

Streszczenie rozprawy doktorskiej w języku polskim

Autor: mgr inż. Ewa Górską

Tytuł rozprawy doktorskiej: „Wieloskalowa analiza wpływu parametrów technologicznych procesu ekstrakcji z zastosowaniem naturalnych mieszanin głęboko eutektycznych na właściwości pektyn z wyłoków owocowych”

Rosnące znaczenie technologii zgodnych z zasadami zrównoważonego rozwoju i zielonej chemii sprzyja poszukiwaniu efektywnych metod odzysku cennych składników z biomasy odpadowej. Wyłoki owocowe, powstające w przetwórstwie spożywczym, stanowią bogate źródło związków biologicznie aktywnych, w tym pektyn o szerokim zastosowaniu w przemyśle spożywczym, farmaceutycznym i kosmetycznym. Właściwości funkcjonalne pektyn zależą od ich struktury chemicznej, w tym zawartości kwasu galakturonowego (GalA), stopnia estryfikacji oraz budowy domen strukturalnych. Konwencjonalne metody ekstrakcji pektyn, oparte na hydrolizie kwasowej w podwyższonej temperaturze, wiążą się z istotnymi ograniczeniami środowiskowymi i technologicznymi. Alternatywę stanowią naturalne mieszaniny głęboko eutektyczne (NADES), które mogą pełnić rolę efektywnych i przyjaznych środowisku rozpuszczalników ekstrakcyjnych.

Celem pracy była optymalizacja procesu ekstrakcji pektyn z wyłoków owocowych z wykorzystaniem NADES oraz ocena wpływu parametrów procesowych na właściwości otrzymanych produktów. Badania prowadzono z wykorzystaniem wyłoków z czarnej porzeczki (surowiec modelowy), maliny, truskawki i rokitnika.

Wykonano serię wstępnych ekstrakcji w wodzie, w środowiskach o zróżnicowanym pH i sile jonowej oraz w układach NADES, co umożliwiło dobór mieszaniny opartej na chlorku choline (ChCl) i kwasie cytrynowym (CA) jako najbardziej korzystnych dla tego typu biomasy. Surowe ekstrakty oczyszczano poprzez wytrącanie metanolem i dializę, a następnie poddano analizom spektrofotometrycznym w celu określenia w każdym z nich udziału polisacharydów, w tym też kwasów uronowych oraz polifenoli i białek.

Optymalizację parametrów procesowych przeprowadzono z wykorzystaniem metodologii planowania eksperymentu (DoE) oraz analizy powierzchni odpowiedzi (RSM). Zmienne niezależne obejmowały skład mieszaniny NADES (ChCl, CA) oraz czas procesu ekstrakcji. Na podstawie analizy statystycznej (ANOVA) oraz predykcji korzystającej z RSM w zastosowanym modelu eksperymentalnym I-optimal, wyznaczono parametry optymalne,

które następnie zastosowano do pozostałych badanych surowców. Produkty otrzymane w warunkach optymalnych oczyszczono metodą chromatografii jonowymiennej (IEC), a dominujące frakcje pektynowe scharakteryzowano z wykorzystaniem technik chromatograficznych (LH-20, HPLC-SEC, GC-MS), spektroskopowych (FT-IR, ^1H NMR, ^1H - ^{13}C HSQC NMR) oraz mikroskopowych (SEM).

Frakcje pektynowe, niezależnie od rodzaju biomasy, wykazywały zbliżoną charakterystykę chemiczną, przy zróżnicowanych proporcjach składników cukrowych. Preparaty charakteryzowały się wysokim udziałem GaA oraz obecnością cukrów neutralnych (Gal, Rha, Glc, Xyl), co wpływało na ich organizację strukturalną, głównie na typ łańcuchów bocznych. Analiza LH-20 wskazała na obecność kompleksów polifenolowo-polisacharydowych, tworzących z pektynami formy koniugatów, natomiast HPLC-SEC potwierdziła średnio- i wielkocząsteczkowy charakter tych produktów. Widma FT-IR wskazały na niskometoksyłowy charakter dominujących frakcji, a analizy NMR potwierdziły obecność domen HG i RG-I jako wiodących. Obserwacje SEM wykazały zróżnicowanie morfologii powierzchni pomiędzy surowymi i oczyszczonymi frakcjami.

Zastosowanie warunków optymalnych (ChCl/CA 1,5:2; 4 h) dla wyłoków czarnej porzeczki pozwoliło uzyskać wydajność na poziomie 4,3% (w/w) oraz ilość GaA w łańcuchach polisacharydowych na poziomie około 55%. Dla wyłoków maliny i rokitnika (ChCl/CA 1,5:2; 4 h) oraz truskawki (ChCl/CA 2:1,5; 4 h) uzyskano wydajności odpowiednio 5,6%, 7,75% i 4,33%, przy udziale GaA wynoszącym 64,1%, 77,75% i 54,5%. Oczyszczanie produktów metodą chromatografii jonowymiennej prowadziło do zwiększenia udziału GaA.

Uzyskane wyniki potwierdzają, że zastosowanie NADES stanowi efektywną i środowiskowo przyjazną alternatywę dla konwencjonalnych metod ekstrakcji pektyn, umożliwiając kontrolę właściwości strukturalnych produktów poprzez odpowiedni dobór parametrów procesowych.