

dr inż. Agnieszka PILARSKA

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Instytut Technologii Żywności Pochodzenia Roślinnego

e-mail: pilarska@up.poznan.pl

dr inż. Krzysztof PILARSKI, dr inż. Jacek DACH, prof. dr hab. inż. Piotr BONIECKI

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Instytut Inżynierii Biosystemów

e-mail: jdach@up.poznan.pl

mgr Krzysztof DOBRZAŃSKI

Technika Sp. z o.o.

NOWOCZESNE METODY ORAZ PERSPEKTYWY ZAGOSPODAROWANIA NAWOZÓW NATURALNYCH

Streszczenie

Nawozy naturalne zawierają liczne składniki pokarmowe roślin i z powodzeniem mogą stanowić alternatywę dla nawozów mineralnych, również ze względów ekonomicznych. W odróżnieniu od nawozów mineralnych, zawierających ograniczoną ilość składników, nawozy naturalne, takie jak: gnojowica czy obornik zawierają wszelkie substancje odżywcze niezbędne w żywieniu roślin. Zagospodarowanie nawozów naturalnych przez rolników powinno odbywać się zgodnie z zasadami określonymi m.in. w Kodeksie Dobrej Praktyki Rolniczej, przede wszystkim ze względu na dobre rezultaty nawożenia i ekonomikę działań, podejmowanych w celu poprawy urodzaju plonów, a także z uwagi na ochronę środowiska. Najbardziej efektywnym i tanim sposobem utylizacji nawozów organicznych jest fermentacja beztlenowa, niosąca szereg korzyści, zasadniczo związanych zarówno z powstawaniem wysokiej jakości nawozu, inertyzacją szkodliwych odpadów, jak i produkcją biogazu. Przez wzgląd na niską wydajność metanową nawozów naturalnych (szczególnie gnojowicy), ich fermentację realizuje się w układach wieloskładnikowych. Proces taki w literaturze określany jest jako ko-fermentacja.

Słowa kluczowe: gnojowica, obornik, nawożenie, uzdatnianie nawozów, produkcja biogazu

Wprowadzenie

Narastający problem zanieczyszczenia środowiska związany jest m.in. ze zwiększeniem produkcji rolniczej i hodowlanej oraz przetwarzaniem produktów rolno-spożywczych. Skutkiem niniejszych działań jest olbrzymi wzrost ilości odpadów oraz zanieczyszczeń organicznych, powstających w rolnictwie i przemysłach pokrewnionych z nim. Odpady z produkcji zwierzęcej są przede wszystkim źródłem uciążliwości zapachowej dla mieszkańców sąsiadujących z fermami trzody chlewnej. Ponadto mogą powodować przesycenie wód oraz gleb związkami fosforu i azotu, eutrofizację wód powierzchniowych, a także zanieczyszczenie atmosfery amoniakiem i gazami cieplarnianymi (metan, dwutlenek węgla, podtlenek azotu) [1]. Warto dostrzec jednocześnie, że odpady te mogą stanowić także ważne źródło składników pokarmowych roślin. Zarówno obornik, gnojówka, gnojowica, jak i inne odchody zwierząt gospodarskich (z wyjątkiem odchodów pszczoł i zwierząt futerkowych) zgodnie z ustawą z dnia 10 lipca 2007 roku o nawozach i nawożeniu (Dz. U. Nr 147 poz. 1033, z późniejszymi zmianami) są nawozami naturalnymi. Wymienione nawozy stanowią istotę nawożenia w tzw. rolnictwie ekologicznym, którego celem jest utrzymanie lub podwyższenie żyzności i biologicznej aktywności gleby oraz stworzenie optymalnych warunków rozwoju roślin.

Kluczowe aspekty stosowania nawozów naturalnych

Istotnym elementem prawidłowego funkcjonowania gospodarstw rolnych w danym kraju jest określenie standardowych wartości dla działań związanych z gospodarką nawozami naturalnymi. W Polsce parametry przyjmowane dla nawozów naturalnych oparte są najczęściej na badaniach naukowych, prowadzonych z uwzględnieniem takich czynników, jak rodzaj systemu utrzymania, rodzaj inwentarza żywego, intensywność żywienia czy poziomy wydajności (monitorowanie wydajności zarówno dla krów, jak i świń). Wartości standardowe określone są w celu zapewnienia

roślinom optymalnej dawki składników odżywczych, a także w celu uniknięcia nadmiernego ich stosowania. Analiza zawartości azotu, fosforu i potasu (NPK) nawozów naturalnych pozwala na oszacowanie ich jakości [2]. Znajomość składu nawozów naturalnych i wielkości dawek to podstawa ich efektywnej aplikacji.

Skład i stosowanie obornika oraz gnojowicy

W skład obornika wchodzi mieszanina kału i moczu zwierząt oraz ściółki. Jest to nawóz uniwersalny o wszechstronnym działaniu, który zawiera wszystkie niezbędne w żywieniu roślin składniki pokarmowe. Obornik nie jest na tyle aktywnym, by w pełni zastąpić szybko działające nawozy mineralne, ale może znacznie zredukować nakłady na ogólny koszt stosowanych nawozów, jest bowiem najtańszym spośród wszystkich znanych. Wartość i skład chemiczny obornika nie jest stały i zależy od wielu czynników, w tym przede wszystkim od pochodzenia odchodów zwierząt, materiału ściółkowego oraz okresu przechowywania. W konsekwencji skład chemiczny obornika wykazuje dość duże różnicowanie po względem składu chemicznego i własności fizycznych. Nawóz ten stosuje się przede wszystkim pod rośliny o długim okresie wegetacyjnym, należą do nich ziemniaki i buraki, a także rzepak i kukurydza [3].

Gnojowica różni się od obornika nie tylko właściwościami fizycznymi, ale także składem chemicznym i działaniem nawozowym. W przeciwieństwie do obornika jest nawozem płynnym, bardziej agresywnym, a tym samym szybciej oddziaływującym na glebę [2]. Ponadto jej wykorzystanie przez rośliny jest bardzo szybkie, co wynika z faktu, że większość substancji nawozowych znajduje się w formie mineralnej, np. azot z gnojowicy jest znacznie lepiej wykorzystany przez rośliny niż z obornika [4]. Gnojowica jest mieszaniną kału i moczu oraz wody pochodzącej ze zmywania stanowisk. Powstaje w pomieszczeniach przystosowanych do utrzymania zwierząt bez ściółki. Zawartość składników nawozowych w gnojowicy zależy od: gatunku i wieku zwierząt

oraz sposobu ich użytkowania, rodzaju żywienia, stopnia rozcieńczenia woda itp. Zależne od użytkownika gnojowicy są tylko zmiany wynikające z udziału w niej wody [5]. Zmiany składu gnojowicy, wynikające z udziału wody mogą być bardzo duże, co bezwzględnie należy brać pod uwagę przy nawożeniu gnojowicą.

Aplikacja i przechowywanie obornika oraz gnojowicy a ochrona środowiska

W kategoriach ekonomiczno-środowiskowych, nawozy naturalne są dobrym i efektywnym produktem do nawożenia. Ich składniki odżywcze mogą stać się jednak potencjalnym zagrożeniem dla środowiska. Do głównych czynników ryzyka należy azot (emisje do atmosfery w postaci amoniaku i tlenków azotu z farm zwierzęcych, podczas magazynowania i rozprzestrzeniania, wymywanie w postaci azotanów do wód powierzchniowych i gruntowych), ponadto siarkowodor, niszczący korzenie roślin oraz zakwaszający glebę, tłuszcz, włókna niszczące naturalną strukturę gleby, poprzez zasklepianie jej por |i wywoływanie destrukcyjnych procesów beztlenowych w warstwie ornej [2].

Zasady przechowywania i stosowania gnojowicy zawarte są w licznych aktach prawnych. Kraje członkowskie UE zobowiązane są do stosowania prawa unijnego, które w tej sytuacji jest prawem nadrzędnym nad ustawodawstwem krajowym. Dyrektywa Rady 91/676/EEC z dnia 12 grudnia 1991 r. (tzw. Dyrektywa Azotanowa) podaje, że państwa członkowskie powinny stworzyć kodeksy bądź kodeksy dobrych praktyk rolniczych, których rolnicy przestrzegaliby na zasadach dobrowolności. W Polsce funkcjonuje Kodeks Dobrej Praktyki Rolniczej, który zawiera zbiór przyjaznych środowisku praktyk rolniczych oraz zasady stosowania i przechowywania nawozów naturalnych, w tym gnojowicy. Jego stosowanie zapewnia zrównoważony rozwój w sferze produkcji rolniczej.

Nawozy naturalne nie są wykorzystywane na bieżąco, stąd potrzeba ich gromadzenia. Podstawowym warunkiem bezpiecznego magazynowania obornika czy gnojowicy jest stosowanie szczelnych zbiorników, ograniczających emisję związków azotu do atmosfery oraz tworzenie beztlenowych warunków rozkładu nawozu. Wśród sposobów przechowywania obornika wyróżnia się: przechowywanie obornika na gnojowni ze szczelnym dnem oraz spadkiem umożliwiającym odprowadzenie wody gnojowej, magazynowanie na przyzmacz na polu oraz w oborze głębokiej pod inwentarzem, który poprzez ciągłe ugniatanie stwarza dobre warunki ograniczonego dostępu tlenu. W rolnictwie ekologicznym zaleca się kompostowanie obornika lub jego fermentację beztlenową, zwłaszcza w małych biogazowniach. Gnojowice jako nawóz płynny gromadzi się z kolei w specjalnych zbiornikach gno-



Rys. 1. Przykład betonowego zbiornika na gnojowicę [6]
Fig. 1. An example of a concrete manure tank [6]

jowych. Mają one różną konstrukcję, najczęściej są naziemne, blaszane i ziemne żelbetonowe (najczęściej okrągłe). Naziemne zbiorniki do magazynowania gnojowicy budowane są najczęściej z betonu (rys. 1) [2, 3].

Uzdatnianie nawozów naturalnych w procesie fermentacji metanowej

Biorąc pod uwagę przedstawione czynniki, będące udziałem procesów zagospodarowania nawozów naturalnych, w tym wymogi dotyczące magazynowania odchodów zwierzęcych oraz ochronę środowiska naturalnego, najbardziej odpowiednim działaniem wydaje się być ich utylizacja, zgodnie z obowiązującymi przepisami. Obecnie za najwłaściwszą drogę unieszkodliwiania osadów ściekowych oraz wszelkich odpadów z produkcji rolnospożywczej, w tym obornika i gnojowicy uznaje się fermentację beztlenową, prowadzącą do pozyskiwania biogazu oraz produkcję kompostu [1]. Prawidłowo prowadzona fermentacja płynnych odchodów rolniczych z jednoczesnym odzyskiem energii w postaci biogazu przeznaczanego na wytwarzanie energii cieplnej lub/i elektrycznej oraz uzyskany poferment jako nawóz organiczny, jest rozwiązaniem racjonalnym, preferowanym przede wszystkim ze względu na szerokie korzyści: ekonomiczne, ekologiczne oraz socjalne (redukcja odorów) [7].

Wyprodukowany z nawozów biogaz może zostać przekształcony do postaci energii cieplnej lub elektrycznej, jednocześnie powstaje nawóz (pulpa pofermentacyjna) o jeszcze lepszych właściwościach: pozbawiony nasion chwastów, ustabilizowany (wzrost pH z 7 do 8, redukcja ilości substancji odorogennych), z pełną początkową zawartością związków azotowych (zredukowanych do łatwo przyswajalnego przez rośliny azotu amonowego), zwiększoną zawartością związków mineralnych, aminokwasów, witamin B₁₂. Szczególnie zainteresowanie zwracają ostatnio aspekty związane z higienizacją, będącą udziałem fermentacji metanowej odpadów oraz jej wpływem na organizmy patogenne. Materia organiczna zawarta w surowych nawozach naturalnych zawiera różnego rodzaju chorobotwórcze mikroorganizmy, które szkodzą zdrowiu ludzi, zwierząt domowych i biocenozy wodnej. Poddana procesowi fermentacji w zakresie mezofilnym (przy temperaturze 30-42°C) lub termofilnym (temperatura 48-56°C), w którym to metabolizm bakterii ulega ograniczeniu, zostaje oczyszczona z patogenów oraz wspomnianych nasion chwastów.

Ko-fermentacja nawozów naturalnych oraz aktualne problemy badawcze

Doświadczenia krajów zachodnich potwierdzają jednak, że fermentacja, w szczególności płynnych odchodów zwierzęcych w formie monosubstratów, nie jest wydajnym procesem produkcji biogazu. Jedną z możliwości intensyfikacji produkcji biogazu w biogazowniach rolniczych stanowi proces kofermentacji odchodów zwierzęcych, z odpadami charakteryzującymi się wyższym udziałem materii organicznej. W zasadzie każdy rodzaj biomasy roślinnej, pomijając rośliny zdrewniałe, może być wykorzystany w procesie produkcji biogazu.

Doniesienia literaturowe wskazują na badawcze próby podwyższenia wydajności fermentacji metanowej odchodów zwierzęcych, z udziałem różnorodnych dodatków, w tym: biomasy w postaci bioodpadów kuchennych, wytlóków z gruszek i ziemi bielącej, pochodzącej z rafinacji oleju, kiszonki z kukurydzy. Ostatni z wymienionych dodatków zapewnia

uzyskanie znacznej ilości biogazu, o dużej zawartości metanu. Wydajność biogazu z samej kiszonki z kukurydzy, jak podają autorzy, waha się w granicach 170-220 m³/t s.m. Najbardziej wydajnym jest stosowanie mieszaniny z 60-proc. udziałem kukurydzy i 40-proc. zawartością gnojowicy (przykładowo krowiej) [8]. Niezwykle korzystne wyniki uzyskano [9] stosując również glicerynę jako dodatkowy substrat modyfikujący mieszanę gnojowicy z kiszonką kukurydzianą. Już 5-proc. dodatek gliceryny do klasycznej mieszanki stosowanej w biogazowni rolniczej może znacząco, bo o ponad połowę, podnieść wydajność fermentacji metanowej, a w konsekwencji poprawić dochodowość instalacji. Zaproponowane przez naukowców rozwiązanie umożliwi otrzymanie nawet do 480 m³/t biogazu z dużą zawartością metanu (do 71%). Biorąc pod uwagę wzrastające problemy z zagospodarowaniem gliceryny, stosowanie tego związku w charakterze substratu w biogazowniach, można uznać za rozwiązanie doskonałe i ekonomicznie opłacalne.

Równie interesującym efektem beztlenowej fermentacji gnojowicy świńskiej, zgodnie z treścią publikacji [10-12], jest pozyskiwanie biowodoru jako „paliwa przyszłości” w ściśle kontrolowanych warunkach procesowych. Na efektywność produkcji czystego wodoru istotny wpływ ma pH mieszaniny substratów oraz HRT (czas przebywania substratów w fermentatorze). Na intensywność produkcji biowodoru, jak również regulację pH (spadek alkalicznego odczynu odchodów zwierzęcych) wpływa m.in. dodatek glukozy [10, 11].

Wnioski

W podsumowaniu rozważań dotyczących kwestii zastosowania nawozów naturalnych, stwierdzić można, iż racjonalne i skuteczne użytkowanie gnojowicy lub obornika związane jest w głównej mierze ze znajomością zasad ich nawożenia, przechowywania oraz produkcji. Najbardziej ekonomiczną i efektywną metodą uzdatniania tego typu nawozów jest fermentacja beztlenowa, której realizacja niesie dodatkowe korzyści, związane z produkcją biogazu. Wytwarzanie metanu czy biowodoru podczas fermentacji gnojowicy lub obornika ma realną szansę rozwiązania energetycznych problemów pod warunkiem, że będzie ona prowadzona w układach wieloskładnikowych, z udziałem substancji, zawierających wysoki udział materii organicznej, gwarantujących opłacalną wydajność procesu.

Bibliografia

- [1] Marszałek M., Banach M., Kowalski Z.: Utylizacja gnojowicy na drodze fermentacji metanowej i tlenowej - produkcja biogazu i kompostu. *Czasopismo Techniczne*, 2011, 10: 143-158.
- [2] Maćkowiak Cz., Gnojowica jej właściwości i zasady stosowania z uwzględnieniem ochrony środowiska. Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, materiały szkoleniowe 75/99.
- [3] Górlach E., Mazur T.: *Chemia rolno*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2001.
- [4] Schepers J.S., Raun W.: Nitrogen in agricultural systems. *Agronomy Monograph*, 2008, 49: 31-101.
- [5] Dach J.: Jakość gnojowicy - od czego zależy? *Bydło*, 2008, 4: 26-29.
- [6] <http://www.hodowca.agro.pl/produkty/trzoda-kojce-ruszta-zbiorniki-na-gnojowice>, 12.06.2013.
- [7] Nettmann E., Bergmann I., Pramschüfer S., Mundt K., Plogsties V., Hermann C., Klocke M.: Polyphasic analyses of methanogenic archaeal communities in agricultural biogas plants. *Applied and Environmental Microbiology*, 2010, 76: 2540-2548.
- [8] Fugol M., Szlachta J.: Zasadność używania kiszonki kukurydzy i gnojowicy świńskiej do produkcji biogazu. *Inżynieria Rolnicza*, 2010, 1: 169-174.
- [9] Dach J., Zbytek Z., Pilarski K., Adamski M.: Badania efektywności wykorzystania odpadów z produkcji biopaliw jako substratu biogazowni. *Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna*, 2009, 6: 7-9.
- [10] Wu X., Yao W., Zhu J.: Effect of pH on continuous biohydrogen production from liquid swine manure with glucose supplement using an anaerobic sequencing batch reactor. *International Journal of Hydrogen Energy*, 2010, 35: 6592-6599.
- [11] Wu X., Zhu J., Dong C., Miller C., Li Y., Wang L., Yao W.: Continuous biohydrogen production from liquid swine manure supplemented with glucose using an anaerobic sequencing batch reactor. *International Journal of Hydrogen Energy*, 2009, 34: 6636-6645.
- [12] Zhu J., Li Ya, Wu X, Miller C., Chen P., Ruan R.: Swine manure fermentation for hydrogen production. *Bioresource Technology*, 2009, 100: 5472-5477.

MODERN METHODS AND PERSPECTIVES FOR MANAGEMENT OF MANURES

Summary

Manures contain numerous plant nutrients and can successfully be an alternative to mineral fertilizers, economic reasons are also relevant. Unlike mineral fertilizers, containing a limited amount of ingredients, natural fertilizers, like: liquid manure (slurry) or manure, are full of all the nutrients necessary for plant nutrition. Natural fertilizers management should be in accordance with the rules laid down, among others, in Code of Good Agricultural Practice. The most effective and inexpensive way to dispose of organic fertilizers is anaerobic fermentation, carrying a number of benefits, associated with the formation of high quality fertilizer, inertisation of hazardous waste and the formation of biogas. Due to natural fertilizers poor performance of methane (especially manure), their fermentation is carried out in multi-component systems. This process exists in the literature as co-fermentation.

Key words: manure, liquid manure, manures treatment, manuring, production of biogas

Pracę zrealizowano w ramach projektu badawczego nr N N313 271338 „Technologie redukcji emisji metanu z produkcji zwierzęcej i gospodarki nawozami naturalnymi w kontekście opłat za emisje gazów cieplarnianych (GHG)”.