

Wpływ źródła inokulum i obróbki wstępnej na produkcję biowodoru w procesie fermentacji kwaśnej

M. Domińska*, K. Paździor, R. Ślęzak, S. Ledakowicz

*Politechnika Łódzka, Wydział Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska,
ul. Wólczańska 213, 93–005, Łódź, *e-mail: marlena.dominska@dokt.p.lodz.pl*

Wstęp

Wodór jest uważany za czyste paliwo, które ma wyższą wartość opałową w porównaniu z paliwami węglowymi. Produkcję biowodoru z odpadów kuchennych w procesie fermentacji kwaśnej uważa się za obiecującą technologię do komercjalizacji, ponieważ zarówno otrzymywane jest czyste paliwo, jak również stanowi to sposób na zrównoważoną gospodarkę odpadami. Proces ten jednak wymaga dalszych badań, w celu zwiększenia wydajności produkcji biowodoru [Ślęzak i in., 2020:3767–3777; Mahata i in., 2020:113047].

Stosowanie mieszanej mikroflory jest preferowane ze względu na szersze spektrum możliwych substratów i większą wydajność konwersji substratu w porównaniu do czystych kultur. Jednak mieszane kultury powinny być najpierw poddane wstępnej obróbce w celu wyselekcjonowania bakterii wytwarzających wodór oraz zahamowania rozwoju konsumentów wodoru. W literaturze przedmiotu można spotkać się z informacjami, że wiele spośród szczepów przetrwalnikujących konsumentów przeżywa obróbkę

wstępną, podczas gdy niektóre niemające takiej zdolności szczepy producentów H_2 są hamowane. Dlatego też w niniejszych badaniach sprawdzone zostały różne temperatury obróbki wstępnej inokulum [Cheng i in., 2022:127045].

Materiały i metody

W opisywanych doświadczeniach porównano wydajność produkcji biowodoru uzyskaną po zastosowaniu inokulum z dwóch różnych źródeł: osad przefermentowany pobrany z Grupowej Oczyszczalni Ścieków w Łodzi (GOŚ w Łodzi) oraz osad z beztlenowego oczyszczania ścieków przemysłu mleczarskiego.

Dodatkowo zbadano wpływ wstępnej obróbki termicznej inokulum w różnych temperaturach na ilość produkowanego biowodoru podczas fermentacji kwaśnej. Proces wstępnej obróbki termicznej inokulum przeprowadzono w temperaturach: 70, 90 oraz 121°C. Sprawdzone również wariant, w którym osad z beztlenowego oczyszczania ścieków przemysłu mleczarskiego został poddany wstępnej obróbce termicznej w 70°C. Następnie osad zagęszczono dwukrotnie poprzez odwirowanie osadu. Kolejnym krokiem było odlanie cieczy nadosadowej w ilości połowy objętości próby. Wariant ten został sprawdzony, ponieważ sucha masa osadu z przemysłu mleczarskiego była o połowę mniejsza, niż osadu z GOŚ w Łodzi.

Proces fermentacji ciemnej prowadzony był w warunkach mezofilnych (37°C), w trybie okresowym. Jako substrat wykorzystano selektywnie zebrane, a następnie rozdrobione odpady żywnościowe pochodzące z gospodarstw domowych, składające się głównie z odpadów roślinnych. Nie było w nich odpadów pochodzenia zwierzęcego.

Dyskusja wyników

Wyniki wykonanych badań pokazują, że w próbach kontrolnych (z wykorzystaniem inokulum niepoddanego obróbce termicznej), w których wykorzystany został osad z GOŚ w Łodzi, produkowany był wodór oraz niewielkie ilości metanu. W próbach kontrolnych z osadem z przemysłu mleczarskiego nie występowała produkcja gazu. Gdy inokulum z GOŚ w Łodzi zostało poddane wstępnej obróbce termicznej w 121°C w gazie fermentacyjnym, metan nie występował lub występował w śladowych ilościach. Zawartość wodoru w produkowanym gazie znacznie zmalała, w porównaniu z seriami kontrolnymi. Natomiast gdy osad z przemysłu mleczarskiego poddano obróbce termicznej w 121°C nie zaobserwowano produkcji gazu.

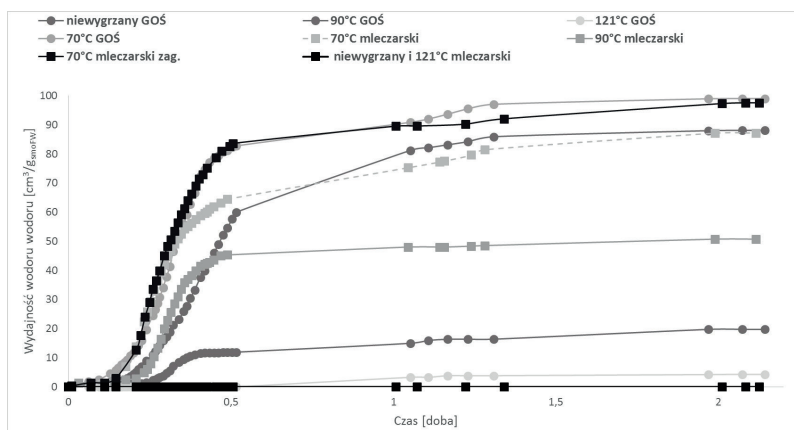
W przypadku inokulum poddanego wstępnej obróbce termicznej w 70°C oraz 90°C, zaobserwowano zwiększenie ilości produkowanego gazu fermentacyjnego, w porównaniu z próbami kontrolnymi. Zwiększyła się również zawartość wodoru w badanym gazie. Udział procentowy wodoru w gazie fermentacyjnym wzrastał szybciej w tych próbach, niż w próbach kontrolnych.

W procesie, w którym wykorzystany został osad przefermentowany z GOŚ w Łodzi, ilość wyprodukowanego gazu fermentacyjnego była zbliżona dla prób, w których zastosowano inokulum poddane wstępnej obróbce termicznej w 70°C (277 cm^3 na gram suchej masy organicznej odpadów kuchennych [$\text{cm}^3/\text{g}_{\text{smoFW}}$]) oraz 90°C ($273 \text{ cm}^3/\text{g}_{\text{smoFW}}$). Zawartość wodoru w czasie największej produkcji gazu fermentacyjnego dla prób, w których zastosowano inokulum poddane wstępnej obróbce termicznej wynosiła 45% dla 70°C i 44% dla 90°C. Pozostałą część wyprodukowanego

gazu fermentacyjnego stanowił głównie: CO_2 , śladowe ilości O_2 oraz N_2 . Łączna ilość wyprodukowanego wodoru była różna – $99 \text{ cm}^3/\text{g}_{\text{smoFW}}$ dla 70°C oraz $88 \text{ cm}^3/\text{g}_{\text{smoFW}}$ dla 90°C

Wnioski

Na podstawie otrzymanych wyników można wnioskować, że najkorzystniejsze dla produkcji wodoru jest przeprowadzenie wstępnej obróbki termicznej inokulum w 70°C . Dodatkowo większą ilość wodoru można uzyskać stosując jako inokulum osad przefermentowany, pobrany z Grupowej Oczyszczalni Ścieków w Łodzi, niż niezagęszczony osad z beztlenowego oczyszczania ścieków przemysłu mleczarskiego. Jednak po zagęszczeniu osadu z przemysłu mleczarskiego, a przy tym wyrównaniu suchej masy obu osadów, ilość wyprodukowanego wodoru była porównywalna dla obu osadów.



Rys. 1. Wykres kumulacyjny produkcji wodoru

Źródło: opracowanie własne.

Prezentowane wyniki uzyskano w ramach realizacji projektu nr 2021/43/B/ST8/00298 finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki.

Bibliografia

Cheng D., Ngo H.H., Guo W., Chang S.W., Nguyen D.D., Deng L., Chen Z., Ye Y., Bui X.T., Hoang N.B., (2022), *Advanced strategies for enhancing dark fermentative biohydrogen production from biowaste towards sustainable environment*, "Bioresource Technology", vol. 351, s. 127045.

Mahata C., Ray S., Das D., (2020), *Optimization of dark fermentative hydrogen production from organic wastes using acidogenic mixed consortia*, "Energy Conversion and Management", vol. 219, s. 113047.

Ślęzak R., Grzelak J., Krzystek L., Ledakowicz S., (2020), *Production of volatile fatty acids and H₂ for different ratio of inoculum to kitchen waste*, "Environmental technology", vol. 41, s. 3767–3777.