

M.Sc. Eng. Waheed Razaq

Zastosowanie wysokociśnieniowego procesu termochemicznego do recyklingu odpadów organicznych

Zwiększona produkcja odpadów spowodowała konieczność poszukiwania nowego kontekstu i optymalizacji wcześniej znanych procesów w strategii zarządzania odpadami. Celem badawczym rozprawy jest zaproponowanie skutecznej konwersji termicznej i biologicznego przetwarzania odpadów żywnościowych (FW) w celu zarządzania fosforem, lotnymi kwasami tłuszczowymi (VAF), biomasą drożdży i źródłami energii, koncentrując się na odzyskiwaniu z FW poprzez wysokociśnieniowe procesy termochemiczne (HPTP), w szczególności hydrotermalną karbonizację (HTC) i scharakteryzowanie jej produktów końcowych, które obejmują hydrochar (HC) i fazę wodną hydrotermalnej karbonizacji (HTC-AP).

Dokonano przeglądu najnowszego stanu wiedzy w dziedzinie procesu konwersji termicznej, a także zaprojektowano i przeprowadzono badania, w tym optymalizację powiązanych parametrów i analizy w skali laboratoryjnej, umożliwiając przygotowanie koncepcji odpowiedniej obróbki termicznej FW wraz z zaleceniami uwzględniającymi zapewnienie lepszej jakości produktów końcowych, aby pokierować poszukiwaniami i analizami, rzucając światło na transformacyjny potencjał obróbki HTC w rozwiązywaniu globalnych wyzwań związanych z FW przy jednoczesnym wspieraniu zrównoważonych i cyrkulacyjnych rozwiązań.

W niniejszej pracy przedstawiono krytyczne parametry HTC, w tym temperaturę, czas przebywania, stężenie reagentów i jakość produktu. Wyniki eksperymentu w skali laboratoryjnej wykazały: a) HTC przekształcił FW w HTC-AP, który wykazuje najwyższy procent nasyconych kwasów tłuszczowych (SFA), osiągając do 58,5% wag, i P w HC wykazuje najwyższy odzysk (5,64 g-100 g-1), podczas gdy najwyższa wartość P w HTC- AP wynosiła 0,83 g-100 g-1, b) HTC-AP produkowała z większą wydajnością przy wysokich parametrach operacyjnych (340 oC) niż przy niższych (220 oC), uzyskując około 95% w zoptymalizowanych warunkach, c) projekt podejścia eksperymentalnego umożliwił optymalizację HC i HTC-AP. Co więcej, eksperyment w skali laboratoryjnej wykazał, że maksymalna osiągalna wydajność HC i HTC-AP wynosi odpowiednio 19,19% i 89,5%. Aby zweryfikować te przewidywania, przeprowadzono optymalizację z temperaturą i czasem ustawionymi na 220°C i 270 minut. W rezultacie uzyskano HC i HTC-AP odpowiednio na poziomie $18,9 \pm 1,2\%$ i $78,2 \pm 2,2\%$. Wykazano, że wydajność i jakość produktów HTC zależy od parametrów operacyjnych. HTC przekształciła FW w HC z zawartością węgla (>55%), popiołu (<2%) i wyższą wartością opałową (19,2-32,5 MJ/kg).

Dodatkowo, eksperyment w skali laboratoryjnej wykazał związek między składem HTC-AP, kinetyką wzrostu drożdży i produkcją lipidów. Wyniki wykazały: a) HTC-AP stosowany przez *Y lipolytica*,

Y. parophonii i *Y. keelungensis* daje 4,5 g/l suchej biomasy (10-14% tłuszczu), b) *Y. yakushimensis* wykazała najwyższą szybkość wzrostu (wskazaną przez stałą kinetyczną) spośród wszystkich mediów, c) HTC-AP produkowany w temperaturze 260°C służy jako najlepsze źródło tłuszczowych składników odżywczych. Wreszcie, eksperyment na skalę laboratoryjną połączonej HTC i fermentacji beztlenowej (AD) przyczynił się do lepszego zrozumienia waloryzacji FW poprzez HTC i zapewnił wgląd w zrównoważoną produkcję biogazu z FW. Zoptymalizowano warunki HTC w celu wytworzenia różnych wariantów HTC-AP i zbadano wpływ dodatku tlenku tytanu/biocharu do systemu HTC dla HTC-AP potencjał produkcji biometanu. Uzyskane wyniki sugerują, że zastosowanie katalizatora tlenku tytanu/biocharu podczas HTC ma kluczowe znaczenie dla wykorzystania HTC-AP do fermentacji metanowej i produkcji biometanu.