

Streszczenie rozprawy doktorskiej

mgr inż. Agnieszka Graczyk-Pawlak

„WYDAJNOŚĆ BIOGAZOWNI ROLNICZYCH W ZALEŻNOŚCI OD PARAMETRÓW FIZYCZNYCH I CHEMICZNYCH SUBSTRATÓW WYSOKOENERGETYCZNYCH”

Celem pracy było określenie na drodze wnioskowania empirycznego wpływu wybranych parametrów analitycznych, takich jak zawartość suchej masy organicznej, jednostkowy uzysk biogazu i stężenie metanu, charakteryzujących wybrane substraty wysokoenergetyczne na możliwość zwiększenia wydajności produkcji biogazu. Ocenie podlegała również energetyczność biogazu wynikająca z zawartości metanu jak i w przeliczeniu na ilość teoretyczną energii zawartej w substratach.

W celu przeprowadzenia zaplanowanego eksperymentu metodą dynamicznego dokarmiania mieszaniny fermentacyjnej zaprojektowano elementy stanowiska badawczego w termostатовanym układzie eudiometrycznym z butlami fermentacyjnymi zaopatrzonymi w króćce umożliwiające podawanie porcji substratów bez rozszczelniania aparatu pomiarowego. Dodatkowym elementem stanowiska badawczego były przepływowe mierniki objętości biogazu pozwalające w sposób ciągły zbierać dane pomiarowe. Materiałem badawczym były wybrane substraty wysokoenergetyczne płynne i stałe w trzech klasach jakościowych: cukrowcowe: melasa i podsuszane wysłodki buraków cukrowych, białkowe: hydrolizat i pasta po produkcji heparyny, tłuszczowe: olej posmażalniczy i osad z odtłuszczenia. Plan badań opierał się na założeniach analizy wieloczynnikowej i wieloparametrycznej dla wybranych zmiennych niezależnych: kategoria i konsystencja substratów oraz masa i częstotliwość dozowania. Zaplanowano i zrealizowano kolejne kroki zmiany czynników doświadczenia, zmierzając do zgromadzenia kompletu danych, będących wynikiem zależności pomiędzy układem parametrów stałych i zmiennych niezależnych, uzyskane dane – zmienne zależne to objętość biogazu, stężenie metanu, temperatura i ciśnienie atmosferyczne,

posłużyły do obliczenia wyników doświadczenia tj. objętości biogazu netto z próbki, jednostkowego uzysku biogazu, jednostkowego uzysku metanu i ilości teoretycznej energii. Ocenie podlegały dynamika procesu fermentacji, czas trwania procesu oraz różnice w objętości biogazu pomiędzy próbami kontrolnymi (mieszanina fermentacyjna dokarmiana mieszanką gnojowicy krów i kiszonki z kukurydzy) a eksperymentalnymi (mieszanina fermentacyjna dokarmiana porcjami wybranych substratów wysokoenergetycznych).

Pomiary obejmujące objętość biogazu i stężenie metanu pozyskiwanego w czasie fermentacji badanych substratów były prowadzone w cyklach tygodniowych z randomizacją podawania próbek. W ciągu kolejnych dni zmieniano odpowiednio porcję (10g 1x 24h) mieszaniny dokarmiającej na porcje substratów wysokoenergetycznych w następujących dawkach: 2,5g 1x na 24h; 1,25 4x na 24h; 2,5 2x na 24h.

Ocena wpływu wybranych parametrów technologicznych i zmiennych niezależnych na zmienne zależne została przeprowadzona po dokonaniu analizy statystycznej określającej poziom istotności i korelację pomiędzy uzyskanymi wynikami. Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała, że wybrane do badań kategorie substratów w wysoce istotny sposób wpływają na uzysk biogazu oraz na stężenie metanu w biogazie. Konsystencja badanych substratów miała wyraźny wpływ na wydajność, nie miała istotnego wpływu na zawartość metanu w biogazie. Jak pokazują zebrane wartości sposób dozowania badanych substratów rozpatrywany w doświadczeniu pozostawał bez istotnego wpływu na uzyskane wyniki oceny biogazodochodowości.

Najbardziej wyrównanym i stabilnym przyrostem objętości biogazu charakteryzowały się badane substraty tłuszczowe: olej posmażalniczy i osad z odtłuszczenia. Również dla tych substratów odnotowano najwyższe wartości wydajności produkcji biogazu netto w zakresie 0,28-0,38 Nl h^{-1} dla masy łącznej 5g na dobę, z równoczesnym średnim stężeniem metanu odpowiednio 64,1-66,5%.

Substraty białkowe o najwyższym odnotowanym stężeniu metanu w zakresie 67,8-70,4% wykazywały średnio zmienną dynamiką wydajności. Substrat białkowy stały pasta charakteryzował się stabilnym przyrostem objętości, o szczytach w zakresie 0,15-0,25 Nl h^{-1} . Natomiast substrat białkowy płynny (Bp) – hydrolizat

przedstawiony na rysunku 23, charakteryzował się zmiennym przyrostem objętości, o szczytach w zakresie 0,12-0,24 NI h⁻¹ z przewagą 0,21NI h⁻¹.

W celu dokonania oceny problemu badawczego jakim było określenie wpływu skojarzenia wybranych czynników na uzyskanie chwilowego wzrostu wydajności biogazu przy jednoczesnym utrzymaniu dalszej stabilności pracy instalacji wykonano testy w skali półtechnicznej. Testowane przedstawionych zależności przeprowadzono na przykładzie:

stabilnej mieszaniny fermentacyjnej o masie 70litrów dokarmiano jednorazowo porcją pasty białkowej 490g 1x 24h z przesunięciem o 3,5 godziny do przodu w celu uzyskania wzrostu wydajności od godziny 8.00, następnie melasy 245g 2x 24h w odstępach 4,5 godziny. Dla zamiennie zastosowanej porcji testowej uzyskano wyniki netto wynoszące 416,9 NI kg śm⁻¹ o średniej zawartości 61,4% CH₄. Porównanie wartości kontrolnych i doświadczalnych wskazuje, że uzyskano ośmiokrotnie więcej energii teoretycznej po zamianie porcji dokarmiającej.

Przedstawione wyniki oceny uzyskanych parametrów fermentacji substratów wysokoenergetycznych potwierdzone testem w skali półtechnicznej pozwalają zapewnić oczekiwany dynamiczny i krótkotrwały wzrost wydajności produkcji biogazu w szczytach energetycznych zależny od masy porcji i częstości dozowania substratów wysokoenergetycznych.