

# PARAMETRY SKŁADOWANIA OBORNIKA A WIELKOŚĆ EMISJI GAZOWYCH

Streszczenie

Składowany obornik może być źródłem emisji licznych gazów, wśród których do najważniejszych należy zaliczyć  $CH_4$ ,  $N_2O$ ,  $NH_3$ ,  $CO_2$  czy  $H_2S$ . Z uwagi na skalę produkcji obornika w Polsce (szacowaną nawet na blisko 80 mln ton), wielkość emisji gazowych może być bardzo duża. Stąd tak ważne jest stosowanie prawidłowych zasad składowania obornika w przyzmach. W pracy przedstawiono najważniejsze parametry składowanych przyzm obornika wpływające na wielkość emisji poszczególnych gazów, ze szczególnym uwzględnieniem najsilniejszego gazu cieplarnianego emitowanego z obornika, czyli metanu ( $CO_2$ , ułatwiający się z obornika nie jest traktowany jako gaz cieplarniany).

**Słowa kluczowe:** obornik, składowanie, emisje gazowe

## Wstęp

W większości krajów Europy Zachodniej system rusztowy hodowli zwierząt jest dominujący nad systemem ściółkowym [6]. W efekcie większość nawozów naturalnych jest produkowana w postaci gnojowicy. Tymczasem w Polsce - odmienne niż w Europie Zachodniej - dominuje wyraźnie system ściółkowy, stąd na blisko 100 mln ton nawozów naturalnych produkowanych w kraju aż ok. 80 mln ton to obornik lub pomiot drobiowy.

Z punktu widzenia emisji gazowych nieodpowiednio składowany obornik może emitować do atmosfery znacznie większą ilość gazów niż składowana gnojowica. Niniejszy artykuł przedstawia najważniejsze parametry wpływające na wielkość emisji gazowych ze składowanego obornika.

## Prawidłowe metody składowania obornika

Obornik produkowany w gospodarstwach składowany jest najczęściej w przyzmach ułokowanych na płytach gnojowych lub bezpośrednio na gruncie [4]. Z uwagi na zakaz stosowania obornika w okresie zimowym, jak też na pola zalane lub pokryte śniegiem, okres przechowywania trwa niekiedy nawet 4-5 miesięcy. W tym czasie składowany obornik jest źródłem emisji gazowych, wśród których do najważniejszych należy zaliczyć emisję gazów cieplarnianych (GHG), takich jak:  $CH_4$ ,  $N_2O$  oraz  $NH_3$ ,  $CO_2$  i  $H_2S$  [8]. Należy przy tym zauważyć, że dwutlenek węgla emitowany z rozkładu biomasy (jąką jest obornik) nie jest wliczany w zakres emisji GHG, stanowi on bowiem cykl obiegu węgla w przyrodzie (emitowany  $CO_2$  został wcześniej zasymilowany przez rośliny z atmosfery). Jeżeli natomiast obornik składowany jest w warunkach beztlenowych i efektem tego jest emisja metanu, wówczas związek ten traktowany jest jako silny gaz cieplarniany [2]. Badania prowadzone w latach 2010-2013 w ramach projektu MNiSW „Technologie redukcji emisji metanu z produkcji zwierzęcej i gospodarki nawozami naturalnymi w kontekście opłat za emisje gazów cieplarnianych (GHG)” wykazały, że składowany obornik jest źródłem bardzo silnej i niedoszacowanej emisji metanu [3].

W celu uniknięcia wystąpienia silnych emisji gazowych, bardzo ważne jest prawidłowe przechowywanie obornika, które dotyczy przede wszystkim maksymalnego obniżenia jego możliwości kontaktu z otoczeniem (powietrzem atmosferycznym). Można to uzyskać formując obornik w przyzmy o du-

żej szerokości, wysokości i trapezoidalnym przekroju, ugniatając obornik natychmiast po ułożeniu go w przyzmę w celu wypchnięcia powietrza z jego wnętrza. Bardzo korzystne jest okrywanie przyzm obornika z wykorzystaniem nieprzepuszczalnych dla powietrza okryć (np. z folii budowlanej). Alternatywnymi technologiami, redukującymi skutecznie zwłaszcza emisję metanu do atmosfery jest kompostowanie obornika oraz jego fermentacja w biogazowniach.

## Czynniki wpływające na emisje gazowe z obornika

Do najważniejszych czynników wpływających na emisje gazowe z obornika jest masa usypowa formowanych przyzm związana z ich ugnieceniem lub brakiem, wilgotność/sucha masa obornika wpływająca na stosunki wodno-powietrzne we wnętrzu przyzmy, temperatura przyzmy i otoczenia. Istnieje także wiele innych czynników mających wpływ na emisje gazowe, które są lub były przedmiotem licznych badań.

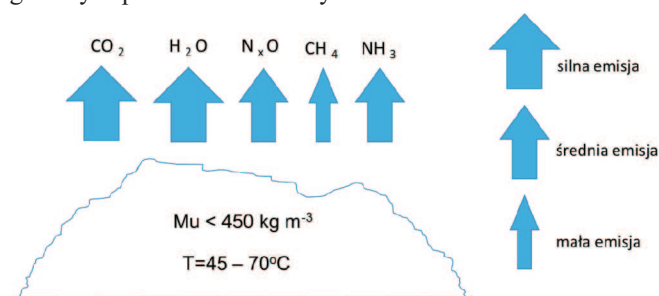
## Masa usypowa

Masa usypowa jest parametrem, który ma bardzo duży wpływ na emisje gazowe z obornika, zwłaszcza gdy przyzma nie zostanie odpowiednio ugnieciona. Należy podkreślić, że nieprawidłowe, niedbałe uformowanie przyzm obornika (zwłaszcza o dużej zawartości słomy dodawanej do ściółki, powyżej 4 kg/DJP/dzień) powoduje zmniejszenie ich masy usypowej do poziomu poniżej  $500 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ . Taki niedostateczny poziom ugniecenia powoduje powstanie warunków do biernej aeracji. W konsekwencji powietrze dostające się do obornika umożliwia rozwój bakteriom tlenowym, które zaczynają rozkładać materię organiczną. Produktami rozkładu jest woda, dwutlenek węgla oraz duża ilość ciepła.

Rozkład obornika, będącego wysoko energetycznym materiałem, w warunkach tlenowych wytwarza około 50 razy więcej energii w formie ciepła aniżeli rozkład w warunkach beztlenowych - wówczas bowiem energia jest wydzielana w formie metanu, będącego pochodną działania metanogenów. Stąd w przypadku braku odpowiednio dużego zagęszczenia obserwuje się szybki wzrost temperatury, gdyż już w ciągu 24-48 h po uformowaniu niedbale ułożonej przyzmy temperatura jej wnętrza może osiągnąć poziom  $40-55^\circ\text{C}$ . W efekcie konsumpcja tlenu zwiększa się kilkukrotnie wskutek wzrostu liczby i aktywności mikroorganizmów. Jeśli masa usypowa przyzmy wynosi poniżej  $420-450 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  (co jest możliwe w przypadku

obornika o dużej zawartości słomy - powyżej 5 kg/DJP/dzień i braku jakiegokolwiek ugniecenia) wówczas możliwosci biernej wentylacji pryzmy są na tyle duże, że może rozpocząć się proces *quasi* kompostowania. Temperatura może wzrosnąć nawet do 70°C i w efekcie występują silne emisje CO<sub>2</sub>, pary wodnej oraz NH<sub>3</sub>. Może występować również dość słaba emisja CH<sub>4</sub>, choć jest to możliwe tylko wówczas, gdy będą w pryzmie obszary całkowicie i trwale beztlenowe (metanogeny są bowiem bezwzględnie beztlenowcami, a cykl ich namnożenia jest długi, kilkunastodniowy). O ile emisja CO<sub>2</sub> ze składowanej pryzmy o niskiej masie usypowej jest zjawiskiem długotrwałym i w zasadzie występuje przez cały okres rozkładu termofilnego (powyżej 45°C) i mezofilnego (30-45°C), o tyle emisja NH<sub>3</sub> dość szybko maleje (w ciągu kilku pierwszych dni po uformowaniu pryzmy). Amoniak bowiem jest bezpośrednim źródłem azotu dla gwałtownie rozwijającej się populacji bakterii, których liczebność może wzrosnąć z 10<sup>3</sup> do 10<sup>9</sup> j.t.k.g<sup>-1</sup>.

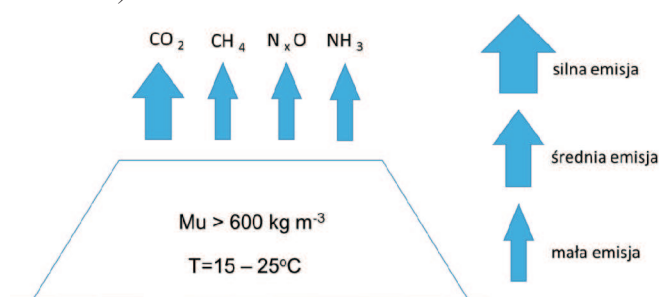
Uproszczony wpływ stopnia ugniecenia na wielkość emisji gazowych przedstawiono na rys. 1-3.



Źródło: opracowanie własne / Source: own work

Rys. 1. Obornik składowany bez ugniecenia (warunki quasi tlenowe)

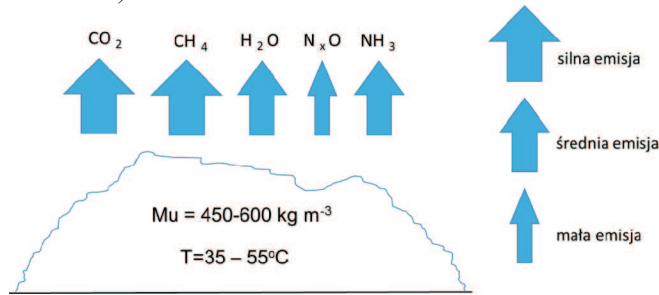
Fig. 1. The manure stored without kneading (quasi aerobic conditions)



Źródło: opracowanie własne / Source: own work

Rys. 2. Obornik składowany w ugniecionych pryzmach (warunki beztlenowe)

Fig. 2. The manure stored with kneading in heaps (anaerobic conditions)



Źródło: opracowanie własne / Source: own work

Rys. 3. Obornik składowany bez ugniecenia (warunki pośrednie)

Fig. 3. The manure stored without kneading (intermediate conditions)

## Wilgotność/sucha masa

Parametrem bardzo związanym z ograniczeniem dostępności powietrza (tlenu) do wnętrza składowanej pryzmy jest wilgotność składowanego obornika. Zasadniczo im wyższa jest wilgotność, tym bardziej pogarsza się porowatość pryzmy i wpływa to na ograniczenie dostępu powietrza. Obornik o wilgotności powyżej 78% w praktyce sam zapada się pod własnym ciężarem i ma tendencję do sprzyjania procesom rozkładu beztlenowego we wnętrzu pryzmy. Z kolei obornik średnio słomiasty (ok. 2-3 kg/DJP/dzień), a tym bardziej wysoko słomiasty, o wilgotności 72% i niższej stwarza w przypadku braku ugniecenia warunki porowate umożliwiające dość dobrą wentylację pryzmy, co sprzyja procesowi *quasi* kompostowania. W przypadku dużej porowatości i szybkiego wzrostu temperatury będzie występowało zjawisko intensywnego odparowywania wody z pryzmy [5]. Utrata wody i w konsekwencji wzrost zawartości suchej masy będzie przyspieszał wentylację składowanej pryzmy, co będzie wpływać na wzrost emisji CO<sub>2</sub>, N<sub>x</sub>O, a także NH<sub>3</sub> (zwłaszcza w początkowej fazie składowania).

## Temperatura

Temperatura - zarówno pryzmy jak i otoczenia - wpływa bardzo istotnie na intensywność emisji gazowych. W przypadku CO<sub>2</sub> wielkość emisji gazowej jest wprost proporcjonalnie skorelowana z wzrostem temperatury, jest to bowiem związane z przyspieszeniem metabolizmu bakterii. Ocenia się, że na przykład wzrost temperatury obornika z 35 na 45°C zwiększa dwukrotnie emisję CO<sub>2</sub> [7]. W przypadku składowania obornika w warunkach stricte beztlenowych można również obserwować wpływ temperatury na emisję metanu. Temperatura w przedziale od 30 do 42°C jest charakterystyczna dla mezofilowej fermentacji metanowej - najbardziej popularnej technologii fermentacji w biogazowniach rolniczych. Stąd obornik składowany w takiej temperaturze jest źródłem silnej emisji metanu. Jeszcze bardziej intensywna emisja zachodzi w czasie fermentacji termofilowej (zakres temperatur 48-62°C), która powoduje także rozkład słomy zawartej w oborniku, stąd ilość wyprodukowanego metanu jest z reguły wyższa niż w przypadku rozkładu mezofilowego. Z punktu widzenia emisji metanu, czyli gazu cieplarnianego emitowanego z obornika w największej ilości, zdecydowana większość pryzm składowanych w kraju przypomina małe, naturalne biogazownie.

Technologią, która pozwala praktycznie całkowicie wyeliminować emisję metanu z pryzm obornika jest ich kompostowanie za pomocą aeratorów ciągnikowych lub samojezdnych, ale technologia ta jest (poza gospodarstwami ekologicznymi) bardzo mało popularna w kraju. Należy też stwierdzić, że podniesiona temperatura pryzm sprzyja wzrostowi emisji amoniaku, gdyż równowaga pomiędzy formą rozpuszczoną N-NH<sub>4</sub> a gazową NH<sub>3</sub> przesuwają się w kierunku tej drugiej.

## Inne parametry

Zjawisko emisji gazów ze składowanego obornika jest bardzo skomplikowane bowiem poza wspomnianymi wcześniej, wpływ na nie ma cały szereg innych parametrów. Należy do nich zaliczyć skład obornika, stosunek C:N, odczyn materiału, obecność tlenu we wnętrzu pryzm, a także warunki atmosferyczne w trakcie składowania obornika (zwłaszcza prędkość wiatru, wilgotność powietrza) [1, 5, 9]. Wpływ tych czynników jest przedmiotem licznych badań ośrodków naukowych z całego świata.

## Podsumowanie

Obornik składowany w pryzmach może być źródłem silnych emisji gazowych. W praktyce, większość pryzm jest układana z dużą niedbałością, a co najbardziej istotne - nie jest starannie ugniatana w celu odcięcia dostępu powietrza (tlenu) do wnętrza pryzm. W efekcie już po 1-2 dniach składowania luźnego obornika może dojść do jego zagrzenia. Jednocześnie brak efektywnego przewietrzania (jak w przypadku kompostowania z zastosowaniem aeratorów pryzm) powoduje powstanie warunków beztlenowych, a w efekcie możliwość wystąpienia silnego procesu produkcji metanu przez bakterie mezofilowe lub termofilowe. Wydaje się, że najskuteczniejszym przeciwdziałaniem temu zjawisku jest upowszechnienie tanich technologii kompostowania obornika lub też fermentacji w biogazowniach rolniczych.

## Bibliografia

- [1] Aguirre-Villegas H.A., Larson R.A.: Evaluating greenhouse gas emissions from dairy manure management practices using survey data and lifecycle tools. *Journal of Cleaner Production*, 1 February 2017, Volume 143, 169-179.
- [2] Chadwick D., Sommer S., Thorman R., Fanguero D., Cardenas L., Amon B., Misselbrook T.: Manure management: Implications for greenhouse gas emissions. *Animal Feed Science and Technology*, 23 June 2011, Volumes 166-167, 514-531.
- [3] Dach J., Przybył J., Zbytek Z., Lewicki A., Janczak D., Cieślak M.: Methane emission from animal production in Poland: scale and potential costs. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 2013, Vol. 58(2), 25-28.
- [4] Dach J., Zbytek Z., Myczko A.: Badania tlenowej i beztlenowej technologii kompostowania obornika. *Inżynieria Rolnicza*, 2002, 5 (38), 279-286.
- [5] Dach J., Zbytek Z.: Wpływ wysokobiałkowego żywienia trzody na wielkość emisji amoniaku z kompostowanego obornika. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 2008, vol. 53 (3), 48-52.
- [6] Dach J., Zbytek Z.: Zasady prawidłowego i ekonomicznie racjonalnego kompostowania obornika w gospodarstwach rolnych. *Zagadnienia Doradztwa Rolniczego*, 2007, 3-4, 73-91.
- [7] Dach J.: Wpływ intensywności napowietrzania osadów ściekowych na emisję amoniaku podczas kompostowania. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 2010, vol. 55 (1), 20-24.
- [8] Hongmin D., Zhiping Z., Zhongkai Z., Hongwei X., Yongxing Ch.: Greenhouse gas emissions from swine manure stored at different stack heights. *Animal Feed Science and Technology*, 23 June 2011, Volumes 166-167, 557-561.
- [9] Zhiling G., Wenqi M., Gaodi Z., Roelcke M.: Estimating farm-gate ammonia emissions from major animal production systems in China. *Atmospheric Environment*, November 2013, Volume 79, 20-28.

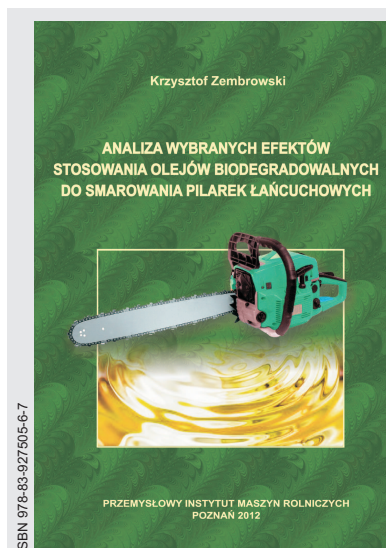
*Praca powstała w ramach projektu „Innowacyjna technologia fermentacji pomiotu kurzego poddanego redukcji zawartości azotu poprzez wytrącenie kwasu moczowego”, finansowanego ze źródeł NCBiR w ramach programu LIDER nr LIDER/189/I-6/14/NCBR/2015.*

## MANURE DATA STORAGE AND QUANTITY OF GASEOUS EMISSIONS

### Summary

Stored manure can be a source of numerous gaseous emissions, where the most important are  $CH_4$ ,  $N_2O$ ,  $NH_3$ ,  $CO_2$  and  $H_2S$ . Taking into account the scale of the manure production in Poland (estimated up to nearly 80 million tons), the size of gaseous emissions can be large. Hence, it is important to implement the proper principles of manure storage in heaps. The paper presents the most important parameters of stored manure heaps affecting the gaseous emissions, with particular consideration on the strongest greenhouse gas emitted from manure i.e. methane ( $CO_2$  escaping from manure is not treated as a greenhouse gas).

**Key words:** manure, storage, gases emission



Celem publikacji jest zapoznanie z zależnościami pomiędzy wybranymi procesami (drganiami, termicznymi i zużyciowymi) podczas smarowania układu tnącego pilarek łańcuchowych przy zastosowaniu biodegradowalnych środków smarnych, w tym określenie wielkości fizycznych najbardziej charakteryzujących badane środki smarne.

W publikacji opisano stanowisko badawcze i wyniki badań eksperymentalnych podczas przerynki kłody z zastosowaniem wytypowanych olejów smarnych. Wyniki analiz zostały zilustrowane na wykresach i przedstawione w zestawieniach tabelarycznych.

Efektom końcowym rozważań jest powstanie modelu diagnostycznego dla badań porównawczych środków smarnych.

Wydawca:

Branżowy Ośrodek Informacji Naukowej, Ekonomicznej i Normalizacyjnej  
Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych

60-963 Poznań, ul. Starołęcka 31

tel. 061 87-12-200; fax 061 879-32-62;

e-mail: office@pimr.poznan.pl; Internet: <http://www.pimr.poznan.pl>