

Energia zawsze pozostawała elementem koniecznym do szybkiego rozwoju społecznego, a wraz z rozwojem nowoczesnej cywilizacji poziom jej zużycia dramatycznie wzrasta. Ponad 80% obecnie wytwarzanej energii pochodzi z paliw kopalnych, które posiadają wiele użytecznych właściwości, co uczyniło je popularnymi w ostatnim stuleciu. Ich zasoby są jednak ograniczone i szybko zużywane. Dodatkowo koszt uzyskania energii z tradycyjnych źródeł wzrasta w sposób trudny do przewidzenia. Dlatego też poszukuje się nowych technologii otrzymywania energii. Odpowiedzią na powyższe problemy jest wykorzystanie odnawialnych źródeł energii, takich jak biomasa, energia Słońca, wody, wiatru, czy energii geotermalnej. Jednak niezależnie od źródła pochodzenia, energia musi dotrzeć do użytkownika poprzez wydajny nośnik, który może być wykorzystany w szerokiej gamie zastosowań. Uważa się, że szczególnie korzystnym nośnikiem energii i "paliwem przyszłości" może być wodór. Wodór jest czystym, wydajnym paliwem i jest powszechnie uznawany jako potencjalny substytut paliw kopalnych. Posiada on najwyższą energię spalania spośród znanych paliw, a jedynym "popiołem" jest woda. Niestety, przemysłowe otrzymywanie wodoru jest obecnie oparte w 98% właśnie na paliwach kopalnych.

Spośród wielu metod generowania wodoru, atrakcyjną alternatywą wydaje się być wodór wytwarzany przez mikroorganizmy. Biologiczne procesy produkcji wodoru, w przeciwieństwie do ich chemicznych i elektrochemicznych odpowiedników, prowadzone są w środowisku wodnym w temperaturze otoczenia i przy ciśnieniu atmosferycznym. Wiele procesów biologicznych jest w stanie wykorzystywać energię słoneczną do produkcji wodoru. Ponadto możliwe jest wykorzystanie szerokiego zakresu substancji organicznych, w tym biomasy odpadowej. Procesy te spełniają więc podwójną funkcję – przetwarzania odpadów z jednoczesną produkcją energii. Problemem jest jednak opracowanie procesu opłacalnego i możliwego do wdrożenia w dużej skali. Dlatego obecnie wysiłki koncentrują się na budowie nowych bioreaktorów, w których namnożone bakterie mogłyby produkować wodór. Nie bez znaczenia jest także możliwość integracji procesów biologicznego wytwarzania wodoru poprzez wykorzystanie kilku metod jednocześnie w celu lepszego wykorzystania substratu i zwiększenia wydajności produkcji wodoru.

Ciemna fermentacja pozwala na wykorzystanie szerokiego zakresu substancji organicznych, w tym złożonej biomasy, jak ścieki i odpady, do wytwarzania wodoru oraz kwasów organicznych jako produktów ubocznych. Dlatego też maksymalna teoretyczna wydajność produkcji H_2 w tym procesie wynosi tylko 4 mole $H_2/mol_{glukozy}$. Natomiast fotofermentacja prowadzona przez purpurowe bakterie beziarkowe pozwala wykorzystać produkty uboczne ciemnej fermentacji (głównie kwas masłowy i octowy) do produkcji dodatkowych ilości wodoru, dzięki wykorzystaniu energii słonecznej. Połączenie tych dwóch procesów pozwoliłoby osiągać wydajności wynoszące 12 mol $H_2/mol_{glukozy}$.

Celem przedstawionego projektu jest opracowanie i zbadanie nowego ciągłego trybu produkcji biowodoru polegającego na sprzężeniu procesów ciemnej fermentacji i fotofermentacji z wykorzystaniem złożonych substratów (celuloza) tak, aby w pełni wykorzystać komplementarne zdolności mikroorganizmów prowadzących te procesy. Niniejszy projekt zakłada konstrukcję i wykonanie badań podstawowych w nowym zintegrowanym bioreaktorze podzielonym na komory ciemnej i jasnej fermentacji z wykorzystaniem materiałów porowatych. W zaprojektowanym systemie hybrydowym lotne kwasy tłuszczowe, produkty ciemnej fermentacji, będą dyfundować przez membranę, a następnie będą wykorzystywane przez bakterie fotofermentujące, co doprowadzi do ich całkowitej redukcji do wodoru i dwutlenku węgla z jednoczesną produkcją biomasy. Dodatkowym aspektem będzie zbadanie w/w procesów z zastosowaniem mieszanych konsorcjów bakteryjnych. Istotnym celem będzie poznanie dynamiki kultur mikroorganizmów związanej ze zmianami ich składu w trakcie wielotygodniowych procesów ciągłych. Zakłada się, że skład mikroorganizmów będzie dostosowywał się do zmian warunków w bioreaktorze. Kluczowe dla procesu generowania wodoru jest określenie w jaki sposób zmiany składu bakterii wpłyną na wydajność produkcji metabolitów gazowych. Eksperymenty wykonywane w ramach projektu pozwolą na określenie optymalnych wartości parametrów procesu (hydrauliczny czas retencji - HRT, obciążenie substratem organicznym - OLR, pH, rodzaj i stężenie źródła azotu) oraz dostarczą informacji na temat kinetyki i stabilności produkcji wodoru w systemach ciągłych.