

EWA STELMACH
LILIANA KRZYSZEK
JACEK STELMACH
STANISŁAW LEDAKOWICZ

Wydział Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska, Politechnika Łódzka, Łódź

Anaerobowa degradacja organicznej frakcji stałych odpadów komunalnych

Wprowadzenie

Każdego dnia w miastach powstają duże ilości odpadów zawierających znaczne ilości substancji organicznych. Wykorzystanie materiałowych i energetycznych wartości odpadów oraz ich, bezpieczna z punktu widzenia ochrony środowiska, eliminacja jest obecnie najpoważniejszym zadaniem nowoczesnej gospodarki odpadowej. Zrównoważone zagospodarowanie stałych odpadów komunalnych, a w szczególności ich frakcji organicznej (sięgającej już ok. 40–50% ogólnej masy stałych odpadów komunalnych) wymusza coraz pilniejsze poszukiwanie i wdrażanie metod ich unieszkodliwiania. Stąd też, w nowoczesnej gospodarce odpadowej obserwuje się wzrost zainteresowania metodami mechaniczno-biologicznymi (kompostowanie, fermentacja metanowa lub ich kombinacje). Wykorzystanie fermentacji metanowej do przekształcenia energii zawartej w odpadach w użyteczne paliwo (biogaz), które może być gromadzone i transportowane, stanowi nie tylko ważny element ochrony środowiska, ale i kierunek rozwoju technologii ich utylizacji.

Zasadniczym celem tej pracy było opracowanie wysokowydajnego procesu wytwarzania wysokometanowego biogazu z organicznej frakcji stałych odpadów z gospodarstw domowych.

Materiały i metodyka badań

Doświadczenia procesu fermentacji metanowej prowadzono w bioreaktorze zbiornikowym o objętości roboczej 30 dm³, wyposażonym w dwa mieszadła turbinowe z pochylonymi łopatkami.

Inokulum stanowił osad przefermentowany pochodzący z ZKF z Grupy Oczyszczalni Ścieków w Łodzi. Proces prowadzony był w warunkach mezofilnych w systemie *quasi*-ciągłym. Temperaturę 37±0,5°C utrzymywano za pomocą termostatu elektrycznego. Do bioreaktora raz na dobę (po uprzednim odebraniu takiej samej objętości zawiesiny) dodawano rozdrobnioną (3–5 mm) organiczną frakcję odpadów organicznych o modelowym składzie zbliżonym do składu morfologicznego odpadów dla miasta Łodzi [1, 2].

Badano objętość wydzielonego biogazu (za pomocą przepływomierza firmy Ritter typ TG01/05), skład biogazu (przy użyciu analizatora składu gazu LMS 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, natomiast w cieczy nadosadowej badano stężenie lotnych kwasów tłuszczowych (LKT – metodą destylacji z parą wodną za pomocą zestawu BÜCHI B-324; wg PN-75

C-04616), Chemiczne Zapotrzebowanie na Tlen (ChZT – metodą dwuchromianową) [3].

Doświadczenia przeprowadzono dla czterech różnych hydraulicznych czasów retencji (HRT): 6, 10, 15 oraz 20 dni przy stałej dawce dobowej odpadów wynoszącej 100 g. Wartości mierzonych parametrów w stanie ustalonym nie różniły się o więcej niż 10%.

Wyniki badań

W tabelicy 1 przedstawiono uzyskane wyniki badań podczas przeprowadzonych procesów beztlenowej degradacji organicznej frakcji odpadów stałych z gospodarstw domowych. W procesie prowadzonym dla najkrótszego hydraulicznego czasu retencji (6 dni) stwierdzono bardzo niski stopień degradacji suchej masy organicznej oraz ChZT wynoszący 27,8% dla smo i 17,4% dla ChZT, co wskazuje na wymywanie dużej części biomasy. Szybkość produkcji biogazu była także niska i wynosiła 0,041 dm³/dm³/dobę, a zawartość metanu jedynie 13,2%. W procesie tym różnica stężeń lotnych kwasów tłuszczowych w bioreaktorze przed i po dodaniu odpadów kształtowało się na poziomie 1000 mg CH₃COOH/dm³, świadcząc o niskiej aktywności biomasy drobnoustrojów.

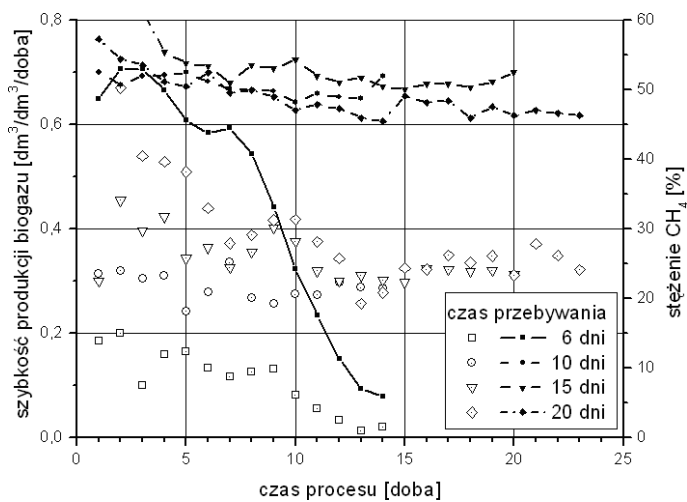
Tablica 1
Wpływ HRT na stopień degradacji smo, ChZT, szybkość produkcji biogazu i zawartość metanu (stan ustalony)

HRT [doba]	Degradacja		Szybkość produkcji biogazu [dm ³ /dm ³ /dobę]	Wydajność biogazu [dm ³ /kg smo dodanej]	Zawartość metanu [%]
	smo [%]	ChZT [%]			
6	27,8	17,4	0,041	61,4	13,2
10	58,9	90,6	0,284	435,8	49,5
15	49,8	87,0	0,320	539,0	51,2
20	69,5	89,6	0,340	546,1	46,8

Wysoką konwersję odpadów organicznych w biogaz stwierdzono dla dłuższych hydraulicznych czasów retencji wynoszących 15 i 20 dni. Wydajność biogazu wynosiła ok. 540 dm³/kg smo dodanej, a zawartość biogazu – ok. 50%. Są to wartości zbliżone do tych które otrzymali Purcell i Stentford [4] w procesie fermentacji metanowej organicznej frakcji stałych odpadów z supermarketów – 538 dm³/kg smo dodanej dla podobnych warunków procesowych. Z kolei, Bouallagui i wsp. [5] uzyskali wydajność biogazu ok. 650–700 dm³/kg smo dodanej i ok. 70% redukcję smo, podczas degradacji odpadów owoców i warzyw, a Peres i wsp. [6] podczas degradacji organicznej frakcji odpadów komunalnych uzyskali 58%

degradację smo i wydajność biogazu 340-370 dm³/kg smo dodanej (HRT 20 dni).

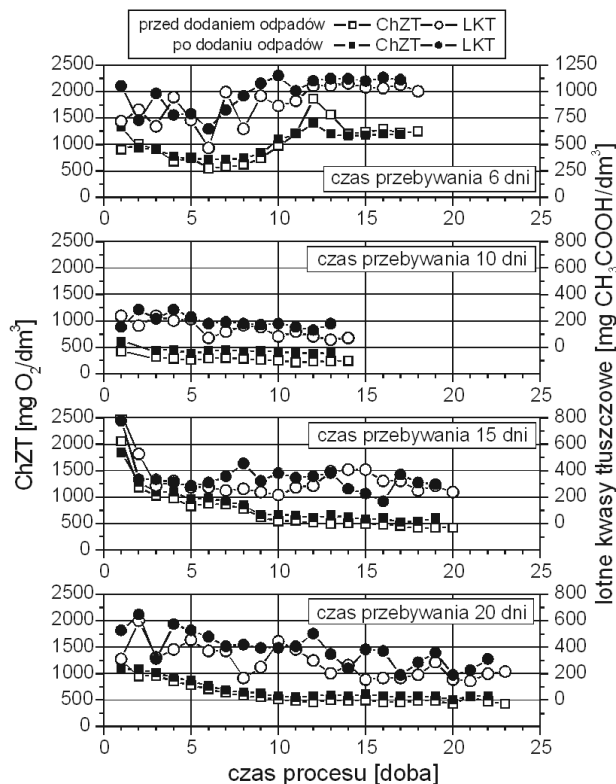
Zmiany wydajności biogazu i zawartości metanu w czasie prowadzonych procesów przedstawia rys. 1. Natomiast na rys. 2 zilustrowano zmiany w czasie ChZT oraz poziomu lotnych kwasów tłuszczowych w reaktorze dla różnych HRT. Jak widać z rys. 2 dla krótkiego czasu retencji (6 dni) praktycznie nie następuje redukcja zanieczyszczeń. Wartości ChZT przed i po dodaniu odpadów do reaktora prawie się nie różnią. Wydłużenie hydraulicznego czasu retencji do 15–20 dni spowodowało, że substancje organiczne wprowadzane do reaktora były przetwarzane w coraz większym stopniu, o czym świadczą różnice poziomów ChZT oraz lotnych kwasów tłuszczowych przed i po dodaniu odpadów do reaktora oraz wzrost wydajności biogazu i zawartości metanu (Rys. 1).



Rys. 1. Zmiany wydajności biogazu oraz zawartości metanu w czasie

Wnioski

W wyniku przeprowadzonych procesów fermentacji metabolicznej organicznej frakcji odpadów komunalnych stwierdzono, że najwyższy stopień konwersji substancji organicznych uzyskano dla hydraulicznego czasu retencji ok. 15–20 dni. Wydajność biogazu wynosiła ok. 540 dm³/kg smo dodanej, natomiast zawartość metanu wynosiła ok. 50%.



Rys. 2. Zmiany ChZT i lotnych kwasów tłuszczowych w czasie

LITERATURA

1. L. Krzystek, S. Ledakowicz, H-J. Kahle, K. Kaczorek: J. Biotechnology, 92 nr 2, 103 (2001).
2. S. Ledakowicz, K. Kaczorek: Waste Management & Research, 22, 149 (2004).
3. APHA-AWWA-WPCF: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 18th ed. American Public Health Association, Washington, D.C. USA (1992).
4. B. Purcell, E. I. Stentiford: Organic Recovery and Biological Treatment Journal, 01–06 (2001).
5. H. Bouallagui, R. Ben Cheikh, L. Marouani, M. Hamdi: Bioresource Technology 86, 85 (2003).
6. C.S. Peres, C.R. Sanchez, C. Matumoto, W Schmidell: Water Science and Technology, 25, 7, 285 (1992).

Praca została wykonana w ramach grantu PBZ nr R14 017 01 finansowanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego.