

*Ewa Ostrowska–Ligeza, Magdalena Wirkowska-Wojdyła, Agata Górską,  
Joanna Bryś*

## WPLYW AGLOMERACJI I PRZECHOWYWANIA NA ZAWARTOŚĆ NIEZBĘDNYCH, NIENASYCONYCH KWASÓW TŁUSZCZOWYCH W PREPARATACH Z MLEKA W PROSZKU

Katedra Chemii, Wydział Nauk o Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego  
w Warszawie

Kierownik Katedry: prof. dr hab. *E. Bialecka-Florjańczyk*

*W pracy określono wpływ aglomeracji i przechowywania na zawartość niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych w preparatach z mleka w proszku. Analizie poddano mieszaninę preparatów z mleka w proszku i dwa aglomeraty uzyskane z w/w mieszaniny. Po sześciomiesięcznym okresie przechowywania dla mieszaniny i aglomeratów zaobserwowano obniżenie zawartości niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych. Proces aglomeracji wpłynął na ochronę stabilności kwasów tłuszczowych podczas przechowywania w analizowanych preparatach z mleka w proszku. Nie stwierdzono wpływu cieczy nawilżającej w procesie aglomeracji na niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe.*

Hasła kluczowe: mleko w proszku, nienasycone kwasy tłuszczowe, jakość tłuszczu.

Key words: milk powder, unsaturated fatty acids, quality of fat.

Wytworzenie żywności w proszku pożądanej przez klienta umożliwia aglomeracja (1). Odpowiednie operacje technologiczne (aglomeracja i/lub powlekanie) pozwalają uzyskać produkty o korzystnych cechach z punktu widzenia jakości żywności, szczególnie stabilności w czasie przetwarzania i przechowywania. Zastosowanie aglomeracji pozwala na zwiększenie ochrony wielu składników, w tym niezbędnych, nienasyconych kwasów tłuszczowych (2). Proszki takie jak modyfikowane mleko w proszku, po zastosowaniu odpowiednich operacji technologicznych charakteryzują się większą rozpuszczalnością, poprawą właściwości mechanicznych i sypkości (3). Zastosowanie aglomeracji i/lub powlekania powoduje wzrost atrakcyjności produktu, zwiększa szybkość jego przygotowania oraz wydłuża jego trwałość. Aby wyeliminować negatywne cechy proszków (np. pylistość) często stosowany jest proces aglomeracji (3). Aglomeracja jest procesem powiększania rozmiarów cząstek stałych poprzez łączenie drobnych cząstek w większe skupiska, w których cząstki je tworzące są nadal rozpoznawalne.

Wśród zmian, jakim podlega przechowywana żywność, zawierająca nawet niewielkie ilości tłuszczu, ważną rolę odgrywa proces jego utleniania. Składnik ten jest nietrwały i łatwo ulega niekorzystnym zmianom fizykochemicznym w trakcie przechowywania, głównie autooksydacji i hydrolizie (4).

Celem pracy było określenie wpływu aglomeracji i przechowywania preparatów z mleka w proszku na profil kwasów tłuszczowych.

## MATERIAŁ I METODY

Do sporządzenia mieszaniny i aglomeratów użyto proszków spożywczych o nazwach handlowych: odtłuszczone mleko w proszku, (Okręgowa Spółdzielnia Mleczarska w Kole), preparaty niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych: n-3 i n-6 (DSM Nutritional Products Sp. z o.o., Mszczonów). Z powyższych proszków sporządzono mieszaninę o następującym składzie: M – mleko odtłuszczone (87%) w proszku; preparaty n-3 (4,5%) i n-6 (8,5%). Mieszaninę M poddano procesowi aglomeracji. Wybrane parametry procesu aglomeracji: ciecz nawilżająca – 20 ml 20% wodnego roztworu maltodekstryny (aglomerat A1) i 20 ml 20% wodnego roztworu białek serwatkowych (aglomerat A2), temperatura powietrza wlotowego – 50°C, nawilżanie z przerwami w czasie 15 min, suszenie aglomeratu – 13 min. (5). Z mieszaniny i aglomeratów został wyekstrahowany tłuszcz, w którym określano skład kwasów tłuszczowych metodą chromatografii gazowej. Wykorzystano kolumnę kapilarną BPX-70 o dł. 60 m, o średnicy  $\varnothing$  wewnętrznej 0,22 mm i grubości filmu 0,25  $\mu\text{m}$ . Warunki rozdziału estrów metylowych: temperatura początkowa 65°C, utrzymywana przez 3 min., następnie przyrost temperatury 10°C/min do 250°C, temperatura końcowa utrzymana przez 10 min. (6).

Mieszanina i aglomeraty były przechowywane przez sześć miesięcy w plastikowych pojemnikach z pokrywkami z tego samego materiału w temperaturze 20 – 22°C. Wilgotność powietrza wynosiła 42 – 45%. Oznaczenia wykonywano w trzech powtórzeniach.

Wyniki opracowano za pomocą komputerowego programu statystycznego Statgraphics Plus. Obliczenia statystyczne przeprowadzono przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ .

## WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

W badanych mieszaninach i aglomeratach oznaczano skład kwasów tłuszczowych. W preparatach z mleka w proszku stwierdzono obecność kwasów tłuszczowych oleinowego (C 18:1c) i linolowego (C 18:2c). W tabeli I przedstawiono udział procentowy kwasów tłuszczowych w badanych preparatach z mleka w proszku (mieszanina i aglomeraty), świeżych i po sześciu miesiącach przechowywania. Szczególnie omówiono te kwasy, które zostały dodane wraz z preparatami n-3 i n-6. Głównymi składnikami preparatu n-3 były kwasy:  $\alpha$ -linolenowy (C18:3 n-3) i dokozaheksaenowy (C22:6 n-3). W preparacie n-6 głównym składnikiem był kwas  $\gamma$ -linolenowy (C 18:3 n-6). Dla prawidłowego rozwoju niemowlęcia niezbędna jest obecność w diecie długołańcuchowych nienasyconych kwasów tłuszczowych:  $\alpha$ -linolenowego (C18:3), dokozaheksaenowego (DHA, C22:5), eikozapentaenowego (EPA, C20:5), linolowego (C18:2) i arachidonowego (AA, C20:4). Długołańcuchowe polienowe kwasy tłuszczowe odgrywają ważną rolę we wzroście organizmu oraz w prawidłowym funk-

cjonowaniu narządu wzroku i rozwoju układu nerwowego niemowląt. Kwasy te są integralnym składnikiem błon biologicznych wszystkich komórek i źródłem energii dla większości tkanek rozwijającego się organizmu dziecka (7).

Tabela I. Skład kwasów tłuszczowych w świeżych preparatach z mleka w proszku i po sześciu miesiącach ich przechowywania.

Table I. Fatty acids composition in fresh milk powder preparations and after six months of storage.

Kwas tłuszczowy	Udział kwasów tłuszczowych (%)					
	M	A1	A2	Po sześciu miesiącach przechowywania		
				M	A1	A2
C10:0	0,3±0,0	0,4±0,0	0,3±0,1	0,5±0,0	0,6±0,1	0,4±0,1
C12:0	1,3±0,1	1,2±0,1	1,2±0,1	1,7±0,2	1,4±0,2	1,5±0,2
C14:0	7,2±0,2	7,1±0,2	7,2±0,2	7,6±0,3	7,4±0,3	7,4±0,3
C14:1c	0,2±0,0	0,2±0,0	0,2±0,1	0,3±0,1	0,2±0,1	0,2±0,0
C15:0	0,3±0,1	0,2±0,0	0,2±0,0	0,4±0,2	0,3±0,1	0,2±0,1
C16:0	21,2±0,4	21,4±0,3	21,3±0,2	23,3±0,5	22,0±0,4	22,1±0,4
C16:1c	0,5±0,1	0,4±0,0	0,5±0,1	0,6±0,2	0,5±0,1	0,4±0,1
C17:0	0,3±0,1	0,2±0,1	0,2±0,1	0,4±0,1	0,2±0,1	0,2±0,1
C18:0	11,5±0,3	11,0±0,3	11,3±0,3	13,1±0,4	11,6±0,4	11,9±0,4
C18:1t	0,2±0,0	0,2±0,1	0,2±0,1	0,2±0,0	0,2±0,1	0,2±0,1
C18:1c	20,4±0,3	20,0±0,4	19,8±0,5	19,5±0,2	19,7±0,4	19,5±0,4
C18:2c	22,0±0,4	22,2±0,5	22,0±0,4	20,1±0,5	21,6±0,3	21,5±0,3
C18:3 n-3	2,6±0,3	2,8±0,3	2,8±0,2	2,2±0,2	2,6±0,2	2,4±0,2
C18:3 n-6	5,1±0,2	5,4±0,3	5,3±0,2	4,3±0,3	5,1±0,3	5,1±0,3
C20:1c	0,6±0,2	0,5±0,1	0,6±0,1	0,6±0,2	0,4±0,0	0,5±0,0
C20:5 n-3	1,9±0,2	2,1±0,0	2,2±0,0	1,4±0,1	1,8±0,1	1,9±0,1
C22:6 n-3	4,3±0,3	4,6±0,2	4,6±0,3	3,4±0,3	4,3±0,1	4,4±0,4
SFA	42,1	41,5	41,7	47,3	43,5	43,8
MUFA	21,7	21,1	21,1	21,0	20,8	20,6
PUFA	35,9	37,1	36,9	31,4	35,4	35,3
TRANS	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

M – mieszanina M, A1 – aglomerat A1, A2 – aglomerat A2

M – mixture M, A1 – agglomerate A1, A2 – agglomerate A2

We wszystkich analizowanych próbkach, po 6 miesięcznym okresie przechowywania, udział wszystkich niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (NNKT) uległ obniżeniu. Najniższe zawartości kwasów tłuszczowych w obydwu grupach, stwierdzono dla mieszaniny M, najwyższe dla aglomeratu A2. Wykazano tylko niższą zawartość kwasu C18:3 (n-3) w aglomeracie A2, w stosunku do aglomeratu A1 (tabela I). Różnice w zawartości kwasów tłuszczowych, z obydwu grup,

dla aglomeratów A1 i A2 były statystycznie nieistotne. Nie stwierdzono wpływu cieczy nawilżającej (A1 – 20% roztwór maltodekstryny; A2 – 20% roztwór białek serwatkowych) na zawartość NNKT. Nienasycone kwasy tłuszczowe charakteryzują się niewielką stabilnością oksydacyjną, ze względu na obecność wiązań wielokrotnych. Stabilność oksydacyjna kwasów tłuszczowych zależy od ilości tych wiązań w cząsteczce (8). Po sześciomiesięcznym okresie przechowywania wzrosła zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych (tab. I). Największą zawartość mononowych kwasów tłuszczowych po sześciomiesięcznym okresie przechowywania stwierdzono w mieszaninie M – 21,0%, a najmniejszą w A2 – 20,6% (tab. I).

*Murrieta-Pazos* i wsp. (9) wykazali, że struktura i porowatość cząstek materiałów syplikich daje większą możliwość wnikania rozpuszczalnikom do wnętrza cząstek podczas ekstrakcji tłuszczu z proszków. Aglomeracja zmienia strukturę i porowatość cząstek. Większa porowatość cząstek aglomeratów umożliwiła lepsze wnikanie cząstek rozpuszczalnika i poprawę ekstrakcji kwasów tłuszczowych. Mogło to spowodować różnice w zawartości kwasów tłuszczowych z grupy n-3 i n-6, pomiędzy aglomeratami a mieszaniną. Proces aglomeracji uniemożliwia dostęp niepożądanych czynników (tlenu, wilgoci) do tłuszczu, który znajduje się wewnątrz cząstki proszku. Proces aglomeracji zabezpiecza wielonienasycone kwasy tłuszczowe przed działaniem czynników środowiskowych.

## WNIOSKI

1. W preparatach z mleka w proszku stwierdzono obecność kwasów tłuszczowych, oleinowego (C 18:1c) i linolowego (C 18:2c) pochodzących z proszku mlecznego.
2. Po sześciomiesięcznym okresie przechowywania dla mieszaniny i aglomeratów zaobserwowano obniżenie zawartości NNKT. Jednocześnie wzrosła zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych.
3. Proces aglomeracji preparatów z mleka w proszku wpłynął na ochronę stabilności kwasów tłuszczowych podczas przechowywania w analizowanych próbkach oraz wydatnie ograniczył niekorzystny wpływ środowiska zewnętrznego na niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe.

E. Ostrowska-Ligeża, M. Wirkowska-Wojdyła, A. Górka, J. Bryś

THE INFLUENCE OF AGGLOMERATION AND STORAGE ON THE CONTENT OF ESSENTIAL, UNSATURATED FATTY ACIDS IN MILK POWDER PREPARATIONS

### Summary

In this work the influence of agglomeration and storage on the content of essential, unsaturated fatty acids in milk powder preparations was defined. A mixture of milk powder preparations and two agglomerates which were prepared from this mixture were analyzed. A reduction in content of essential, unsaturated fatty acids in the mixture and agglomerates after a six-month storage was observed. The agglomeration process has affected the stability of the fatty acids during storage of the analyzed milk powder preparations. The wetting liquids which have been used in process of agglomeration had no influence on the stability of essential, unsaturated fatty acids.

## PIŚMIENNICTWO

1. Szulc K., Ostrowska-Ligeza E., Lenart A.: Functional properties of infant milk powder, *Acta Agroph.*, 2012; 19(4): 857-863. – 2. Rubilar M., Morales E., Sáez R., Acevedo F., Palma B., Villarroel M., Shene C.: Polyphenolic fractions improve the oxidative stability of microencapsulated linseed oil, *Eur. J. Lipid Sci. Tech.* 2012; 114: 760–771. – 3. Kowalska J., Lenart A.: Wpływ aglomeracji i powlekania na kinetykę sorpcji pary wodnej przez napój kakaowy w proszku, *Inż. Rol.* 2002; 4 (37), 72-79. – 4. Drozdowski B.: Lipidy. *Chemia żywności*. Sikorski Z. WNT, Warszawa, 2007; -II: 73-164. – 5. Ostrowska-Ligeza E.: Wpływ aglomeracji i powlekania na właściwości ogólne, mechaniczne, sorpcyjne, chemiczne i cieplne preparatów z mleka w proszku, *Rozprawa habilitacyjna*. Wyd. SGGW, Warszawa, 2013; 1-171. – 6. *PN-EN ISO 5508:1996*: Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Analiza estrów metylowych kwasów tłuszczowych metodą chromatografii gazowej. – 7. Karwowska W., Duda G., Obiedziński M., Kroc M.: Skład kwasów tłuszczowych mleka kobiecego, *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2005; 47(3 supl.): 105-109. – 8. Litwinienko G., Kasprzycka – Guttman T.: Study on autoxidation kinetics of fat components by differential scanning calorimetry. 2. Unsaturated fatty acids and their esters, *Ind. Eng. Chem. Res.*, 2000; 39: 13-17. – 9. Murrieta-Pazos I., Gaiani C., Galet L., Scher J.: Composition gradient from surface to core in dairy powders: Agglomeration effect. *Food Hydrocolloid.* 2012; 26: 149-158.

Adres: ul. Nowoursynowska 166, 02-787 Warszawa