dwie przymy obornika pochodzącego od bydła. Jedna przyma składowana była beztlenowo, a druga była kompostowana.

W dalszej części pracy przyjęto następujące skróty:

- OKJ – obornik kompostowany w okresie jesiennym,
- OKZ – obornik kompostowany w okresie zimowym,
- OSJ – obornik składowany beztlenowo w okresie jesiennym,
- OSZ – obornik składowany beztlenowo w okresie zimowym.

Obornik pochodził od tego samego stada, a składowane przymy miały podobne masy. Dzięki temu możliwe było porównywanie wyników pomiarów obydwu eksperymentów. Kompostowanie przeprowadzono za pomocą rozrzutnika obornika, a załadunek odbył się za pomocą ładowacza typu TUR 4 zamontowanego na ciągniku ZETOR 7245.

3.2. Opis materiału badawczego

Obornik średnio słomiasty (4 kg/DJP/dzień) pochodzący od 16 opasów w wieku od 13 do 24 miesięcy. Był on usuwany dwa razy dziennie na płytę obornikową przy budynku składowany przez okres 7 dni. Opasy żywione były paszami pochodzącymi w większości z terenu gospodarstwa. Dawka żywieniowa: kiszonka z kukurydzy 12 kg/szt./dzień, ziemniaki 10 kg/szt./dzień, siano 5 kg/szt./dzień, pasza treściwa (otręby pszenne, śruta rzepakowa, śruta zbożowa) 2 kg/szt./dzień. Jako ściółkę użyto słomę pszenną sprasowaną w bele o wymiarach 120 cm x 120 cm i wadze 150 kg w ilości 4 kg/szt./dzień.

3.3. Pobieranie próbek

W celu otrzymania reprezentatywnych wyników mate-

riał pobierany był z trzech miejsc w obrębie każdej z przym. Nie pobierano próbek ze skrajnych miejsc, ponieważ panowały tam znacząco różne warunki niż wewnątrz przymy. Materiał z trzech próbek był mieszany i zamykany w szczelnych plastikowych pojemnikach, a następnie transportowany do Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Pomiary wykonywano w miejscu prowadzenia doświadczenia oraz w Laboratorium Ekotechnologii Instytutu Inżynierii Rolniczej.

3.4. Pomiar i analiza parametrów procesów

Pomiar temperatury przym. W przymie poddanej procesowi kompostowania można wyróżnić trzy warstwy: powierzchniową, wewnętrzną oraz denną – przy powierzchni gleby. Mając na uwadze fakt, iż przebieg temperatury w warstwie powierzchniowej może znacząco się różnić od przebiegu w pozostałych dwóch warstwach (niekorzystne warunki atmosferyczne), pomiary temperatury prowadzono w trzech miejscach przymy, na głębokości około 50 cm. Pomiary temperatury był dokonywany codziennie o tej samej godzinie, w każdej z przym. Dodatkowo w przymie poddanej kompostowaniu dokonywano pomiaru po każdej aeracji, dwa razy dziennie o godzinie 9 i 17 przez okres 5 dni. Pomiar temperatury wykonywany był przy użyciu przenośnego termometru elektronicznego.

Pomiar objętości przym. Pomiary objętości przym dokonywane były w momencie założenia oraz zakończenia doświadczenia. Wszystkie przymy niezależnie od typu składowania oraz pory roku układano w kształt umożliwiający pomiar jej wysokości, długości oraz szerokości. Objętość mierzono według wzoru podanego w Poradniku Mechanika. Wartości liczbowe uzyskano za pomocą miary warsztatowej.

Bilans masowy. Pomiary masy przym określano za pomocą wagi oddalonej 1,5 km od terenu gospodarstwa. Dokładność pomiarów wynosiła 1 kg. Obornik składowany beztlenowo, jak i kompostowany umieszczano na przyczepce, następnie ważono. Później dokonano pomiaru wagi samej przyczepki. Z różnicy tych wyników otrzymywano masę przym.

Pomiar wartości pH. W celu dokonania pomiaru wartości pH odważono 5 g świeżego kompostu bądź obornika składowanego beztlenowo zalano 20 ml wody destylowanej uzyskując roztwór wodny. Pomiary dokonywano, co dwa dni przy użyciu urządzenia wielofunkcyjnego CX-401 firmy Elmetron.

Oznaczenie zawartości suchej masy. Oznaczenie zawartości suchej masy wykonywano od początku doświadczenia, aż do jego zakończenia. W celu oceny zawartości suchej masy mieszano próbki uzyskane z przymy, a następnie ważono i poddawano procesowi suszenia w temperaturze 85°C przez okres 48 godzin. Wagi próbek poddanych określeniu suchej masy wahały się w zależności od ich objętości w przedziale od 40 do 200 g.

Oznaczenie zawartości substancji organicznej i popiołu. Po oznaczeniu suchej masy próbki umieszczano w piecu muflowym (520°C) w celu określenia zawartości substancji organicznej i popiołu.

Analizy chemiczne. Analizy chemiczne wykonywano w laboratorium Ekotechnologii Instytutu Inżynierii Rolniczej, przy użyciu standardowych metod, takich jak: oznaczanie azotu ogólnego – metoda Kjeldahla; oznaczanie azotu amonowego – metoda destylacyjna; oznaczanie węgla organicznego – metoda Tiurina.

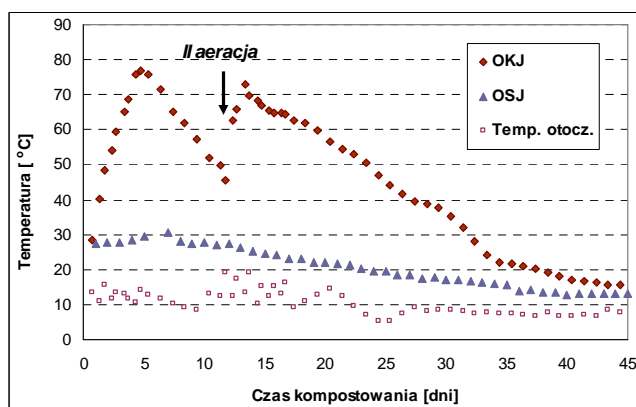
4. Wyniki badań i dyskusja

4.1. Zmiany temperatur

4.1.1. Okres jesienny

Badanie rozpoczęto we trzeciej dekadzie września, gdy temperatura otoczenia wynosiła 15°C, a w całym okresie doświadczenia wahała się w granicach od 5°C do 20°C (rys. 1). W trakcie badań zaobserwowano gwałtowny wzrost temperatury w ciągu 48 godzin od pierwszego napowietrzania uzyskanego w trakcie formowania przyzmy przy użyciu roztrzásacza obornika. Maksymalną temperaturę po pierwszej aeracji odnotowano w piątym dniu doświadczenia i wyniosła ona 77°C. Jednocześnie należy zaznaczyć, że temperatura otoczenia w tym dniu wynosiła 14°C. Taka różnica temperatur świadczy o prawidłowym przebiegu kompostowania i wystąpieniu fazy termofilnej. W kolejnych dniach doświadczenia widoczny był stopniowy spadek temperatury, co również świadczy o typowym przebiegu procesu kompostowania. Po upływie 12 dni od rozpoczęcia doświadczenia, gdy temperatura spadła poniżej 45°C zostało wykonane drugie napowietrzanie. Już po 36 godzinach (13 dzień doświadczenia) odnotowano kolejny znaczący wzrost temperatury z maksimum równym 72°C, podczas gdy w tym momencie temperatura otoczenia wynosiła 13,5°C.

Całkowicie inny przebieg temperatury odnotowano w przyzmye składowanej beztlenowo w okresie jesiennym (OSJ). Temperatura w omawianej przyzmye była bardziej zbliżona do temperatury otoczenia niż miało to miejsce w przypadku kompostowania. Jej maksymalna wartość osiągnęła 32°C w siódmym dniu składowania a potem systematycznie malała. Już od 17 dnia aż do zakończenia doświadczenia temperatura otoczenia była o mniej niż 10°C niższa niż temperatura wewnątrz przyzmy OSJ (rys. 1).



Rys. 1. Przebieg temperatur przyzmy kompostowanej oraz składowanej beztlenowo – okres jesienny

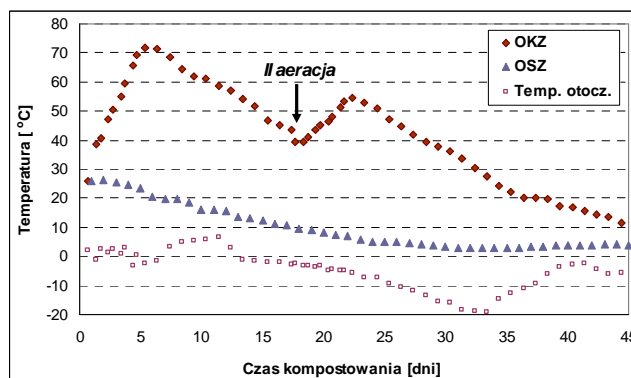
Fig. 1. Course of the temperatures in a pile composted and stored in anaerobic technology – period of autumn

Doświadczenie z obydwoma przyzmyami rozpoczęto w tym samym czasie, czyli w tych samych warunkach pogodowych. W momencie rozpoczęcia doświadczenia temperatura obornika wynosiła 28°C. Przez cały okres doświadczenia następował powolny spadek temperatury obornika aż do osiągnięcia po 45 dniach 13°C.

4.1.2. Okres zimowy

W warunkach zimowych badania rozpoczęto na początku grudnia, gdy temperatura otoczenia wynosiła 2°C, a wykorzystano do badań obornik w momencie rozpoczęcia doświadczenia miał temperaturę 26°C (rys. 2). Zaobserwowano podobny wzrost temperatury jak w warunkach jesiennych, lecz był on nieco wolniejszy i trwał siedem dni, a temperatura maksymalna kompostowanego obornika w tym czasie wyniosła 72°C (rys. 2) i była nieco niższa niż w przypadku badań jesiennych (rys. 1). Należy sądzić, że było to spowodowane niższymi temperaturami otoczenia spadającymi nawet poniżej 0°C. Po upływie 18 dni wykonano drugie napowietrzanie. Zaobserwowano znacznie powolniejszy wzrost temperatury po drugiej aeracji niż w przypadku badań jesiennych, a maksymalna temperatura wyniosła 54°C dopiero po upływie pięciu dni. Kolejne dni to cykliczny spadek temperatury przyzmy kompostowanej. Był on większy niż w tej samej przyzmye w warunkach jesiennych, a temperatura kompostu po 45 dniach wyniosła 11°C, co zapewne było spowodowane ujemnymi temperaturami powietrza (rys. 2).

Przebieg temperatury w warunkach zimowych przyzmy składowanej beztlenowo przedstawiono na rys. 2. Tendencje zmian temperatury były zbliżone do tych w przyzmye OSJ (rys. 1). Obserwuje się tak jak w warunkach jesiennych w przyzmye składowanej beztlenowo powolny spadek temperatury. Trzeba jednak podkreślić, że temperatura końcowa (po upływie 45) dni była dużo niższa niż w przyzmye, gdzie obornik był kompostowany i składowany beztlenowo w warunkach jesiennych, bowiem wyniosła zaledwie 4°C.



Rys. 2. Przebieg temperatur przyzmy kompostowanej oraz składowanej beztlenowo – okres zimowy

Fig. 2. Course of the temperatures in a pile composted and stored in anaerobic technology – period of winter

4.2. Zmiany objętości przyzmy

Niektórzy autorzy wspominają, że objętość przyzmy w czasie procesu kompostowania ulega znacznemu zmniejszeniu [1]. Precyzyjnie wykonane pomiary mogą być źródłem wielu informacji w szczególności dotyczących analizy szybkości osiadania przyzmy, a także samego procesu kompostowania. Zmiany objętości przyzmy składowanych beztlenowo oraz kompostowanych w warunkach jesiennych i w warunkach zimowych przedstawiono na rys. 3. i 4.

Spadek objętości wystąpił we wszystkich czterech badanych przyzmyach. Znacznie bardziej jednak wystąpił on w oborniku kompostowanym (niezależnie od pory roku). Największy spadek objętości nastąpił w przyzmye OKJ i wyniósł aż 53,9%. Nieco mniejszą wartość uzyskano dla kom-

postu OKZ (49,3%), co prawdopodobnie było spowodowane niższymi temperaturami otoczenia, potencjalnie wpływającymi na wolniejszy rozkład. Tak znaczące spadki objętości pryzm, niezależnie od pory roku, świadczą jednoznacznie o prawidłowym przebiegu procesu kompostowania. W obu pryzmach składowanych beztlenowo, niezależnie od pory roku nastąpiło zmniejszenie objętości niewiele poniżej 10%. Tak znaczące zróżnicowanie pomiędzy omawianymi typami składowania było spowodowane tym, że zjawisko osiadania materiału w pryzmach składowanych beztlenowo jest z reguły niewielkie i wynosi z reguły mniej niż 20%. Z kolei utrata objętości w pryzmach poddanych kompostowaniu świadczy o prawidłowym przebiegu rozkładu [15].

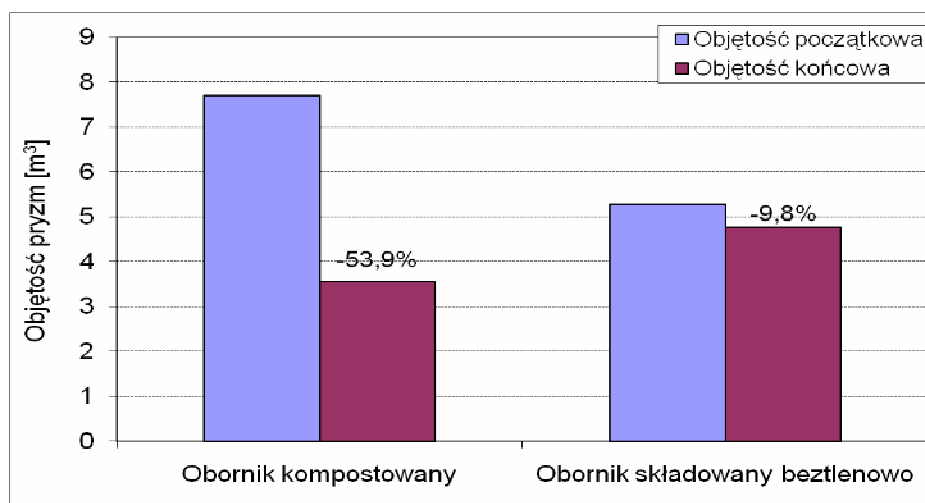
4.3. Bilans masowy

Kolejnym istotnym parametrem procesu kompostowania jest bilans masowy. Jest on ściśle powiązany ze zmianą objętości, gdyż wraz ze spadkiem objętości powinna też spadać masa. Na rys. 5 i 6 przedstawiono zmiany masy pryzm składowanych beztlenowo oraz kompostowanych w ciągu obu pór roku. Jak opisano w metodyce, wszystkie

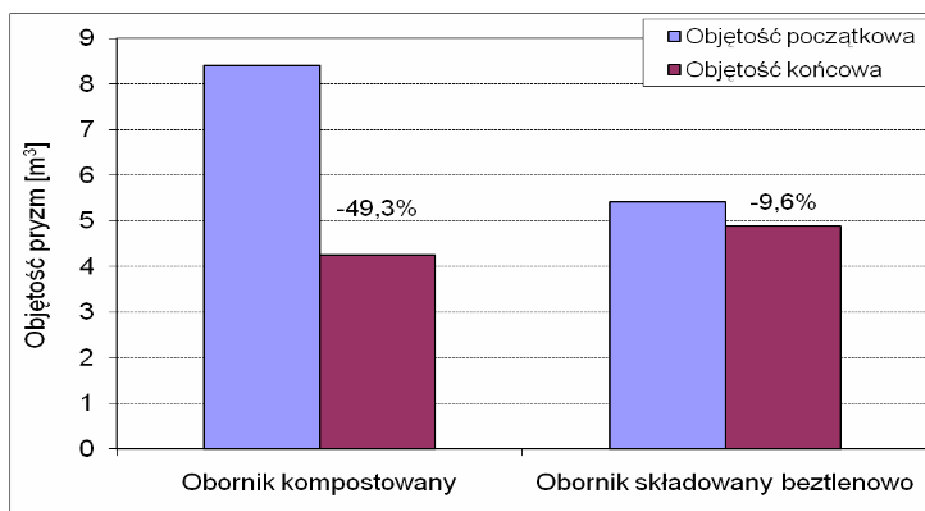
cztery pryzmy będące obiektem doświadczenia miały podobne masy początkowe, a obornik pochodził od tych samych zwierząt. Jest to o tyle istotne, że przy tych samych warunkach atmosferycznych można porównywać wyniki pomiędzy pryzmami.

Początkowa masa pryzmy OKJ wynosiła 2630 kg, a OSJ 2536 kg. Po zakończeniu badań w pryzmie kompostowanej odnotowano wyraźny spadek masy sięgający 38%. Jeszcze większy spadek masy - na poziomie 47% - odnotowano w pryzmie kompostowanej zimą.

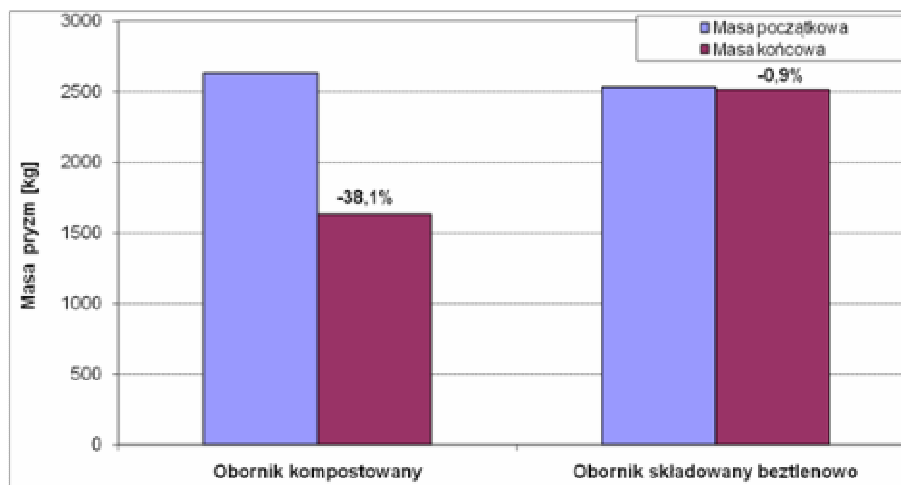
Tak duże ubytki spowodowane były przede wszystkim ulatnianiem się pary wodnej oraz dwutlenku węgla, jako produktów rozkładu substancji organicznej. W pryzmie kompostu zaobserwowano wyraźny efekt parowania świadczący o wysokiej temperaturze panującej wewnątrz pryzmy. Takiego zjawiska nie zauważono w pryzmie składowanej beztlenowo. Brak znaczącego spadku masy zanotowano w pryzmach składowanych beztlenowo, niezależnie od pory roku. Świadczy to o braku wystąpienia fazy termofilnej, a tym samym o wolniejszym tempie przemian. W literaturze często stwierdza się, że utrata masy podczas procesu kompostowania jest dość znaczna.



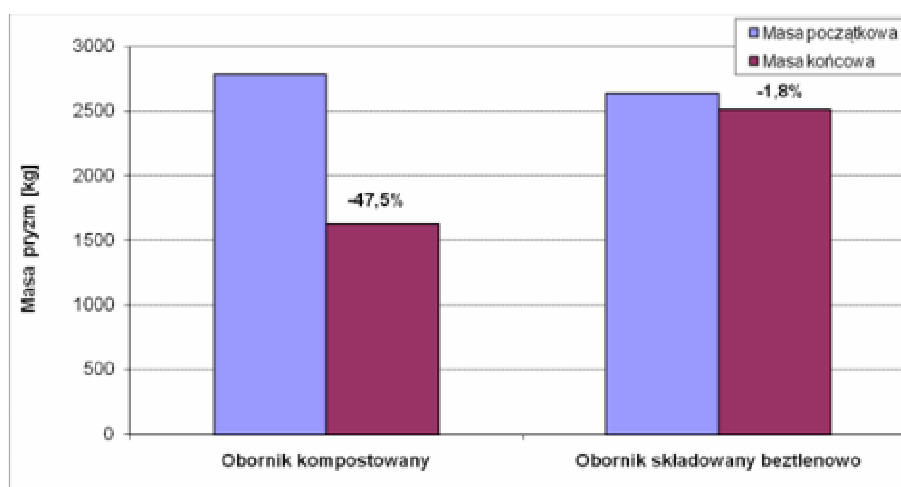
Rys. 3. Zmiany objętości pryzm – okres jesienny
Fig. 3. Changes in the volume of the piles – period of autumn



Rys. 4. Zmiany objętości pryzm – okres zimowy
Fig. 4. Changes in the volume of the piles – period of winter



Rys. 5. Zmiany masy przyzmu – okres jesienny
 Fig. 5. Changes in the mass of the piles – period of autumn



Rys. 6. Zmiany masy przyzmu – okres zimowy
 Fig. 6. Changes in the mass of the piles – period of winter

4.4. Zmiany wartości pH

Uzyskane wyniki pomiarów świadczą o tym, że w czasie składowania beztlenowego obornika wartość pH praktycznie kształtuje się na zbliżonym poziomie pH 7,0 niezależnie od pory roku. Nieco inaczej zmiana pH przebiegała w czasie kompostowania. Wzrost pH z ok. 7 do 8,4 był spowodowany działaniem wysokiej temperatury, co spowodowało szybką mineralizację w czasie fazy termofilnej. Wzrost wartości pH obornika wystąpił niezależnie od pory roku w obu przyzmach poddanych procesowi kompostowania.

4.5. Zmiany zawartości suchej masy

W trakcie trwania doświadczenia, we wszystkich przyzmach niezależnie od warunków składowania oraz pory roku zanotowano wzrost zawartości suchej masy w oborniku (tab. 1). W okresie jesiennym wartość omawianego parametru w oborniku wynosiła 26%.

W przyzmi OKJ wartość ta wzrosła do 48,2%, a w OSJ do 32,5%. Niższy wzrost zanotowano w obu przyzmach w okresie zimowym. W momencie rozpoczęcia doświadczenia sucha masa obornika wynosiła 23,9% i wzrosła do 33,2% oraz 25% odpowiednio dla OKZ oraz OSZ. Taki nieznaczny wzrost spowodowany był wystąpieniem opadów w ostatnim tygodniu prowadzenia doświadczenia. W procesie kompostowania jednym z niezbędnych warunków,

obok dostępu tlenu, jest obecność mikroorganizmów [9, 17]. Aktywność ich zależy od wilgotności. W przypadku wysokiej wilgotności (ponad 80%) nie może dojść do kompostowania. Z drugiej strony zawartości suchej masy poniżej 50% stwarza niekorzystne warunki powodując zahamowanie rozwoju drobnoustrojów.

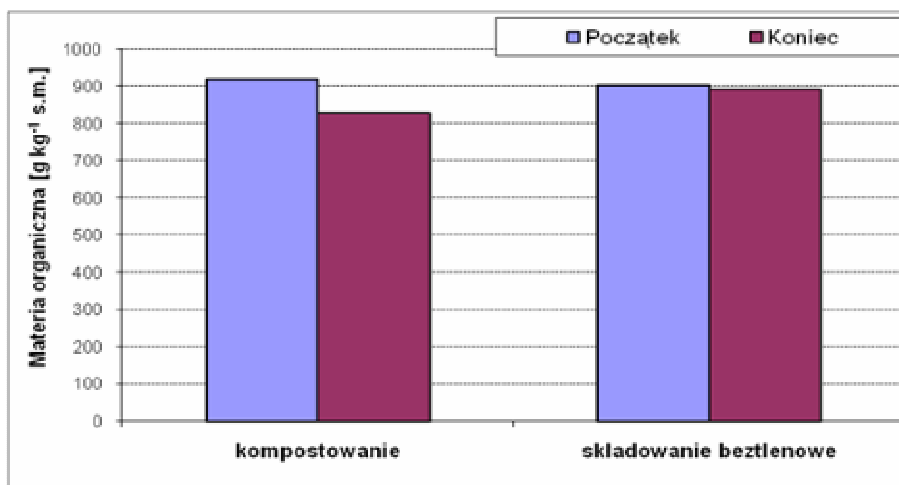
Tab. 1. Zmiany zawartości suchej masy w badanych przyzmach

Table 1. Changes in contents of dry mass of tested piles

Badania	Jednostka	Pryzma	Wartość początkowa	Wartość końcowa
Badania jesienne	%	OKJ	26,1	48,2
	%	OSJ	27,4	32,5
Badania zimowe	%	OKZ	23,9	33,2
	%	OSZ	23,4	24,8

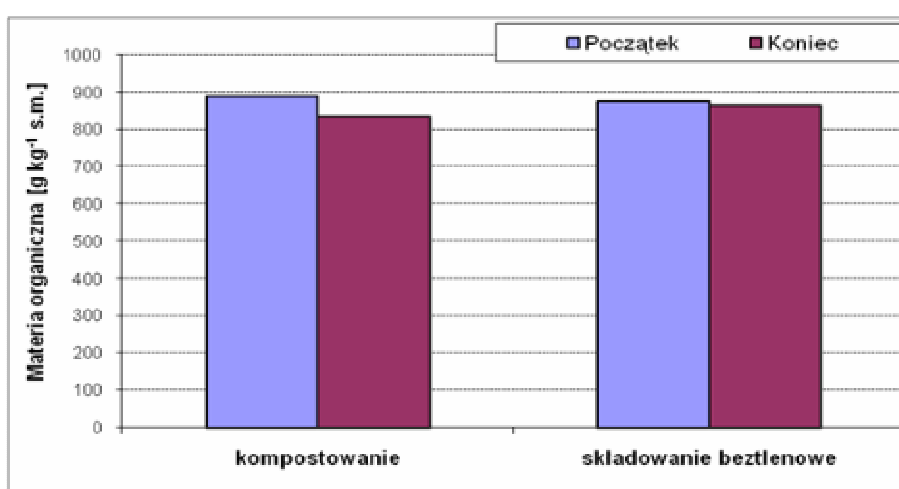
4.6. Zmiany zawartości substancji organicznej

Niezależnie od pory roku oraz typu zagospodarowania obornika w próbkach uzyskanych po 45 dniach stwierdzono zmniejszenie ilości substancji organicznej. Na początku badań we wszystkich czterech przyzmach zawartość materii organicznej kształtowała się na poziomie 900 g/kg s.m.. Po zakończeniu badań jesiennych w przyzmi kompostowanej jej zawartość zmniejszyła się do poziomu 830 g/kg s.m., a w przyzmi składowanej beztlenowo kształtowała się na poziomie 893 g/kg s.m. (rys. 11). Podobne spadki zaobserwo-



Rys. 7. Zmiany zawartości substancji organicznej w oborniku składowanym beztlenowo oraz poddanym procesowi kompostowania – okres jesienny

Fig. 7. Changes in the content of organic matter in manure stored anaerobically and composted – period of autumn



Rys. 8. Zmiany zawartości substancji organicznej w oborniku składowanym beztlenowo oraz poddanym procesowi kompostowania – okres zimowy

Fig. 8. Changes in the content of organic matter in manure stored anaerobically and composted – period of winter

wowano w trakcie badań zimowych. W pryzmie kompostowanej po zakończeniu badań materia organiczna wynosiła 835 g/kg s.m., a w pryzmie składowanej beztlenowo 865 g/kg s.m. (rys. 12). Większe ubytki substancji organicznej w czasie kompostowania obornika, w porównaniu ze składowaniem beztlenowym, są następstwem procesu szybkiej mineralizacji, jaki obserwuje się w termofilnej fazie kompostowania [1, 6, 9]. Graficzny obraz zmian zawartości substancji organicznej przedstawiono na rys. 7 i 8.

4.7. Zmiany zawartości azotu ogólnego, węgla organicznego, azotu amonowego oraz wartość stosunku C:N w analizowanych pryzmach

Obornik, niezależnie od typu zagospodarowania jest cennym źródłem materii organicznej oraz makroelementów [8]. Według badań prowadzonych przez Słobodzian-Ksenicz oraz Kuczyńskiego [13] zawartość węgla organicznego w oborniku składowanym beztlenowo spadała wraz z trwaniem doświadczenia. Podobne wyniki otrzymano w przeprowadzonym doświadczeniu – niezależnie od pory roku oraz typu zagospodarowania, zawartość omawianego pierwiastka była niższa na końcu doświadczenia niż na jego początku. Było to widoczne przede wszystkim w pryzmach poddanych procesowi kompostowania (tab. 2 i 3). Był to efekt intensywniejszych przemian rozkładu zakończonych emisją dwutlenku węgla

kończonych emisją dwutlenku węgla do atmosfery [12].

Równie istotnym badanym parametrem chemicznym była zawartość ogólna azotu. Jest to najważniejszy z makroelementów potrzebny do wzrostu i rozwoju roślin [11]. Niezależnie od pory roku większy ubytek azotu został zano-

Tab. 2. Zawartość ogólna azotu, węgla organicznego, azotu amonowego oraz stosunek C:N w oborniku – okres jesienny
Table 2. Total content of nitrogen, organic carbon, ammonium nitrogen and relation C:N in manure – period of autumn

Parametr	Jednostka	Pryzma	Wartość początkowa	Wartość końcowa
Nog	g/kg s.m.	OKJ	23,9	21,9
		OSJ	23,7	22
Corg	g/kg s.m.	OKJ	487	378
		OSJ	465	450
N-NH ₄	g/kg s.m.	OKJ	4,4	0,32
		OSJ	4,6	3,1
C:N	-	OKJ	20,4	17,3
		OSJ	19,6	20,5

Tab. 3. Zawartość ogólna azotu, węgla organicznego, azotu amonowego oraz wartości stosunku C:N w oborniku – okres zimowy

Table 3. Total content of nitrogen, organic carbon, ammonium nitrogen and relation C:N in manure – period of winter

Parametr	Jednostka	Pryzma	Wartość początkowa	Wartość końcowa
Nog	g/kg s.m.	OKZ	24,2	20,5
		OSZ	24,4	21,8
Corg	g/kg s.m.	OKZ	492	385
		OSZ	483	430
N-NH ₄	g/kg s.m.	OKZ	4,6	0,51
		OSZ	4,4	3,2
C:N	-	OKZ	20,3	18,8
		OSZ	19,8	19,7

towany w pryzmach poddanych kompostowaniu. Było to spowodowane tym, że obecność tlenu sprzyjała rozkładowi. Mimo większych strat azotu, częściowa ilość tego makroelementu została poddana procesowi mineralizacji. Jest to o tyle istotne, że poza nielicznymi wyjątkami z tej formy pierwiastka korzystają rośliny. Mając na uwadze korzystny wpływ na glebę [16], a co za tym idzie na plonowanie roślin nawozy naturalne stają się coraz bardziej pożądane w gospodarstwach. Pozwoli to na zagospodarowanie odpadów oraz ograniczenie kosztów związanych z zakupem nawozów mineralnych, które stają się coraz droższe.

5. Podsumowanie

1. Warunkiem otrzymania kompostu bardzo dobrej jakości jest zapewnienia odpowiednich warunków w czasie kompostowania, zwłaszcza porowatej struktury pryzmy.
2. W celu otrzymania odpowiedniej, jakości kompostu konieczne jest wykonanie co najmniej dwóch aeracji. Pozwoli to dostarczyć tlen i utworzyć porowatą strukturę wnętrza pryzmy.
3. Niski poziom azotu amonowego w kompoście sprawia, iż nie będzie on generował strat w wyniku emisji amoniaku w czasie jego rozrzutu na polu, nawet w przypadku pozostawienia go na powierzchni gleby bez szybkiego przyorania.
4. Cechy organoleptyczne kompostu (brązowa barwa, sypkość, jednorodność i zapach ściółki leśnej) czynią z niego nawóz bardzo dobrej jakości, który mógłby być z powodzeniem sprzedawany na rynku dając dodatkowe dochody w gospodarstwie.

Pracę zrealizowano w ramach projektu MNiSW pt. „Ocena wartości nawozowej i wpływu na glebę pulpy pofermentacyjnej powstałej w procesie wytwarzania biogazu z wykorzystaniem różnych substratów organicznych” N N313 43253

6. Bibliografia

- [1] ACSI-BIOREX INC. Le compostage du fumier, étude de faisabilité technico-économique et évaluation des impacts agronomiques et environnementaux. Centre Develop. Agrobiol Quebec-St. Elizabeth, 1989.
- [2] Czekala J., Sawicka A.: Przetwarzanie osadu ściekowego z dodatkiem słomy i trocin na produkt bezpieczny dla środowiska. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, 2006, t. 6 z. 2(18), s. 41-50.
- [3] Dach J., Zbytek Z.: Wpływ intensywności napowietrzania na przebieg procesu kompostowania obornika w bioreaktorze. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, 2004, Vol. 49 (1), s. 40-43.
- [4] Dach J., Zbytek Z.: Zasady prawidłowego i ekonomicznie racjonalnego kompostowania obornika w gospodarstwach rolnych. Zagadnienia Doradztwa Rolniczego, 2007, nr 3/4, s. 73-91.
- [5] Dach J., Łowiński Ł.: Wpływ kompostowania obornika na zniszczenie nasion chwastów. Wybrane zagadnienia ekologiczne we współczesnym rolnictwie. Monografia, 2006, Tom 3, s. 93-98.
- [6] Drieux T.: "Le compostage à la ferme. Approche technique et économique". Praca inżynierska, E.N.S.A.R., 1993.
- [7] Gondek K., Filipek-Mazur B.: Agrochemiczna ocena wartości nawozowej kompostów roślinnego pochodzenia. Acta Agrophysica, 2005, 5(2), s. 271-282.
- [8] Huculak-Mączka M., Hoffmann K., Skut J., Hoffmann J.: Ocena zawartości substancji humusowych w wybranych surowcach i odpadach. Proceedings of ECOpole, 2010, Vol. 4, No. 2.
- [9] Mustin M.: Le compost, gestion de la matière organique. Edition Francois Dubuse- Paris, 1987, ss. 920.
- [10] Odlare M., Pell M., Svensson K.: Changes in soil chemical and microbiological properties during 4 years of application of various organic residues. Waste Management, 2008, 28 s. 1246-1553.
- [11] Podolska G.: Wpływ nawożenia azotem na plonowanie i cechy struktury plonu gryki odmiany Kora. Polish Journal of Agronomy, 2011, 6, 38-43.
- [12] Saludes R. B., Iwabuchib K., Kayanumab A., Shigab T.: Composting of dairy cattle manure using a thermophilic-mesophilic sequence. Biosystems engineering, 2007, 98, s. 198-205.
- [13] Słobodzian-Ksenicz O., Kuczyński T.: Wpływ dodatków do ściółki słomistej na zawartość makroelementów w oborniku indyczym przed i po składowaniu. Problemy Inżynierii Rolniczej, 2007, nr 1.
- [14] Sołowiej P., Neugebauer M., Piechocki J.: Wpływ dodatków i napowietrzania na dynamikę procesu kompostowania. Inżynieria Rolnicza, 2010, 5 (123).
- [15] Sommer S. G.: Effect of composting on nutrient loss and nitrogen availability of cattle deep litter. European Journal of Agronomy, 2001, 14, s. 123-133.
- [16] Spychaj-Fabisiak E., Kozera W., Majcherczak E., Ralcewicz M., Knapowski T. Oddziaływanie odpadów organicznych i obornika na żyzność gleby lekkiej. Acta Sci. Pol., Agricultura, 2007, 6(3), s. 69-76.
- [17] Tang J-C., Kanamori T., Inoue Y., Yasuta T., Yoshida S., Katayama A.: Changes in the microbial community structure during thermophilic composting of manure as detected by the quinone profile method. Process Biochemistry, 2004, 39, s. 1999-2006.