

STRESZCZENIE

Wykorzystanie odpadów lignocelulozowych do produkcji paliw staje się priorytetem w krajach UE. Wysłodki buraczane, produkt uboczny przemysłu cukrowniczego, stanowią tani odnawialny odpad powstający podczas produkcji cukru, która w Polsce rocznie wynosi około 1,95 mln ton. Powoduje to konieczność zagospodarowania około 3,27 mln ton wysłodków. Alternatywą dla tradycyjnego – paszowego wykorzystania wysłodków, umożliwiającą utylizację znacznych ilości tego odpadu, jest konwersja ich do biogazu i produkcja energii.

Celem pracy była intensyfikacja procesu fermentacji metanowej wysłodków buraczanych poprzez zastosowanie wstępnej hydrolizy termiczno-enzymatycznej lignocelulozy tego substratu. Materiałem wykorzystywanym w badaniach były wysłodki świeże oraz kiszone. W pierwszym etapie badań oceniano wpływ kiszzenia i czasu jego trwania na wydajność okresowej fermentacji metanowej. Ilość biogazu uzyskana z wysłodków świeżych wynosiła 513,49 L/kg s.m.o., natomiast z wysłodków kiszonych od 529,10 do 672,83 L/kg s.m.o. Wykazano, że wysłodki kiszone łatwiej ulegają rozkładowi w warunkach beztlenowych w porównaniu z wysłodkami świeżymi, a wydłużenie czasu kiszzenia z 2 do 9 miesięcy powoduje wzrost wydajności biogazu podczas fermentacji o 27 %. Kolejnym etapem doświadczeń była ocena wpływu wstępnego rozdrobnienia badanych substratów na wydajność okresowej fermentacji metanowej. Ustalono, że rozdrobnienie mechaniczne wysłodków powoduje wzrost wydajności biogazu z 1 kg s.m.o. wysłodków świeżych i kiszonych odpowiednio o 20,2 % i o 25,5 %. W prowadzonych badaniach określano warunki hydrolizy termicznej oraz ich wpływ na rodzaj i ilość powstających produktów z rozkładu biomasy (celulozy, hemicelulozy, pektyn, lignin). Wysłodki świeże poddano wstępnej obróbce metodą Liquid Hot Water w zakresie temperatur od 120 do 200°C. Najwyższe stężenie uwolnionej glukozy (3,2881 mg/ml) odnotowano w temperaturze 160°C i było ono 4-krotnie wyższe niż w temperaturze 120°C. Natomiast najwyższe stężenie kwasów fenolowych i aldehydów (1,614 mg/ml) uwolnione zostało w wyniku działania temperatury 200°C. Wykazano, że wydajność biogazu w okresowej fermentacji wysłodków świeżych po wstępnej hydrolizie LHW ściśle zależy od stosowanej temperatury. Najwyższą w tej metodzie wydajność - 738,9 L/kg s.m.o. uzyskano dla próby poddanej hydrolizie w temperaturze 160°C, była ona wyższa o 49,3 % w porównaniu z wysłodkami nie poddanymi wstępnej obróbce LHW. Kolejnym etapem badań było ustalenie wpływu wybranych preparatów enzymatycznych na ilość uwolnionych cukrów redukujących z wysłodków

buraczanych. Wykazano, że fundamentalną rolę w przekształceniu badanych substratów odgrywają enzymy pektynolityczne. Najlepsze efekty hydrolizy enzymatycznej uzyskano z wykorzystaniem preparatu charakteryzującym się aktywnościami: celulozową, ksylanolityczną i pektynolityczną. Następnym etapem pracy była ocena wpływu wstępnej obróbki mechanicznej, LHW w 130°C oraz ciśnieniowo-termicznej na efektywność hydrolizy enzymatycznej. Wykazano, że wstępne przygotowanie wysłodków poprzez rozluźnienie kompleksu lignocelulozowego pozwala na znaczne, nawet 12-krotne zwiększenie ilości uwolnionych cukrów redukujących w wyniku działania preparatu enzymatycznego. Kolejnym etapem doświadczeń była ocena wpływu metod wstępnej hydrolizy wysłodków buraczanych na wydajność procesu okresowej fermentacji metanowej. Wykazano, że wstępna hydroliza enzymatyczna powoduje wzrost wydajności biogazu uzyskanej z 1 kg s.m.o. zmielonych wysłodków świeżych i kiszonych odpowiednio o 50,2 % i 47,2 % w odniesieniu do substratów fermentowanych bezpośrednio. Połączenie wstępnej obróbki ciśnieniowo-termicznej z hydrolizą enzymatyczną pozwoliło na zwiększenie wydajności biogazu uzyskanej z 1 kg s.m.o. wysłodków świeżych i kiszonych odpowiednio o 75,0 i 65,1 %. Natomiast najwyższą wydajność biogazu (946,20 i 952,46 L/kg s.m.o.) uzyskano z wysłodków świeżych i kiszonych poddanych wstępnej hydrolizie LHW w 130°C oraz hydrolizie enzymatycznej i była ona wyższa odpowiednio o 84,3 % i 80,0 % w porównaniu z wysłodkami fermentowanymi bezpośrednio. Ostatnim etapem pracy było przeprowadzenie półciągłej fermentacji metanowej zmielonych wysłodków poddanych wstępnej hydrolizie termiczno-enzymatycznej. Uzyskane wyniki były potwierdzeniem wstępnych badań okresowej fermentacji metanowej. Zastosowanie wstępnej hydrolizy termiczno-enzymatycznej spowodowało wzrost wydajności biogazu uzyskanej z 1 kg s.m.o. wysłodków świeżych i kiszonych średnio odpowiednio o 77,5 i 55,4 % w odniesieniu do wysłodków fermentowanych bezpośrednio.

W przeprowadzonych badaniach wykazano że hydroliza termiczno-enzymatyczna odpadów lignocelulozowych jakimi są wysłodki buraczane, powoduje wyraźną intensyfikację procesu fermentacji beztlenowej. Naruszenie trwałej struktury kompleksu lignocelulozowego, uwolnienie cukrów prostych, a także kwasów korzystnie wpływa na przebieg i wydajność procesu fermentacji beztlenowej.