

BADANIA EFEKTYWNOŚCI WYKORZYSTANIA ODPADÓW Z PRODUKCJI BIOPALIW JAKO SUBSTRATU W BIOGAZOWNI

Streszczenie

Przedstawiono wpływ dodatku gliceryny na efektywność pracy biogazowni rolniczej wyrażony ilością produkowanego biogazu, zawartości metanu oraz niezbędnej mocy agregatu kogeneracyjnego. Stwierdzono, że już niewielki (5%) dodatek gliceryny podnosi wydajność pracy instalacji o ponad 55%, zaś przy 10% dodatku wzrost ten osiąga 81%. Wyniki analizy wykazują, że gliceryna będąca odpadem po produkcji biodiesla w znakomity sposób nadaje się do podniesienia wydajności pracy biogazowni rolniczej.

Wstęp

W marcu 2008 roku kraje członkowskie Unii Europejskiej podpisały dokument, w którym zadeklarowano, że do 2020 r. w krajach Unii nastąpi obniżenie zużycia energii o 20%, udział biopaliw w transporcie wzrośnie o 10%, a 20% zużywanej energii będzie pochodziła ze źródeł odnawialnych. Stwarza to ogromne możliwości zbytu oleju napędowego produkowanego z oleju rzepakowego. Obowiązująca w Polsce Ustawa o biokomponentach i biopaliwach ciekłych [3] przyczyniła się do wzrostu ich stosowania w strukturze paliw transportowych. Aktualna sytuacja na rynku paliw powoduje wzrost zainteresowania paliwami I. generacji, jakimi są biodiesel i bioetanol [5]. Biopaliwa wytwarzane są z olejów i tłuszczów, a jednym z najczęściej pojawiających się paliw jest olej rzepakowy. Już wkrótce przewidywane jest osiągnięcie w Polsce produkcji biodiesla na poziomie 1,5-2,0 mln ton rocznie. W procesie produkcyjnym biodiesla powstają produkty uboczne, takie jak: makuchy (z wyciskania oleju), wysokobiałkowe pasze roślinne (z oczyszczania biodiesla), gliceryna (z produkcji biodiesla). Pierwsze dwa składniki mogą z powodzeniem być stosowane w żywieniu zwierząt. Przewidywana produkcja biodiesla skutkować będzie pojawieniem się na rynku ok. 200-300 tys. ton nieoczyszczonej gliceryny. Istnieje problem zagospodarowania gliceryny, co było zbyt ograniczane przepisami [6]. Obecnie przygotowujemy jest projekt rozporządzenia w Ministerstwie Środowiska, który zmienia definicję biomasy. Dokonana zmiana pozwoli na uznanie gliceryny technicznej (powstałej po uprzednim oczyszczeniu gliceryny nieoczyszczonej) jako biomasy. Podejmowane są różne próby zagospodarowania wytworzonej przy tej okazji gliceryny. Powszechnie stosowane jest spalanie, dodawanie do gnojowicy lub paszy, lub aplikacja do gleby, gdzie jej rozkład przebiega bardzo powoli.

Istnieje wiele możliwości technicznego zastosowania gliceryny. Powszechnie przyjmuje się, że stosowana jest ona w przemyśle kosmetycznym, jako środek zmiękczający i łagodzący [8]. Może mieć również zastosowanie w przemyśle spożywczym (środek nawilżający w wyrobach piekarniczych), tworzy sztucznych (do produkcji trójfunkcyjnych polimerów) i farmaceutycznym (powlekanie tabletek). W Polsce brakuje przyjaznych środowisku energetycznych technologii odzysku odpadów tłuszczowych. Działania takie są podejmowane w krach unijnych, gdzie prowadzi się prace nad rolniczym wykorzystaniem gliceryny do generowania energii. Dlatego podjęto prace nad efektywnością wykorzystania

odpadów z produkcji biopaliw jako substratu w biogazowni. W rolnictwie powstaje wiele surowców, które mogą być przeznaczone do produkcji biogazu. Podstawowymi substratami do produkcji biogazu jest gnojowica i kiszonka z kukurydzy. Oprócz wymienionych stosowane są produkty poubojowe, odpady z produkcji roślinnej i przemysłu rolno-spożywczego (gorzelnie: wywar, młóto) [1]. Przewiduje się prowadzenie upraw roślinnych, stosowanie odpadów tłuszczowych i gliceryny z przeznaczeniem na substrat dla biogazowni. Wykorzystanie biomasy rolniczej (w tym według nowej definicji także gliceryny technicznej) na cele energetyczne jest jak najbardziej celowe. Tworzenie biogazowni rolniczych umożliwi osiągnięcie przyjętych przez Polskę wielkości produkcji energii cieplnej i elektrycznej z odnawialnych źródeł energii (OZE) [4].

Celem badań było oszacowanie wzrostu wydajności pracy oraz przychodu typowej biogazowni rolniczej w sytuacji używania jako dodatkowego substratu gliceryny pochodzącej z produkcji biopaliw. Pracę zrealizowano w ramach projektu badawczego własnego MNiSW "Technologie odzysku odpadów z wytwarzania biopaliw ciekłych i gazowych" (nr NN313 050036).

Metodyka badań

Do obliczeń wykorzystano w pracy program Biogas Web Planner® zawierający procedury kalkulacyjne wydziałania się biogazu [2]. Program ten, jako interfejs internetowy, dostępny jest na stronie internetowej Laboratorium Ekotechnologii działającym przy Instytucie Inżynierii Rolniczej UP w Poznaniu [7] pod zakładką Biogaz.

Wykorzystywany program uwzględnia skład fizyczny i chemiczny zastosowanych substratów oraz ich wydajność biogazową i metanową. Do obliczeń przyjęto następujące składy mieszanki do biogazowania: kiszonka + gnojowica (poziom odniesienia), kiszonka + gnojowica + 5% dodatku gliceryny w dawce dziennej oraz kiszonka + gnojowica + 10% dodatku gliceryny. Wartości biogazowe kiszonki kukurydzy, gnojowicy bydłowej oraz gliceryny przyjęto na podstawie badań własnych, realizowanych z wykorzystaniem 21-komorowego biofermentora będącego na wyposażeniu Laboratorium Ekotechnologii.

Przyjęto, że symulacja wydajności fermentacji biogazowej będzie realizowana na przykładzie średniej biogazowni rolniczej o pojemności komory fermentacyjnej ok. 1000 m³.

Jest to bowiem jeden z najczęściej spotykanych rozmiarów fermentora głównego w niemieckich biogazowniach.

Wyniki badań

Zestawienie badanych mieszanek kiszonki z kukurydzy z gnojowicą oraz dodatkiem gliceryny wraz z ich charakterystyką przedstawiono w tab. 1.

Mimo zastosowania dodatku gliceryny we wszystkich mieszanekach uzyskana była zawartość suchej masy 9,5%, co jest wartością optymalną w technologii Nawaro powszechnie stosowanej w biogazowniach rolniczych. Podstawową różnicą w mieszanekach z dodatkiem gnojowicy jest natomiast wzrost potencjału biogazowego oraz zawartości metanu w uzyskanej mieszance. Efekt ten można wyraźnie zaobserwować analizując tab. 2.

Wyniki przedstawione w tab. 2 wskazują wyraźnie, że dodatek gliceryny ma bardzo silny wpływ nie tylko na wzrost ilości wytwarzanego biogazu, ale również podniesienie stężenia metanu. Efekt ten wynika stąd, iż gliceryna jest nie tylko materiałem o bardzo wysokiej produktywności biogazowej (użyta w badaniach nieczyszczona gliceryna pozwalała na produkcję 480 m³ biogazu z 1 tony substratu, oczyszczona natomiast mogłaby osiągnąć poziom nawet 1000-1100 m³), ale także wytwarza biogaz o znacznie wyższej zawartości metanu niż typowe substraty rolnicze. Zwłaszcza ten drugi parametr jest niezwykle istotny z punktu widzenia wytwarzania energii elektrycznej, bowiem tylko metan jest spalany paliwem (dwutlenek węgla zawarty w biogazie jest nieenergetycznym balastem).

Silny wzrost zawartości metanu w biogazie otrzymywanym z mieszanek z dodatkiem gliceryny, jak również wzrost ilości biogazu ogółem, przełożył się na bardzo duże różnice w kontekście ilości wytwarzanej energii elektrycznej oraz przychodu z jej sprzedaży. Efekt ten obrazuje tab. 3.

Tab. 1. Charakterystyka analizowanych mieszanek substratów
Table 1. Characteristics of analyzed substrate mixtures

Nazwa	Masa wsadu	Zapotrzebowanie roczne	Sucha masa	Ilość biogazu	Zawartość metanu
	[t/dzień]	[t]	[%]	[m ³ /t]	[%]
Mieszanka bazowa					
gnojowica bydła rzadka	30	10950	6	18	60
kiszonka kukurydzy	7	2555	28	185	53
5% dodatek gliceryny					
gnojowica bydła rzadka	30	10950	6	18	60
kiszonka kukurydzy	7	2555	28	185	53
gliceryna	1,85	675,25		480	71
10% dodatek gliceryny					
gnojowica bydła rzadka	30	10950	6	18	60
kiszonka kukurydzy	7	2555	28	185	53
gliceryna	2,7	985,5		480	71

Tab. 2. Ilość wytworzonego biogazu i stężenie metanu w zależności od mieszanki
Table 2. Amount of produced biogas and methane concentration in dependence from the mixture

Nazwa	Ilość wytworzonego biogazu	Ilość metanu	Średnie stężenie metanu w uzyskanym biogazie
	[m ³]	[m ³]	[%]
Mieszanka bazowa	2045	1136	55,6
5% dodatek gliceryny	2933	1767	60,2
10% dodatek gliceryny	3341	2057	61,6

Tab. 3. Energetyczne i ekonomiczne efekty stosowania gliceryny jako wsadu do fermentacji metanowej

Table 3. Energy and economic effects of glycerin usage as a charge for methane fermentation

Mieszanka bazowa		
Wytwarzana energia elektryczna	3986	kWh/dobę
Moc agregatu kogeneracyjnego	183	kW
Przychód	510662	zł/rok
5% dodatek gliceryny		
Wytwarzana energia elektryczna	6197	kWh/dobę
Moc agregatu kogeneracyjnego	284	kW
Przychód	793992	zł/rok
10% dodatek gliceryny		
Wytwarzana energia elektryczna	7214	kWh
Moc agregatu kogeneracyjnego	331	kW
Przychód	924171	zł/rok

Na podstawie porównania wyników badań można zauważyć, że dodatek 5% gliceryny (1,85 tony dziennie wobec 37 ton dziennie wsadu bazowego) pozwala na wyprodukowanie o ponad 55% więcej energii elektrycznej. Dodatek 10% gliceryny z kolei pozwala na uzyskanie wzrostu produkcji energii o 81%. Taki efekt powoduje, że moc niezbędnego agregatu kogeneracyjnego (przy zachowaniu 10% rezerwy mocy) wzrosła z 183 kW w podstawowej wersji mieszanki do 331 kW w mieszance z dodatkiem 10% gliceryny. Przekłada się to na polepszenie dochodowości instalacji. Przy założeniu łącznej ceny za sprzedawaną energię elektryczną i zielone certyfikaty na poziomie 390 zł za 1 MWh i przy 90% sprzedawanej energii (10% wykorzystywane na własne potrzeby biogazowni), roczny przychód wzrasta z poziomu 510 662 zł przy mieszance bazowej do 924 171 zł po zastosowaniu dodatku 10% gliceryny do mieszanki.

Warto też podkreślić, że dodatek 10% gliceryny pozwala uzyskać z komory fermentacyjnej o pojemności 1000 m³ moc agregatu kogeneracyjnego 330 kW. Jest to sposób na znaczne obniżenie nakładów inwestycyjnych biogazowni. Związane jest to z faktem, iż koszt wybudowania komory wraz z odpowiednimi urządzeniami stanowi 40-50% kosztów inwestycyjnych. Obok agregatu kogeneracyjnego komora fermentacyjna jest najdroższym elementem instalacji biogazowej.

W przypadku stosowania w realnie działającej biogazowni gliceryny będącej ubocznym produktem wytwarzania biopaliw (a także w przypadku innych tego typu odpadów) należy okresowo poddawać ją analizom chemicznym. Gliceryna dostępna na rynku jest bowiem materiałem zanieczyszczonym w 40-55%. Znajdować się w niej mogą liczne pierwiastki (np. siarka czy metale ciężkie) oraz związki, które mogą nie tylko wpływać niekorzystnie na proces fermentacji, ale wręcz doprowadzić do jego zatrzymania. Stąd niezbędne jest poddawanie analizom chemicznym każdej partii gliceryny stosowanej jako dodatku.

Wnioski

1. Nawet 5% dodatek gliceryny do klasycznej mieszanki stosowanej w biogazowni rolniczej (gnojowicy i kiszonki z kukurydzy) może bardzo znacząco, o ponad połowę, podnieść wydajność fermentacji metanowej, a w konsekwencji podnieść dochodowość instalacji.
2. Dodatek 10% gliceryny pozwala uzyskać z komory fermentacyjnej o pojemności 1000 m³ moc agregatu kogeneracyjnego 330 kW, co jest sposobem na znaczne obniżenie nakładów inwestycyjnych biogazowni.

3. Wobec wzrastających problemów ze zgodnym z prawem zagospodarowaniem gliceryny, stosowanie jej jako dodatku do biogazowni może być rozwiązaniem doskonałym i ekonomicznie bardzo opłacalnym.

Literatura

- [1] Dach J.: Biogazownia sam wylicz opłacalność. Bydło 10/2009.
- [2] Dach J., Kluza T. Adamski M.: Biogas Web Planner® - projekt wspomagający proces decyzyjny w zakresie opłacalności budowy biogazowni na potrzeby sektora rolno-spożywczego. Mat. XII Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej „Zastosowanie Technologii Informacyjnych w Rolnictwie”, Puszczykowo 2009.
- [3] Dz.U. nr 169, poz. 1199 z dnia 25 sierpnia 2006 r. z późn. zmianami „Biokomponenty i biopaliwa ciekłe”.
- [4] Podkówa Z., Podkówa W.: Biogazownia w gospodarstwie rolnym. Bydło 8-9/2009.
- [5] Roszkowski A.: Biomasa kontra rolnictwo. Inżynieria Rolnicza 10(108)/2008.
- [6] Węglarzy K., Skrzyżala I.: Ekologiczne i ekonomiczne aspekty produkcji biopaliw na przykładzie agrorafinerii zakładu doświadczalnego Instytutu Zootechniki PIN w Grodźcu Śląskim. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, 2009, vol. 54(4).
- [7] www.ekolab.up.poznan.pl
- [8] www.Energia.org.pl

RESEARCH OF EFFECTIVENESS OF WASTES USAGE FROM PRODUCTION OF BIOFUEL AS SUBSTRATE IN BIOGAS PLANT

Summary

This paper presents the influence of glycerine addition on working efficiency of agricultural biogas plant expressed with the amount of produced biogas, methane content as well as indispensable power of co-generative aggregate. It has been stated that even a small addition of glycerin enhances the installation working efficiency of over 55%, whereas 10% addition causes an increase up to 81%. The analysis results show that glycerin being a waste after biodiesel production in a considerable way can be used to raise the working efficiency of agricultural biogas plant.