

Jednym z ostatnich trendów w fermentacji metanowej (FM) jest dodawanie różnych materiałów węglowych (MW), takich jak biowęgiel, hydrochar i węgiel aktywny, do różnych substratów fermentacji metanowej, w tym do odpadów żywności. Ilość wytwarzanych odpadów żywności (OŻ) wykazuje roczny wykładniczy wzrost, stając się jednym z głównych globalnych problemów środowiskowych. Jednym ze sposobów rozwiązania tego problemu jest FM. Istnieje nisza badawcza, w której można określić rzeczywisty charakter mechanizmu wpływu MW na produkcję biometanu oraz udział każdej z właściwości w tym mikrobiologicznym mechanizmie.

Celem naukowym projektu jest odkrycie prawdziwej natury mechanizmu wpływu materiałów węglowych na produkcję biometanu oraz możliwości modyfikacji właściwości MW w celu uzyskania jak największego uzysku biometanu.

Postawiono następujące hipotezy:

- MW o większej pojemności buforowej (PB) stabilizują warunki korzystne dla mikroorganizmów metanogennych
- MW o największej pojemności sorpcyjnej (PS) złagodzą działanie toksycznych produktów ubocznych rozkładu beztlenowego i wpłyną na dostępność biodegradowalnych związków organicznych dla mikroorganizmów
- MW o najwyższej przewodności elektrycznej (PE) wzmocnią bezpośredni międzygatunkowy transfer elektronów.
- MW o niższym potencjale zeta (PZ) zwiększą zagęszczanie metanogenów w roztworze i wyeliminują inne grupy mikroorganizmów.
- Możliwe jest po raz pierwszy opracowanie ilościowego i jakościowego modelu opisującego mikrobiologiczny mechanizm wpływu MW na fermentację beztlenową, pozwalającego na intencjonalną modyfikację właściwości MW w celu optymalizacji fermentacji beztlenowej.

Ogólny plan badań można podzielić na 4 główne zadania robocze:

- Zadanie robocze 1. Produkcja i charakterystyka materiałów węglowych - gdzie biowęgiel, hydrochar i węgiel aktywny będą produkowane ze słomy pszenicznej w wyniku obróbki termochemicznej. Wytworzone MW będą analizowane w szerokim zakresie właściwości fizycznych i chemicznych.
- Zadanie robocze 2. Produkcja biometanu z glukozy (czystego związku będącego prekursorem octanów) przy zastosowaniu różnych materiałów węglowych, w reaktorach okresowych oraz przepływowych z dodatkiem wyprodukowanych w ZR1 MW. Określony zostanie potencjał biometanu i kinetyka jego wytwarzania. Wykonana zostanie charakterystyka substratów i pozostałości pofermentacyjnej w szerokim zakresie parametrów fizycznych, chemicznych, mikrobiologicznych i genetycznych.
- Zadanie robocze 3. Analiza mechanizmu zwiększania produkcji biometanu materiałami węglowymi - gdzie w celu określenia, które z konkretnych właściwości MW zwiększających produkcję biometanu oraz zbudowania modelu matematycznego tych zależności, zaawansowana zostanie ocena statystyczna, z wykorzystaniem sieci neuronowych i systemów rozmytych. Dodatkowo zaawansowane analizy multiomiczne zostaną wykorzystane do identyfikacji mikrobiologicznego mechanizmu wpływu MW na fermentację metanową.
- Zadanie robocze 4. Optymalizacja procesu fermentacji beztlenowej poprzez zastosowanie materiałów węglowych - gdzie ostatecznie sprawdzona zostanie możliwość optymalizacji produkcji biometanu poprzez zastosowanie celowo zmodyfikowanych MW zarówno w reaktorach okresowych, jak i przepływowych w skali laboratoryjnej z wykorzystaniem OŻ. Zrealizowany zostanie ten sam zakres analiz, co w ZR 1 i 2 oraz te same testy, co w ZR 3.

Innowacyjność badań polega na systemowym podejściu do wskazania mechanizmu wpływu MW na produkcję biometanu, wskazaniu najważniejszych właściwości zwiększających efektywność FM, a wreszcie na zastosowaniu celowej modyfikacji wybranych właściwości MW i jej zastosowaniu do intensyfikacji FM odpadów żywności. Według naszej wiedzy nikt nie przeprowadził takiego eksperymentu, dlatego uzyskana zostanie nowa wiedza. Dodatkowo oczekuje się, że zbadana zostanie możliwość celowej modyfikacji MW w celu zwiększenia uzysku i kinetyki biometanu, co może mieć znaczenie dla optymalizacji biogazowni i wdrażania podejścia gospodarki o obiegu zamkniętym.