

BOŻENNA KAWALEC-PIETRENKO
IWONA HOŁOWACZ
KAROLINA KUCHARSKA

Wydział Chemiczny, Politechnika Gdańska, Gdańsk

LIDIA ZANDER
JÓZEF WARECHOWSKI

Wydział Nauki o Żywności, Uniwersytet Warmińsko Mazurski, Olsztyn

Addytywy a efektywność separacji pianowej białek serwatkowych

Wprowadzenie

Separacja pianowa jest metodą rozdzielania składników mieszanin, w których pożądany składnik charakteryzuje się zdolnością ulegania adsorpcji na granicy międzyfazowej gaz–ciecz. Proces separacji pianowej jest łatwy do przeprowadzenia, nie wymaga stosowania ekstremalnych wartości parametrów procesowych [1].

Białka wykazują charakter amfofilowy, zmniejszają napięcie powierzchniowe i międzyfazowe. Ta właśnie właściwość stanowi podstawę techniki separacji pianowej. W procesie separacji pianowej prowadzi się napowietrzanie roztworu. W procesie tym hydrofobowe łańcuchy polipeptydowe zaadsorbowane na powierzchni międzyfazowej gaz – ciecz ustawiają się w głąb pęcherza powietrza, a hydrofilowe łańcuchy boczne zostają skierowane do warstwy wodnej otaczającej pęcherz. Pęcherze powietrza z zaadsorbowanymi cząsteczkami białka przepływają przez całą kolumnę, by nad lustrem cieczy wytworzyć pianę. Stężenie białka w kondensacie piany jest wyższe niż stężenie cieczy w kolumnie.

Celem niniejszej pracy jest zbadanie wpływu parametrów procesowych na wzbogacanie w procesie flotacji oraz zbadanie możliwości poprawy efektywności separacji pianowej białek serwatkowych poprzez zastosowanie substancji zmieniających właściwości fizykochemiczne układu.

Materiały i metody

Roztwór białka serwatkowego poddawano separacji pianowej w kolumnie barbotażowej. Wysokość kolumny wynosi 0,88 m, a średnica wewnętrzna 0,06 m. W dno kolumny wbudowany jest spiek szklany typu G4, przez który wprowadzane jest sprężone powietrze. Przewód doprowadzający wyposażony jest w reduktor ciśnienia, a także aparaturę kontrolną: manometr, rotametr oraz termometr. Piana powstająca nad roztworem odprowadzana jest przewodem wychodzącym ze szczytu kolumny do kondensatora piany bezpośrednio na tarczę mieszadła. Wskutek działania siły odśrodkowej piana odrzucana jest na ścianki naczynia, gdzie pęcherze pękają w wyniku zderzenia ze ściankami zbiornika. Kondensat piany ścieka do naczynia, z którego pobiera się próbki do analizy.

Próbki roztworu z kolumny pobierane są na wysokości 0,04 m nad dnem kolumny. Stężenie białka w roztworze i w kondensacie piany oznaczano metodą *Lowry'ego* [2] stosując spektrofotometr *Hach Lange DR 5000*. Napięcie po-

wierzchniowe roztworów białka wyznaczano za pomocą tensjometru *Krüß K-11*.

Miara efektywności prowadzonego procesu separacji pianowej jest współczynnik wzbogacenia E_0 [1], obliczany jako stosunek stężenia białka w kondensacie piany C_K , do stężenia białka w surówce C_0 :

$$E_0 = \frac{C_K}{C_0} \quad (1)$$

Przebieg flotacji analizowano posługując się chwilowym stopniem wyflotowania R_τ [1]:

$$R_\tau = \frac{C_0 - C_\tau}{C_0} \quad (2)$$

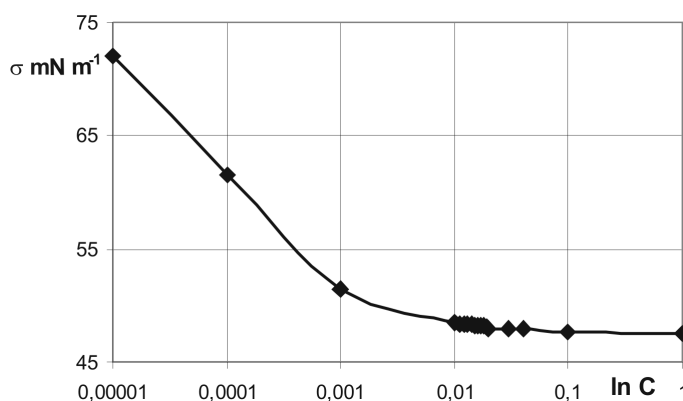
gdzie:

C_τ – stężenie białka w cieczy po czasie flotacji τ , $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$.

Wyniki i dyskusja wyników

Krzywa napięcia powierzchniowego roztworów białek serwatkowych (Rys. 1) oraz fakt, że realizacja procesu separacji pianowej jest wskazana w obszarze, w którym napięcie powierzchniowe jest najniższe, wskazują na to, że początkowe stężenie białka C_0 winno być wyższe niż $0,015 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.

Badania wstępne separacji pianowej przeprowadzono dla prędkości przepływu powietrza w zakresie od $0,0055 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ do $0,0115 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Stwierdzono, że korzystniejsze są niskie prędkości gazu, ponieważ uzyskuje się dla nich wysokie współ-



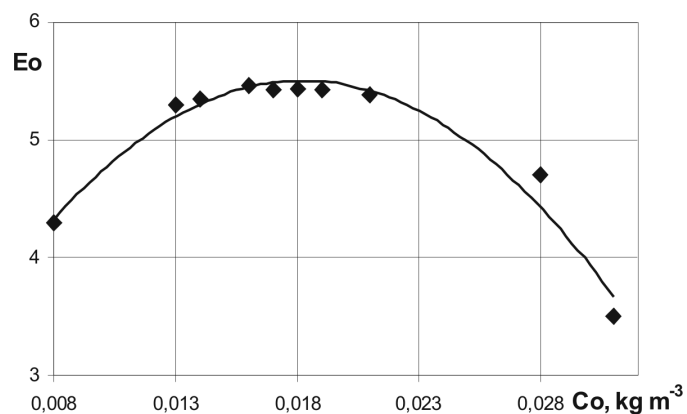
Rys. 1. Zależność napięcia powierzchniowego od stężenia roztworu białka serwatkowego

czynniki wzbogacenia. Wraz ze wzrostem prędkości przepływu powietrza zaobserwowano wyraźny spadek wartości współczynnika wzbogacenia. Przeprowadzone badania umożliwiły wybór korzystnej prędkości przepływu gazu, tj. $0,0055 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, dla której otrzymano współczynnik wzbogacenia równy $E_0 = 4,78$, podczas gdy dla prędkości powietrza $0,0115 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ współczynnik wzbogacenia wynosi zaledwie $E_0 = 1,7$.

Następnie dla prędkości powietrza $u_G = 0,0055 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ przebadano wpływ początkowego stężenia roztworów białek serwatkowych na współczynnik wzbogacenia. Zastosowano dziesięć różnych stężeń początkowych w zakresie od $0,008$ do $0,031 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ (Rys. 2). Najwyższe współczynniki wzbogacenia uzyskano dla stężeń z zakresu $0,016$ – $0,023 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Wydaje się, że

Tablica 1
Wpływ addytywów na stopień wyflotowania R_t białka w czasie flotacji oraz współczynnik wzbogacenia E_0 . $C_0 = 0,018 \text{ g}\cdot\text{dm}^{-3}$, $u_G = 0,0055 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

τ [min]	R_t			
	Roztwór białka bez addytywów	Roztwór białka z Na_2CO_3	Roztwór białka z CMC	Roztwór białka z LSS
1	0,06	0,11	0,17	0,06
2	0,11	0,17	0,28	0,11
4	0,17	0,22	0,33	0,17
6	0,28	0,28	0,39	0,28
8	0,44	0,28	0,44	0,55



Rys. 2. Zależność współczynnika wzbogacenia od stężenia białka serwatkowego w surówce. $u_G = 0,0055 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $\text{pH} = 5,8$

przyczyną szerokiego maksimum na krzywej współczynnika wzbogacenia jest niska wartość napięcia powierzchniowego powyżej stężenia $0,015 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ (Rys. 1). Spadek współczynnika E ze wzrostem stężenia początkowego białka nie wpływa korzystnie na wartość współczynnika wzbogacenia E_0 , ponieważ dla skuteczności flotacji korzystne są stężenia niskie.

Dla stężenia $C_0 = 0,018 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ i prędkości $u_G = 0,0055 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, dla których wstępnie uzyskano najlepsze współczynniki wzbogacenia, zbadano przebieg flotacji białka w czasie napowietrzania z zastosowaniem następujących addytywów: Na_2CO_3 , karboksymetylocelulozy (CMC) i laurylosulfonianu sodowy (LSS). Stosunek masy addytywów do masy białka w roztworze wynosił $0,005$. Wyniki zestawiono w tablicy 2. Dane wskazują, że Na_2CO_3 oraz CMC jako addytywny powodują przyspieszenie flotacji w początkowym jej okresie. Końcowy stopień wyflotowania w przypadku CMC jest podobny do uzyskanego podczas flotacji bez addytywu. Natomiast w przypadku Na_2CO_3 końcowy stopień wyflotowania jest znacznie niższy niż dla czystego roztworu białka. Również współczynnik wzbogacenia jest niższy niż otrzymany w wyniku flotacji roztworu samego białka. Z kolei w przypadku laurylosulfonianu sodowego obserwuje się na początku procesu spowolnienie flotacji białek w porównaniu z flotacją białka z czystego roztworu. Dopiero po około sześciu minutach wyraźnie rośnie stopień wyflotowania, aby osiągnąć wartość końcową wyższą niż dla czystego roztworu białka. Wydaje się, że laurylosulfonian sodowy współzawodniczy skutecznie z białkami w adsorbowaniu się na powierzchni pęcherzy gazu. Zatem zastosowanie laurylosulfonianu sodowego może spowodować podwyższenie zarówno współczynnika wzbogacenia, jak i stopnia wyflotowania.

Podsumowanie

Na efektywność separacji pianowej można wpływać nie tylko poprzez dobór stężeń białka i prędkości przepływu powietrza, ale także poprzez zastosowanie pewnych substancji wspomagających. W niniejszych badaniach spośród wybranych substancji dopuszczonych do stosowania w przemyśle spożywczym, laurylosiarczan sodu pozwolił na pewną poprawę efektywności procesu. Wyjaśnienie dogłębne problemu wymaga jednak dalszych szczegółowych badań.

LITERATURA

1. A. Selecki: Rozdzielanie mieszanin. Metody niekonwencjonalne, Warszawa, WNT, 1972.
2. J. Gniot-Szulżycka: Białka – Metody ilościowego oznaczania, rozdziału i oczyszczania, Toruń, Wyd. Uniwersytetu im. Mikołaja Kopernika, 2005.