

Wpłynęło 18.11.2013 r.
Zrecenzowano 18.12.2013 r.
Zaakceptowano 22.01.2014 r.

A – koncepcja
B – zestawienie danych
C – analizy statystyczne
D – interpretacja wyników
E – przygotowanie maszynopisu
F – przegląd literatury

Emisja odorów z tuczarni na głębokiej ściółce

Wojciech RZEŹNIK^{1) ABCDEF}, Paulina MIELCAREK^{1) ABCDEF},
Ilona RZEŹNIK^{2) BDF}

¹⁾ Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach, Oddział w Poznaniu

²⁾ Politechnika Poznańska, Instytut Inżynierii Środowiska

Streszczenie

Celem pracy było określenie wskaźnika emisji odorów z tuczarni, w której trzoda chlewna była utrzymywana w systemie na głębokiej ściółce oraz porównanie jego wartości z podawanymi w dostępnych publikacjach. Badania prowadzono w gospodarstwie rolnym w województwie wielkopolskim, w okresie od marca do grudnia 2011 r. Wartości stężeń odorów wyznaczono metodą olfaktometrii dynamicznej, zgodnie z normą europejską EN 13725:2003. Koncentracja substancji zapachowych mieściła się w przedziale od 151 do 1247 $\text{ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$ i cechowała ją duża zmienność. Wyznaczony wskaźnik emisji odorów kształtował się na poziomie od 0,056 do 0,195 $\text{ou}_E \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ (średnio 0,101 $\text{ou}_E \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$) i jest porównywalny z wartościami uzyskiwanymi w innych badaniach prowadzonych na świecie.

Słowa kluczowe: emisja odorów, trzoda chlewna, głęboka ściółka, olfaktometria

Wstęp

Rosnące zapotrzebowanie na produkty rolne, rozwój nowoczesnych technologii oraz wysokie koszty produkcji przyczyniają się do intensyfikacji i koncentracji produkcji zwierzęcej. Pozwala to zwiększyć jej opłacalność. Z drugiej strony intensywny chów może negatywnie oddziaływać na poszczególne elementy środowiska (powietrze, glebę i wodę) [SAWA, PARAFINIUK 2007; STANIAK 2009].

Głównym zanieczyszczeniem powietrza są takie gazy, jak: metan, podtlenek azotu, amoniak i siarkowodór [MROCEK, KOSTECKA 2008]. Jednak istotny wpływ na komfort ludzi mieszkających w sąsiedztwie dużych producentów żywca ma emisja odorów. Można wyróżnić trzy podstawowe jej źródła, z uwzględnieniem procentowego udziału: obiekty inwentarskie (30%), magazyny do przechowywania odchodów (20%) oraz

aplikowanie nawozów naturalnych na pola (50%) [HARDWICK 1985; RAPPERT, MÜLLER 2005]. Wielkość emisji jest uzależniona od gatunku zwierząt, wieku oraz sposobu ich utrzymania. Największe wartości wskaźników emisji odorów odnotowuje się dla trzody chlewnej [HARTUNG 1992].

Uciążliwość zapachowa obiektów inwentarskich związana jest z wydzielaniem do powietrza kilkuset różnych substancji, szczególnie kwasów karboksylowych, fenoli, aldehydów, amoniaku i innych [HERBUT i in. 2010; O'NEILL, PHILLIPS 1992]. Substancje te, pobudzając komórki nabłonka węchowego, wywołują nieprzyjemne wrażenia węchowe [DOMAGALSKI i in. 2012; KOŚMIDER i in. 2002]. Badania wykazały, że długotrwałe narażenie na działanie odorów wpływa negatywnie na samopoczucie i zachowania ludzi. Stwierdzono, że odoranty mogą wywoływać wiele dolegliwości, m.in.: bezsenność, stres, apatię, rozdrażnienie, depresję, migrenę, kaszel, katar, skurcze w klatce piersiowej lub reakcje o podłożu zapalnym i alergicznym [NIMMERMARK 2004; WING i in. 2008].

Dotychczas w Europie nie opracowano uwarunkowań prawnych, dotyczących standardów jakości powietrza w odniesieniu do odorów. Tylko niektóre kraje europejskie opracowały takie zalecenia. Wśród nich wymienić można Hiszpanię i Holandię [PAGANS i in. 2012]. W Polsce problem uciążliwości zapachowej również nie został jeszcze unormowany, mimo licznych projektów aktów prawnych i wysiłków podejmowanych przez Ministerstwo Środowiska, by wprowadzić odpowiednie przepisy.

W minionych latach przeprowadzono wiele badań emisji odorów z produkcji trzody chlewnej. Większość prac powstała w Europie Zachodniej i Środkowej: w Wielkiej Brytanii – PEIRSON i NICHOLSON [1995], Holandii – OGINK i GROOT KOERKAMP [2001], Belgii – van LANGENHOVE i de BRUYN [2001], ROMAIN i in. [2013], Irlandii – HAYES i in. [2004; 2006] oraz w Austrii – SCHAUBERGER i in. [2013]. Dotyczyły one bezściółkowych systemów utrzymania trzody chlewnej na podłodze szczelinowej. Z uwagi na stosunkowo małą popularność w Europie systemów utrzymania na ściółce, jest niewiele prac dotyczących emisji substancji zapachowych od trzody chlewnej utrzymywanej w systemach ściółkowych.

Celem pracy było określenie emisji odorów z tuczarni z systemem utrzymania na głębokiej ściółce. Umożliwiło to wyznaczenie wskaźnika emisji odorów i jego porównanie z wynikami uzyskanymi dla systemów bezściółkowych.

Metody badań

Obiekt badań. Badania emisji odorów przeprowadzono w tuczarni na głębokiej ściółce znajdującej się w województwie wielkopolskim. Budynek ma 8 kojców o powierzchni 45 m² każdy, a obsada nominalna wynosi 60 szt. i jest zróżnicowana pod względem wieku. W tym samym czasie utrzymywane są warchlaki i tuczniaki o różnej masie ciała (od warchlaków o masie 20 kg do tuczniaków o masie końcowej 105 kg). W ciągu roku prowadzone są 3 cykle produkcyjne.

Pomiar wydajności wentylacji. Badana tuczarnia była wyposażona w dwa wentylatory o średnicy $d = 520$ mm i nominalnej wydajności 24 000 m³·h⁻¹, z regulacją

temperaturową. Rzeczywistą wydajność wentylatorów określono zgodnie z normą PN-EN 12599:2013 „Wentylacja budynków – Procedury badań i metody pomiarowe stosowane podczas odbioru instalacji wentylacji i klimatyzacji” dla trzech ustawień ściennych wlotów powietrza w warunkach minimalnego, średniego i maksymalnego otwarcia klap wlotu powietrza. Temperaturę wewnątrz tuczarni i wilgotność powietrza mierzono z użyciem wielofunkcyjnego przyrządu pomiarowego Testo 435-4.

Pomiar stężenia odorów. Badania odorometryczne prowadzono od marca do grudnia 2011 r. Wykonano 15 pomiarów. Podczas każdego z nich z tuczarni pobierano po dwie próbki zapachowe za pomocą samplera CSD30 firmy Ecoma do 8-litrowych jednorazowych worków, wykonanych z poliestrów o nazwie Nalophan. Bezpośrednio po pobraniu próbki przewożono do akredytowanego przez PCA laboratorium olfaktometrycznego, mieszczącego się na terenie oddziału Instytutu Technologiczno-Przyrodniczego w Poznaniu. Tam zespół ekspertów określał stężenie zapachowe pobranych próbek metodą olfaktometrii dynamicznej, zgodnie z normą europejską EN 13725:2003, z użyciem olfaktometru Ecoma TO8 [EN 13725:2003].

Emisja odorów. Chwilową emisję odorów obliczono jako iloczyn wartości stężenia odorów w badanej tuczarni oraz chwilowej wydajności systemu wentylacji zgodnie z równaniem (1). Wskaźnik emisji odorów (We_{od}) wyznaczono jako iloraz chwilowej emisji odorów i masy tuczników przebywających w pomieszczeniu, z równania (2) [KOŁODZIEJCZYK i in. 2011]:

$$E_{od} = c_{od} \cdot V \quad (1)$$

$$We_{od} = E_{od} \cdot m^{-1} \quad (2)$$

gdzie:

E_{od} – chwilowa emisja odorów [$ou_E \cdot s^{-1}$],

We_{od} – wskaźnik emisji odorów [$ou_E \cdot s^{-1} \cdot kg^{-1}$],

c_{od} – stężenie odorów [$ou_E \cdot m^{-3}$],

V – chwilowa wymiana powietrza [$m^3 \cdot s^{-1}$],

m – łączna masa zwierząt utrzymywanych w budynku [kg].

Masę zwierząt podczas pomiarów obliczono na podstawie wyników uzyskanych podczas ważenia losowo wybranych 5 tuczników z każdego kojca. Średnia masa tuczniaka w kojcu jest średnią arytmetyczną zważonych świń.

Wyniki badań i dyskusja

Wyniki pomiarów stężeń odorów w badanej tuczarni przedstawiono w tabeli 1. Zawiera ona także parametry mikroklimatu (temperaturę wewnętrzną oraz wilgotność względną powietrza) oraz dane niezbędne do obliczenia wskaźnika emisji odorów.

Stężenie odorów podczas pomiarów charakteryzowało się dużą zmiennością (odchylenie standardowe $252 ou_E \cdot m^{-3}$) w zależności od parametrów mikroklimatycznych

Tabela 1. Stężenie odorów w badanej tuczarni

Table 1. Concentration of odour in the investigated fattening house

Pomiar Measurement	Temperatura [°C] Temperature [°C]	Wilgotność względna powietrza [%] Relative air humidity [%]	Łączna masa trzody chlewnej [kg] Total mass of pigs [kg]	Stężenie odorów [ou _E ·m ⁻³] Odour concentration [ou _E ·m ⁻³]	
				P ₁	P ₂
1	16,3	64,5	15 060	260	329
2	15,2	61,1	17 540	312	403
3	14,9	72,3	11 798	190	233
4	24,5	76,8	15 748	312	414
5	25,3	64,3	10 879	151	137
6	23,1	70,2	12 102	225	205
7	24,0	67,5	15 132	186	183
8	25,1	63,1	14 210	216	295
9	17,8	67,2	16 681	532	568
10	15,1	63,9	13 764	356	558
11	12,9	53,4	13 276	450	654
12	13,2	61,2	12 945	721	1247
13	12,6	49,3	12 094	612	650
14	14,7	58,0	13 509	597	552
15	14,3	52,5	15 966	698	927

Objaśnienia: P₁ – pierwsza pobrana próbka, P₂ – druga pobrana próbka.

Explanations: P₁ – the first sample, P₂ – the second sample.

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

nych i wynosiło od 137 do 1247 ou_E·m⁻³. Analiza statystyczna wykazała silną zależność między koncentracją odorów, a chwilową wymianą powietrza ($r = -0,73$) i wilgotnością względną ($r = -0,75$) oraz umiarkowaną zależność z temperaturą ($r = -0,61$) wewnątrz budynku. Ujemna korelacja dla temperatury i wilgotności jest spowodowana temperaturowym sterowaniem wentylacji.

Uzyskane wartości stężeń odorów są porównywalne z wynikami uzyskiwanymi w innych pracach. HAYES i in. [2006] prowadzili badania stężenia odorów w budynkach dla trzody chlewnej, utrzymywanej w systemie bezściółkowym, na podłodze szczelinowej. Wyniki uzyskane podczas dwuletnich badań kształtowały się w przedziale od 1285 do 2172 ou_E·m⁻³. GUO i in. [2006], prowadząc roczne badania w chlewni bezściółkowej w Kanadzie, odnotowali wartości stężeń w przedziale od 446 do 4304 ou_E·m⁻³. W Stanach Zjednoczonych SCHAUBERGER i in. [2013] mierzyli stężenie odorów w czterech obiektach, w których tuczniaki były utrzymywane na podłodze szczelinowej. Wyniosło ono od 12 do 2904 ou_E·m⁻³. Natomiast badania odorów z chlewni w systemach ściółkowych (płytki i głęboka ściółka) prowadzili KOŁODZIEJCZYK i in. [2009], uzyskując wartości stężeń odorów w zakresie od 510 do 856 ou_E·m⁻³.

Na podstawie równania (1) wyznaczono emisję odorów. W celu porównania wyników badań z rezultatami innych prac, korzystając z zależności (2) odniesiono emisję odorów do 1 kg masy ciała zwierząt. Wyniki obliczeń przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Emisja odorów oraz wskaźniki emisji odorów z badanej tuczarni
Table 2. Odour emission and odour emission factors from fattening house

Pomiar Measurement	Średnie stężenie odorów [ou _E ·m ⁻³] Average odour concentration [ou _E ·m ⁻³]	Chwilowa wymiana powietrza [m ³ ·s ⁻¹] Air exchange [m ³ ·s ⁻¹]	Chwilowa emisja odorów [ou _E ·s ⁻¹] Odour emission [ou _E ·s ⁻¹]	Wskaźnik emisji odorów [ou _E ·s ⁻¹ ·kg ⁻¹] Odour emission factor [ou _E ·s ⁻¹ ·kg ⁻¹]
1	292	4,91	1 436	0,095
2	355	3,81	1 351	0,077
3	210	3,75	789	0,067
4	359	5,91	2 124	0,135
5	144	6,12	880	0,081
6	215	5,84	1 254	0,104
7	184	5,90	1 089	0,072
8	252	6,09	1 537	0,108
9	550	5,91	3 249	0,195
10	446	4,72	2 104	0,153
11	542	1,36	738	0,056
12	948	1,36	1 290	0,100
13	631	1,36	858	0,071
14	574	3,36	1 929	0,143
15	804	3,12	2 510	0,157

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

Wymiana powietrza podczas pomiarów była zróżnicowana i przyjmowała wartości od 1,36 do 6,12 m³·s⁻¹. Tak duża zmienność wynika z odmiennych warunków pogodowych panujących podczas prowadzenia badań. Mogło to mieć wpływ na duży rozrzut wartości wskaźnika emisji odorów. Wyznaczona wartość tego wskaźnika w badanej tuczarni wynosiła od 0,056 do 0,195 ou_E·s⁻¹·kg⁻¹. Współczynnik zmienności był stosunkowo wysoki i wynosił 39%. Jednak w przypadku analiz sensorycznych jest to wartość prawidłowa [van LANGENHOVE, de BRUYN 2001]. Średnia wartość wskaźnika emisji odorów wynosiła 0,101 ou_E·s⁻¹·kg⁻¹. W tabeli 3 przedstawiono wyniki innych badań dotyczących emisji odorów z tuczarni.

W dostępnych publikacjach wskaźnik emisji odorów przyjmował wartości od 0,040 do 0,593 ou_E·s⁻¹·kg⁻¹. Wskaźnik obliczony w pracy mieści się w dolnej części zakresu, wynikającego z analizy literatury. Jest on bardzo zbliżony do wyników uzyskanych w najnowszych badaniach, przeprowadzonych przez ROMAIN i in. [2013] oraz SCHAUBERGER i in. [2013]. W porównaniu z wcześniejszymi publikacjami, uzyskane wartości są kilkakrotnie mniejsze, co może być związane ze zmianami, jakie nastąpiły w sposobie żywienia oraz utrzymania trzody chlewnej.

Tabela 3. Zestawienie wskaźników emisji odorów w odniesieniu do 1 kg masy ciała świni
 Table 3. List of odour emission factors relative to 1 kg of pig body weight

Źródło Source	Wskaźnik emisji odorów [ou _E ·s ⁻¹ ·kg ⁻¹] Odour emission factor [ou _E ·s ⁻¹ ·kg ⁻¹]
PEIRSON, NICHOLSON [1995]	0,267–0,516
OGINK, GROOT KOERKAMP [2001]	0,182–0,593
van LANGENHOVE, de BRUYN [2001]	0,120–0,363
HAYES i in. [2004]	0,155–0,232
HAYES i in. [2006]	0,153–0,403
KOŁODZIEJCZYK i in. [2009]	0,194–0,320
ROMAIN i in. [2013]	0,091–0,190
SCHAUBERGER i in. [2013]	0,040–0,160
Badania własne Own research	0,056–0,195

Źródło: opracowanie własne. Source: own elaboration.

Z uwagi na małą liczbę prac dotyczących odorów emitowanych z produkcji trzody chlewnej utrzymywanej w systemach ściółkowych, należy kontynuować badania, aby na ich podstawie precyzyjnie określić zakres wartości wskaźników emisji odorów. Umożliwi to obiektywne porównanie różnych systemów utrzymania trzody chlewnej pod kątem uciążliwości zapachowej oraz pozwoli wskazać rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne minimalizujące negatywne oddziaływanie zapachów emitowanych z budynków inwentarskich na środowisko.

Wnioski

1. Stężenie odorów w badanej tuczarni charakteryzowało się dużą zmiennością i wynosiło od 151 do 1247 ou_E·m⁻³.
2. Wartości wskaźnika emisji odorów w odniesieniu do 1 kg masy ciała były zróżnicowane (współczynnik zmienności – 39%) i wynosiły od 0,056 do 0,195 ou_E·s⁻¹·kg⁻¹.
3. Wyznaczona w pracy wartość wskaźnika emisji odorów od trzody chlewnej utrzymywanej na głębokiej ściółce jest porównywalna z wynikami najnowszych badań dotyczących emisji odorów z systemów bezściółkowych i jest wyraźnie mniejsza od wartości wskaźników podawanych we wcześniej publikowanych pracach.

Bibliografia

- DOMAGALSKI Z., MAREK P., SOB CZAK J. 2012. Wykorzystanie komory fitotronowej w ograniczeniu emisji związków odorowych z kurników. Problemy Inżynierii Rolniczej. Nr 2 s. 127–136
- EN 13725:2003. Air quality – Determination of odour concentration by dynamic olfactometry.
- GUO H., DEHOD W., AGNEW J., LAGUË C., FEDDES J.R., PANG S. 2006. Annual odour emission rate from different types of swine production buildings. Transactions of the ASABE. Vol. 49(2) s. 517–525.

HARDWICK D.C. 1985. Agricultural problems related to odor prevention and control. W: Odour prevention and control of organic sludge and livestock farming. Pr. zbior. Red. V.C. Nielsen, J.H. Voorburg, P.L. Hermite. New York. Elsevier Applied Science Publishers s. 21–26.

HARTUNG J. 1992. Emission and control of gases and odorous substances from animal housing and manure stores. Zentralblatt für Hygiene. Vol. 192(5) s. 389–418.

HAYES E.T., LEEK A.B.G., CURRAN T.P., DODD V.A., CARTON O.T., Beattie V.E., O'Doherty J.V. 2004. The influence of diet crude protein level on odour and ammonia emissions from finishing pig houses. Bioresource Technology. Vol. 91(3) s. 309–315.

HAYES E.T., CURRAN T.P., DODD V.A. 2006. Odour and ammonia emissions from intensive pig units in Ireland. Bioresource Technology. Vol. 97 s. 940–948.

HERBUT E., WALCZAK J., KRAWCZYK W., SZEWCZYK A., PAJĄK T. 2010. Badania emisji odorantów z utrzymania zwierząt gospodarskich. W: Współczesna problematyka odorów. Pr. zbior. Red. M.I. Szykowska, J. Zwoździak. Warszawa. WNT s. 1–13.

KOŁODZIEJCZYK T., GRACZYK-PAWLAK A., PIOTRKOWSKI M., JUGOWAR J.L., MYCZKO R., DOGA M., KRYCH M. 2009. Badanie odorów z chlewni w technologii rusztowej i głębokiej ściółki. Maszynopis. Poznań. IBMER ss. 23.

KOŁODZIEJCZYK, T., JUGOWAR, J.L., PIOTRKOWSKI, M. 2011. Emisja odorów z kurników. Problemy Inżynierii Rolniczej. Nr 1 s. 135–141.

KOŚMIDER J., MAZUR-CHRZANOWSKA B., WYSZYŃSKI B. 2002. Odory. Warszawa. Wydaw. PWN. ISBN 83-01-13744-4 ss. 300.

van LANGENHOVE H., de BRUYN G. 2001. Development of a procedure to determine odour emissions from animal farming for regulatory purposes in Flanders. Water Science and Technology. Vol. 44(9) s. 205–210.

MROCEK J.R., KOSTECKA J. 2008. Zagrożenia zrównoważonego rozwoju środowiska obszarów wiejskich spowodowane intensyfikacją produkcji zwierzęcej. Zeszyty Naukowe Południowo-Wschodniego Oddziału Polskiego Towarzystwa Inżynierii Ekologicznej z siedzibą w Rzeszowie i Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego. Oddział w Rzeszowie. Z. 10 ss. 94–100.

NIMMERMARK S. 2004. Odour influence on well-being and health with specific focus on animal production emissions. Annals of Agricultural and Environmental Medicine. Vol. 11(2) s. 163–173.

OGINK N.W.M., GROOT KOERKAMP P.W.G. 2001. Comparison of odour emissions from animal housing systems with low ammonia emissions. W: Proceedings of the 1st IWA International Conference on Odour and VOC's: Measurement, regulation and control techniques. University of New South Wales. Sydney, March 2001. ISBN 0733417698 ss. 640.

O'NEILL D.H., PHILLIPS V.R. 1992. A review of the control of odour nuisance from livestock buildings: Part 3. Properties of the odorous substances which have been identified in livestock wastes or in the air around them. Journal of Agricultural Engineering Research. Vol. 51 s. 157–165.

PAGANS E., DOMÍNGUES R., VAN HARREVELD A.P. 2012. Managing the impact of odour emissions from livestock activities [online]. [Dostęp 11.09.2013]. Dostępny w Internecie: http://www.olores.org/index.php?option=com_content&view=article&id=194:managing-the-impact-of-odour-emissions-from-livestockactivities&catid=1:contenido&Itemid=40&lang=pl

PEIRSON S., NICHOLSON R. 1995. Measurement of odour and ammonia emissions from livestock buildings. Report for Ministry for Agriculture Food and Fisheries (MAFF) EPD. ADAS WA0601 Phase 1-Final Report. MAFF, London, UK. ss. 115.

PN-EN 12599:2013-04E. Wentylacja budynków – Procedury badań i metody pomiarowe stosowane podczas odbioru instalacji wentylacji i klimatyzacji.

RAPPERT S., MÜLLER R. 2005. Odor compounds in waste gas emissions from agricultural operations and food industries. *Waste Management*. Vol. 25 s. 887–907.

ROMAIN A.C., NICOLAS J., COBUT P., DELVA J., NICKS B., PHILIPPE F.X. 2013. Continuous odour measurement from fattening pig units. *Atmospheric Environment*. Vol. 77 s. 935–942.

SAWA J., PARAFINIUK S. 2007. Intensywność gospodarowania jako czynnik zrównoważenia procesów produkcji rolniczej. *Problemy Inżynierii Rolniczej* Nr 3 s. 13–18.

SCHAUBERGER G., LIM T.T., NI J.Q., BUNDY D.S., HAYMORE B.L., DIEHL C.A., DUGGIRALA R.K., HEBER A.J. 2013. Empirical model of odor emission from deep-pit swine finishing barns to derive a standardized odor emission factor. *Atmospheric Environment*. Vol. 66 s. 84–90.

STANIAK M. 2009. Zrównoważony rozwój obszarów wiejskich w aspekcie środowiskowym. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*. T. 9. Z. 3(27) s. 187–194.

WING S., HORTON R.A., MARSHALL S.W., THU K., TAIK M., SCHINASI L. 2008. Air pollution and odor in communities near industrial swine operations. *Environmental Health Perspectives*. Vol. 116(10) s. 1362–1368.

Wojciech Rzeźnik, Paulina Mielcarek, Ilona Rzeźnik

ODOUR EMISSION FROM DEEP LITTER FARMING SYSTEM FOR FATTENING PIGS

Summary

The aim of this study was to determine the odour emission factor from fattening pigs kept on deep litter and to compare it with the values available in the literature. Research was carried out on a farm in Wielkopolska province, from March to December 2011. Odour concentrations were determined by dynamic olfactometry in accordance with European standard EN 13725:2003. The concentration of odour was variable and ranged from 137 to 1247 $\text{ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$. Calculated odour emission factor ranged from 0.056 to 0.195 $\text{ou}_E \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ (average value 0.101 $\text{ou}_E \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$) and is comparable with values obtained in other studies in the world.

Keywords: odour emission, swine, deep litter, olfactometry

Adres do korespondencji:

dr inż. Wojciech Rzeźnik
Instytut Technologiczno-Przyrodniczy
Oddział w Poznaniu
ul. Biskupińska 67, 60-463 Poznań
tel. 61 820-33-31; e-mail: w.rzeznik@itep.edu.pl