

ANNA KACPRZAK
LILIANA KRZYSZEK
STANISŁAW LEDAKOWICZ

Wydział Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska, Politechnika Łódzka, Łódź

Konwersja biomasy odpadów biodegradowalnych metodą fermentacji metanowej

Wprowadzenie

10 stycznia 2007 Komisja Europejska ogłosiła zintegrowany pakiet działań w obszarze energii i zmian klimatu na rzecz redukcji poziomu emisji w XXI wieku. Komisja zakłada utrzymanie przez UE pozycji światowego lidera w dziedzinie energii odnawialnej, wytyczając wiążący cel, zgodnie z którym do 2020 roku 20% całkowitego zużycia różnych rodzajów energii pochodziłoby ze źródeł odnawialnych. Oznaczać to będzie konieczność ogromnego wzrostu we wszystkich trzech sektorach energii odnawialnej, tj. w sektorze elektryczności, biopaliw oraz ogrzewania i chłodzenia [1]. Główne zasoby polskiej energetyki odnawialnej tkwią w biomasie [2].

Biomasa jest jednym z najbardziej przyjaznych dla środowiska dostawców energii, dostępnym w nadmiarze i w miarę szybko odnawialnym, jest powszechna i powinno się wykorzystywać ją do produkcji energii. Jest przy tym nieszkodliwa dla środowiska [3].

W rolnictwie polskim stosunkowo łatwo można znaleźć produkty (pochodzące z zamierzonej działalności lub też będące pozostałością po produkcji rolniczej lub leśnej), które mogą być wykorzystane jako odnawialne źródła energii, w szczególności do produkcji biogazu.

Szeroka gama odpadów zasobnych w substancje organiczne, może być surowcem dla biologicznych technologii przetwarzania. Technologie prowadzenie procesu fermentacji metanowej są nadal intensywnie rozwijane, wiele firm wprowadza własne, innowacyjne modyfikacje sposobu i warunków prowadzenia procesu, by uczynić go bardziej efektywnym i opłacalnym [2].

Wykorzystanie biomasy do produkcji biogazu stanowi zatem atrakcyjny sposób na uzyskanie energii odnawialnej. W Polsce istnieje znaczny potencjał techniczny produkcji biogazu wynoszący ok. 34 PJ, w tym największy jest udział biogazu rolniczego (15,2 PJ) [4].

Zasadniczym celem tej pracy było opracowanie optymalnych warunków prowadzenia procesu wytwarzania wysokometanowego biogazu z biomasy i odpadów biodegradowalnych o wybranym składzie surowców.

Materialy i metody

W badaniach zastosowano jako substrat kiszonki kukurydzy lub wysłódków buraczanych oraz frakcję glicerynową (produkt uboczny w produkcji biodiesla) i serwatkę. Inokulum stanowił osad przefermentowany pochodzący z ZKF z Grupowej Oczyszczalni Ścieków w Łodzi. Proces prowadzony był w warunkach mezofilnych w systemie *quasi*-ciągłym. Badano objętość wydzielonego biogazu (za pomocą przepływo-

mierza firmy *Ritter*), skład biogazu (przy użyciu analizatora składu gazu GAS DATA). W próbach zawiesiny z fermentora określano wartość pH oraz stężenia suchej masy (*sm*) i suchej masy organicznej (*smo*) (wg PN-75 C-04616/01), w cieczy nadosadowej badano stężenie lotnych kwasów organicznych (metodą destylacji z parą wodną za pomocą zestawu BÜCHI B-324; wg PN-75 C-04616) oraz zasadowość (wg PN-90 C-04-540/02).

Badania prowadzono w bioreaktorze mieszadłowym o objętości roboczej 25 dm³. Reaktor wykonany był ze stali nierdzewnej z płaszczem grzejnym. Temperaturę 37°C utrzymywano za pomocą termostatu elektrycznego. Mieszanina substratów o określonym stosunku wagowym była dozowana do bioreaktora raz na dobę po uprzednim odebraniu takiej samej objętości mieszaniny z bioreaktora.

W eksperymencie 1 przeprowadzono proces współfermentacji trzech substratów: kiszonki kukurydzy, serwatki i frakcji glicerynowej. Pierwszego dnia dodawano mieszaninę wszystkich trzech składników w określonym stosunku wagowym, a w kolejnych dwóch dniach dodawano tylko frakcję glicerynową. Taki 3-dniowy cykl był powtarzany do momentu uzyskania stabilnych warunków (wartości mierzonych parametrów nie różniły się o więcej niż 10%). W eksperymencie 2 zamiast kiszonki kukurydzy wykorzystano wysłódkę buraczaną, a sposób prowadzenia procesu był identyczny jak w eksperymencie 1.

Warunki operacyjne dla procesów 1 i 2 przedstawiono w tabeli 1.

Tablica 1
Warunki eksperymentów i średnie wartości wybranych parametrów

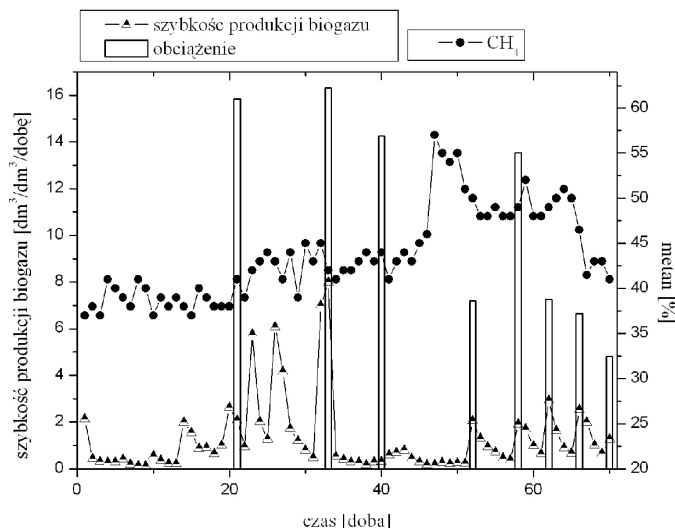
	Eksperyment 1	Eksperyment 2
Czas hydraulicznej retencji [d]	25	25
Czas trwania eksperymentu [d]	1–93	1–76
Szybkość produkcji biogazu [dm ³ /dm ³ /d]*	1,82	2,2
Metan [%]*	61	52

*średnie wartości

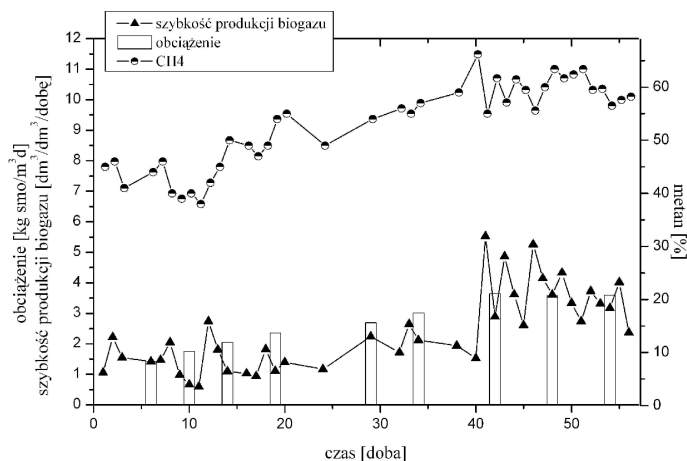
Wyniki badań

Przeprowadzono dwa eksperymenty mające na celu optymalizację składu surowców do produkcji wysokometanowego biogazu.

W eksperymencie 1 obciążenie bioreaktora wynosiło początkowo 16,3 kg smo/m³d i było stopniowo zmniejszane tak, aby



Rys. 1. Szybkość produkcji biogazu i zawartość metanu przy różnych obciążeniach bioreaktora w eksperymencie 1

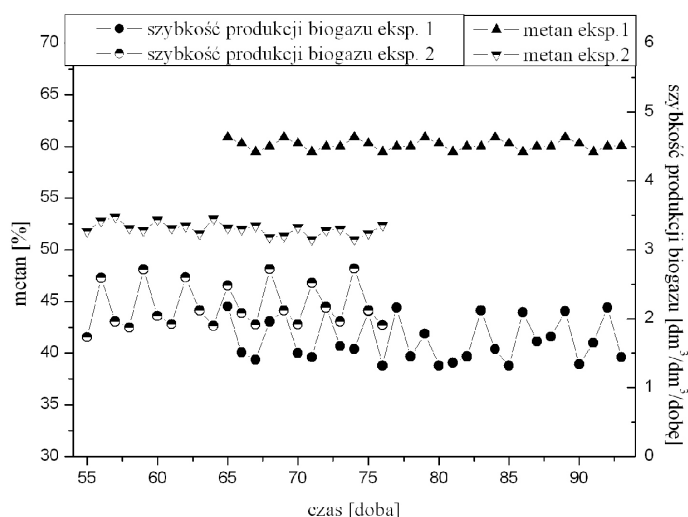


Rys. 2. Szybkość produkcji biogazu i zawartość metanu przy różnych obciążeniach bioreaktora w eksperymencie 2

znaleźć optymalną wartość w ustabilizowanych warunkach, rys. 1. Szybkość produkcji biogazu na początku procesu utrzymywała się w zakresie $0,7\text{--}1,9\text{ dm}^3/\text{dm}^3/\text{dobę}$, a zawartość metanu w biogazie nie przekraczała 50%.

W przeciwieństwie do eksperymentu 1, w eksperymencie 2 początkowe obciążenie bioreaktora wynosiło $1,43\text{ kg smo}/\text{m}^3\text{d}$ i było zwiększane do momentu uzyskania stanu ustalonego, rys. 2. Początkowo szybkość produkcji biogazu wahała się w granicach $0,98\text{--}2,50\text{ dm}^3/\text{dm}^3/\text{dobę}$, a zawartość metanu podobnie jak w eksperymencie 1 nie przekraczała 50%.

W stanie ustalonym (od 65 i 55 dnia odpowiednio w eksperymencie 1 i 2) uzyskano znacznie lepsze rezultaty. W obu eksperymentach zawartość metanu wzrosła i średnio wynosiła 61% w eksperymencie 1 i 52% w eksperymencie 2. Szyb-



Rys. 3 Szybkość produkcji biogazu i zawartość metanu w eksperymencie 1 i 2 w stanie ustalonym

kość produkcji biogazu utrzymywała się na poziomie $1,56\text{--}2,16\text{ dm}^3/\text{dm}^3/\text{dobę}$ i $1,87\text{--}2,73\text{ dm}^3/\text{dm}^3/\text{dobę}$ odpowiednio w eksperymencie 1 i 2, rys. 3. W obu eksperymentach można zaobserwować podobną tendencję. Co trzeci dzień, kiedy mieszanina wszystkich substratów była dodawana do bioreaktora szybkość produkcji biogazu była znacznie większa w porównaniu z dwoma dniami, kiedy tylko frakcja glicerynowa była jedynym substratem.

Wnioski

W eksperymencie współfermentacji kiszonki kukurydzy, serwatki i frakcji glicerynowej optymalizacja składu surowców poprawiła zawartość metanu w biogazie o ok. 20%, z średnio 40% do 62%. Uzyskano również znacznie większą szybkość produkcji biogazu, która w warunkach ustalonych wynosiła $1,82\text{ dm}^3/\text{dm}^3/\text{d}$. W eksperymencie 2 optymalizacja składu surowców (wysłodki buraczane, serwatka i frakcja glicerynowa) przyniosła podobne rezultaty. W tym przypadku szybkość produkcji biogazu wzrosła znacznie, osiągając w warunkach ustalonych średnią wartość $2,2\text{ dm}^3/\text{dm}^3/\text{d}$; natomiast zawartość metanu ustabilizowała się na poziomie 50%.

Praca naukowa finansowana przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego w ramach projektu badawczego Nr PBZ-MNiSW-1/3/2006.

LITERATURA

1. Commission proposes an integrated energy and climate change package to cut emissions for the 21st Century, (IP/07/29).
2. S. Ledakowicz, L. Krzystek: *Biotechnologia* 3 (70) 165 (2005).
3. B. Schink: *Water Sci. Technol.*, 45 (10), 1 (2002).
4. A. Oniszk-Poptawska, M. Owsik, G. Wiśniewski: *Produkcja i wykorzystanie biogazu rolniczego*, Gdańsk-Warszawa, 2003.