

WPLYW RÓŻNYCH TECHNOLOGII OBRÓBK GNOJOWICY NA EMISJĘ METANU PO APLIKACJI GNOJOWICY DO GLEBY

Anna Smurzyńska, Jacek Dach
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Robert Szulc
Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach, Oddział w Poznaniu

Streszczenie. W artykule opisano wpływ stosowanych technologii obróbki gnojowicy na wielkość emisji metanu po aplikacji doglebowej. Do badań użyto gnojowicy świńskiej i bydlęcej, poddanej następującym technologiom: dodatek PRP, dodatek Efektywnych Mikroorganizmów, poddanie napowietrzaniu, ozonowaniu oraz fermentacji metanowej. Do badań użyto również gnojowicy bez żadnej obróbki podczas przechowywania (grupa kontrolna). Przygotowane próbki gnojowicy aplikowano do gleby brunatnej, która występuje na przeważającej powierzchni województwa wielkopolskiego. Skład emitowanego gazu po aplikacji doglebowej gnojowicy zbadano na chromatografii gazowej. Wykazano, że najskuteczniejszą metodą obróbki gnojowicy była aeracja, zarówno dla gnojowicy świńskiej, jak i bydlęcej. Zauważa się, iż gnojowica świńska wykazała wyższy potencjał biogazowy, aniżeli gnojowica bydlęca. Wskazuje się również na konieczność przechowywania przefermentowanej gnojowicy w komorach zamkniętych i nie aplikowanie jej bezpośrednio po procesie fermentacji, w celu ograniczenia emisji metanu. Spośród badanych technologii najmniejszą efektywnością w odniesieniu do gnojowicy okazały się Efektywne Mikroorganizmy.

Słowa kluczowe: gnojowica, PRP, Efektywne Mikroorganizmy, aeracja, ozonowanie, ferment, metan, gleba, aplikacja, emisja

Adres do korespondencji – Corresponding Authors: mgr inż. Anna Smurzyńska, dr hab. inż. Jacek Dach, prof. nadzw., Instytut Inżynierii Biosystemów, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, 60-637 Poznań, ul. Wojska Polskiego 50; dr hab. inż. Robert Szulc, prof. nadzw., Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach, Oddział w Poznaniu, 60-463 Poznań, ul. Biskupińska 67; e-mail: anna.smurzynska@up.poznan.pl, jdach@up.poznan.pl, r.szulc@itep.edu.pl

© Copyright by Wydawnictwo Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie, Kraków 2015

WSTĘP

Od lat 70. XX wieku ze względu na niższe nakłady pracy stosowany jest system bezściółkowego utrzymania zwierząt. Generuje to powstawanie większych ilości odchodów w postaci gnojowicy, która najczęściej wykorzystywana jest jako naturalny nawóz [Kutera 1994]. Problem z jej właściwym zagospodarowaniem, w aspekcie ochrony środowiska, obecny jest przede wszystkim podczas intensywnej produkcji zwierzęcej, gdzie powstają znaczne ilości odchodów, z ograniczoną możliwością ich właściwego wykorzystania. W Polsce obszarem zagrożonym w wyniku prowadzenia ferm wielkoprzemysłowych jest województwo wielkopolskie oraz kujawsko-pomorskie [Ochrona Środowiska 2013].

Gnojowica stanowi bogate źródło składników odżywczych dla roślin, co stanowi podstawę wykorzystania jej jako nawozu [Sánchez i González 2005, Zbytek i Talarczyk 2008, Kwaśny i in. 2011]. Właściwości gnojowicy sprawiają, że przy nieodpowiednim jej wykorzystaniu może stanowić zagrożenie dla środowiska naturalnego [Roszkowski 2011]. Wobec powyższego wymaga ona właściwego magazynowania, ale również racjonalnego przetwarzania przed aplikacją doglebową [Rulkens i in. 1998, Eymontt i in. 2000, Romaniuk 2000, Pawelczyk i Muraviev 2003]. Skażenie gleb i wód spowodowane jest z reguły obecnością patogenów, związkami mineralnymi oraz wyciekami organicznymi [Gołaś i Kozera 2008]. Nieprawidłowe zagospodarowanie gnojowicy wynika z stosowania nawozu naturalnego w nadmiernej ilości oraz w niedozwolonych terminach agrotechnicznych, mimo obowiązującej ustawy o nawozach i nawożeniu [Ustawa... 2007]. Wobec powyższego wykorzystanie gnojowicy jako nawozu naturalnego musi uwzględniać: właściwości fizyczne i chemiczne gnojowicy, skład frakcji, stopień przepuszczalności i zwięzłości gleby, warunki wodne na danym obszarze, rodzaj upraw rolnych oraz warunki pogodowe [Gołaś i Kozera 2008]. Nieprzestrzeganie wymienionych czynników powoduje zaburzenie równowagi, przekroczenie pojemności sorpcyjnej gleby i zdolności asymilacyjnej roślin. W konsekwencji czego związki mineralne z gnojowicy trafiają do wód powierzchniowych i podziemnych, powodując skażenie. Podczas stosowania gnojowicy jako nawozu dochodzi również do emisji gazów, pod warunkiem głębokiego przykrycia nawozu zwięzłą, wilgotną glebą odcinającą dostęp powietrza [Miatkowski i in. 2010].

Skażenie powietrza wskutek nieracjonalnego zagospodarowania gnojowicą spowodowane jest emisją gazów odorowych i gazów cieplarnianych [Blanes-Vidal i in. 2008, Webb i in. 2014]. Spośród gazów cieplarnianych na uwagę zasługuje przede wszystkim metan. Niebezpieczeństwo emisji tego gazu jest ważne, ponieważ jest on 21-krotnie bardziej szkodliwszy dla środowiska naturalnego niż ditlenek węgla, powodując nasilenie efektu cieplarnianego. Głównym źródłem jego emisji są zwierzęta przeżuujące i odchody zwierzęce (wykorzystywane najczęściej jako nawóz organiczny), na które przypada około 20% całkowitej emisji metanu wynikającej z rolnictwa [Oniszk-Popławska i in. 2003, Kebreab i in. 2006]. Poza metanem ważnym gazem cieplarnianym emitowanym przez gnojowicę jest również podtlenek azotu [Mantovi i in. 2006].

Wobec istniejących zagrożeń skażenia powietrza atmosferycznego emisjami z gnojowicy stosuje się techniki, które mają na celu redukcje degradacyjnego działania na środowisko naturalne. W rolnictwie podczas produkcji zwierzęcej ograniczenie emisji

gazów odbywa się na drodze żywieniowej, hodowlanej lub przez wprowadzenie odpowiednich technologii. Metody żywieniowe posiadają ogromny potencjał emitowanego metanu (76,66%), jednak rozwiązania te na chwile obecną są na etapie badań [Ochrona Środowiska 2013]. Metody hodowlane z kolei należą do najtańszych, ponieważ związane są z postępem hodowlanym ukierunkowanym na maksymalizację wydajności produkcji, ale są stosunkowo ograniczone. Z kolei metody technologiczne odnoszą się do sposobów przechowywania i zagospodarowania gnojowicy [Deng i in. 2014, Wanga i in. 2014, Cahalan i in. 2015, Fangueiro i in. 2015, Perazzoloa i in. 2015]. W Polsce technologie te są dostatecznie opracowane, o czym świadczy szereg zrealizowanych badań, między innymi nad efektywnością stosowania instalacji chłodzenia w emisjach gazowych podczas odzyskiwania ciepła z gnojowicy [Rzeźnik 2013]. Technologie te wymagają wdrożenia, co pozwoli na ochronę środowiska naturalnego.

Wobec powyższego odchody zwierzęce w postaci gnojowicy wymagają nie tylko racjonalnego zagospodarowania, lecz także odpowiedniej obróbki, celem ograniczenia emisji niebezpiecznych gazów do środowiska naturalnego, w tym metanu.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Badania zostały wykonane na Uniwersytecie Przyrodniczym w Poznaniu w Pracowni Ekotechnologii Instytutu Inżynierii Biosystemów. Praca powstała w ramach projektu badawczego „Technologie redukcji emisji metanu z produkcji zwierzęcej i gospodarki nawozami naturalnymi w kontekście opłat za emisje gazów cieplarnianych” (GHG) (nr N N313 271338).

Materiałem badawczym użytym do badań emisji metanu z gleby była gnojowica świńska i bydłęca, pochodzące z gospodarstw doświadczalnych należących do Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Gnojowice zbadano pod kątem parametrów fizykochemicznych zebranych w tabeli 1.

Tabela 1. Parametry fizykochemiczne gnojowicy świńskiej i bydłowej
Table 1. The physicochemical parameters of pig and cattle slurry

Parametry Parameters	Jednostka Unit	Gnojowica świńska Pig slurry	Gnojowica bydłęca Cattle slurry
pH	–	7,58	7,62
Sucha masa Dry matter	%	3,47	1,95
Sucha masa organiczna Dry organic matter	%	72,34	44,14
Średnia masa $\text{NNH}_3 \cdot \text{dm}^{-3}$ świeżej masy Average weight of $\text{NNH}_3 \cdot \text{dm}^{-3}$ fresh matter	g	2,60	1,48
Średnia masa $\text{NNH}_3 \cdot \text{dm}^{-3}$ suchej masy Average weight of $\text{NNH}_3 \cdot \text{dm}^{-3}$ dry matter	g	49,89	74,90

Materiał badawczy składowano tradycyjnie i poddawano różnym technologiom przetwarzania. W technologiach tych stosowano preparat PRP ograniczający emisję gazu (zgodnie z informacjami podawanymi przez producenta), Efektywne Mikroorganizmy, napowietrzanie, działanie ozonu przed składowaniem oraz fermentację w reaktorze do wytwarzania biogazu według normy DIN 38414/58. Dawki preparatu chemicznego i biologicznego, przepływ powietrza, ilość ozonu do gnojowic oraz proporcje mieszanek fermentacyjnych zamieszczono w tabeli 2.

Tabela 2. Technologie zastosowane podczas magazynowania gnojowicy świńskiej i bydłowej
Table 2. Technologies used during storage of pig and cattle slurry

Technologie Technologies	Uwagi Comments
Grupa kontrolna Control group	–
PRP PRP	3 kg · m ⁻³ gnojowicy 3 kg · m ⁻³ slurry
EM EM	1 l · m ⁻³ gnojowicy 1 l · m ⁻³ slurry
Aeracja Aeration	przepływ powietrza 0,4 l · min ⁻¹ air flow 0,4 l · min ⁻¹
Ozonowanie Ozonation	dawka 5 mg · l ⁻¹ portion 5 mg · l ⁻¹
Poferment Poferment	Proporcje mieszaniny fermentacyjnej: gnojowica świńska – 310 g, zaszczepka – 890 g i gnojowica bydłowa – 605 g, zaszczepka – 595 g Fermentation mixture proportions: pig slurry – 310 g, inoculum – 890 g and cattle slurry – 605 g, inoculum – 595 g

Po okresie 45 dni magazynowania grupę kontrolną oraz gnojowicę poddaną różnym technologiom obróbki zbadano pod kątem parametrów fizycznych i chemicznych (tab. 3).

Badania emisji metanu przeprowadzono w warunkach wazonowych. Aplikacji gnojowicy dokonano do gleby brunatnej, która dominuje na terenie województwa wielkopolskiego oraz na terenach gospodarstw doświadczalnych należących do Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Glebę pobrano z wierzchniej warstwy gruntu z głębokości 0–10 cm, a następnie przesiano ją na sitach.

Glebę rozdzielono do pojemników o pojemności 0,001 m³, do których aplikowano odpowiednie próbki gnojowicy w ilości 0,057 l (ryc. 1). Ilość nawozu podyktowana była standardami stosowanymi przez rolników w Polsce. Gnojowicę aplikowano dogłębowo za pomocą strzykawki.

Tabela 3. Parametry fizykochemiczne gnojowicy poddanej różnym technologiom po 45-dniowym magazynowaniu

Table 3. The physicochemical parameters of slurry subjected to various technologies after 45-day storage

	Technologie Technologies	pH pH –	Sucha masa Dry matter %	Sucha masa organiczna Dry organic matter %	Średnia masa NNH ₃ · dm ⁻³ świeżej masy Average weight of NNH ₃ · dm ⁻³ fresh matter g	Średnia masa NNH ₃ · dm ⁻³ suchej masy Average weight of NNH ₃ · dm ⁻³ dry matter g
Gnojowica świńska Pig slurry	Grupa kontrolna Control group	7,41	3,46	62,03	2,89	83,55
	PRP PRP	7,45	3,80	57,89	2,98	78,64
	EM EM	7,46	3,60	62,20	2,89	80,47
	Aeracja Aeration	9,00	3,62	61,82	2,34	65,63
	Ozonowanie Ozonation	7,50	3,01	59,46	2,68	95,94
	Poferment Poferment	8,11	3,16	54,96	1,50	82,51
Gnojowica bydłęca Cattle slurry	Grupa kontrolna Control group	7,87	1,99	46,15	1,55	77,86
	PRP PRP	7,93	2,34	44,42	1,59	67,99
	EM EM	7,92	1,99	45,70	1,60	66,16
	Aeracja Aeration	9,38	2,02	44,42	1,34	80,44
	Ozonowanie Ozonation	8,23	1,96	45,00	1,61	81,78
	Poferment Poferment	8,36	1,76	40,16	1,21	76,92

Tabela 4. Parametry fizykochemiczne gleby

Table 4. The physicochemical parameters of the soil

	pH pH –	Sucha masa Dry matter %	Sucha masa organiczna Dry organic matter %
Gleba brunatna Brown soil	6,1	83,93	4,33



Ryc. 1. Próbkę gleby przygotowane do aplikacji gnojowicy
Fig. 1. Soil samples for the application of prepared slurry

Doświadczenie założono w ciągu jednego dnia, co umożliwiło zachowanie parametrów gleby, jakie panują na polu. Następnie pojemniki przykryto pokrywą wyposażoną w septę, która umożliwiała pobór próbek gazowych. Wszystkie kombinacje realizowano w trzech powtórzeniach, a skład emitowanego gazu z próbek glebowych oznaczano, wykorzystując chromatograf gazowy.

WYNIKI I DISKUSJA

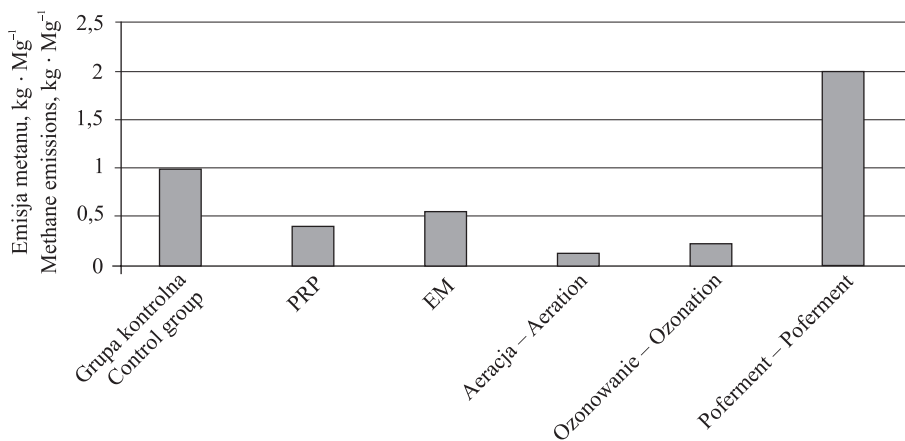
Z danych wynika (ryc. 2), że najniższą emisję metanu uzyskano z gleby, do której aplikowano gnojowicę poddaną napowietrzaniu. Wskazuje to na wyższą skuteczność procesu aeracji gnojowicy w czasie trwania tego procesu przechowywania oraz po aplikacji do gleby [Martinez i in. 2003, Loyon i in. 2007]. Poza tym niski poziom emisji metanu stwierdzono również w próbkach gnojowicy poddanej ozonowaniu, co jak stwierdzono jest skuteczną technologią nie tylko w redukcji gazów odorowych [Liu i in. 2011, Bildsoe i in. 2012].

Najwyższą emisję metanu odnotowano w obiekcie gleby nawożonej przefermentowaną gnojowicą świńską i była ona 2-krotnie wyższa w porównaniu z grupą kontrolną. Świadczy to o potencjale biogazowym gnojowicy, która wykorzystywana jest w biogazowniach jako kosubstrat mieszanki fermentacyjnej [Deng i in. 2012, Owczuk i in. 2014]. Zdaniem niektórych autorów im dłużej jest przechowywana gnojowica w warunkach beztlenowych i wyższej temperaturze, tym wyższa jest emisja [Myczko i in. 2002]. Uzyskane wyniki wskazują również, że poferment z gnojowicy nie przefermentował do końca. Produkcja biogazu odbywa się do 80% wykorzystania substratu podczas fermentacji. Wobec powyższego przefermentowana gnojowica powinna być składowana w zbior-

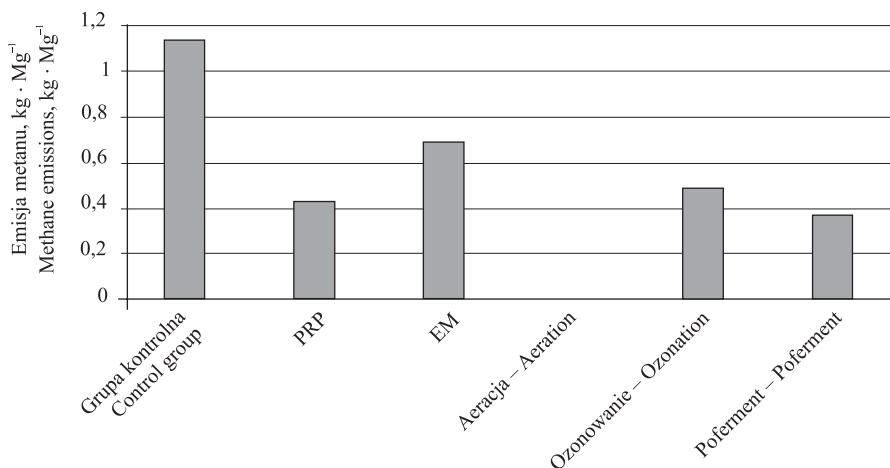
nikach zamkniętych (z odbiorem wytworzonego biogazu) i w zasadzie nie powinna być stosowana dogłębowo bezpośrednio po procesie fermentacji.

Dla gnojowicy bydłowej uzyskano wyniki przedstawione na ryc. 3.

Przedstawione wyniki badań wskazują na brak emisji metanu w próbach zawierających gnojowicę bydłową poddaną napowietrzaniu. Podobnie wyglądało to w badaniach z gnojowicą trzody chlewnej. Pozostałe technologie przetwarzania gnojowicy bydłowej charakteryzowały się wyższą emisją metanu niż miało to miejsce dla analogicznych technologii w gnojowicy świńskiej.



Ryc. 2. Emisja skumulowana metanu z gleby nawożonej gnojowicą świńską składowaną tradycyjnie (grupa kontrolna) i poddaną różnym technologiom przetwarzania (opracowanie własne)
 Fig. 2. Emissions of accumulated methane in the soil fertilized with pig slurry traditionally stored (control group) and subjected to different processing technologies



Ryc. 3. Emisja skumulowana metanu z gleby nawożonej gnojowicą bydłową składowaną tradycyjnie (grupa kontrolna) i poddaną różnym technologiom przetwarzania (opracowanie własne)
 Fig. 3. Emissions of accumulated methane in the soil fertilized with cattle liquid manure, stored traditionally (control group) and subjected to different processing technologies

Najwyższą emisję metanu stwierdzono w obiekcie gnojowicy, która nie podlegała żadnym technologiom obróbki, co świadczy o tym, iż zaproponowane technologie zagospodarowania gnojowicy są jak najbardziej uzasadnione jako sposób służący ograniczeniu emisji metanu.

W zbadanych emisjach gazowych z gleby poddanej aplikacji przefermentowanej gnojowicy bydłowej zauważa się mniejszą ilość wytworzonego metanu w porównaniu z pofermentem świńskim. Jest to spowodowane wstępnym przefermentowaniem, jakie odbywa się w żołądku przeżuwaczy [Szymańska 2007].

Spośród zastosowanych technologii przetwarzania gnojowicy bydłowej najmniej wydajną okazał się dodatek Efektywnych Mikroorganizmów, co zaobserwowano także w przypadku gnojowicy świńskiej (przy założeniu wykorzystania fermentacji metanowej gnojowicy do produkcji biogazu i przechowywania pofermentu w komorze zamkniętej).

PODSUMOWANIE

1. Na podstawie przeprowadzonych badań emisji metanu z gleby po aplikacji gnojowicy poddanej różnym technologiom przetwarzania stwierdzono, że stosowanie dodatkowych technologii obróbki gnojowicy podczas przechowywania wpływa na redukcję emisji gazu.
2. Najefektywniejszym procesem okazała się aeracja, zarówno w przypadku wykorzystania gnojowicy świńskiej, jak i bydłowej.
3. Wykazano, że dla gnojowicy poddanej procesowi fermentacji doszło do największych ilości emisji metanu. Uzyskany wynik świadczy o tym, że nie należy stosować przefermentowanej gnojowicy bezpośrednio do nawożenia i wymaga ona przechowywania w komorach zamkniętych.
4. Dodatek Efektywnych Mikroorganizmów okazał się najmniej efektywną obróbką, w warunkach właściwego przechowywania i zagospodarowania poszczególnych rodzajów gnojowicy poddanych innym technologiom przetwarzania.

PIŚMIENNICTWO

- Bildsoe, P., Adamsen, A.P.S., Feilberg, A. (2012). Effect of low-dose liquid ozonation on gaseous emissions from pig slurry. *Biosyst. Engin.*, 113, 1, 86–93.
- Blanes-Vidal, V., Hansen, M.N., Pedersen, S., Rom, H.B. (2008). Emission of ammonia, methane and nitrous oxide from pig houses and slurry: Effects of rooting material, animal activity and ventilation flow. *Agric. Ecosyst. Environm.*, 124, 237–244.
- Brockmann, D., Hanhouna, M., Négria, O., Hélias, A. (2014). Environmental assessment of nutrient recycling from biological pig slurry treatment – Impact of fertilizer substitution and field emissions. *Bioresource Technology*, 163, 270–279.
- Cahalan, E., Ernfors, M., Müller, C., Devaney, D., Laughlin, R.J., Watson, C.J., Hennessy, D., Grant, J., Khalil, M.I., McGeough, K.L., Richards, K.G. (2015). The effect of the nitrification inhibitor dicyandiamide (DCD) on nitrous oxide and methane emissions after cattle slurry application to Irish grassland. *Agric. Ecosyst. Environm.*, 99, 339–349.
- Deng, L., Li, Y., Chen, Z., Liu, G., Yang, H. (2014). Separation of swine slurry into different concentration fractions and its influence on biogas fermentation. *Applied Energy*, 114, 504–511.

- Deng, L., Chen, Z., Yang, H., Zhu, J., Liu, Y., Long, Y., Zheng, D. (2012). Biogas fermentation of swine slurry based on the separation of concentrated liquid and low content liquid. *Biomass and Bioenergy*, 45, 187–194.
- Eymontt, A., Malec, R., Piotrkowski, M. (2000). Biofiltracja jako jeden ze sposobów redukcji gazów z budynków inwentarskich. IBMER, Warszawa.
- Fangueiro, D., Hjorth, M., Gioelli, F. (2015). Acidification of animal slurry – a review. *J. Environm. Manag.*, 149, 46–56.
- Gołaś, Z., Kozera, M. (2008). Ekologiczne konsekwencje koncentracji produkcji trzody chlewnej. *J. Agribusin. Rural Develop.*, 1(7), 29–42.
- Kebreab, E., Clark, K., Wagner-Riddle, C., France, J. (2006). Methane and nitrous oxide emissions from Canadian animal agriculture: A review. *Can. J. Anim. Sci.*, 86, 135–158.
- Kutera, J. (1994). *Gospodarka gnojowicą*. Wydawnictwo Akademii Rolniczej, Wrocław.
- Kwaśny J., Kowalski Z., Banach Z. (2011). Właściwości nawozowe gnojowicy w kontekście zawartości wybranych makro i mikroelementów. *Czas. Techn. Chemia*, 108, 107–120.
- Liu, D., Feilberga, A., Adamsena, A.P.S., Jonassenb, K.E.N. (2011). The effect of slurry treatment including ozonation on odorant reduction measured by in-situ PTR-MS. *Atmosph. Environm.*, 45, 23, 3786–3793.
- Loyon, L., Guiziou, F., Beline, F., Peu, P. (2007). Gaseous Emissions (NH₃, N₂O, CH₄ and CO₂) from the aerobic treatment of piggery slurry – Comparison with a conventional storage system. *Biosyst. Engin.*, 97, 472–480.
- Mantovi, P., Fumagalli, L., Beretta, G.P., Guermandi, M. (2006). Nitrate leaching through the unsaturated zone following pig slurry applications. *J. Hydrol.*, 316, 195–212.
- Martinez, J., Guiziou, F., Peu, P., Gueutier, V. (2003). Influence of Treatment Techniques for Pig Slurry on Methane Emissions during Subsequent Storage. *Biosyst. Engin.*, 85, 3, 347–354.
- Miatkowski, Z., Turbiak, J., Burczyk, P., Myczko, A., Karłowski, J. (2010). Prognozy zmian aktywności w sektorze rolnictwa, zawierające informacje niezbędne do wyliczenia szacunkowej wielkości emisji gazów cieplarnianych. Raport z realizacji umowy pomiędzy Ministerstwem Rolnictwa i Rozwoju Wsi a Instytutem Technologiczno-Przyrodniczym w Falentach. Bydgoszcz–Poznań.
- Myczko, A., Karłowski, J., Szulc, R. (2002). Szczegółowe badania emisji metanu i podtlenu azotu z fermentacji jelitowej oraz odchodów zwierzęcych. *Mat. Konf. VIII Międzynarodowa Konferencja Naukowa*, Warszawa.
- Ochrona Środowiska (2013). Główny Urząd Statystyczny, Warszawa.
- Oniszk-Popławska, A., Zowski, M., Wiśniewski, G. (2003). *Produkcja i wykorzystanie biogazu rolniczego*. EC BREC/IBMER. Gdańsk – Warszawa.
- Owczuk, M., Matuszewska, A., Kruczyński, S.W. (2014). Ocena wpływu wybranych surowców pochodzenia rolniczego na skład chemiczny i uzysk biogazu. *Zesz. Nauk. Instytutu Pojazdów*, 1(97), 153–162.
- Pawelczyk, A., Muraviev, D. (2003). Zintegrowana technologia oczyszczania ciekłych odpadów z hodowli trzody chlewnej. *Przemysł Chemiczny*, 82/8-9
- Perazzoloa, F., Mattachinia, G., Tambonea, F., Misselbrookb, T., Provolo, G. (2015). Effect of mechanical separation on emissions during storage of two anaerobically codigested animal slurries. *Agric. Ecosyst. Environm.*, 207, 1–9.
- Romaniuk, W. (2000). Ekologiczne systemy gospodarki obornikiem i gnojowicą. IBMER, Warszawa, ss. 120.
- Roszkowski, A. (2011). Technologie produkcji zwierzęcej a emisje gazów cieplarnianych. *Probl. Inżyn. Roln.*, 2, 83–97.
- Rulkens, W.H., Klapwijk, A., Willersb, H.C. (1998). Recovery of valuable nitrogen compounds from agricultural liquid wastes: potential possibilities, bottlenecks and future technological challenges. *Environm. Pollut.*, 102, 727–735.

- Rzeźnik, W. (2013). Ograniczenie emisji zanieczyszczeń gazowych z tuczarni poprzez zastosowanie instalacji do odzysku ciepła. *Inżyn. Roln.*, 3(146), 331–339.
- Sánchez, M., González, J.L. (2005). The fertilizer value of pig slurry. I. Values depending on the type of operation. *Biores. Technol.* 96, 1117–1123.
- Szymańska, A.M. (2007). Żwacz i procesy zachodzące w przewodzie pokarmowym przeżuwaczy. *Chów Bydła*, 4, 24–25.
- Ustawa z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu. *Dz.U. z 2007 r. Nr 147*, poz. 147.
- Webb, J., Broomfielda, M., Jonesb, S., Donovan, B. (2014). Ammonia and odour emissions from UK pig farms and nitrogen leaching from outdoor pig production. A review. *Sci. Total Environm.*, 470–471, 865–875.
- Wanga, K., Huanga, D., Yingb, H., Luob, H. (2014). Effects of acidification during storage on emissions of methane, ammonia, and hydrogen sulfide from digested pig slurry. *Biosyst. Engin.*, 122, 23–30.
- Zbytek, Z., Talarczyk, W. (2008). Gnojowica a ochrona środowiska naturalnego. *Techn. Roln. Ogrod. Leśna*, 4.

INFLUENCE OF DIFFERENT SLURRY TREATMENT TECHNOLOGIES FOR METHANE EMISSIONS AFTER APPLICATION OF SLURRY TO THE SOIL

Abstract. The article describes the effectiveness of different treatment technologies used for slurry and how they affect methane emissions from the soil after the application of slurry. For the research, swine and cattle slurry was used, treated with the following technologies: addition of PRP or Effective Microorganisms, aeration, ozonation and methane fermentation. In addition, one of the samples was used without any modification as a control sample. The samples of treated slurry were applied to the soil from the Wielkopolska region. The composition of the emitted gases after the application of the slurry was tested in a gas chromatograph. The research allowed to identify aeration as the most effective method of slurry management, both for swine and cattle slurry. The swine slurry showed a higher potential for biogas production than cattle slurry. Moreover, when storing the digested slurry in closed chambers, and not applying it immediately after the fermentation process, improves the methane emission reduction. The effective microorganisms addition through the process of slurry treatment proved to be the least efficient process. Furthermore, the control sample allowed to compare the effectiveness of the abovementioned processes and their methane emission reductions.

Key words: slurry, PRP, Effective Microorganisms, aeration, ozonation, poferment, methane, soil, application, emission

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 3.09.2015

Do cytowań – For citation: Smurzyńska, A., Dach, J., Szulc, R. (2015). Wpływ różnych technologii obróbki gnojowicy na emisję metanu po aplikacji gnojowicy do gleby. *Acta Sci. Pol., Formatio Circumiectus*, 14(3), 165–174.