



Research on slurry and digestate pulp separation on the solid and liquid fraction

Marta CIEŚLIK¹, Andrzej LEWICKI¹, Pablo César RODRÍGUEZ CARMONA¹, Wojciech CZEKAŁA¹, Damian JANCZAK¹, Kamil WITASZEK¹, Jacek DACH¹

¹ Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Instytut Inżynierii Biosystemów, e-mail: cieslik.marta@gmail.com

Abstract

The separation on solid and liquid fraction and subsequent usage of a solid fraction for energy (pellets) or fertilizer aims can be one of the most effective ways of slurry and digestate management.

The aim of this study was to determine the effectiveness of the separation of slurry and digestate pulp and analysis of the physico-chemical composition of the solid fraction separated on the strainers of different sizes. Also the slurry and digestate pulp effluent after passing the micro-strainers was analyzed. The results showed large differences in the fractions distribution and the content of organic matter between the slurry and particular types of the digestate pulp. It has been stated that only digestate pulp from the fermentation of the plants with large amount of hardly biodegradable materials (cellulose, lignin) can be considered as a substrate for the pellets production for energy purposes.

Keywords: digested pulp; biogas plant; solid-liquid separation; slurry; fertilization; waste management

Streszczenie

Badania separacji na frakcje stałą i ciekłą gnojowicy i pulpy pofermentacyjnej

Separacja na frakcję stałą i ciekłą oraz późniejsze wykorzystanie frakcji stałej na cele energetyczne (pelet) lub nawozowe może być jednym z najefektywniejszych metod zagospodarowania gnojowicy lub pulpy pofermentacyjnej.

Celem pracy było określenie efektywności separacji gnojowicy i pulpy pofermentacyjnej oraz analiza składu fizykochemicznego frakcji stałej odseparowanej na sitach różnej wielkości. Analizie poddano także uzyskany po przejściu przez mikrosita odciek z gnojowicy i pofermentu. Stwierdzono duże różnice w rozkładzie frakcji i zawartości w nich materii organicznej oraz popiołu pomiędzy frakcjami gnojowicy i różnymi rodzajami pulpy pofermentacyjnej. Stwierdzono, że jedynie pierwsza frakcja z gnojowicy jak i z pulpy pofermentacyjnej otrzymanej z fermentacji roślin zawierających dużą ilość organicznych materiałów trudno rozkładalnych może być brana pod uwagę jako substrat do produkcji peletów na cele energetyczne.

Słowa kluczowe: pulpa; biogazownia; separacja; gnojowica; nawożenie; gospodarka odpadami

1. Wstęp

Nadprodukcja gnojowicy lub pulpy pofermentacyjnej w gospodarstwach prowadzących intensywną produkcję rolniczą lub firmach biogazowych jest dość częstą sytuacją [1]. Typowa biogazownia rolnicza o mocy 1 MW pracująca w oparciu o odchody zwierzęce (obornik czy gnojowica) oraz substraty roślinne (najczęściej kiszonki) potrzebuje nawet 2,5 tys. ha pól na rozproszanie pofermentu w celach nawozowych [2]. Dokładna powierzchnia jest uzależniona od zawartości azotu ogólnego w pofermencie, bowiem dawka nawozowa jest ograniczona do 170 kg/ha [3]. W wielu przypadkach biogazownie planowane są przy gospodarstwach nastawionych na produkcję zwierzęcą, która generuje odchody (obornik lub gnojowicę) o dużej zawartości azotu [4]. Stąd często pojawiają się problemy ze zgodnym z prawem zagospodarowaniem nawozów naturalnych. Dotyczy to zwłaszcza gnojowicy, której sprzedaż i transport na dalsze pola są kosztowne i nieopłacalne [5]. W takich fermach wybudowanie biogazowni także nie rozwiązuje problemu zagospodarowania pofermentu,

bowiem azot zawarty w substratach skierowanych do instalacji biogazowej prawie w całości przechodzi do pulpy pofermentacyjnej i nadal pozostaje problem nieprzekroczenia poziomu 170 kg/ha N.

W przypadku, kiedy ilość produkowanego odpadu przekracza możliwości prowadzenia odzysku metodą R10 (czyli wylewania odpadu na pola w celach nawozowych), niezbędne są inne, alternatywne metody zagospodarowania [6]. Należą do nich przede wszystkim separacja na frakcję stałą i ciekłą oraz późniejsze wykorzystanie frakcji stałej na cele energetyczne (pelet) lub nawozowe. Czynnikiem decydującym o sposobie zagospodarowania frakcji stałej jest zawartość materii organicznej. Jeżeli bowiem frakcja stała zawiera podwyższoną zawartość suchej masy organicznej (powyżej 75-80%), wówczas można wysuszoną frakcję stałą peletować i wykorzystywać jako paliwo stałe. Badania prowadzone w 2012 r. w Instytucie Inżynierii Biosystemów UP w Poznaniu wykazały, że odseparowana frakcja stała z typowej niemieckiej biogazowni, mając zawartość organicznej suchej masy na poziomie 85,7%, pozwoliła na wyprodukowanie peletu o wartości energetycznej 18,2 MJ/kg.

Z kolei materiał o dużej zawartości materii mineralnej może z powodzeniem być wykorzystany na cele nawozowe w formie sypkiej lub granulowanej.

Celem niniejszej pracy była analiza efektywności separacji gnojowicy i pulpy pofermentacyjnej w warunkach laboratoryjnych i określenie składu fizykochemicznego frakcji stałej odseparowanej na sitach różnej wielkości.

2. Metodyka pracy

Materiał do badań stanowiła gnojowica świńska pochodząca z Rolniczo – Sadowniczego Gospodarstwa Doświadczalnego Przybroda należącego do Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu oraz sześć prób pulpy pofermentacyjnej z Bioelektrowni – Świdnica, Kłępsk oraz wschodniemieckiej biogazowni w Niedersachsen.

Badane substraty przeanalizowano pod kątem pH, konduktywności, zawartości suchej masy i suchej masy organicznej.

W celu odseparowania frakcji stałej, posłużono się zaprojektowanym przez autorów systemem półciągłej filtracji na mikrositach. Konstrukcja składała się ze zbiornika z nadawą, wyposażonego w system pneumatycznego mieszania cieczy, połączonego węzłem silikonowym z tubą o pojemności 4 dm³ z wymiennym sitem, pneumatycznego wibratora przemysłowego, kompresora powietrza oraz zbiornika na odciek (rys. 2.1.). W doświadczeniu zastosowano 5 różnych rodzajów sit o następujących przekrojach oczek: 1,899 mm, 1,284 mm, 0,180 mm, 0,060 mm i 0,006 mm.

Gnojowicę oraz poferment poddano separacji wykorzystując powyższy system, a następnie frakcję stałą oddzieloną na sitach przeanalizowano pod kątem zawartości świeżej masy, suchej masy oraz suchej masy organicznej. Analizie poddano także uzyskany po przejściu przez mikrosita odciek z gnojowicy i pofermentu uwzględniając dodatkowo pH oraz konduktywność. W celu zminimalizowania błędów pomiarowych spowodowanego utratą cieczy podczas filtracji, spowodowanej niewielkim rozpryskiwaniem oraz pozostawianiem na ściankach zbiorników, każdorazowo ważono substrat ciekły przed i po filtracji.



Rys. 2.1. Stanowisko do separacji

3. Wyniki badań

3.1. Separacja gnojowicy

Parametry gnojowicy poddanej separacji (gnojowica 0) oraz po przejściu przez poszczególne sita (gnojowica 1-5) zestawiono w tabeli 3.1.

Tabela 3.1. Charakterystyka separowanej gnojowicy

Rodzaj frakcji	Sito [mm]	pH	konduktywność [mS]	s.m. [%]	s.m.o. [%]	masa startowa [kg]	masa po filtracji [kg]
gnojowica 0		7,68	22,4	3,53	70,96		
gnojowica 1	1,899	7,72	21,5	2,41	58,61	35,1	30,81
gnojowica 2	1,284	7,79	21,3	2,35	58,90	30,29	30,00
gnojowica 3	0,18	7,87	21,8	2,09	55,75	29,52	28,97
gnojowica 4	0,06	8,07	21,7	1,98	54,02	28,49	28,12
gnojowica 5	0,006	8,12	21,3	1,91	55,36	27,64	27,22

Na podstawie wyników widać wyraźnie sukcesywny wzrost poziomu pH z wartości 7,65 do 8,12. Wzrost jest sukcesywny wraz ze stosowaniem coraz drobniejszych rozmiarów oczek sit. Wiąże się to ze spadkiem zawartości suchej masy organicznej (s.m.o.) z poziomu 70,96% do 55,36% i jednoczesnym wzrostem zawartości popiołu (suma materii organicznej i popiołu daje zawsze 100%).

Odnotowano także spadek zawartości suchej masy w poszczególnych odseparowywanych frakcjach. Uzyskany końcowy wynik na poziomie 1,91% suchej masy trzeba uznać za stosunkowo wysoki biorąc pod uwagę zastosowanie mikrosita o średnicy oczek poniżej 10 mikrometrów.

Z kolei skład uzyskanych frakcji osadu poseparacyjnego przedstawiono w tabeli 3.2.

Tabela 3.2. Charakterystyka frakcji odseparowanego osadu z gnojowicy

	świeża masa [kg]	udział w całości [%]	s.m. [%]	s.m.o. [%]
frakcja 1	4,29000	80,4	13,83	85,44
frakcja 2	0,29000	5,4	11,03	85,97
frakcja 3	0,29071	5,5	14,40	86,48
frakcja 4	0,28972	5,4	15,63	77,78
frakcja 5	0,17748	3,3	15,51	45,62

Wyniki analiz składu frakcji stałej odseparowanej na sitach o różnych rozmiarach wskazują, że największa pod względem masowym frakcja została odseparowana na sicie o największych oczkach (1,899 mm). Jest to bowiem aż ponad 80% ogółu odseparowanej masy. Frakcja ta zawiera ponad 85% suchej masy organicznej, więc z powodzeniem można ją wykorzystać jako materiał do produkcji peletów energetycznych. Warto jednak dodać, że ta frakcja może być także stosowana jako organiczny nawóz stały, co może być korzystne na glebach zawierających małą ilość materii organicznej (przypadek ten dotyczy na przykład znacznej części gleb w Wielkopolsce).

Natomiast frakcja odseparowana na najdrobniejszych sitach (0,006 mm) zawiera zdecydowanie najmniejszą zawartość materii organicznej (45,62%), co wskazuje, że z uwagi na przewagę materii mineralnej może być ona wykorzystana tylko na cele nawozowe.

3.2. Pulpa pofermentacyjna

W badaniach separacji użyto pulpy pofermentacyjnej z Bioelektrowni – Świdnica, Klepsk oraz wschodniemieckiej biogazowni w Niedersachsen. Wszystkie biogazownie pracowały na substracie głównym jakim była kiszonka z kukurydzy oraz dodatkowo nawozy naturalne (gnojowica, niekiedy obornik). Skład pulpy przedstawiono w tabeli 3.3.

Tabela 3.3. Charakterystyka pofermentu użytego do badań separacji

	pH	konduktywność [mS]	s.m. [%]	s.m.o. [%]
Poferment 1	7,67	14,78	4,39	73,01
Poferment 2	7,59	13,33	4,75	79,90
Poferment 3	7,99	25,10	2,94	70,45
Poferment 4	8,10	24,80	4,53	70,92
Poferment 5	7,39	15,76	6,06	81,42
Poferment 6	7,99	23,12	4,39	71,57

W trakcie badań okazało się, że zastosowana metoda separacji grawitacyjnej wspartej zastosowaniem systemu mieszania hydraulicznego i pneumatycznego wibratora przemysłowego nie pozwoliła na dokonanie separacji żadnej z badanych pulp pofermentacyjnych, bowiem zawarty w niej nierozłożony materiał roślinny blokował całkowicie pierwsze sito już po kilkudziesięciu sekundach doświadczenia. Mimo podjętych prób modyfikacji stanowiska nie udało się uzyskać efektu separacji badanych pulp.

Z tego względu badaniom poddano frakcję stałą pofermentu 1, którą uzyskano z pracującego na biogazowni w Świdnicy separatora mechanicznego. Pozostała po separacji frakcja ciekła jest zwracana do fermentora wstępnego celem rozcieńczenia do poziomu poniżej 10% podwyższonej suchej masy wsadu (kiszonki z kukurydzy) mającego z reguły 30-32% s.m. Skład frakcji stałej pofermentu prezentuje tabela 3.4.

Tabela 3.4. Analiza frakcji stałej pofermentu 1 uzyskanej po separacji mechanicznej

	pH	konduktywność [mS]	s.m. [%]	s.m.o. [%]
Frakcja stała poferment 1	9,01	1,45	29,60	88,66

Analiza parametrów fizycznych frakcji stałej pofermentu 1 wykazuje podniesiony, alkaliczny poziom pH (9,01), co jest korzystne z punktu widzenia zastosowania jej do celów nawozowych (większość gleb w Polsce ma bowiem tendencję do zakwaszania). Biorąc jednak pod uwagę wysoką zawartość suchej masy organicznej w tej frakcji (88,66%) należy stwierdzić, że nadaje się ona jako dobry materiał do produkcji peletów. Na podstawie prowadzonych wcześniej badań w ramach projektu badawczego MNiSW pt. „Ocena wartości nawozowej i wpływu na glebę pulpy pofermentacyjnej powstałej w procesie wytwarzania biogazu z wykorzystaniem różnych substratów organicznych” (nr umowy N N313 432539) można przypuszczać, że wartość energetyczna peletów uzyskanych z takiego pofermentu mogłaby wynieść 17-18 MJ/kg.

4. Wnioski

1. Frakcja stała pofermentu oraz frakcja gnojowicy uzyskana na sicie o oczkach o największej średnicy charakteryzują się wysoką zawartością suchej masy i nadają się zarówno do wykorzystania na cele energetyczne jak i nawozowe.
2. Separacja gnojowicy na sitach metodą grawitacyjną z zastosowaniem wspomaganie wibracyjnego pozwala na skuteczną metodę jej separacji, natomiast nie sprawdza się w przypadku pulpy pofermentacyjnej z biogazowni rolniczych.
3. Uzyskana w wyniku separacji grawitacyjnej gnojowicy ciecz posiada wciąż wysoką zawartość suchej masy, co implikuje konieczność dalszych badań nad zwiększeniem skuteczności separacji.

Literatura

1. Fugol M., Szlachta J. 2010. Zasadność używania kiszonki z kukurydzy i gnojowicy świńskiej do produkcji biogazu. Inżynieria Rolnicza. Nr 1 (119). s. 169-174
2. Pilarski K., Dach J., Janczak D., Zbytek Z. 2011 Wpływ odległości transportowej na wydajność pracy agregatu i koszty zagospodarowania pofermentu z biogazowni rolniczej 1 MWel, Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, Numer wydania, Vol. 56 (1), 109-113
3. Dach J., Pilarski K., Janczak D., Banasik P. 2011 Koszty zagospodarowania pulpy pofermentacyjnej z biogazowni w kontekście projektu nowej ustawy o nawozach i nawożeniu, Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna 3/2011
4. Szlachta J., Fugol M. 2009. Analiza możliwości produkcji biogazu na bazie gnojowicy oraz kiszonki z kukurydzy. Inżynieria Rolnicza. Nr 5 (114). s. 275-280
5. Marczuk A., Skwarcz J. 2006. Dobór wozów asenizacyjnych. Inżynieria Rolnicza. Nr 3 (78). s. 263-269
6. Pilarski K., Dach J., Pilarska A. 2010 Preferowane kierunki rolniczego zagospodarowania odpadów z produkcji biopaliw. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna, nr 6/2009, 7-9

