

ANALIZA MOŻLIWOŚCI ZAGOSPODAROWANIA POFERMENTU Z BIOGAZOWNI

Streszczenie

Jednym z zasadniczych wymagań przy prowadzeniu biogazowni rolniczej jest prawidłowa gospodarka produktem ubocznym powstającym przy wytwarzaniu biogazu, czyli pofermentem. Regulacje prawne stanowią swojego rodzaju barierę przy wykorzystywaniu tego substratu jako nawozu w rolnictwie. W pracy omówiono kilka podstawowych możliwości zagospodarowania produktu działalności biogazowni.

Słowa kluczowe: biogazownia; poferment; produkty uboczne; gospodarka odpadami

Wstęp

Wraz z postępem nowoczesnych technologii i coraz większą dostępnością do urządzeń elektrycznych niezbędne jest wytwarzanie coraz większych ilości energii, dzięki której mogą zostać zaspokojone potrzeby mieszkańców. Równoległe ze wzrostem zapotrzebowania na energię rośnie ilość wytwarzanych odpadów [1]. Sposobem pozwalającym zmniejszyć negatywne oddziaływanie tych procesów, świadczących o rozwoju ludzkości, na środowisko mogą być biogazownie rolnicze. Działalność tego typu instalacji pozwala na równoczesną produkcję paliwa gazowego i utylizację różnych odpadów organicznych [2]. Wdrażanie nowoczesnych rozwiązań technologicznych w przemyśle może mieć korzystny wpływ na ochronę środowiska, wynikający między innymi z redukcji odpadów, w tym i niebezpiecznych [3]. W związku z tym, z każdym rokiem rośnie zainteresowanie nie tylko samymi biogazowniami, ale także przetwarzaniem pofermentu będącego, podobnie jak biogaz produktem fermentacji metabolicznej.

W Polsce można spotkać przykłady większego zużycia nawozów mineralnych przy równoczesnej często nieprawidłowo prowadzonej gospodarce nawozami naturalnymi [4]. By temu zapobiec należy rozważyć przetwarzanie niektórych odpadów powstających w gospodarstwach na biogaz i poferment. Mając na uwadze ilości pulpy powstające w wyniku działania instalacji konieczne jest opracowanie odpowiednich metod ich utylizacji. Metod, które powinny być przyjazne ekologicznie i ekonomicznie uzasadnione. Pod uwagę należy wziąć więcej możliwości jej wykorzystania niż tylko bezpośrednie rozlanie na polach, np. jako bionawóz, substancję odżywczą gleby czy materiał energetyczny [5].

Status prawny pofermentu

W ustawodawstwie krajowym zagadnienie wytwarzania i utylizacji pofermentu zostało określone w sposób szczególny w czterech aktach prawnych:

- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach. (Dz.U. 2001 nr 62 poz. 628 z późniejszymi zmianami) [6]
- Ustawa z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu (Dz.U. 2007 nr 147 poz. 1033 z późniejszymi zmianami) [7]
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001 r. w sprawie katalogu odpadów (Dz.U. 2001 nr 112 pozycja. 1206) [8]
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 5 kwietnia 2011 r. w sprawie odzysku R10 (Dz.U. 2011 nr 86 poz. 476) [9].

Najważniejszym aktem prawnym w Polsce, dotyczącym gospodarki odpadami, jest Ustawa o odpadach [6]. Określa ona m.in. podstawowe definicje z zakresu gospodarki odpadami, obowiązki posiadaczy odpadów oraz możliwość ich przekazywania. Rozpatrując poferment, najważniejszym elementem tej ustawy jest załącznik 6, przedstawiający możliwości unieszkodliwiania odpadów, oraz załącznik 5, mówiący o ich odzyskiwaniu. Na szczególną uwagę zasługują sposoby przedstawione w 5 załączniku, ponieważ jak stwierdzono w literaturze [10] odzysk jest bardziej preferowanym sposobem gospodarowania, przede wszystkim ze względów ekologicznych, ale również i ekonomicznych.

Najlepsze efekty odzysku gwarantują procesy R3 (kompostowanie) oraz R10 (rozprowadzanie na powierzchni pola w celu nawożenia lub ulepszenia gleby). Osobnym aktem prawnym regulującym odzysk metodą R10 jest Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie odzysku R10 [9]. Obecnie obowiązująca ustawa o nawozach i nawożeniu zawiera informacje mówiące o wykorzystaniu różnych nawozów w rolnictwie [7].

Poferment z biogazowni według obowiązującego prawa jest klasyfikowany jednoznacznie jako odpad. Według Rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie katalogu odpadów [8] jest to odpad o kodzie 19 06 06 - przefermentowany produkt powstający w procesie fermentacji beztlenowej. Jeżeli spełniać będzie kryteria jakościowe dla nawozów organicznych lub środków wspomagających ochronę roślin nie będzie już traktowany jako odpad. Jeśli nie będzie spełniać tych wymogów, będzie klasyfikowany jako odpad 19 06 04 - przefermentowane odpady z beztlenowego rozkładu odpadów komunalnych.

Separacja pofermentu na frakcje stałą i ciekłą

Rozpatrując zagospodarowanie pofermentu należy najpierw ustalić czy będzie on musiał zostać oddzielony na frakcje stałą i ciekłą. Po wykonaniu takiego rozdziału powstają dwa odpady odpowiednio o kodach 19 06 06 oraz 19 05 05 (Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie katalogu odpadów) [8]. O tym czy osad pofermentacyjny będzie musiał zostać rozdzielony decyduje przede wszystkim jego wykorzystanie.

Niezależnie od rodzaju substratu, z którego wytwarza się biogaz zostaje on poddany takim przemianom, jak zmniejszenie zawartości substancji organicznej, rozdrobnienie cząstek stałych, zwiększenie podatności na odwadnianie [11]. To właśnie powstawanie dużych ilości odcieków jest jednym

z najważniejszych problemów w gospodarce pofermentem. By ograniczyć negatywne cechy tego produktu dokonuje się odwodnienia (separacji) na tak zwaną gęstwą oraz odciek [12]. Celem tego zabiegu jest uzyskanie odpowiednio zmniejszonej gęstości nasypowej (nawet do 20% objętości początkowej). Ułatwi to gospodarowanie gęstwą podczas magazynowania, transportu czy składowania. Urządzeniami do wykonania tego procesu są separatory oraz wszelkiego rodzaju sita. Przebieg omawianego procesu technologicznego jest analogiczny do tego, który ma miejsce w oczyszczalniach ścieków. Coraz popularniejsze stają się odwadnianie osadów ściekowych, a oddzielona część stała może zostać poddana składowaniu, wykorzystana jako nawóz czy poddana procesowi suszenia. Odciek najczęściej jest wykorzystywany w deszczowniach do nawadniania pól. Jest to dobry sposób gospodarowania ponieważ w wodzie jest rozpuszczona znacząca część pierwiastków niezbędnych dla rozwoju roślin. Występują one w formie jonowej, przez co są łatwiej przyswajane przez rośliny. Właściwe zagospodarowanie odcieku jest istotnym elementem działania biogazowni, a jego ilość może sięgać nawet 0,83 m³/Mg wsadu [11]. Z niektórych biogazowni odciek po oczyszczeniu jest kierowany do cieków wodnych lub bezpośrednio do oczyszczalni ścieków.

Składowanie pofermentu na wysypiskach odpadów

Składowanie odpadów na wysypiskach jest najpopularniejszym sposobem unieszkodliwiania odpadów [13]. Dotyczy to zarówno odpadów komunalnych zmieszanych, jak i bezpośrednio frakcji odpadów ulegających biodegradacji. Poferment także może być składowany po wcześniejszym odwodnieniu, kiedy jego objętość uległa znacznemu zmniejszeniu. Mając na uwadze coraz większe wymagania z zakresu ochrony środowiska, zarówno w krajowych, jak i europejskich aktach prawnych taki typ utylizacji nie jest wskazany. Polska, jako kraj Unii Europejskiej, jest zobowiązana do przestrzegania licznych norm z zaleceniami dla członków Wspólnoty. Jednym z nich jest zakaz składowania odpadów o zawartości powyżej 5% ogólnego węgla organicznego (TOC) lub 8% strat na prażeniu (LOI) [14]. Akt prawny wejdzie w życie 1 stycznia 2013 r., i do tego czasu należy szukać alternatywnych rozwiązań. Samo składowanie powinno być ograniczone do minimum i najlepiej traktowane jako rozwiązanie czasowe. Konieczność eliminacji odpadów biodegradowalnych podlegających składowaniu jest wymagane Dyrektywą Rady w sprawie składowania odpadów [15] oraz faktem, że składowując gęstwą nie wykorzystuje się jego rolniczego potencjału nawozowego.

Zagospodarowanie metodą odzysku R10

Odpady organiczne mogą być wartościowym i stosunkowo tanim źródłem składników pokarmowych niezbędnych roślinie, jak również mogą korzystnie wpływać na niektóre właściwości gleby. Bezpośredni, pozytywny wpływ odpadów organicznych został stwierdzony w wielu badaniach [16].

W trakcie procesu fermentacji substraty wyjściowe podlegają tylko niewielkim stratom nawozowym [11]. Jest to o tyle istotne i ekonomicznie uzasadnione, że bardziej opłacalne jest odpady powstające w rolnictwie i przemyśle rolno-spożywczym poddać procesowi fermentacji, a jako nawóz wykorzystać pulę pofermentacyjną [17]. Zapewni to nie tylko dostarczenie na pole niezbędnych biogenów, ale także pozwoli uzyskać dodatkowy przychód biogazowni za sprzedane substraty.

Pod pojęciem procesu odzysku w myśl załącznika 5 do Ustawy o odpadach [6] należy rozumieć rozpraszanie odpadów na powierzchni ziemi w celu nawożenia lub

ulepszania gleby. By jednak móc wykorzystać poferment w powyższy sposób powinien on spełniać szereg wymogów zawartych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie odzysku R10 [9].

Poferment może być aplikowany do gruntu przez wstrzykiwanie (iniekcje), deszczowanie czy rozlewanie bezpośrednio przy wykorzystaniu maszyn rolniczych. Zdecydowanie najpopularniejszym sposobem, zwłaszcza w państwach mniej zamożnych, jest nawożenie przez bezpośrednie rozlewanie na polach. Zasadniczą wadą tej metody jest termin, w którym można dokonywać zabiegu. Restrykcja czasowego ograniczenia stosowania pofermentu ma na celu ograniczenie przedostawania się związków biogenych w głąb profilu glebowego, a w konsekwencji do wody gruntowej.

Coraz więcej badań naukowych poświęca się gospodarce pofermentem [18], ponieważ brak rozwiązań tego zagadnienia może stanowić jedną z przesłanek ograniczających rozwój i funkcjonowanie biogazowni.

Ekonomicznie opłacalną metodą gospodarki pulą pofermentacyjną jest połączenie deszczowania oraz stabilizacji tlenowej. Gęstwa może zostać poddana kompostowaniu a odciek może być wykorzystany w deszczowniach, zapewniając roślinom nie tylko wodę, ale i składniki pokarmowe. Można go też wykorzystać do nawadniania przyzmu kompostu.

Kompostowanie

Kompostowanie, czyli autotermiczny i termofilowy rozkład selektywnie zebranych bioodpadów [19] jest bardzo dobrym sposobem na poprawę jakości nawozu przed bezpośrednim zastosowaniem go na polach (metoda R10). Proces ten zachodzi przy udziale mikro- i makroorganizmów w obecności tlenu, dzięki czemu odpady ulegają stabilizacji.

Na ogół w celu ograniczenia kosztów stosuje się kompostowanie przyzmu, często upraszczając lub skracając sam proces technologiczny. Jest to możliwe w uzasadnionych przypadkach, ponieważ w trakcie powstawania pofermentu, w samych substratach przechodzą korzystne przemiany, dzięki którym można częściowo ograniczyć pełny proces kompostowania.

Samo przeprowadzenie kompostowania ma wiele zalet. Wśród nich należy przede wszystkim wymienić wbudowanie azotu w próchnicę, rozkład innych substratów biodegradowalnych oraz stabilizacja substratu. Jak podaje literatura [20] dzięki kompostowaniu materiał ulega stabilizacji oraz następuje likwidacja patogenów, głównie w trakcie fazy termofilnej. Z kolei sam kompost można łatwiej magazynować, transportować i rozpraszać na terenach, gdzie zachodzi potrzeba nawożenia [11].

Z przyrodniczego punktu widzenia, największym profitem, charakteryzującym fermentację w porównaniu z kompostowaniem, jest ograniczenie strat azotu. Według literatury [11] straty azotu przy kompostowaniu mogą sięgać nawet 30%. Ma to nie tylko negatywny wpływ na dostarczenie mniejszej ilości tego makroelementu roślinom, ale również niekontrolowaną emisję azotu w postaci amoniaku do atmosfery.

Suszenie i pelletyzacja

Jednym ze źródeł energii odnawialnej może być biomasa. Może ona pochodzić jako produkt uboczny z procesu technologicznego lub być celowo pozyskiwana jako produkt opałowy [21]. Jak twierdzą cytowani autorzy, wykorzystanie biomasy jest powszechne i obejmuje produkcję energii elektrycznej, cieplnej, gazu czy biopaliw. Szczególnie korzystne jest przetwarzanie pofermentu na pellety [22]. W ekonomicznie uzasadnionym przypadku taki typ gospodarki może być

bowiem opłacalny. Zależć to jednak będzie zawsze od konkretnego przypadku, w tym m.in. od rodzaj biogazowni, lokalizacji, mocy itp. Według cytowanych wyżej autorów skład chemiczny oraz właściwości fizyczne powstałego biopaliwa będą zależały przede wszystkim od substratu użytego do produkcji biogazu. Po spaleniu tego biopaliwa pozostaje popiół o wysokiej zawartości składników pokarmowych (tab. 1).

Tab. 1. Skład popiołu w dwóch rodzajach pofermentu [22]
Table 1. Composition of the ash in two types of post fermentation pulp [22]

	Zawartość popiołu [%]								
	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	Na ₂ O	CaO	SiO ₂	SO ₄	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃
Poferment 1	20,4	8,5	2,7	3,1	17,0	18,0	3,2	22,5	3,1
Poferment 2	26,7	15,1	8,4	0,8	13,6	30,4	0,9	1,8	1,2

Podsumowanie i wnioski

Głównymi czynnikami decydującymi o sposobie wykorzystania pofermentu są jego jakość, lokalne uwarunkowania oraz obowiązujące regulacje prawne [11]. W Polsce czynnikiem determinującym wykorzystanie produktu ubocznego z biogazowni są normy prawne, które obecnie nie sprzyjają łatwej gospodarce pofermentem. Trzeba mieć jednak na uwadze możliwość uregulowań prawnych dotyczących pofermentu, wraz ze wzrostem ilości biogazowni. Biorąc pod uwagę planowane przez rząd polski wybudowanie do roku 2020 ponad 2,5 tys. dużych biogazowni, produkujących ok. 25 mln ton pulpy rocznie, należy liczyć się z dużą skalą problemu dotyczącego jej racjonalnego zagospodarowania [23]. Z tego też względu wynika potrzeba prowadzenia badań nad oceną wartości nawozowej różnych rodzajów pulpy i możliwości różnych technik jej przetworzenia do rolniczego wykorzystania.

Bibliografia

[1] Gentil E. C., Gallo D., Christensen T. H.: Environmental evaluation of municipal waste prevention. *Waste Management*, 2011, 31, 12, p. 2371-2379.

[2] Kalina J., Skorek J., Cebula J., Latocha L.: Pozyskiwanie i energetyczne wykorzystanie biogazu z biogazowni rolniczych. *Gospodarka Paliwami i Energią*, 2003, nr 12.

[3] Chaaban Moustafa A.: Hazardous waste source reduction in materials and processing technologies. *Journal of Materials Processing Technology*, 2001, 119, p. 336-343.

[4] Barczewski J.: Kształtowanie się obiegu składników nawozowych w produkcyjnym gospodarstwie mlecznym w warunkach dochodzenia do zrównowżenia gospodarowania. *Woda - Środowisko - Obszary Wiejskie, Rozprawy naukowe i monografie*, 2008, nr 23.

[5] Garfi M., Gelman P., Comas J., Carrasco W., Ferrer I.: Agricultural reuse of the digestate from low-cost tubular digesters in rural Andean communities. *Waste Management*, 2011, 31, p. 2584-2589.

[6] Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach. (Dz.U. 2001 nr 62 poz. 628 z późniejszymi zmianami).

[7] Ustawa z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu (Dz.U. 2007 nr 147 poz. 1033 z późniejszymi zmianami).

[8] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001 r. w sprawie katalogu odpadów. Dz.U. 2001 nr 112 poz. 1206.

[9] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 5 kwietnia 2011 r. w sprawie odzysku R10 (Dz.U. 2011 nr 86 poz. 476).

[10] Dach J., Pilarski K., Janczak D., Banasik P.: Koszty zagospodarowania pulpy pofermentacyjnej z biogazowni w kontekście projektu nowej ustawy o nawozach i nawożeniu. *Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna*, 2001, nr 3.

[11] Jędrzak A.: Biologiczne przetwarzanie odpadów. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2008.

[12] Kparaju P.L.N., Rintala J. A.: Effects of solid-liquid separation on recovering residual methane and nitrogen from digested dairy cow manure. *Bioresource Technology*, 2008, 99, p. 120-127.

[13] Główny Urząd Statystyczny. Ochrona Środowiska, Warszawa, 2011, ss. 357.

[14] Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 7 września 2005 r. w sprawie kryteriów oraz procedur dopuszczania odpadów do składowania na składowisku odpadów danego typu (Dz.U. 2005 nr 186 poz. 1553).

[15] Dyrektywa Rady 1999/31/WE z dnia 26 kwietnia 1999 r. w sprawie składowania odpadów.

[16] Odlare M., Pell., Svensson K.: Changes in soil chemical and microbiological properties during 4 years of application of various organic residues. *Waste Management*, 2008, 28, p. 1246-1553.

[17] Teglia C., Tremier A., Martel J. L.: Charakterization of solid digestates. Part 1. Review of Existing indicators of assess solid digestates agricultural use.

[18] Rehl T., Muller J.: Life cycle assessment of biogas digestate processing technologies. *Resources, Conservation and Recyclin*, 2011, 56 (2011), p. 92-104.

[19] Manczarski P.: Kompostowanie odpadów komunalnych, Referat na Forum Technologii Ochrony Środowiska POLEKO, Poznań, 2007.
<http://www.woiib.org.pl/contents/aktualnosci/POLEKO%202007/Kompostowanie%20odpadow%20komunalnych.pdf>

[20] Czekala J., Sawicka A.: Przetwarzanie osadu ściekowego z dodatkami słomy i trocin na produkt bezpieczny dla środowiska. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*, t. 6, 2006, z. 2 (18), s. 41-50.

[21] Kara J., Rutkowski K., Adamovsky R.: Wykorzystanie biomasy do produkcji energii elektrycznej oraz ciepłej na terenie Czech. *Inżynieria Rolnicza*, 2007, 9(97), s. 57-63.

[22] Kratzeisen M., Starcevic N., Martinov M., Maurer C., Muller J.: Applicability of biogas digestate as solid fuel. *Fuel*, 2010, 89, p. 2544-2548.

[23] Pilarski K., Dach J., Janczak D., Zbytek Z.: Wpływ odległości transportowej na wydajność pracy agregatów i koszty zagospodarowania pofermentu z biogazowni rolniczej 1 MW. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 2011, vol. 56(1).

ANALYSIS OF MANAGEMENT POSSIBILITIES FOR DIGESTATE FROM BIOGAS PLANT

Summary

The correct biogas byproduct management digestate - is one of the essential requirements for keeping an agricultural biogas plant. Law regulations are a kind of barrier to the use of this substrate as fertilizer in agriculture. The paper discusses some basic capabilities of the product development activities of the plant.

Key words: biogas plant; digestate; by-products; waste management