

Energetyczny potencjał odpadów z mleczarni: wartość biometanu wytworzona z odpadów organicznych pochodzących z przemysłu mleczarskiego

Kacper Świechowski

Katedra Biogospodarki Stosowanej, Wydział Przyrodniczo-Technologiczny, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Kontakt e-mail: kacper.swiechowski@upwr.edu.pl

W dobie globalnych wyzwań klimatycznych oraz potrzeby dekarbonizacji gospodarki, szczególnie istotne staje się poszukiwanie alternatywnych, odnawialnych źródeł energii. Jednym z kierunków badań, który łączy potencjał ekologiczny z efektywnością ekonomiczną, jest produkcja biometanu z odpadów organicznych pochodzących z przemysłu spożywczego, w tym z zakładów mleczarskich [1]. Produkcja mleka i jego przetwarzanie wymaga energii i generują spore ilości odpadów organicznych, takich jak niezagospodarowana technologicznie serwatka, ścieki poprodukcyjne czy osady ściekowe z oczyszczalni ścieków. Dotychczasowe metody utylizacji odpadów organicznych związanych z przemysłem mleczarskim, często wiążą się z wysokimi kosztami i negatywnym wpływem na środowisko. Odpady organiczne są jednak cennym źródłem biomasy, którą można wykorzystać w procesie fermentacji metanowej do produkcji biometanu – gazu o właściwościach energetycznych zbliżonych do gazu ziemnego [3] i nawozu organicznego (pofermentu). Wykorzystanie odpadów, jako substratu do fermentacji metanowej, wpisuje się w ideę gospodarki o obiegu zamkniętym, minimalizując ilość powstających odpadów, zwiększając efektywność wykorzystania zasobów [4] i całkowicie zamieniając odpady w wartościowe produkty.

W obliczu rosnących wyzwań związanych z ochroną środowiska oraz potrzebą dekarbonizacji gospodarki, analiza możliwości wykorzystania odpadów mleczarskich do produkcji biometanu stanowi istotny krok w kierunku bardziej efektywnego i ekologicznego zarządzania zasobami [2]. Celem przeprowadzonych badań była ocena przydatności wybranych odpadów mleczarskich do produkcji biometanu w procesie fermentacji metanowej. Prace wykonano w ramach projektu "Sieć badawcza uczelni przyrodniczych na rzecz rozwoju polskiego sektora mleczarskiego". Badania objęły analizę właściwości składu substratów, pomiar wydajności fermentacji metanowej i analizę potencjału energetycznego wyprodukowanego biometanu.

W badaniach przeanalizowano trzy rodzaje odpadów serwatki (pochodzącą z produkcji twarogów), osad nadmierny z podczyszczalni ścieków mleczarskich oraz ścieki poprodukcyjne niezawierające serwatki. Jako inokulum startujące proces fermentacji metanowej zastosowano poferment z biogazowni rolniczej oraz z instalacji przetwarzającej komunalne osady ściekowe. Badania przeprowadzono w warunkach mezofilowych (37°C), z wykorzystaniem zautomatyzowanego systemu AMPTS II.

Wyniki badań wykazały, że odpady mleczarskie posiadają zróżnicowany potencjał produkcji biometanu. Najwyższą wartość specyficznej produkcji biometanu (SMP) uzyskano dla serwatki, następnie dla osadu ściekowego nadmiernego i ścieków poprodukcyjnych niezawierających serwatki. Wartości SMP wyniosły odpowiednio 277,9, 277,0 i 112,0 m³×Mg_{vs}⁻¹.

Natomiast po uwzględnieniu zawartości suchej masy i wody w analizowanych odpadach, okazało się że najwięcej biometanu można wyprodukować z osadu ściekowego nadmiernego 25,7 m³×Mg_{wet}⁻¹, następnie z serwatki 14,1 m³×Mg_{wet}⁻¹ i najmniej z ścieków poprodukcyjnych niezawierających serwatki 0,07 m³×Mg_{wet}⁻¹.

W celu praktycznego wykorzystania uzyskanych wyników, wyznaczono potencjał produkcji energii elektrycznej i ciepła z poszczególnych odpadów znajdujących się w stanie naturalnym. Wartość opałowa metanu wynosi 35,8 MJ×m_{CH₄}⁻³, a sprawność produkcji energii elektrycznej i ciepła w silniku kogeneracyjnym wynosi około 35% i 45%. W rezultacie ilość energii elektrycznej możliwej do wyprodukowania z 1 Mg mokrego substratu wynosi 89,39 kWh dla osadu nadmiernego, 49,15 kWh dla serwatki i 0,24 kWh dla ścieków poprodukcyjnych. Natomiast ilość możliwego do wyprodukowania ciepła wynosi odpowiednio 413,76, 227,5 i 1,12 MJ. Przy cenie rynkowej energii elektrycznej i ciepła wynoszących odpowiednio 1,15 PLN×kWh⁻¹ i 0,06 PLN×MJ⁻¹, łączna wartość wyprodukowanej energii brutto z 1 Mg mokrego substratu wynosi od 0,35 do 127,63 PLN. Największą ilość energii, a tym samym największy potencjalny zysk można uzyskać z przetworzenia osadu nadmiernego, 127,63 PLN×Mg_{wet}⁻¹. W wyniku przetworzenia serwatki wyprodukowana wartość energii wyniesie 70,18 PLN×Mg_{wet}⁻¹, a w przypadku ścieków poprodukcyjnych niezawierających serwatki 0,35 PLN×Mg_{wet}⁻¹.

Przeprowadzone badania potwierdzają zasadność wdrażania technologii fermentacji metanowej w zakładach przetwórstwa mleczarskiego. Zarówno serwatka, jak i osady ściekowe wykazują wysoki potencjał do produkcji biometanu i mogą być skutecznie wykorzystane jako substraty. Biometan wytwarzany lokalnie z odpadów mleczarskich może stać się nie tylko narzędziem poprawy efektywności energetycznej zakładów, ale także elementem lokalnej transformacji energetycznej. Natomiast należy mieć na uwadze, że przeprowadzone badania i uzyskane wyniki odnoszą się do skali laboratoryjnej, a realny uzysk biometanu będzie zależał od zastosowanej technologii i parametrów technologicznych.

Bibliografia

Hublin, A. ; Schneider, D.R.; Dżodan, J. Utilization of biogas produced by anaerobic digestion of agro-industrial waste: Energy, economic and environmental effects. Waste Management & Research. 2014, 32, 7.

Kumar Awasthi, M.; Paul, A.; Kumar, V.; Sar, T.; Kumar, D.; Sarsaiya, S.; Liu, H.; Zhang, Z.; Binod, P.; Sindhu, R.; et al. Recent Trends and Developments on Integrated Biochemical Conversion Process for Valorization of Dairy Waste to Value Added Bioproducts: A Review. Bioresour Technol 2022, 344, 12619.

Mohanakumar, A.; Dhenge, R.V.; Shankar, A.; Anandhu, T.S. Value Addition of Dairy Processing Industrial Waste In book: Wealth out of Food Processing Waste. 1st Edition, 2024, CRC Press, ISBN 9781003269199.

Sar, T.; Harirchi, S.; Ramezani, M.; Bulkan, G.; Akbas, M.Y.; Pandey, A.; Taherzadeh, M.J. Potential Utilization of Dairy Industries By-Products and Wastes through Microbial Processes: A Critical Review. Science of The Total Environment 2022, 810, 152253,

