

LIDIA ZANDER  
 ZYGMUNT ZANDER  
 JÓZEF WARECHOWSKI

Katedra Inżynierii i Aparatury Procesowej, Wydział Nauki o Żywności, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Olsztyn

# Wpływ składu emulsji na fizyczne właściwości proszku i wydajność mikrokapsułkowania oleju sojowego

## Wprowadzenie

Mikrokapsułkowanie metodą suszenia rozpryskowego należy do najbardziej popularnych metod otrzymywania olejów i tłuszczów w postaci proszków, które mogą być następnie wykorzystywane jako składniki żywności komponowanej [1] oraz dla zamaskowania niepożądanego zapachu składnika, ewentualnie jego ochrony np. przed utlenianiem.

Skład matrycy mikrokapsulek w dużym stopniu decyduje o efektywności zamykania aktywnych składników i właściwościach proszku. Do najczęściej stosowanych składników materiału otoczek mikrokapsulek należą: guma arabska (GA), koncentraty (WPC) lub izolaty białek serwatkowych (WPI) oraz sacharydy i hydrokoloidy [2–4]

Celem niniejszej pracy było określenie wpływu składu emulsji na fizyczne właściwości mikrokapsulek oleju sojowego otrzymywanych metodą suszenia laboratoryjnego.

## Część eksperymentalna

W doświadczeniach w charakterze aktywnego składnika stosowano jadalny olej sojowy. Na materiał otoczki/matrycy mikrokapsulek składały się koncentrat białek serwatkowych (WPC 60), maltodekstryna (MLTD) średniosuczkrzona ( $DE = 18$ ) i guma arabska (GA).

Emulsje sporządzano przez wprowadzenie przy ciągłym mieszaniu oleju do wodnego roztworu składników suchych otoczki. Pierwotną emulsję poddawano dwustopniowej homogenizacji ciśnieniowej (homogenizator *Niro Soavi Panda*) przy ciśnieniu (20/2) MPa. Każdorazowo przygotowywano 10 kg emulsji, którą następnie poddawano suszeniu rozpryskowemu w instalacji z jednopunktowym odbiorem powietrza i proszku przy temperaturach powietrza 160°C na wlocie i 90°C na wylocie. W każdym eksperymencie stosowano różne proporcje składników suchej substancji fazy wodnej zgodnie z planem całkowitego doświadczenia czynnikowego typu  $2^3$  z 3 powtórzeniami w punkcie centralnym [5]. Szczegółowe dane zestawiono w tablicy 1. Udział fazy olejowej w emulsji był stały i wynosił  $\phi = 0,12$  (v/v).

Tablica 1

Skład suchej substancji fazy wodnej emulsji

Zmienna	Zawartość składnika w g/100 g roztworu			
	Dolny poziom $x_i$ „-1”	Punkt centralny $x_i$ „0”	Górny poziom $x_i$ „+1”	
WPC 60	$X_1$	11,4	13,2	15,02
MLTD	$X_2$	18,0	20,4	22,8
GA	$X_3$	0,3	0,4	0,6

W otrzymanym proszku oznaczano: zawartość tłuszczu ogólnego i powierzchniowego (metodą ekstrakcyjną) oraz oceniano właściwości fizyczne – gęstości nasypowe (luźną  $\rho_l$  i ubitą  $625\rho_l$ ), kąt usypu ( $\alpha$ ) i zdolność płynięcia (na podstawie stałej czasowej wysypu proszku  $T$  z bębna *Niro* wg [6]).

## Wyniki i ich analiza

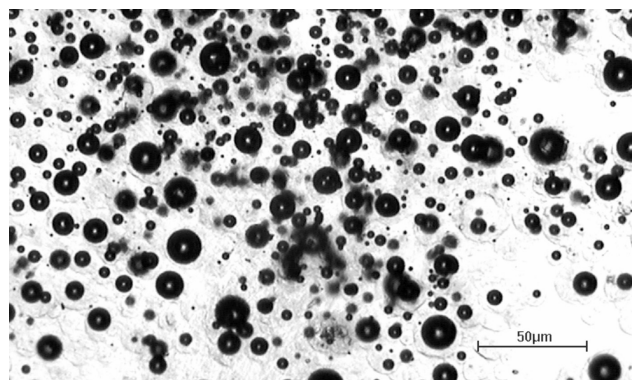
Otrzymane mikrokapsułki miały kulisty kształt i średnicę w przedziale (8–70)  $\mu\text{m}$ , (Rys. 1). Fizyczne właściwości proszków otrzymanych w poszczególnych eksperymentach zestawiono w tablicy 2. Wszystkie wielkości wymienione w tablicy 2 rozpatrywano jako zmienne zależne w eksperymencie czynnikowym. Zastosowany plan doświadczeń upoważniał do wyrażenia zależności między poszczególnymi zmiennymi zależnymi  $y_j$  a czynnikami  $x_{ij}$  (Tabl. 1) za pomocą równania regresji o ogólnej postaci:

$$y_j = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + B_3X_3 + B_{12}X_1X_2 + B_{13}X_1X_3 + B_{23}X_2X_3 \quad (1)$$

gdzie  $X_i$  oznacza standaryzowane wartości zmiennych niezależnych kodowanych wg wzoru:

$$X_i = \frac{x_i - x_0}{\Delta x} \quad (2)$$

Obliczone metodą najmniejszych kwadratów wartości współczynników równania (1) zestawiono w tablicy 3. Wynika stąd, że skład suchej substancji fazy wodnej emulsji nie miał wpływu na gęstość nasypową proszku, podczas gdy pozostałe wielkości w różnym stopniu zależały od udziału poszczególnych składników. Wydajność zamknięcia oleju w mikrokapsułkach była porównywalna z wynikami uzyskiwanymi przez



Rys. 1. Mikroskopowy obraz mikrokapsulek (zawiesina w glicerynie, obiektyw 10 $\times$ )

Fizyczne właściwości mikrokapsulek oleju sojowego

Nr procesu	Zawartość oleju (g/100 g)		Gęstość nasypowa (kg/m <sup>3</sup> )		Zdolność płynięcia	Kąt usypu	Wydajność procesu
	Na powierzchni	Ogółem	Luźna $\rho_l$	Ubita $\rho_t$	$T$ (s)	$\alpha$ (°)	(g/100 g)
1	13,8	32,0	234	507	492,1	54,0	52,0
2	10,4	29,3	248	543	164,8	51,1	60,8
3	9,3	28,9	287	606	148,3	50,4	63,9
4	7,6	28,2	303	629	104,4	50,2	68,2
5	13,3	31,1	262	565	274,0	52,8	53,4
6	7,5	30,1	268	567	77,2	50,0	71,5
7	3,8	29,1	289	616	55,6	45,4	85,1
8	5,7	26,9	223	479	65,0	46,1	76,0
Punkt centralny	6,2	29,2	272	585	73,3	47,6	75,3

Tablica 2

mikrokapsułkowany tłuszcz mlekowy uznawano za proszek o średniej zdolności płynięcia [1].

Wyniki analizy wariancji zmienności poszczególnych cech fizycznych mikrokapsulek z ograniczeniem tylko do istotnych efektów liniowych przedstawiono graficznie na rys. 2.

Wynika stąd, że kluczowym składnikiem decydującym o większości cech fizykochemicznych proszku i wydajności zamykania oleju w ziarnach okazała się maltodekstryna. Zwiększenie jej udziału w preparacie powodowało obniżenie ilości oleju na powierzchni kapsulek, poprawę zdolności płynięcia i wzrost wydajności kapsułkowania oleju, wyrażanej jako udział oleju zamkniętego w kapsułkach w stosunku do ilości oleju wprowadzonego do emulsji.

Świadczą o tym wartości liczbowe współczynników  $B_2$  równania (1). Stosunkowo duży udział pozostającej poza regresją zmienności udziału oleju powierzchniowego i wydajności procesu (Rys. 2) wskazuje na potrzebę kontynuacji doświadczeń i rozbudowania planu badań umożliwiających optymalizację składu i stopnia rozdrobnienia kropeł w emulsji celem uzyskania mikrokapsulek o korzystnych właściwościach fizycznych.

Wnioski

1. Metodą suszenia rozpryskowego emulsji, możliwe jest zamykanie substancji oleistych w postaci proszków przy stosunkowo wysokiej wydajności procesu;
2. Maltodekstryna okazała się najważniejszym składnikiem fazy wodnej emulsji, decydującym o fizycznych właściwościach mikrokapsułkowanego oleju sojowego;
3. Warunkiem uzyskania mikrokapsulek o dobrych cechach fizycznych jest optymalizacja składu suchej substancji fazy wodnej i stopnia dyspersji kropeł oleju w emulsji.

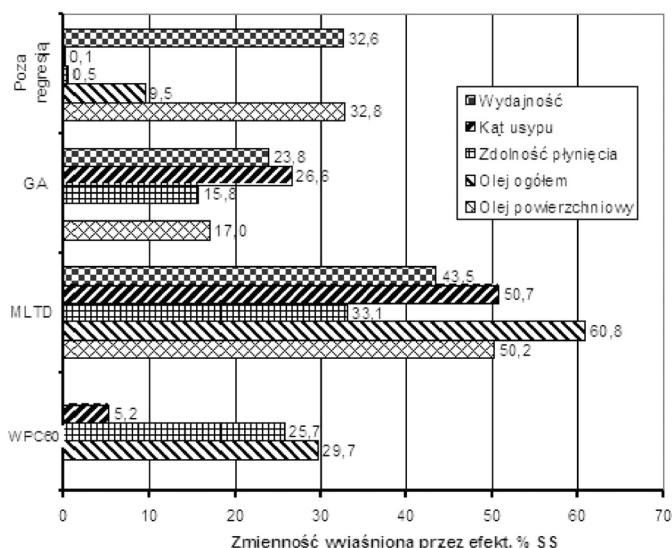
LITERATURA

1. R.P. Konstance, C.I. Onwulata, V.H. Holsinger: J. Food Sci., **60**, nr 4, 841, (1996).
2. M. Rosenberg, T.-Y. Shew: Int. Dairy J., **6**, 273, (1996).
3. McNamee, E.D. O'Riordan, M. O'Sullivan: J. Agric. Food Chem., **49**, 3385, (2001).
4. M. Rosenberg, I.J. Kopelman, Y. Talmon: J. Agric. Food Chem., **38**, 1288, (1990).
5. K. Mańczak: Technika planowania eksperymentu, WTN, Warszawa, 1976.
6. Z. Zander, L. Zander, J. Warechowski: 11<sup>th</sup> Int. CHISA'98 Congr., Prague, Paper 1.68, (1998).
7. M.S. Pauletti, P. Amestoy: J. Food Sci., **64**, nr 2, 279, (1999).

Wpływ składu suchej substancji emulsji na zmienność fizycznych właściwości mikrokapsulek – współczynniki równania (1)

Efekty	Zawartość oleju, g/100g		Gęstość nasypowa, kg/m <sup>3</sup>		Zdolność płynięcia, $T$ (s)	Kąt usypu, $\alpha$ (°)	Wydajność procesu, g/100 g
	Na powierzchni	Ogółem	Luźna $\rho_l$	Ubita $\rho_t$			
$x_0$	8,95	29,45	264,3	564,0	172,7*	50,0*	66,3
$x_1$	-1,13	-0,82*	-3,8	-9,5	-69,8*	-0,64*	2,75
$x_2$	-2,32*	-1,17*	11,3	18,5	-79,3*	-1,99*	6,93*
$x_3$	-1,35*	-0,14	-3,8	-7,3	-54,7*	-1,44*	5,13*
$x_1x_2$	1,19	0,08	-8,8	-19,0	61,2*	0,78*	-3,96
$x_1x_3$	0,15	0,01	-11,3	-24,3	23,0*	0,13*	-0,50
$x_2x_3$	-0,50	-0,13	-15,8	-27,8	21,7*	-0,86*	2,11

\* Gwiazdką oznaczono czynniki statystycznie istotne na poziomie  $p < 0,05$ .



Rys. 2. Udziały ogólnej sumy kwadratów (SS), znoszone przez zmienność poszczególnych składników suchej substancji fazy wodnej emulsji; za 100% przyjęto ogólna sumę kwadratów odchyłań od średniej (SS)

innych autorów [3, 7]. Jednocześnie proszek wymagał dodatku krzemionki celem poprawy zdolności płynięcia. Pomimo to otrzymane proszki oceniano jako trudno płynące, podczas gdy