

# WYBRANE METODY DEZODORYZACJI I HIGIENIZACJI GNOJOWICY

Streszczenie

*Emisja związków odorogennych, obok zagrożenia ekologicznego i epidemicznego, stanowi narastający problem z powodu rolniczego wykorzystywania gnojowicy. Wzrost liczby gospodarstw prowadzących bezściółkowy chów zwierząt przyczynia się do poszukiwania i doskonalenia metod obróbki i zagospodarowania gnojowicy - optymalnego do jej zróżnicowanych właściwości fizycznych, chemicznych i biologicznych. Jedną z podstawowych metod higienizacji gnojowicy, czyli napowietrzanie, nie rozwiązuje problemu sanitarnego. Wykorzystanie gazów spalinyowych do przepłukiwania gnojowicy może okazać się nową metodą dezaktywacji biologicznej i dezodoryzacji gnojowicy.*

**Słowa kluczowe:** dezodoryzacja, higienizacja, gnojowica

## Wstęp

Rolnicze wykorzystanie gnojowicy związane jest z jej właściwościami chemicznymi, fizycznymi, biologicznymi, a także z aspektem ekonomicznym. W trakcie sezonu 2015/2016 ok. 674 tys. rolników zastosowało nawozy naturalne, jednak najmniej było gospodarstw rolnych wykorzystujących gnojowicę - bo ok. 48 tys. Natomiast od 2007 roku liczba gospodarstw wykorzystujących gnojowicę zwiększyła się o 5682 w skali kraju [1]. Najwięcej gospodarstw wykorzystujących gnojowicę znajduje się w województwie podlaskim - 9657 i opolskim - 8776, natomiast najmniej w lubuskim - 230 i zachodniopomorskim - 273. Niestety nie wiadomo jak wygląda powierzchniowy udział gruntów, na których stosuje się gnojowicę. Metody aplikacji nawozów naturalnych, które ograniczają emisję gazów odorogennych są stosowane rzadziej. Większość gospodarstw stosuje nawożenie rozrzutowe, co w połączeniu z odłożonym w czasie przyoraniem, zwiększa dodatkowo straty amoniaku i emisję odorantów do atmosfery. Najlepszym sposobem aplikacji gnojowicy jest zastosowanie rozlewaczy pasmowych z redlicą stopkową albo aplikatorów tarczowych lub talerzowych, a natychmiastowe przykrycie świeżo rozprowadzonej gnojowicy warstwą gruntu stanowi najlepszą technikę, która pozwala na ograniczenie emisji związków odorowych i utraty amoniaku [2]. Z badań wynika, że 6 tys. gospodarstw stosuje aplikację powierzchniową z użyciem węży wleczonych, a 1,2 tys. gospodarstw - aplikatory z redlicami lub płozami. Natomiast ok. 5 tys. gospodarstw wybrało aplikację doglebową - płytkie wprowadzanie nawozów [3].

## Właściwości gnojowicy

Gnojowicą określa się mieszaninę kału i moczu wraz z wodą technologiczną i przypadkową (pochodzącą np. z wycieku instalacji rurociągowej, systemu pojenia), resztkami niestrawionej paszy, włosami czy wełną zwierząt hodowlanych utrzymywanych na stanowiskach bezściółkowych. Występuje w formie gęstej lub rzadkiej - rozcieńczonej, przy ustaleniu granicy podziału na 7% zawartości suchej masy [4]. Skład gnojowicy, jej właściwości biologiczne i fizyczne zależą od wielu czynników, do których zaliczają się: gatunek zwierząt, płeć, faza rozwoju, w jakiej się znajdują, oraz sposób żywienia. Gnojowica pochodząca od trzody chlewnej zawiera ok. 60% moczu oraz 40% kału, w przypadku zaś bydła stosunek ten jest odwrotny. Zawartość azotu w formie amonowej u trzody chlewnej zmienia się wraz z wiekiem - u prosiąt stanowi on

80% azotu ogólnego, natomiast u osobników dużych spada do ok. 45%. Gnojowica od trzody chlewnej zawiera więcej fosforu w porównaniu z tą pochodzenia bydłowego, w której jest jego najmniej. Potas, który w gnojowicy występuje w ok. 90% w formie łatwo rozpuszczalnej w wodzie, jest dzięki temu bardzo dobrze przyswajany przez rośliny [5]. Szczegółowe badania nad zawartością wybranych makro- i mikroelementów gnojowicy świńskiej przeprowadzili m.in. Sanchez i Gonzales w 2005 r. [6], a różnice w składzie chemicznym badali u trzech grup hodowlanych. Do grupy 1 zaliczono lochy ciężarne, lochy karmiące wraz z prosiętami do wagi ok. 14-16 kg. Grupa 2 obejmowała wszystkie osobniki - dorosłe wraz z prosiętami, natomiast do grupy 3 zaliczono osobniki hodowane na ubój o wadze przekraczającej 14-16 kg. Wyniki zaprezentowano w tab. 1.

Jak wynika z badań, przy uśrednieniu wyników trzech grup, ok. 75% azotu występuje w postaci nieorganicznej, głównie w formie jonu amonowego. Reszta, a więc 25%, to forma organiczna, która w porównaniu do formy nieorganicznej występuje w fazie stałej gnojowicy i nie jest łatwo przyswajana przez rośliny. Fosfor występujący w większości w formie nieorganicznej, może być bezpośrednio przyswajany przez rośliny. Próbkę pobranej gnojowicy okazały się bogate w żelazo, natomiast uboższe w miedź i mangan. Molibden i ołów pojawiały się w śladowych ilościach, często poniżej progu wykrywalności [6].

W magazynowanej gnojowicy zachodzą procesy separacji, flotacji, sedymentacji, przy czym prędkość opadania drobin w gnojowicy świńskiej jest prawie dwa razy większa niż w przypadku gnojowicy bydłowej, przy tej samej zawartości suchej masy. Ta niewspółmierność wynika z różnicy w zawartości śluzu, która w przypadku gnojowicy bydłowej jest istotnie większa, przez co trudniej ulega separacji. Do 5% zawartości suchej masy gnojowica zachowuje właściwości podobne jak ciecz newtonowska, co niekiedy związane jest z koniecznością okresowego jej mieszania [4].

Pomimo że gnojowica charakteryzuje się wyjątkowo wysokim przewodnictwem elektrolitycznym, które obniża przeżywalność zarodników mikroorganizmów, to nadal pozostaje ona nośnikiem wielu groźnych dla ludzi bakterii, wirusów i pasożytów [5]. Wśród bakterii chorobotwórczych najczęściej spotykane są te z rodziny *Enterobacteriaceae* oraz enterokoki. Dominujący gatunek to *Escherichia coli* oraz *Salmonella*. Natomiast sporadycznie występują drobnoustroje takie jak: *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, *Listeria monocytogenes* czy te z rodzaju *Campylobacter* [7].

Tab. 1. Średnie zawartości makro- i mikroelementów u różnych grup hodowlanych świń [6]  
 Table 1. Average macro- and microelement contents in the different pig breeding groups [6]

Składnik	Grupa 1	Grupa 2	Grupa 3
N nieorganiczny [g/kg]	2,07	2,47	3,31
N organiczny [g/kg]	0,67	0,70	0,88
N całkowity [g/kg]	2,61	3,07	4,08
P nieorganiczny [g/kg]	0,514	0,673	0,833
P organiczny [g/kg]	0,120	0,112	0,175
P całkowity [g/kg]	0,690	0,773	0,991
K [g/kg]	0,861	0,746	1,366
Mg [g/kg]	0,174	0,231	0,277
Ca [g/kg]	0,797	1,211	1,407
Na [g/kg]	0,214	0,232	0,262
Zn [mg/kg]	19,70	24,90	30,60
Cu [mg/kg]	8,90	13,30	18,60
Pb [mg/kg]	0,19	0,32	0,40
Mo [mg/kg]	0,18	0,35	0,39
Mn [mg/kg]	8,30	12,70	17,00
Fe [mg/kg]	59,80	81,50	89,40

Jeśli w stadzie będą występować osobniki chore lub zarażone, możliwe będzie wyizolowanie wielu gatunków bakterii chorobotwórczych, m.in.: *Brucella* spp., enteropatogenne szczepy *E. coli*, *Chlamydia* spp., *Leptospira* spp., *Mycobacterium* spp. [8]. Gnojowica bydłęca jest nośnikiem oocytów pierwotniaków, które charakteryzują się najdłuższą przeżywalnością - te z rodzaju *Trichostrongylus* potrafią przetrwać do 92 dni w magazynowanej gnojowicy. Często spotykane są także jaja motyli wątrobowej, a także robaki z rodzaju *Dicrocoelium* i *Moniezia*, rzadziej natomiast odnotowano występowanie *Toxocara vitulorum*. Natomiast w gnojowicy świńskiej wykazuje się obecność pierwotniaków z rodzaju *Eimeria*, *Balantidium*, *Ascaris*, *Oesophagostomum* spp. [9, 10]. Istotny jest także system utrzymania zwierząt oraz czynności związane z gospodarowaniem gnojowicą. Spłukiwanie wydaliny powoduje większe rozcieńczenie gnojowicy. Z kolei w przypadku napowietrzania azot z formy amonowej jest utleniany przez bakterie *Nitrosomonas* do formy azotynowej, a dalej przez bakterie *Nitrobacter* do formy azotanowej [11].

### Przegląd wybranych metod dezodoryzacji i higienizacji gnojowicy

Intensywna produkcja zwierzęca stwarza nie tylko zagrożenie sanitarne, ale także możliwość zanieczyszczenia gazowych. Emisja szkodliwych gazów zachodzi już w budynkach inwentarskich, ale przede wszystkim intensyfikuje się podczas zagospodarowywania odchodów [12]. Ochrona przed emisją związków odorogennych związana jest z odpowiednim magazynowaniem i rozprowadzaniem gnojowicy. Wskazówki pozwalające na ograniczenie emisji zapachowo czynnych zostały zawarte m.in. w materiale informacyjno-edukacyjnym pt. Kodeks przeciwdziałania uciążliwości zapachowej, przygotowanym przez Kierownictwo Resortu Środowiska, a wydanym w dniu 05.09.2016 r. Należy przypomnieć, że już w 2004 r. Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi wraz z Ministerstwem Środowiska przygotowało Kodeks Dobrej Praktyki Rolniczej. Niestety zbiór opracowanych praktyk i technik może być stosowany przez rolników na zasadzie dobrowolności. W dniu 21.02.2017 r. decyzją wykonawczą Komisji UE opublikowany został materiał BAT (*Reference Document on Best Available Techniques for Intensive Rearing of Poultry and Pigs*) zawierający zbiór najlepszych dostępnych technik w odniesieniu do intensywnego chowu drobiu lub świń. Wśród technik

zawartych w BAT, mających na celu ograniczenie emisji związków odorogennych z przechowywanej gnojowicy, wymieniono osłanianie zbiorników z wykorzystaniem różnego rodzaju osłon: elastycznych, sztywnych, pływających elastycznych, pływających geometrycznych płytek plastikowych, pelletu plastikowego oraz osłon bazujących na materiałach naturalnych jak słoma, obornik o dużej zawartości suchej masy, torf, olej rzepakowy i ziarno.

Kodeks Przeciwdziałania Uciążliwości Zapachowej wydany przez Kierownictwo Resortu Środowiska w 2016 r. opisuje następujące techniki: adsorpcyjne (przy użyciu węgla aktywnego, tlenku glinu, zeolitów), absorpcyjne, technologie plazmy nietermicznej, spalanie, modyfikację zapachu, ozonowanie, biofiltry i biopłuczki - jako pomocne przy dezodoryzacji gazów.

Oprócz praktyk i technik działających zapobiegawczo, stosowane są także metody dezodoryzacji związane z obróbką gnojowicy przed lub w trakcie magazynowania, co pozwala na ograniczenie emisji podczas aplikacji na polu. Rozwiązaniem ograniczającym emisję amoniaku do atmosfery jest zakwaszenie gnojowicy, np. kwasem siarkowym, który wiąże azot w formie amonowej i zmienia zasadowość roztworu. Ostatnie badania wskazują także na zmniejszenie emisji metanu do atmosfery z gnojowicy poddanej zakwaszaniu. Metoda ta często stosowana w rolnictwie może ograniczyć emisję nie tylko jednego z głównych gazów odorogennych, ale także jednego z gazów cieplarnianych o dużym indeksie GWP (*Global Warming Potential*), a mimo wszystko zakwaszanie gnojowicy nie rozwiązuje problemów epidemicznych, i dodatkowo może prowadzić do zakwaszenia gleby [13].

Żadna z opisanych metod nie zapewnia zadowalającego efektu higienizacji gnojowicy w połączeniu z dezodoryzacją. Taki proces jest możliwy w przypadku zastosowania określonej sekwencji zabiegów i działań. Badania przeprowadzone przez Riaño i García-González [15] zakładały wyodrębnienie frakcji ciekłej z gnojowicy świeżej za pomocą procesu koagulacyjno-flokulacyjnego, która na bieżąco wprowadzana była do reaktora nityfikacyjno-denitryfikacyjnego wyposażonego w aeryatory. System ten obniżył zawartość ChZT o 94%, zawartość suchej masy o 80%, azot Kjeldahla, a azot amonowy i fosfor zostały zredukowane o 90%. Metale (cynk i miedź) zostały zredukowane do stężenia niewykrywalnego ( $< 1,0 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ ). Higienizację osiągnięto w wyniku redukcji stężeń o 3 log<sub>10</sub> dla *Salmonelli*, natomiast w przypadku *Escherichia coli* stężenie

spadło o 2 log<sub>10</sub>. Skuteczniejszą higienizację w porównaniu do napowietrzania osiąga się w gospodarstwach stosujących fermentację metanową w połączeniu z wcześniejszą pasteryzacją lub kompostowaniem oddzielonej z pofermentu frakcji stałej [14, 15]. Jednak tak złożone i zaawansowane metody obróbki gnojowicy są niedostępne dla wielu rolników.

Aeracja to jedna z podstawowych metod stabilizacji zapachowej gnojowicy, choć nie zapewnia ochrony sanitarnej i powoduje dużą emisję, m.in. amoniaku w miejscu przeprowadzania obróbki, to powietrze dostarczane przy obróbce do gnojowicy zwiększa aktywność bakterii tlenowych, które są odpowiedzialne za rozkład substancji odżywczych i emisję ditlenku węgla. Intensywnie zachodzące procesy skutkują zmniejszeniem zawartości suchej masy. Jednak gnojowica poddana napowietrzaniu podczas późniejszej aplikacji odznacza się znacznie mniejszą uciążliwością zapachową [16]. Pożądaną - w przypadku aeracji gnojowicy - dezaktywację biologiczną osiągnięto w zmodernizowanej przyczepie asenizacyjnej do rozprowadzania ścieków bytowych. W przeprowadzonych badaniach [17] już po półgodzinnym przepłukiwaniu gazami spalinowymi z silnika Diesla, nie wykryto bakterii *Salmonella* spp., które wyizolowano w próbie ścieków surowych. Za unieszkodliwienie bakterii i pasożytów odpowiedzialne są obecne w spalinach tlenki węgla, tlenki azotu, tlenki siarki, związki ołowiu, węglowodory alifatyczne wraz z nitrowymi pochodnymi, wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (naftalen, acenaftalen, antracen, fluoren, fluoraten) [18]. Nawet w przypadku przepłukiwania ścieków bytowych przez 1,5 h gazami spalinowymi, żadna z wartości metali ciężkich nie przekroczyła dopuszczalnej normy zawartej w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 18.11.2014 r. [17].

W Instytucie Inżynierii Biosystemów Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu prowadzi się badania związane z higienizacją i dezodoryzacją gnojowicy metodą przepłukiwania jej gazami spalinowymi z silnika Diesla. Wstępne badania wykazały niższą o 70% emisję siarkowodoru z gnojowicy przepłukiwanej gazami spalinowymi przez 60 minut w porównaniu z emisją siarkowodoru z gnojowicy poddanej aeracji po upływie tego samego czasu. Natomiast emisja amoniaku z gnojowicy przepłukiwanej gazami spalinowymi po upływie 60 minut była o 54% niższa w porównaniu z emisją amoniaku z gnojowicy poddanej aeracji po upływie tego samego czasu. Ponieważ obecność bakterii *Salmonella* spp. oraz *Trichuris* sp. potwierdzono tylko w jednej próbce, a efekt higienizacji osią-

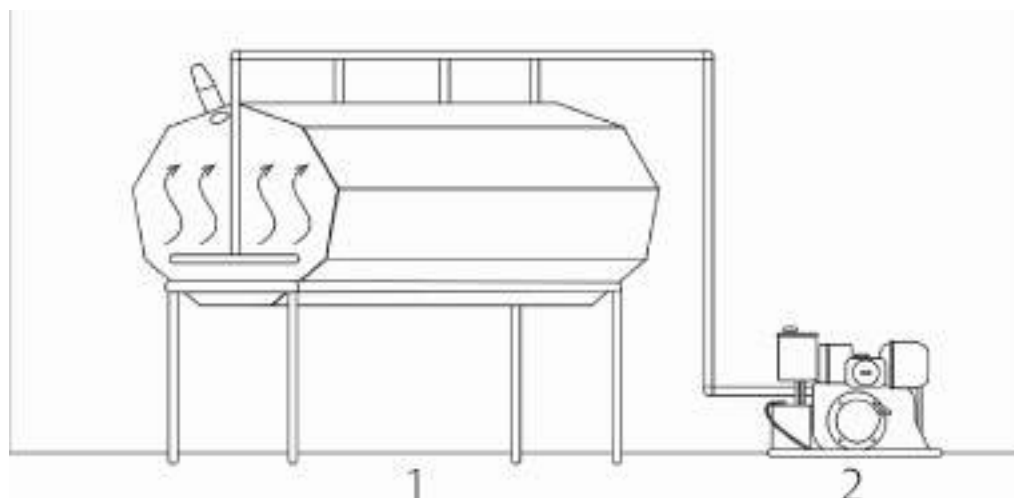
gnięto po upływie 60 minut, dlatego w dalszych badaniach konieczne będzie wydłużenie czasu przepłukiwania gnojowicy gazami spalinowymi z silnika Diesla. Jednak wcześniejsze badania przeprowadzone przez zespół prof. Podsiadłowskiego z Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, z wykorzystaniem ścieków bytowych, wskazują na istniejący potencjał higienizacyjny gazów spalinowych z silnika Diesla. Badania przeprowadzane są na stanowisku stacjonarnym (rys. 1).

Przewiduje się wyposażenie systemu higienizacji i dezodoryzacji gnojowicy w filtry oraz płuczki zapobiegające punktowemu wyrzutowi gazów odorogennych i cieplarnianych do atmosfery.

Potencjalnymi nabywcami tego typu rozwiązania mogliby być producenci rolni zarówno dużych, jak i małych gospodarstw, w których stwierdzono występowanie bakterii chorobotwórczych. Albo też hodowcy zwierząt, którzy nie mają możliwości wykorzystania wyprodukowanej ilości gnojowicy, a mają zamiar (lub możliwości) przekazania nadwyżek innym producentom rolnym, którzy będą oczekiwali gnojowicy pozbawionej bakterii chorobotwórczych. Gnojowicę poddaną higienizacji powinni mieć na uwadze rolnicy, którzy prowadzą ekologiczną uprawę roślin.

## Podsumowanie

Gnojowica jest cenionym nawozem organicznym stosowanym w rolnictwie, gdyż zawiera wiele makro- i mikroelementów. Niestety ze względu na właściwości odorogenne oraz fakt, że jest nośnikiem form patogennych i antybiotykoopornych bakterii oraz wirusów i pasożytów, niekiedy jej potencjał nawozowy i wodny nie może być w pełni wykorzystany. Narastający problem negatywnego wpływu na środowisko naturalne związany jest z przekraczaniem dopuszczalnych dawek gnojowicy aplikowanych do gleby, nieprzestrzeganiem terminów nawożenia lub nieprawidłowym jej magazynowaniem. Nadal poszukuje się coraz to nowych metod higienizacji gnojowicy, co okazuje się szczególnie istotne ze względu na zwiększającą się liczbę gospodarstw prowadzących bezściółkowy chów zwierząt. Jedną z takich metod może okazać się przepłukiwanie gnojowicy gazami spalinowymi. Wstępne wyniki badań zachęcają do kontynuowania doświadczeń i udoskonalania metody dezaktywacji biologicznej i dezodoryzacji gnojowicy z wykorzystaniem gazów spalinowych z silnika Diesla.



Źródło: opracowanie własne / Source: own study

Rys. 1. Schemat stanowiska stacjonarnego: 1 - zbiornik o pojemności 80 dm<sup>3</sup> z wbudowanym układem do pulweryzacji, 2 - silnik Diesla o mocy 7 KM

Fig. 1. Scheme of the stationary station: 1 - 80 dm<sup>3</sup> tank with built-in pulverization system, 2 - 7 HP diesel engine

## Bibliografia

- [1] Główny Urząd Statystyczny. Charakterystyka gospodarstw rolnych w 2007 r. Departament Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej, Departament Pracy i Warunków Życia, Warszawa 2008.
- [2] Webb J., Pain B., Bittman S., Morgan J.: The impacts of manure application methods on emissions of ammonia, nitrous oxide and on crop response. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2010, 137: 39-46.
- [3] Główny Urząd Statystyczny. Charakterystyka gospodarstw rolnych w 2016 r. Departament Rolnictwa, Departament Badań Demograficznych i Rynku Pracy, Warszawa 2017.
- [4] Kutera J., Hus S.: Rolnicze oczyszczanie i wykorzystanie gnojowicy. Wydawnictwo Akademii Rolniczej we Wrocławiu, Wrocław 1998.
- [5] Kutera J.: Gospodarka gnojowicą. Wydawnictwo Akademii Rolniczej we Wrocławiu, Wrocław 1994.
- [6] Sanchez M., Gonzales J.L.: The fertilizer value of pig slurry. I. Values depending on the type of operations. *Bioresource Technol.*, 2005, 96: 1117-1123.
- [7] Paluszak Z.: Badania nad zachowaniem i przeżywalnością wybranych drobnoustrojów fekalnych w glebie nawożonej gnojowicą. Rozprawy nr 85. Wydawnictwo Uczelniane ATR, Bydgoszcz 1998.
- [8] Strauch D.: Survival of pathogenic micro-organisms and parasites in excreta, manure and sewage sludge. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*, 1991, 10: 813-846.
- [9] Maćkowiak C.: Zasady stosowania gnojowicy. Zalecenia nawozowe. Cz. IV. Wydawnictwo IUNG, Puławy 1994.
- [10] Maćkowiak C.: Gnojowica, jej właściwości i zasady stosowania z uwzględnieniem ochrony środowiska. Materiały szkoleniowe 75/99, Wydawnictwo IUNG, Puławy 1999.
- [11] Schepers J.S., Raun W.: Nitrogen In agricultural systems. *Agronomy Monograph*, 2008, 49: 31-101.
- [12] Blanes-Vidal V., Hansen. M.N., Pedersen S., Rom H.D.: Emissions of ammonia, methane and nitrous oxide from pig houses and slurry: Effects of rooting material, activity and ventilation flow. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 2008, 124: 237-244.
- [13] Eriksen J., Andersen A.J., Poulsen H.V., Adamsen A.P, Petersen S.O.: Sulfur Turnover and Emissions during Storage of Cattle Slurry: Effects of Acidification and Sulfur Addition, *Journal of Environmental Quality Waste Management*, 2012, Vol. 41, Issue 5.
- [14] Martens W., Böhm R.: Overview of the ability of different treatment methods for liquid and solid manure to inactivate pathogens. *Bioresource Technology*, 2009, 100: 5374-5378.
- [15] Riaño B., García-González M.C.: On-farm treatment of swine manure based on solid-liquid separation and biological nitrification-denitrification of the liquid fraction. *Journal of Environmental Management*, 2014, 132: 87-93.
- [16] Smurzyńska A., Dach J., Szulc R.: Wpływ różnych technologii obróbki gnojowicy na emisję metanu po aplikacji gnojowicy do gleby. *Acta Scientiarum Polonorum Formatio Circumiecetus*, 2015, 14 (3): 165-174.
- [17] Podsiadłowski S., Przybył J., Durczak K., Osuch E., Buchwald T., Osuch A.: Inaktywacja biologiczna ścieków bytowych w przyczepie asenizacyjnej. Aktualne Problemy Inżynierii Biosystemów. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, Poznań 2017.
- [18] Pośniak M., Jankowska E., Szweczyńska M., Zapor L., Brochocka A., Pietrowski P.: Zagrożenia spalinami silników Diesla. Wydawnictwo CIOP, Warszawa 2010.

## SELECTED METHODS OF DEODORIZATION AND HYGIENIZATION OF SLURRY

### Summary

*Apart from the ecological and epidemic risk, the emission of odorogenic compounds is a growing problem caused by the agricultural use of slurry. The increase in the number of farms using beddingless breeding contributes to the search and improvement of manure treatment and management methods, optimal for its physical, chemical and biological properties. One of the basic methods of slurry hygienization is aeration, unfortunately it does not solve the sanitary problem. The use of exhaust gas for slurry flushing could be a new method of biological inactivation and deodorization of slurry.*

**Key words:** deodorization, hygienization, slurry,