

mgr inż. Agnieszka Żak

Ocena efektywności współfermentacji w układzie dwustopniowym z wykorzystaniem zmodyfikowanego modelu ADM1

Zwiększające się zużycie paliw kopalnych powiązane ze wzrostem zapotrzebowania na energię elektryczną wpływa negatywnie na środowisko naturalne. W tej sytuacji poszukiwanie alternatywnych źródeł energii jest wymagane – nie tylko z ekonomicznego, ale także ze środowiskowego punktu widzenia. Biogaz powstały w wyniku rozkładu beztlenowego biomasy w połączeniu z innymi technologiami może pomóc w częściowym zastąpieniu energii pochodzącej z paliw kopalnych i w ten sposób zmniejszyć ich wpływ na środowisko poprzez wprowadzenie czystych i rozproszonych paliw z energii odnawialnej. Instalacje biogazowe ze względu na swoją charakterystykę wpisują się w zasady zrównoważonego rozwoju. Powstający biogaz może zostać wykorzystany zarówno do produkcji energii elektrycznej w skojarzeniu z ciepłem bądź po oczyszczeniu do czystego metanu wprowadzony bezpośrednio do sieci gazowej.

Głównym celem niniejszej rozprawy doktorskiej było poszerzenie wiedzy z zakresu prowadzenia procesów beztlenowych w układach dwustopniowych zasilanych mieszaninami wielosubstratowymi, w szczególności zaproponowanie autorskiego sposobu dozowania substratów do komór fermentacji, mającego na celu stabilizację parametrów ich pracy oraz zwiększenie produkcji biogazu. Przeprowadzone badania miały na celu wyjaśnienie, w jaki sposób substraty o różnych parametrach kinetycznych etapu hydrolizy wpływają na proces rozkładu beztlenowego mieszanin wielosubstratowych. Proponowane rozwiązanie polegało na stopniowym przekierowaniu jednego lub dwóch substratów bezpośrednio do komory fermentacji metanogennej. Badaniom poddano następujące materiały wsadowe – kiszonkę kukurydzy, wysłodki buraczane, odpady owocowo-warzywne oraz serwatkę. Badania przeprowadzono z wykorzystaniem zmodyfikowanego przez autorkę pracy modelu ADM1, po uprzedniej kalibracji parametrów dla każdego z materiałów wsadowych. Badania symulacyjne współfermentacji mieszanin dwu- i trójskładnikowych obejmowały tradycyjny sposób dozowania substratów oraz stopniowe przekierowywanie jednego lub dwóch kosubstratów bezpośrednio do komory fermentacji metanogennej; stopień przekierowania przyjęto na

poziomie 20%, 40%, 60%, 80% oraz 100% strumienia danego substratu. Symulacje dotyczyły mieszanin o różnej proporcji substratów, tj. 3:1, 1:1 oraz 1:3, wyznaczonych na podstawie produkcji biogazu uzyskiwanej z każdego z nich. W celach porównawczych wykonano symulacje komputerowe uwzględniające przekierowanie materiału zarówno o wyższej, jak i niższej kinetyce etapu hydrolizy. Analiza wpływu przekierowania substratów bezpośrednio do komory fermentacji metanogennej dotyczyła przede wszystkim odpadów owocowo-warzywnych oraz serwatki, jednak wykonano również badania uwzględniające przekierowanie materiałów o dłuższych wymaganych czasach hydraulicznego zatrzymania.

Pierwsza część pracy poświęcona jest przeglądowi literatury stanowiącemu wprowadzenie do wykonywanych w dalszych etapach pracy badań laboratoryjnych oraz symulacyjnych. Opisano w niej podstawy prowadzenia procesu rozkładu beztlenowego ze szczególnym uwzględnieniem metod zwiększenia produkcji biogazu, tj. prowadzenia procesu w układach dwustopniowych, współfermentacji oraz obróbki wstępnej materiałów wsadowych. Przedstawiono także podstawowe zagadnienia związane z wykonywaniem symulacji komputerowych przy użyciu modelu ADM1 dla instalacji biogazowych.

W części badawczej pracy zaprezentowano wyniki analiz laboratoryjnych oraz badań symulacyjnych współfermentacji mieszanin dwu- i trójskładnikowych w układzie dwustopniowym. Przedstawiono wyniki badań laboratoryjnych materiałów wsadowych dotyczące ich charakterystyki oraz potencjału biogazowego. Wyznaczono indywidualne stałe hydrolizy dla każdego z substratów oraz przeprowadzono symulacje testów uzysku biogazu z wykorzystaniem zmodyfikowanego modelu ADM1. W drugiej części wykonano badania symulacyjne rozkładu beztlenowego mieszanin dwu- i trójskładnikowych przy zastosowaniu tradycyjnego i autorskiego sposobu dozowania substratów, porównując produkcję biogazu oraz parametry procesowe wewnątrz komór fermentacji I i II stopnia. Wykorzystany w tym celu model matematyczny uwzględniał wprowadzenie dodatkowych frakcji wolno- i szybko rozkładalnych dla węglowodanów, białek i tłuszczu, indywidualnie dla każdego z materiałów wsadowych.

Na podstawie wykonanych serii badań symulacyjnych uwzględniających stopniowe przekierowywanie jednego bądź dwóch materiałów wsadowych do komory metanogennej określono, iż przy odpowiednim doborze substratów istnieje możliwość zwiększenia efektywności produkcji biogazu poprzez modyfikację sposobu ich dozowania do komór fermentacyjnych. Przy zastosowaniu materiałów wsadowych o różnych parametrach kinetycznych etapu hydrolizy, skierowanie substratu o niższym wymaganym czasie

hydraulicznego zatrzymania bezpośrednio do komory fermentacji metanogennej pozwala na intensyfikację produkcji biogazu oraz poprawę parametrów procesowych wewnątrz komór. Jak wykazały badania, przy zastosowaniu mieszanin o zbliżonej charakterystyce parametrów kinetycznych etapu hydrolizy wykorzystanie tradycyjnego sposobu dozowania zapewnia najwyższe zyski energetyczne. Jednak przy zastosowaniu krótkich czasów zatrzymania wdrożenie autorskiego sposobu dozowania w instalacji biogazowej może okazać się niezbędne w celu stabilizacji procesu i uniknięcia jego inhibicji.

Najkorzystniejszy wpływ autorskiego sposobu dozowania odnotowano w przypadku mieszaniny kiszonki kukurydzy z serwatką, zapewniającej produkcję biogazu w stosunku 3:1 (75% produkcji biogazu z kiszonki kukurydzy, 25% produkcji biogazu z serwatki), w tym wariantcie substratowym przekierowanie 100% serwatki bezpośrednio do komory fermentacji metanogennej pozwoliło na zwiększenie produkcji biogazu o 5,97% przy czasie zatrzymania 35 d oraz o 5,82% przy czasie zatrzymania 50 d.