

## Wpływ warunków przechowywania obornika loch na przebieg procesów jego dekompozycji i emisję amoniaku

Wojciech Krawczyk

*Instytut Zootechniki Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Systemów i Środowiska Produkcji,  
32-083 Balice k. Krakowa*

Od szeregu lat produkcja zwierzęca stanowi przedmiot analiz prowadzonych pod kątem uciążliwości dla otoczenia. Pod tym ostatnim terminem rozumie się środowisko naturalne w postaci ekosystemów glebowych i wodnych czy atmosfery, a także bezpośrednie sąsiedztwo ferm i budynków mieszkalnych. Określenie zagrożeń dla środowiska naturalnego wymagało szeregu wieloletnich badań (Williams, 2008). Azot i fosfor – dwa biogenne pierwiastki uwalniane w nadmiarze do otoczenia z towarowej produkcji zwierzęcej – powodują eutrofizację ekosystemów, wymieranie jednych oraz zbyt ni wzrost innych gatunków flory i fauny. Szkodliwe domieszki gazowe emitowane do atmosfery z fermowego utrzymania zwierząt oraz związki biogenne stosowane doglebowo jako nawozy mogą niekorzystnie oddziaływać lokalnie oraz globalnie na powstawanie kwaśnych deszczów i zanik strefy ozonowej, eutrofizację wód oraz ich jakość higieniczną (Philippe i Nicks, 2015; Riaño i Garcia-Gonzalez, 2015). Pracownicy obsługujący zwierzęta są narażeni na szereg schorzeń powstających na tle nadmiernego stężenia amoniaku, siarkowodoru i pyłów. Jednak, najwcześniej określoną uciążliwością wynikającą ze znacznej skali i koncentracji produkcji zwierzęcej są odory, takie jak: amoniak, siarkowódór i metan. Pierwszymi zabiegami zmierzającymi do rozwiązania problemu były czynności poprawiające czystość zwierząt oraz stanowisk, na których przebywały. Stosowano także szereg materiałów ściółkowych cechujących się częściową sorpcją cząstek gazów. W miarę rozwoju systemów bezściółkowych, dalszej koncentracji zwierząt oraz ograniczania nakładów robocizny problem odorów odsunięto jednak na dalszy plan. Zastosowanie wentylacji mechanicznej przeniosło ciężar

problemu na zewnątrz budynków inwentarskich (Kurz i Sisman, 2017). Prace badawcze poruszały wtedy kwestie cyrkulacji powietrza w pomieszczeniach, wielkości wymiany powietrza, prędkości jego ruchu, budowy i wymiarów kanałów wentylacyjnych. Innym problemem było rolnicze zagospodarowanie odchodów zwierząt. Dziś tematyka ta wraca pod postacią obostrzeń środowiskowych stawianych fermom. Szczegółowe wymagania dotyczące płyt i zbiorników, próby pozyskania metanu czy wprowadzanie kompostowania są dobrymi przykładami ważkości tego aspektu produkcji zwierzęcej (Liqiang i in., 2016).

Eliminacja czy redukcja emisji szkodliwych domieszek gazowych, a także odorów towarzyszących produkcji zwierzęcej nie jest prosta choćby z tego względu, że stanowią one mieszaninę przeszło stu związków o różnym pochodzeniu. Można tu wymienić takie grupy, jak: węglowodory cykliczne, aldehydy, alkohole, ketony, wolne kwasy tłuszczowe, merkaptany, fenole, aminy cykliczne i estry (Yue i in., 2017) oraz mniej liczne związki nieorganiczne. Amoniak, siarkowódór i metan charakteryzują się wśród wspomnianych domieszek gazowych dużymi stężeniami, które stosunkowo łatwo można zredukować. Problematyka ograniczenia emisji szkodliwych domieszek gazowych i odorów jest priorytetowa także z punktu widzenia prawa. Nowe ustawodawstwo Unii Europejskiej wprowadza obowiązek stosowania zamkniętych szczelnie zbiorników (art. 18 ust. 1 ustawy z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu, Dz. U z 2015 r., poz. 625). Wśród innych unormowań, już na poziomie poszczególnych krajów członkowskich, część dotyczy dopuszczalnych odległości budynków ferm od miejsc zamieszkania, miejsc publicznych, zbiorników wodnych

czy zakładów spożywczych (rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej z dnia 7 października 1997 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle rolnicze i ich usytuowanie). Fermy nie spełniające tych uwarunkowań są niejednokrotnie zmuszane do stosowania kosztownych systemów wentylacji, zaopatrzonych w filtry o charakterze płuczek. Inną możliwością jest stosowanie biofiltrów (Tymczyna i in., 2009, 2010).

Metody biochemiczne w ograniczaniu powstawania szkodliwych domieszek gazowych odnoszą się do stosowania preparatów będących mieszaninami związków enzymatycznych, mikroflory anaerobowej oraz związków mineralnych zmieniających pH lub wykazujących znaczną sorpcję gazów. Istniejące już pierwsze takie preparaty handlowe nie wykazują jednak pożądanego działania. Przyczyną może być tylko teoretyczne zestawianie komponentów biochemicznych reagujących ze związkami organicznymi, a nie faktyczne połączenie łańcucha możliwych do zajścia procesów. To, co można nazwać kierunkiem technicznym w badaniach nad ograniczeniem wspomnianego oddziaływania, sprawdza się do opracowań i wdrożeń różnego rodzaju rozwiązań, konstrukcji, a nawet technologii (Eunsun i in., 2015).

Fermy trzody chlewnej charakteryzują się dużą koncentracją zwierząt i nie tylko znaczną produkcją mięsa, ale również odchodów będących ogromnym zagrożeniem środowiskowym. Racjonalne zagospodarowanie obornika, szczególnie z uwagi na obowiązujące normy regulujące obciążenie środowiska, staje się problemem priorytetowym. Niekontrolowane użycie obornika w celach nawozowych niesie poważne konsekwencje dla środowiska naturalnego. Wiąże się one z problemem przenawożenia gleby, wymywania pierwiastków i wynikającym stąd skażeniem wód gruntowych oraz eutrofizacją wód

powierzchniowych (Azam i in., 2002). Znaczny potencjał biogeny odchodów sprawia, że ich niewłaściwe zagospodarowanie agrotechniczne może być przyczyną degradacji środowiska glebowego. Związki gazowe powstające w trakcie przechowywania obornika, a wśród nich amoniak również mają niekorzystny wpływ na środowisko naturalne (Azam i in., 2002; Bicudo i in., 2002; Xiao-Kang i in., 2013). Celem badań było określenie możliwości redukcji potencjału biogenego oraz emisji amoniaku z przechowywanego obornika pochodzącego od loch próśnych i karmiących. Zagadnienie to ma szczególne znaczenie w kontekście ochrony środowiska oraz jakości życia na terenach wiejskich.

### Material i metody

Materiał doświadczalny stanowił obornik pochodzący od loch próśnych i karmiących w ilości 1 t/pryzmę. W skład obornika – obok odchodów – wchodziła słoma pszenna nie cięta, użytkowana jako ściółka w pomieszczeniach inwentarskich. Zwierzęta były żywione zgodnie ze standardami wynikającymi z aktualnych norm żywienia (Grela i Skomial, 2014) wg schematu obowiązującego na fermie, gdzie dawka pokarmowa wynosiła dla loch próśnych – BO 14,39% i EM 19,22 MJ/kg, dla loch karmiących – BO 15,94% i EM 19,03 MJ/kg.

Obornik był przechowywany przez okres 6 miesięcy w okresie rosnących i malejących temperatur, tj. od marca do sierpnia oraz od września do lutego, na płytach obornikowych w 2 pryzmach (odpowiadających poszczególnym grupom technologicznym trzody chlewnej) o wymiarach 3,0 x 5,0 x 2,5 m. Doświadczenie wykonano w 2 powtórzeniach. Eksperyment polegał na określeniu koncentracji związków biogenych i wielkości emisji amoniaku z przechowywania obornika w warunkach powtórzenia. Układ doświadczenia ilustruje poniższy schemat.

Schemat doświadczenia

Wyszczególnienie	Powtórzenie	Obornik	
		lochy karmiące	lochy próśne
Określenie koncentracji związków biogenych i wielkości emisji amoniaku w warunkach temperatur rosnących i malejących	1.	1 t	1 t
	2.	1 t	1 t

### **Rodzaj danych i sposób ich zbierania**

W czasie trwania poszczególnych powtórzeń zbierano następujące dane pomiarowe dotyczące mikroklimatu zewnętrznego: temperatura zewnętrzna, wilgotność względna, ruch powietrza. Pomiarzy mikroklimatyczne wykonano przy pomocy elektronicznego miernika firmy Testosterm, Testo 9610 w trakcie pomiarów emisji gazów. Stężenie amoniaku w kanałach nawiewnych i wywiewnych w tunelu mierzono na początku i na końcu okresu utrzymania w sposób ciągły (24 h) oraz codziennie o godz. 8.00, 13.00 i 19.00. Pomiar stężenia poszczególnych domieszek gazowych przeprowadzono sondami elektrochemicznymi, będącymi elementami pomiarowymi elektronicznego miernika gazów Multiwarn II firmy Dräger. Ponadto, określono emisję amoniaku w jednostce czasu w przeliczeniu na tonę, którą obliczono z objętości przepływu powietrza i występującego w nim stężenia gazu, dzieląc przez ilość ton obornika.

Wszystkie badania wykonano przy wykorzystaniu tuneli aerodynamicznych, tzw. „tunnel system”. Przez tunel była przepuszczana ustalona objętość powietrza wtłaczanego mechanicznie przez wlot wentylacyjny i usuwanego także mechanicznie przez wentylator wyciągowy. Monitoringu poddano zarówno skład powietrza wlotowego, jak i wylotowego. Objętość przepływającego powietrza obliczono z mierzonej prędkości jego ruchu, czasu jego trwania oraz znanego przekroju kanału pomiarowego (wywiewnego), przy wykorzystaniu stosowanego w fizyce równania opisującego tzw. „prawo przepływu” ( $Q = V/T = A_1 v_1 = A_2 v_2 = A_3 v_3 = \text{const}$ ; gdzie:  $Q$  – strumień objętości [ $\text{m}^3/\text{s}$ ],  $v$  – objętość [ $\text{m}^3$ ],  $t$  – czas [ $\text{s}$ ],  $A_1, A_2, A_3$  – pole przekroju poprzecznego rurociągu w kolejnych miejscach [ $\text{m}^2$ ],  $v_1, v_2, v_3$  – prędkość przepływu w tych miejscach [ $\text{m/s}$ ]). Dokonano także pomiarów: temperatury obornika (codziennie w godzinach rannych, popołudniowych i wieczornych w środkowej, górnej i bocznych płaszczyznach obornika na głębokości około 10 cm), składu obornika (NPK, sucha masa; próbki pobierano i analizowano na początku i na końcu 6-miesięcznego okresu przechowywania), objętości oraz składu gnojówki odprowadzonej w trakcie przechowywania (analizę objętościową realizowano raz w tygodniu, chemiczną na początku i na końcu 6-miesięcznego okresu przechowywania, a analizę zawartości N

i P w dawkach pokarmowych zwierząt, od których pochodził obornik). Uzyskane wyniki opracowano statystycznie przy pomocy programów komputerowych Lotus, Excel, Statgraphics Standard Edition.

### **Wyniki i ich omówienie**

Wykonane w ramach doświadczenia badania, których celem było określenie koncentracji związków biogenych i wielkości emisji amoniaku w okresie rosnących temperatur (marzec-sierpień) oraz malejących temperatur (wrzesień-luty), charakteryzował zróżnicowany skład początkowy obornika loch próśnych i karmiących (tab. 1 i 3). Ważną rolę odgrywał w nim stosunek C:N. Jego wartość decydowała bowiem o efektywności zachodzących w oborniku przemian mikrobiologicznych i wielkości emisji amoniaku. W oborniku przechowywanym w okresie wiosenno-letnim jego wartość wynosiła 13,98 kg/t świeżej masy (św.m.) zarówno dla loch próśnych, jak i karmiących. Po 6-miesięcznym wiosenno-letnim okresie przechowywania stosunek ten zmniejszył się odpowiednio do 11,26 i 10,76 kg/t św.m. W okresie jesienno-zimowym stosunek C:N miał podobną wartość dla loch karmiących (13,94 kg/t św.m.), ale mniejszą dla loch próśnych (12,21 kg/t św.m.) i po 6-miesięcznym okresie przechowywania jesienno-zimowego wzrósł odpowiednio do wartości: 13,49 i 14,81, co wynikało m.in. ze zmniejszenia tempa przemian mikrobiologicznych zachodzących wewnątrz pryzm oraz mniejszej emisji dwutlenku węgla.

Udział azotu całkowitego w składzie początkowym obornika loch w okresie wiosenno-letnim był zbliżony: 11,03 i 10,17 kg/t św.m. i nie różnił się statystycznie istotnie (tab. 1). W okresie malejących temperatur największą zawartość tej formy azotu stwierdzono także w oborniku loch próśnych (7,31 kg/t św.m.), a w oborniku loch karmiących wynosiła ona 6,55 kg/t św.m. (tab. 3). Zawartość azotu całkowitego w oborniku loch próśnych i karmiących wynikała z ustalonego stosunku C:N oraz dodatku słomy. Sześciomiesięczny okres wiosenno-letniego przechowywania obornika loch próśnych i karmiących doprowadził do zbliżonych strat tej formy pierwiastka w badanych pryzmach. W oborniku loch próśnych było to 1,03 kg/t św.m., a oborniku loch karmiących 1,12 kg/t św.m. azotu całkowitego (tab. 2). Jesienno-zimowe przechowywanie

obornika ograniczyło straty azotu całkowitego do odpowiednio: 0,21 i 0,26 kg/t św.m. tej formy pierwiastka (tab. 4). Podobnie, w przypadku azotu organicznego i ogólnego wielkości strat tych dwóch form azotu w oborniku loch próśnych i karmiących osiągnęły wartość blisko 80% większą po jego przechowywaniu w okresie rosnących temperatur w porównaniu do przechowywania w okresie zimowym. Największe straty azotu organicznego charakteryzowały obornik loch próśnych po przechowywaniu w okresie letnim (1,31 kg/t św.m.), a obornik loch karmiących w okresie zimowym (0,37 kg/t św.m.). W przypadku azotu ogólnego strata tej formy pierwiastka dla obornika loch próśnych przechowywanego w lecie osiągnęła wartość 1,76 kg/t św.m., a w zimie 0,34 kg/t św.m. (tab. 2 i 4). Udział suchej masy w składzie początkowym obornika świńskiego w miesiącach wiosenno-letnich był największy w przypadku loch próśnych i wynosił 30,47% (tab. 1), a w miesiącach jesienno-zimowych w oborniku loch karmiących (25,12%) (tab. 3). Po letnim i zimowym okresach przechowywania udział suchej masy spadł odpowiednio do wartości: 5,87 i 3,18% (tab. 2 i 4). Zawartość fosforu w oborniku osiągnęła maksymalną ilość 9,18 kg/t św.m. w przypadku loch karmiących w miesiącach wiosenno-letnich (tab. 1) i 5,70 kg/t św.m. w miesiącach jesienno-zimowych (tab. 3). Straty tego pierwiastka w oborniku loch karmiących po jego przechowywaniu w okresie rosnących temperatur wynosiły 0,28 kg/t św.m. i 0,19 kg/t św.m. w okresie malejących temperatur i były zbliżone do jego strat w oborniku loch próśnych w tych okresach przechowywania (0,31 i 0,15 kg/t św.m.) (tab. 2 i 4). Ilość potasu w oborniku loch próśnych i karmiących w okresie rosnących tempe-

ratur stanowiła 6,43 i 6,25 kg/t św.m. jego składu (tab. 1), podczas gdy w okresie malejących temperatur odpowiednio: 3,09 i 3,89 kg/t św.m. (tab. 3). Największe straty potasu w okresie rosnących i malejących temperatur oznaczono w oborniku loch karmiących (0,18 i 0,12 kg/t św.m.) (tab. 2 i 4). Emisja amoniaku w okresie wiosenno-letnim nie różniła się istotnie statystycznie i była nieznacznie wyższa z obornika loch próśnych (1,14 kg/t św.m.) niż loch karmiących (0,98 kg/t św.m.) (tab. 5). Podobna zależność dotyczyła emisji tego gazu w okresie jesienno-zimowym (0,28 i 0,16 kg/t św.m.) (tab. 6). Wyższa o ponad 75% emisja amoniaku z obornika obu grup technologicznych zmierzona w okresie rosnących temperatur w porównaniu do stwierdzonej podczas niskich temperatur była związana ze znacznie szybszym tempem przemian biochemicznych zachodzących w oborniku w okresie wiosenno-letnim oraz towarzyszącą tym przemianom fazą termofilną, aktywującą odpowiednią mikroflorę bakteryjną. W okresie malejących temperatur (wrzesień-luty) oddziałujących na przyzmy obornika pochodzącego od loch karmiących i próśnych (tab. 8) średnia temperatura zewnętrzna wynosiła 10,4°C. W okresie rosnących temperatur (marzec-sierpień) (tab. 7) średnia temperatura zewnętrzna wynosiła 23,37°C. Pozostałe wybrane zewnętrzne parametry mikroklimatyczne oddziałujące na obornik loch w okresie malejących temperatur kształtowały się w przypadku wilgotności względnej na poziomie 64,42% (tab. 8). Ruch powietrza w okresie malejących temperatur osiągnął średnią wartość 2,99 m/s. W okresie rosnących temperatur średnia wilgotność zewnętrzna wokół przyzmy obornika loch wynosiła 49,33%, a ruch powietrza 2,97 m/s (tab. 7).

Tabela 1. Początkowa zawartość związków biogenych w oborniku trzody chlewnej w okresie rosnących temperatur (kg/t św.m.)

Table 1. Initial content of biogenic compounds in pig manure during increasing temperatures (kg/t fresh matter)

Wyszczególnienie <i>Item</i>	s.m. (%) <i>d.m. (%)</i>	N-całkowity <i>N-total</i>	N-organiczny <i>N-organic</i>	N-ogólny <i>TKN</i>	P	K	C:N
Obornik – lochy próśne <i>Manure – pregnant sows</i>	30,47 a	11,03 a	7,92 a	9,81 a	7,31 a	6,43 a	13,98 a
Obornik – lochy karmiące <i>Manure – nursing sows</i>	30,21 b	10,17 a	6,50 b	0,97 a	9,18 a	6,25 a	13,98 a

ab – różnice nisko istotne statystycznie – *ab – lowly significant differences.*

Tabela 2. Straty zawartości związków biogennych w oborniku trzody chlewnej w okresie rosnących temperatur (kg/t św.m.)

Table 2. Loss of biogenic compounds in pig manure during increasing temperatures (kg/t fresh matter)

Wyszczególnienie <i>Item</i>	s.m. (%) <i>d.m. (%)</i>	N-całkowity <i>N-total</i>	N-organiczny <i>N-organic</i>	N-ogólny <i>TKN</i>	P	K	C:N
Obornik – lochy prośne <i>Manure – pregnant sows</i>	5,87 a	1,03 a	1,31 a	0,76 a	0,31 a	0,12 a	11,26 a
Obornik – lochy karmiące <i>Manure – nursing sows</i>	8,06 b	1,12 a	0,90 a	0,98 a	0,28 a	0,18 a	10,76 a

ab – różnice nisko istotne statystycznie – *ab – lowly significant differences.*

Tabela 3. Początkowa zawartość związków biogennych w oborniku trzody chlewnej w okresie malejących temperatur (kg/t św.m.)

Table 3. Initial content of biogenic compounds in pig manure during decreasing temperatures (kg/t fresh matter)

Wyszczególnienie <i>Item</i>	s.m. (%) <i>d.m. (%)</i>	N-całkowity <i>N-total</i>	N-organiczny <i>N-organic</i>	N-ogólny <i>TKN</i>	P	K	C:N
Obornik – lochy prośne <i>Manure – pregnant sows</i>	20,74 a	7,31 a	4,55 a	7,11 a	3,39 a	3,09 a	12,21 a
Obornik – lochy karmiące <i>Manure – nursing sows</i>	25,12 a	6,55 a	3,68 b	6,41 a	5,70 b	3,89 a	13,94 b

ab – różnice nisko istotne statystycznie – *ab – lowly significant differences.*

Tabela 4. Straty zawartości związków biogennych w oborniku trzody chlewnej w okresie malejących temperatur (kg/t św.m.)

Table 4. Loss of biogenic compounds in pig manure during decreasing temperatures (kg/t fresh matter)

Wyszczególnienie <i>Item</i>	s.m. (%) <i>d.m. (%)</i>	N-całkowity <i>N-total</i>	N-organiczny <i>N-organic</i>	N-ogólny <i>TKN</i>	P	K	C:N
Obornik – lochy prośne <i>Manure – pregnant sows</i>	2,08 a	0,21 a	0,33 a	0,34 a	0,15 a	0,11 a	13,49 a
Obornik – lochy karmiące <i>Manure – nursing sows</i>	3,18 a	0,26 a	0,37 a	0,31 a	0,19 a	0,12 a	14,81 a

ab – różnice nisko istotne statystycznie – *ab – lowly significant differences.*

Tabela 5. Emisja amoniaku z przechowywania obornika trzody chlewnej w okresie rosnących temperatur (kg/t św.m.)

Table 5. Ammonia emission from pig manure stored during increasing temperatures (kg/t fresh matter)

Wyszczególnienie <i>Item</i>	Obornik – lochy prośne <i>Manure – pregnant sows</i>	Obornik – lochy karmiące <i>Manure – nursing sows</i>
NH <sub>3</sub>	1,14 a	0,98 a

ab – różnice nisko istotne statystycznie – *ab – lowly significant differences.*



Tabela 6. Emisje amoniaku z przechowywania obornika trzody chlewnej w okresie malejących temperatur (kg/t św.m.)

Table 6. Ammonia emission from pig manure stored during decreasing temperatures (kg/t fresh matter)

Wyszczególnienie <i>Item</i>	Obornik – lochy prośne <i>Manure – pregnant sows</i>	Obornik – lochy karmiące <i>Manure – nursing sows</i>
NH <sub>3</sub>	0,28 a	0,16 a

ab – różnice nisko istotne statystycznie – *ab – lowly significant differences.*

Tabela 7. Średnie wartości mikroklimatyczne dla poszczególnych przyzm obornika loch w okresie rosnących temperatur

Table 7. Mean microclimate values for different sow manure heaps during increasing temperatures

Temperatura zewnętrzna <i>Outdoor temperature</i>	Prędkość ruchu powietrza <i>Rate of air movement</i>	Wilgotność zewnętrzna <i>Outdoor humidity</i>
23,37 (± °C)	2,97 m/s	49,33%

Tabela 8. Średnie wartości mikroklimatyczne dla poszczególnych przyzm obornika trzody chlewnej w okresie malejących temperatur

Table 8. Mean microclimate values for different sow manure heaps during decreasing temperatures

Temperatura zewnętrzna <i>Outdoor temperature</i>	Prędkość ruchu powietrza <i>Rate of air movement</i>	Wilgotność zewnętrzna <i>Outdoor humidity</i>
10,40 (± °C)	2,99 m/s	64,42%

### Podsumowanie i wnioski

Uzyskane w trakcie realizacji badań wyniki oraz przeprowadzona ich analiza pozwalają na wyłonienie pewnych prawidłowości istotnych z punktu widzenia założonych celów, które można sformułować w postaci następujących uogólnień. W trakcie przechowywania obornika pochodzącego od loch prośnych i karmiących dochodzi do strat i zmian form czynnych zawartych w nich pierwiastków biogennych. Straty zawartości związków biogennych obornika odbywają się na drodze emisji związków gazowych, głównie w formie amoniaku, a także dwutlenku węgla. Poziom redukcji zawartości związków biogennych w oborniku loch prośnych i karmiących jest ściśle

związany z przebiegiem warunków pogodowych, a zwłaszcza termicznych. Wyższa o ponad 75% emisja amoniaku z obornika obu grup technologicznych zmierzona w okresie rosnących temperatur w porównaniu do mierzonej w okresie niskich temperatur jest związana ze znacznie szybszym tempem przemian biochemicznych zachodzących w oborniku w okresie wiosenno-letnim oraz towarzyszącą tym przemianom fazą termofilną, aktywującą odpowiednią mikroflorę bakteryjną. Zakładanie przyzm obornika pochodzącego od loch i przechowywanie go w niskich temperaturach skutkuje zmniejszeniem strat związków biogennych, powodowanym brakiem wystąpienia fazy termofilnej.

### Literatura

- Azam F., Müller C., Weiske A., Benckiser G., Ottow J.C.G. (2002). Nitrification and denitrification as sources of atmospheric nitrous oxide – role of oxidizable carbon and applied nitrogen. *Biol. Fertil. Soil.*, 35: 54–61.
- Bicudo J.R., Schmidt D.R., Gay S.W., Gates R.S., Jacobson L.D., Hoff S.J. (2002). Air quality and emissions from livestock and poultry production/waste management systems. Prepared as a White Paper for Nat. Cent. for Manure and Animal Waste Management. North Carolina Univ., 157.
- Eunsun Choi, Jaehyuk Kim, Il Choi, Hyunmi Ahn, Jong In Dong, Hyunook Ki (2015). Microbial additives in

- controlling odors from stored swine slurry. *Water Air Soil Pollut.*, 226: 104.
- Grela E.R., Skomial J. (2014). Zalecenia żywieniowe i wartość pokarmowa pasz dla świń. Normy żywienia świń. IFiŻŻ PAN, Jabłonna.
- Kurc H.C., Sisman C.B. (2017). The prevention of harmful gases and odours dispersion by biofiltration in the animal farm. *Agr. Res.*, 15: 219–224.
- Liqiang M., Weiguang L., Shumei Z., Chuandong W., Wei J., Changqing S. (2016). Effect of different extra carbon sources on nitrogen loss control and the change of bacterial populations in sewage sludge composting. *Ecol. Eng.*, 94: 238–243.
- Philippe F.X., Nicks B. (2015). Review on greenhouse gas emissions from pig houses: Production of carbon dioxide, methane and nitrous oxide by animals and manure. *Agric. Ecos. Envir.*, 199: 10–25.
- Riaño B., Garcia-Gonzalez M.C. (2015). Greenhouse gas emissions of an on-farm swine manure treatment plant – comparison with conventional storage in anaerobic tanks. *J. Clean. Prod.*, 103: 542–548.
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej z dnia 7 października 1997 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle rolnicze i ich usytuowanie.
- Tymczyna L., Chmielowiec-Korzeniowska A., Drabik A. (2009). Wpływ systemu utrzymania świń na emisję gazowych zanieczyszczeń powietrza. *Przem. Chem.*, 88 (5): 574–578.
- Tymczyna L., Chmielowiec-Korzeniowska A., Drabik A., Raczyńska J. (2010). Biofiltracja lotnych związków organicznych (LZO) powietrza odlotowego tuczarni. *Przem. Chem.*, 89 (4): 567–573.
- Ustawa z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu (Dz. U z 2015 r., poz. 625).
- Williams C.M. (2008). Technologies to mitigate environmental impact of swine production. *R. Bras. Zoot.* 37: 140–149.
- Xiao-Kang H., Fang S., Xiao-Tang J., Bing G., Oene O., Christie P., Bin-Xiang H., Rong-Feng J., Fu-Suo Z. (2013). Greenhouse gas emissions from a wheat–maize double cropping system with different nitrogen fertilization regimes. *Environ. Pollut.* 176: 198–207.
- Yue W., Hongmin D., Zhiping Z., Gerber P.J., Hongwei X., Smith P., Opio C., Steinfeld H., Chadwick D. (2017). Mitigating greenhouse gas and ammonia emissions from swine manure management: A system analysis. *Environ. Sci. Technol.*, 51 (8): 4503–4511.

## EFFECT OF SOW MANURE STORAGE CONDITIONS ON MANURE DECOMPOSITION AND AMMONIA EMISSION

### Summary

The aim of the study was to determine the possibility of reducing the biogenic potential and emission of ammonia from stored manure originating from pregnant and nursing sows. This issue is of particular importance in the context of environmental protection and quality of life in rural areas.

The experiment determined absolute ammonia emission volume as well as changes in manure composition during its storage under increasing temperatures (spring-summer period) and decreasing temperatures (autumn-winter period). The experiment was conducted in field conditions. Manure was stored for 6 months using the tunnel method. Also the microclimate conditions and the manure composition were monitored. Ammonia emission from the manure from both technological groups, measured during the period of increasing temperatures, was higher by more than 75% compared to that measured during low temperatures. This was associated with a much more rapid rate of biochemical changes taking place in the manure in the spring-summer period and the accompanying thermophilic phase, which activates appropriate bacterial microflora.

**Key words:** manure, storage, ammonia emissions