

Odzysk wartościowych produktów z fermentacji odpadów spożywczych poprzez sonokawitację i intensyfikację hydrotermalną: porównanie efektywności, mechanizm regulacyjny i modelowanie (REVAMP)

Odpady spożywcze mogą powstawać w całym łańcuchu dostaw żywności, tj. zaczynając od produkcji, a kończąc na jej podaniu. Marnotrawstwo żywności i gromadzenie odpadów spożywczych stały się globalnym problemem ze względu na ciągły wzrost liczby ludności na świecie. Obecnie cała populacja ludności (7 miliardów) wytwarza rocznie około 1,3 miliarda ton odpadów spożywczych. Szacunkowa ilość odpadów z gospodarstw domowych w Unii Europejskiej i Polsce wynosi rocznie odpowiednio 76 i 54 kg na osobę, podczas gdy produkcja takich odpadów w Chinach jest znacznie niższa i wynosi 16 kg na osobę. Gwałtowny wzrost produkcji odpadów stwarza poważne zagrożenia dla społeczeństwa, powodując m.in. zanieczyszczenie środowiska, zagrożenie dla zdrowia ludności oraz przeciążenie wysypisk. Odpady spożywcze stały się priorytetem zarówno w globalnej, jak i krajowej agendzie politycznej. Znalazło to potwierdzenie w celach zrównoważonego rozwoju ONZ (12 cel - odpowiedzialna konsumpcja i produkcja) oraz planach działania Komisji Europejskiej w zakresie gospodarki o obiegu zamkniętym.

Fermentacja beztlenowa jest jedną z powszechnie stosowanych technologii przetwarzania odpadów spożywczych. Tradycyjnie, jej celem był maksymalny odzysk energii w postaci biogazu, ale podejście to zostało zakwestionowane w odniesieniu do korzyści ekonomicznych i zasad gospodarki zrównoważonej. Zamiast produkcji energii odnawialnej, realnym rozwiązaniem mogłaby być waloryzacja odpadów spożywczych poprzez odzyskiwanie związków o wysokiej wartości dodanej, takich jak kwasy karboksylowe, w procesie kwaśnej fermentacji. Związki te są bardzo ważne z ekonomicznego punktu widzenia, a ich pochodne mają szerokie zastosowanie. Ogólnie kwasy karboksylowe i ich pochodne są istotne ze względu na ich wykorzystanie w produkcji syntetycznych polimerów, farmaceutyków, rozpuszczalników, dodatków do żywności, itp. Przewiduje się, że światowy rynek kwasów karboksylowych będzie rósł rocznie o 5%, osiągając wartość około \$20 miliardów w 2023 roku.

Odpady spożywcze zawierają naturalny błonnik, węglowodany, białka, tłuszcze, witaminy i minerały. Występują w postaci, która jest łatwo biodegradowalna, bogata w składniki odżywcze i nadaje się do powtórnego wykorzystania. Skład odpadów różni się znacznie pomiędzy regionami i poszczególnymi krajami, mającymi własną, unikalną kulturę żywieniową. Na przykład, ryż i pszenica stanowią główne składniki diety chińskiej i przyczyniają się do wysokiej zawartości węglowodanów (22,4–70,2%) oraz wysokiej proporcji węgla do azotu (C/N) (20–35) w odpadach spożywczych. Z kolei w Polsce, udział mięsa i tłuszczu w diecie jest wysoki, co skutkuje wysoką zawartością białka, przy niskiej proporcji C/N (<15), a także wysokim udziale celulozy (> 20%) z uwagi na spożycie owoców i warzyw. Struktura odżywcza (białko, węglowodany, tłuszcze) odpadów spożywczych znacząco wpływa na efektywność fermentacji.

Głównym celem badań w ramach projektu REVAMP jest fermentacja odpadów spożywczych, ukierunkowana na produkty o wysokiej wartości dodanej (kwasy karboksylowe). Porównywana będzie waloryzacja odpadów o różnej charakterystyce przy zastosowaniu dwóch metod obróbki wstępnej, w tym sonokawitacji oraz obróbki hydrotermalnej. Ponadto zbadane zostaną kluczowe produkty uboczne obróbki oraz strategia mikro- napowietrzania pod kątem regulacji mechanizmów fermentacji. Opracowany zostanie model symulacyjny do oceny i optymalizacji pracy zintegrowanego systemu, obejmującego procesy obróbki wstępnej i fermentacji.

Wartości dodane projektu można rozpatrywać w dwóch wymiarach: (1) zastosowane interdyscyplinarne podejście, (2) komplementarna wiedza i umiejętności naukowców z Chin i Polski. Wspólny projekt przyczyni się do głębszego poznania podstaw teoretycznych procesu fermentacji odpadów spożywczych, ukierunkowanego na odzysk cennych produktów.