

Poznań, dnia 14.02.2023 r.

mgr inż. Adam ANDRZEJEWSKI  
Politechnika Poznańska  
Wydział Technologii Chemicznej

Streszczenie rozprawy doktorskiej

**„Badania i optymalizacja procesu zateżania wodnych roztworów pektyny  
techniką wymuszonej osmozy (FO)”**

Promotor rozprawy doktorskiej: prof. dr hab. inż. Krystyna PROCHASKA

W niniejszej rozprawie doktorskiej zaprezentowano wyniki cyklu badań nad procesem zateżania wodnych roztworów pektyny techniką wymuszonej osmozy (ang. *forward osmosis*, FO) oraz zaproponowano opis matematyczny procesu w oparciu o metody statystyczne planowania eksperymentów, pozwalający na wyznaczenie najlepszych warunków procesowych. Motywacją badań była chęć ograniczenia energochłonności i emisyjności technologii produkcji pektyny, która w głównej mierze wynika z stosowania technik wyparnych do redukcji objętości ekstraktu z wyłoków jabłkowych.

Przedstawiono tło teoretyczne zagadnień związanych z pracą doktorską. Scharakteryzowano pektynę i jej źródła pochodzenia, a także właściwości i obszary zastosowania. Omówiono również technologię produkcji polisacharydu. W dalszej kolejności opisano membranową technikę wymuszonej osmozy (FO), a w szczególności zasadę jej działania, wady i zalety, stosowane membrany, zastosowania przemysłowe oraz zjawiska obniżające wydajność zateżania techniką FO. Część teoretyczną pracy zamyka rozdział dotyczący modelowania matematycznego i optymalizacji procesów.

W celu sprawdzenia przydatności techniki FO przeprowadzono procesy zateżania modelowych roztworów pektyny oraz rzeczywistego ekstraktu z wyłoków jabłkowych z zastosowaniem dwu- lub trójkomorowych modułów membranowych. Analizę zjawiska osadzania cząsteczek pektyny na powierzchni membrany przeprowadzono z zastosowaniem metod mikroskopowych oraz na podstawie pomiarów zwilżalności powierzchni. Natomiast w celu usunięcia warstwy foulingu i przywrócenia pierwotnych właściwości transportowych membrany po procesie zateżania techniką FO zastosowano metodę czyszczenia fizycznego lub metodę wstecznego czyszczenia osmotycznego. Co więcej, w oparciu o plan eksperymentu Boxa-Behnkena zweryfikowano wpływ parametrów na rezultaty procesu, takie jak: natężenie przepływu roztworów, stężenie pektyny w roztworze zasilającym oraz typ, stężenie i objętość roztworu odbierającego. Uzyskane rezultaty posłużyły również

do wyznaczenia modelu matematycznego oraz optymalizacji procesu zatężania roztworu pektyny techniką FO.

W efekcie przeprowadzonych badań potwierdzono możliwość efektywnego zatężenia techniką FO zarówno modelowego roztworu pektyny, jak i rzeczywistego ekstraktu z wyłoków jabłkowych z zastosowaniem modułu płytowo-ramowego o odpowiednio dobranej grubości przestrzeni przymembranowej. Wykazano, że w przypadku zatężania rzeczywistego ekstraktu z wyłoków jabłkowych, konieczna jest uprzednia dwuetapowa obróbka wstępna, składająca się z filtracji sitowej oraz wirowania. Udowodniono skuteczność metody wstecznego czyszczenia osmotycznego w usuwaniu warstwy foulingu i przywracaniu pierwotnych właściwości transportowych membrany po procesie FO. W pracy przeprowadzono nowatorskie badania obrazowania powierzchni membrany FO techniką cyfrowej holograficznej mikroskopii transmisyjnej (DHM), jako metody alternatywnej dla powszechnie stosowanej mikroskopii sił atomowych (AFM).

Przeprowadzono również badania dotyczące wpływu konfiguracji trójkomorowego modułu membranowego na efektywność procesu zatężania pektyny techniką FO. Uzyskane wyniki wskazały na większy potencjał aplikacyjny modułu złożonego z dwóch komór roztworu zasilającego i jednej komory roztworu odbierającego.

Wykazano przydatność opracowania strategii prowadzenia badań w oparciu o metody statystyczne, tj. plan eksperymentu Boxa-Behnkena. Wykazano, że wpływ siły napędowej procesu FO na wydajność separacji maleje wraz ze wzrostem początkowego stężenia pektyny w roztworze odbierającym. W oparciu o zastosowany plan eksperymentu opracowano wielowymiarowy model matematyczny metodą wielorakiej regresji liniowej oraz wyznaczono najlepsze warunki prowadzenia procesu zatężania roztworu pektyny techniką FO. Walidacja modelu pokazała, że wartości symulowane i doświadczalne są zbliżone, zarówno w przypadku zatężania modelowego roztworu pektyny, jak i rzeczywistego ekstraktu z wyłoków jabłkowych zawierającego pektynę.

.....  
data i podpis autora