

Dr inż. Joanna BRYŚ
Dr inż. Magdalena WIRKOWSKA
Dr Agata GÓRSKA
Mgr inż. Katarzyna GAJDA
Katedra Chemii, Wydział Nauk o Żywności
Mgr inż. Andrzej BRYŚ
Katedra Podstaw Inżynierii, Wydział Inżynierii Produkcji
SGGW w Warszawie

CHARAKTERYSTYKA I PORÓWNANIE WYBRANYCH PARAMETRÓW TŁUSZCZU MLEKA MODYFIKOWANEGO POCZĄTKOWEGO I TŁUSZCZU MLEKA KOBIECEGO®

Praca finansowana w ramach grantu nr N N312 068439 MNiSW

Celem przeprowadzonej pracy naukowej było zbadanie i porównanie właściwości tłuszczu wyekstrahowanego z mleka modyfikowanego dla niemowląt z tłuszczem mleka kobiecego. Przebadano trzy rodzaje mleka modyfikowanego początkowego, dostępnego na polskim rynku, oraz mleko kobiece. W tłuszczu wyizolowanym z mleka oznaczano zawartość składników polarnych i niepolarnych oraz określano skład kwasów tłuszczowych i ich rozmieszczenie w pozycjach sn-2 i sn-1,3 triacylogliceroli. W tłuszczach uzyskanych z odżywek dla niemowląt proporcja kwasów nasyconych (SFA) do jednonienasyconych (MUFA) oraz do wielonienasyconych (PUFA), a także do izomerów trans kwasów tłuszczowych (TFA), była zbliżona do tej występującej w tłuszczu mleka kobiecego (HMF).

Słowa kluczowe: mleko początkowe dla niemowląt, tłuszcz mleka kobiecego, odżywki dla niemowląt, przeestryfikowanie enzymatyczne.

WPROWADZENIE

Mleko matki jest nieodzownym i niezbędnym źródłem pożywienia przez pierwsze pół roku życia dziecka, a w kolejnych miesiącach, choć jego udział w diecie staje się coraz mniej niezastąpiony, ciągle jednak stanowi jej istotny element. Obecnie intensywne badania naukowe skupiają się na opracowaniu nowoczesnych technologii produkcji mleka modyfikowanego do sztucznego żywienia niemowląt, w coraz większym stopniu upodobnionego do wzorca – pokarmu naturalnego. Dużym problemem w odtworzeniu składu i funkcji mleka matki jest zmienność składu w zależności od specyficznych potrzeb niemowlęcia. Dotyczy to zarówno większych potrzeb małego dziecka w czasie jego rozwoju, zmian w zależności od pory roku, a nawet dnia, stężenia substancji odżywczych pokierowanych zmiennym apetytem dziecka. Dodatkowo, każda sztucznie stworzona mieszanka substancji odżywczych charakteryzuje się mniejszą bioprzyzwajalnością w organizmie niż naturalny produkt o podobnym składzie [8].

Skład sztucznych preparatów mleka do żywienia niemowląt oparty jest głównie na bazie mleka krowiego, które zostaje upodobnione (czyli zhumanizowane) do modelu mleka kobiecego. Upodobnienie otrzymuje się na drodze zmniejszenia całkowitej zawartości białka, zmiany stosunku białek kazeiny do białek serwatkowych, zwiększenia zawartości laktozy, uzupełnienia w odpowiednie witaminy i niektóre składniki mineralne, zmniejszenia zawartości popiołu oraz zastąpienia tłuszczu mleka krowiego odpowiednią kompozycją olejów roślinnych [2].

Składnikiem o szczególnym znaczeniu fizjologicznym dla niemowląt i małych dzieci jest tłuszcz. Ze względu na bardzo specyficzne potrzeby dynamicznie rozwijającego się organizmu, skład mleka, a co za tym idzie również tłuszczu (jako jednego z najważniejszych jego składników) jest bardzo skomplikowany, a jego fizjologiczne funkcje bardzo szerokie. Podobnie jak w mleku kobiecym, w mleku modyfikowanym należy uzyskać nie tylko taką samą zawartość tłuszczu, ale przede wszystkim odtworzyć zbliżony profil kwasów tłuszczowych (proporcję kwasów nasyconych do jedno- i wielonienasyconych, udziału specyficznych kwasów tłuszczowych oraz, co najtrudniejsze, budowę przestrzenną cząsteczek TAG) [23]. Jeden z nurtów badań związanych z mlekiem kobiecym dotyczy struktury stereoizomerycznej triacylogliceroli występujących w tym mleku. Przeprowadzono wiele badań nad efektami umieszczenia kwasu palmitynowego w pozycji sn-2 cząsteczek triacylogliceroli przypuszczając, że właśnie specyfika stereoizomeryczna triacylogliceroli obecnych w mleku kobiecym przyczynia się do zwiększenia absorpcji tłuszczu z pokarmu oraz zmniejszenia tworzenia się nierozpuszczalnych soli wapniowych i nadmiernego wydalania wapnia i innych soli z organizmu [6, 9, 13]. Znany jest fakt, iż nasycone kwasy tłuszczowe, zawierające 16 lub więcej atomów węgla w cząsteczkach, są gorzej absorbowane przez organizm człowieka niż ich nienasycone odpowiedniki, szczególnie, gdy są zestryfikowane w pozycjach sn-1,3 triacylogliceroli. Kwasy te, uwolnione podczas trawienia lipazą trzustkową z pozycji zewnętrznych, wykazują tendencję do tworzenia nierozpuszczalnych i słabo wchłanianych przez organizm mydeł wapniowych. Natomiast te same kwasy zestryfikowane w pozycjach wewnętrznych wchłaniane są znacznie lepiej, gdyż nie tworzą mydeł wapniowych (wchłaniane są jako monoacyloglicerole). Tłuszcz mleka matki cechuje się tym, że długołańcuchowe nasycone kwasy tłuszczowe

zestryfikowane są przede wszystkim w pozycjach wewnętrznych. Prawdopodobnie jest to przyczyną lepszej przyswajalności przez niemowlęta tłuszczu mleka matki, aniżeli tłuszczów roślinnych o podobnym składzie kwasów tłuszczowych. W celu uzyskania podobnej struktury specyficznej triacylogliceroli mleka modyfikowanego do tłuszczu mleka kobiecego stosuje się modyfikację różnego rodzaju tłuszczów. Jednym ze sposobów modyfikacji tłuszczów jest przeestryfikowanie enzymatyczne, w którym jako katalizatory wykorzystywane są enzymy lipolityczne [15]. Zastosowanie specyficznych lipaz, przy odpowiednio dobranych substratach tłuszczowych i odpowiednich warunkach prowadzenia procesu, pozwala na otrzymanie produktów o pożądanym składzie i rozkładzie kwasów tłuszczowych w cząsteczkach triacylogliceroli, a w konsekwencji uzyskanie produktu o określonych i z góry zaplanowanych właściwościach [11]. Przykładem zastosowania przeestryfikowania enzymatycznego, w celu uzyskania zamienników tłuszczu mleka matki, może być acydoliza tripalmitynianu nienasyconymi kwasami tłuszczowymi. Metoda ta jest obecnie rozwijana, np. produkt opracowany przez firmę Unilever o nazwie handlowej Be-tapol [11, 16].

Celem artykułu jest prezentacja uzyskanych wyników badań i porównań właściwości tłuszczu z mleka modyfikowanego początkowego z tłuszczem mleka kobiecego.

MATERIAŁ I METODY

Materiałem do badań były preparaty mleka modyfikowanego dla niemowląt w proszku zakupione w okresie październik – grudzień 2009 r. w sklepach detalicznych rynku warszawskiego oraz mleko kobiece. Pochodzące od 3 różnych producentów mleko modyfikowane początkowe oznaczono literami od A do C. Wszystkie próbki mleka modyfikowanego badano w okresie ich przydatności do spożycia, niezwłocznie po otwarciu opakowania. Próbkę odniesienia stanowiło mleko kobiece uzyskane od 3 kobiet. Izolację tłuszczu prowadzono nie później niż 24 godz. po pobraniu mleka. Tłuszcz z proszku mlecznego (A, B, C) i mleka kobiecego (HMF) ekstrahowano mieszaniną chloroform: metanol 2:1 (v/v) [7]. W tłuszczu wyizolowanym z mleka oznaczano zawartość frakcji polarnej metodą chromatografii kolumnowej [21]. W wyizolowanych frakcjach triacylogliceroli określano skład kwasów tłuszczowych metodą chromatografii gazowej [19, 20] oraz ich rozmieszczenie w pozycjach *sn-2* i *sn-1,3* triacylogliceroli metodą Brockerhoffa [4].

WYNIKI I DYSKUSJA

Tłuszcze są dla niemowląt i małych dzieci związkami odżywczymi niezbędnymi do normalnego rozwoju głównie dlatego, że wprowadzają do organizmu niezbędne kwasy tłuszczowe będące integralnymi składnikami do rozwoju mózgu i układu nerwowego, membran komórkowych, stanowią nośnik dla witamin rozpuszczalnych w tłuszczach i hormonów zawartych w mleku. Ponadto, wysokoenergetyczny składnik żywności, jakim jest tłuszcz, może być przechowywany w organizmie praktycznie w nieograniczonej ilości, w przeciwieństwie do węglowodanów i białek, których możliwość zmagazynowania jest ograniczona. Podczas życia płodowego głównym źródłem energii dla młodego organizmu jest glukoza, podczas gdy zapotrzebowanie na kwasy

tłuszczowe pokrywane jest głównie przez wolne kwasy tłuszczowe pochodzące z matczynej krwiobiegu.

Po narodzinach tłuszcz dostarczany jest do organizmu dziecka z mlekiem matki, głównie w postaci triacylogliceroli [8]. Triacyloglicerole są to magazyny skondensowanej energii [24]. Jeden gram bezwodnego tłuszczu magazynuje ponad 6-krotnie więcej energii niż taka sama ilość uwodnionego glikogenu.

Tabela 1. Zawartość frakcji polarnej i niepolarnej w badanych produktach

Parametr	Symbol próbki mleka			
	HMF	A	B	C
PF [%]	1,7	5,9	5,5	5,3
NF [%]	98,3	94,1	94,5	94,7

Źródło: Badania własne.

Zawartość frakcji niepolarnej, czyli triacylogliceroli, w analizowanych produktach (tab. 1) kształtowała się na poziomie od 94,1% (tłuszcz z mleka modyfikowanego A) do 98,3% (HMF). W próbkach mleka modyfikowanego zawartość triacylogliceroli utrzymywała się na zbliżonym poziomie, jednak w porównaniu do mleka kobiecego była prawie o 4% mniejsza. To zjawisko może być spowodowane warunkami technologicznymi otrzymywania mleka modyfikowanego, np. wysoka temperatura, która sprzyja hydrolizie tłuszczu. Biorąc pod uwagę fakt, iż do produkcji mleka modyfikowanego stosuje się oleje roślinne, można przypuszczać, iż ilość triacylogliceroli w próbkach tłuszczu mleka modyfikowanego powinna być większa niż w tłuszczu mleka kobiecego.

Skład kwasów tłuszczowych i budowa przestrzenna triacylogliceroli w tłuszczu mleka kobiecego jest bardzo istotna, ponieważ każdy z kwasów tłuszczowych, szczególnie tych długołańcuchowych i wielonienasyconych, spełnia swoją rolę w dynamicznie rozwijającym się organizmie niemowlęcia [5, 12]. Ponad 40% wszystkich kwasów tłuszczowych w mleku kobiecym stanowią nasycone kwasy tłuszczowe, z czego głównym przedstawicielem jest kwas palmitynowy. Głównym jednonienasyconym kwasem tłuszczowym obecnym w mleku jest kwas oleinowy. Ogólną ilość kwasów jednonienasyconych szacuje się na około 40 % wszystkich kwasów tłuszczowych. Wielonienasycone kwasy tłuszczowe są to przede wszystkim kwas linolowy z szeregu omega-6 i α -linolenowy z szeregu omega-3 [12].

Wyniki przeprowadzonych badań (tab. 2) potwierdzają, iż w tłuszczu mleka kobiecego dominują kwasy nasycone (54,7%), a głównym ich przedstawicielem jest kwas palmitynowy, którego zawartość w tłuszczu uzyskanym z badanych próbek mleka kobiecego wynosiła 27,0%. Zawartość kwasów jednonienasyconych w triacyloglicerolach badanego mleka kobiecego wynosiła 35,0%, a wśród nich dominował kwas oleinowy (31,7%). W mleku kobiecym występują kwasy określane mianem długołańcuchowych wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (LC-PUFA- Long Chain Polyunsaturated Fatty Acids) i są to m.in. kwas arachidonowy (AA) i kwas dokozaheksaenowy (DHA) [22]. Te kwasy są niezbędne we wczesnym okresie rozwoju organizmu, zwłaszcza w rozwoju tkanek bogatych w błony komórkowe, takich jak

Tabela 2. Skład kwasów tłuszczowych (wybranych) analizowanych produktów

Kwas tłuszczowy C n:m*	Zawartość procentowa [% mol]			
	HMF	A	B	C
C 8:0	0,4	2,9	0,1	2,1
C 10:0	2,5	2,3	0,5	1,6
C 12:0	7,6	16,6	1,1	11,2
C 14:0	8,0	6,3	2,4	4,5
C 16:0	27,0	20,4	29,4	24,8
C 16:1 (9-cis)	2,6	0,2	0,2	0,2
C 18:0	6,7	2,8	3,4	3,3
C 18:1 (9-cis)	31,7	35,0	44,2	36,1
C 18:2 (all-cis)	7,4	10,8	15,4	13,7
C 18:3 (all-cis)	1,8	1,5	2,1	1,5
LC-PUFA	1,4	0,2	0,3	0,1
izomery <i>trans</i>	0,8	0,1		0,1

*n – liczba atomów węgla, m – liczba podwójnych wiązań

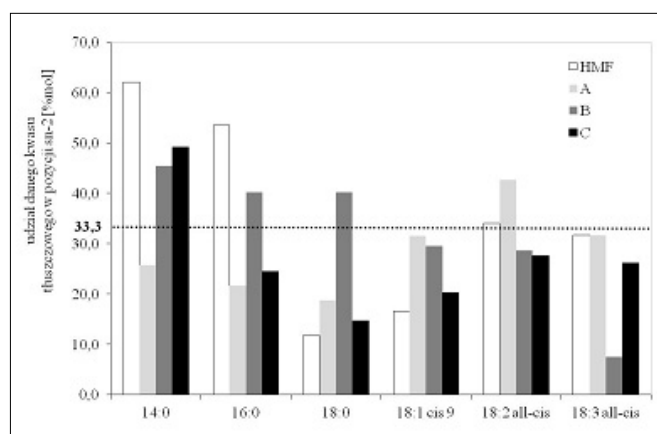
Źródło: Badania własne.

mózg i siatkówka oka. LC-PUFA są również prekursorami prostaglandyn i eikozanoidów pełniących funkcje regulacyjne, m.in. są mediatorami odpowiedzi immunologicznej, przepływu naczyniowego krwi i agregacji płytek [17]. Przeprowadzone badania potwierdzają obecność długołańcuchowych wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w tłuszczu uzyskanym z badanego mleka kobiecego. Całkowita zawartość kwasów wielonienasyconych w triacyloglicerolach badanego mleka kobiecego (tab. 2) wynosiła 10,6%, a głównym ich przedstawicielem był kwas linolowy (7,4%).

Obecne badania nad polepszeniem składu tłuszczowego mleka modyfikowanego dzielą się na dwa główne nurty. Pierwszym z nich jest ich suplementacja w długołańcuchowe wielonienasycone kwasy tłuszczowe takie, jak kwas arachidonowy (AA) oraz kwas dokozaheksaenowy (DHA) [1, 2, 17, 23]. W tłuszczu uzyskanym z preparatów mleka modyfikowanego, które były przedmiotem badań, zawartość kwasów wielonienasyconych wynosiła od 12,5% w mleku A do 17,8% w mleku B, a wśród nich znajdowały się kwasy: arachidonowy (AA) i dokozaheksaenowy (DHA). Obydwa kwasy AA i DHA stanowią ważny składnik fosfolipidów znajdujących się w błonach komórkowych w mózgu i siatkówce oka. Dawne standardowe preparaty mleka modyfikowanego, które wytworzone zostały przy użyciu olejów roślinnych, nie zawierały kwasów AA i DHA, jednakże na drodze desaturacji i elongacji organizm człowieka ma możliwość wytworzenia LC-PUFA z ich prekursorów: kwasu linolowego (C18:2,n-6) i kwasu α -linolenowego (C18:3,n-3), które występują powszechnie w mleku modyfikowanym. Jak się okazuje, możliwość syntezy LC-PUFA z ich prekursorów jest możliwa w teorii, jednakże w praktyce wydajność tego procesu, szczególnie u niemowląt, jest bardzo ograniczona [2, 17]. W tłuszczach uzyskanych z preparatów mleka modyfikowanego proporcja kwasów nasyconych (SFA) do jednonienasyconych oraz do wielonienasyconych (PUFA) była zbliżona do tej występującej w tłuszczu mleka kobiecego

(HMF). Jedynie mleko modyfikowane B cechowało się większą zawartością kwasów wielonienasyconych (o około 7%) i jednonienasyconych (o około 10%) oraz mniejszą zawartością kwasów nasyconych (o około 17%) w porównaniu z tłuszczem mleka kobiecego (tab. 2). Pomimo zbliżonej, jak w tłuszczu mleka kobiecego, proporcji kwasów tłuszczowych nasyconych do jednonienasyconych oraz do wielonienasyconych, tłuszcze preparatów mleka modyfikowanego i mleka kobiecego różniły się ilością poszczególnych kwasów tłuszczowych, między innymi LC PUFA i izomerów *trans*.

Drugim nurtem prac nad polepszeniem składu tłuszczowego mleka modyfikowanego są badania nad budową strukturalną triacylogliceroli. W mleku kobiecym ok. 80% wszystkich kwasów tłuszczowych są to kwasy nasycone i jednonienasycone. Zawartość kwasu palmitynowego w tłuszczu mleka matki wynosi około 20% wszystkich kwasów tłuszczowych, z czego ponad 60% znajduje się w pozycji *sn-2* TAG [10]. Przeprowadzone badania dotyczące tłuszczu mleka kobiecego (rys. 1) potwierdzają, iż kwas palmitynowy występuje przede wszystkim w pozycji wewnętrznej cząsteczek TAG (53,5%), natomiast nienasycony kwas oleinowy znajduje się w pozycjach zewnętrznych (tylko 16,5% tego kwasu znajduje się w pozycji *sn-2* TAG). W tłuszczu z badanych preparatów mleka modyfikowanego (rys. 1) kwas palmitynowy znajdował się w pozycjach zewnętrznych (tylko około 20% tego kwasu znajdowało się w pozycji *sn-2* TAG). Jedynie w tłuszczu z mleka B udział kwasu palmitynowego w pozycji *sn-2* wynosił 40,2%. Takie rozmieszczenie kwasu palmitynowego w cząsteczkach TAG badanych preparatów mleka modyfikowanego może powodować zmniejszoną absorpcję wapnia z pożywienia przez organizm niemowlęcia.



Rys. 1. Udział danych kwasów tłuszczowych w pozycji *sn-2* triacylogliceroli analizowanych produktów.

Źródło: Badania własne.

Aby potwierdzić, że budowa przestrzenna cząsteczek TAG ma ogromne znaczenie, przeprowadzono badania [18] nad wpływem dodatku do mleka modyfikowanego oleiny palmowej bogatej w kwas palmitynowy, na przyswajalność tłuszczu i wapnia przez niemowlęta. Kwas palmitynowy w oleinie palmowej, podobnie jak w innych olejach roślinnych, jest zestryfikowany w pozycjach *sn-1* i *sn-2* TAG. Okazało się, że mimo dużej zawartości kwasu palmitynowego w pokarmie, u niemowląt stwierdzono niską absorpcję tłuszczu oraz wapnia z pożywienia [18].

Wraz z wytwarzaniem się w jelicie nierozpuszczalnych soli wapniowych i kwasu palmitynowego (spowodowanego

przede wszystkim przez nieodpowiednią strukturę TAG w preparatach mleka modyfikowanego) pojawia się u niemowląt dodatkowa dysfunkcja. Obecność nierozpuszczalnych soli powoduje dużą twardość stolca i dokuczliwe zaparcia. Badania przeprowadzone przez Bongersa i in. [3] dowiodły, że zastosowanie mieszanki mlecznej, o budowie stereospecyficznej TAG, jak w mleku kobiecym, zdecydowanie polepsza jakość życia niemowląt oraz wchłanianie tłuszczu (szczególnie kwasu palmitynowego i stearynowego), a także wapnia [3]. Szczególnie dużą poprawę daje stosowanie takiego mleka modyfikowanego u niemowląt urodzonych przedwcześnie [14].

PODSUMOWANIE

1. Zawartość frakcji niepolarniej w analizowanych produktach kształtowała się na poziomie od 94,1% (tłuszcz z mleka modyfikowanego A) do 98,3% (HMF).

2. W tłuszczach uzyskanych z preparatów mleka modyfikowanego (A i C) proporcja kwasów nasyconych (SFA) do jednonienasyconych oraz do wielonienasyconych (PUFA) była zbliżona do tej występującej w tłuszczu mleka kobiecego (HMF).

3. Tłuszcze preparatów mleka modyfikowanego i mleka kobiecego różniły się znacznie ilością poszczególnych kwasów tłuszczowych, między innymi LC PUFA i izomerów *trans*.

4. W tłuszczach z dwóch badanych preparatów mleka modyfikowanego (A i C) kwas palmitynowy znajdował się w pozycjach zewnętrznych, co może powodować zmniejszoną absorpcję wapnia z pożywienia przez organizm niemowlęcia.

LITERATURA

- [1] AGOSTONI C. 2003. *Compliance of present recommendations of fatty acids in formulas for term infants with the actual human milk fatty acid composition in different populations*. Acta Paediatrica 7 (92): 785-789.
- [2] ALLES M.S., SCHOLTENS P.A.M.J., BINDELS J.G. 2004. *Current trends in the composition of infant milk formulas*. Current Pediatrics 1 (14): 51-63.
- [3] BONGERS M.E.J., LORIJN F., REITSMA J.B., GROENEWEG M., TAMINIAU J.A.J.M., BENNINGA M.A. 2007. *The clinical effect of a new infant formula in term infants with constipation: a double-blind, randomized cross-over trial*. Nutrition Journal (6): 8.
- [4] BROCKERHOFF H. 1965. *A stereospecific analysis of triglycerides*. Journal of Lipid Research 1 (6): 10 – 15.
- [5] BRYŚ J., WIRKOWSKA M. 2010. *Znaczenie struktury triacylogliceroli w projektowaniu lipidów ustrukturyzowanych*. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego 2 (20/37): 86 – 89.
- [6] CARNIELLI V.P., LUIJENDIJK I.H.T., VAN GOUDOEVER J.B., SULLERS E.J., BOERLAGE A.A., DEGENHART H.J., SAUER P.J.J. 1996. *Structural position and amount of palmitic acid in infant formulas: effects on fat, fatty acid, and mineral balance*. Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition 5 (23): 553-560.
- [7] FOLCH J., LEES M., STANLEY G.H.S. 1957. *A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues*. The Journal of Biological Chemistry (226): 497-509.
- [8] HAMOSH M., BITMAN J., WOOD L., HAMOSH P., METHA N.R. 1985. *Lipids in Milk and the First Steps in Their Digestion*. Pediatrics 1 (75): 146-150.
- [9] INNIS S.M., DYER R. 1997. *Dietary triacylglycerols with Palmitic Acid (16:0) in the sn-2 position increase 16:0 in the 2-position of plasma and chylomicron triacylglycerols but reduce phospholipid arachidonic and docosahexaenoic acids, and alter cholesteryl ester metabolism in formula-fed piglets*. Journal of Nutrition 7 (127): 1311-1319.
- [10] JENSEN R.G. 1996. *The lipids in human milk*. Progress in Lipid Research 1 (35): 53-92.
- [11] LEDÓCHOWSKA E. 1995. *Zastosowanie enzymatycznego przeestryfikowania do modyfikacji tłuszczów*. Tłuszcze Jadalne 2 (30): 43-48.
- [12] LOPEZ-LOPEZ A., CASTELLOTE-BARGALLÓ A.I., CAMPOY-FOLGOSO C., RIVERO-URGEL M., LOPEZ-SABATER M.C. 2002. *Fatty acid and sn-2 fatty acid composition in human milk from Granada (Spain) and infant formulas*. European Journal of Clinical Nutrition 12 (56): 1242-1254.
- [13] LOPEZ-LOPEZ A., CASTELLOTE-BARGALLÓ A.I., CAMPOY-FOLGOSO C., RIVERO-URGEL M., TORMO-CARNICE R., INFANTE-PINA D., LOPEZ-SABATER M.C. 2001. *The influence of dietary palmitic acid triacylglyceride position on the fatty acid, calcium and magnesium contents of at term newborn faeces*. Early Human Development suppl (65): 83-94.
- [14] LUCAS A., QUINLAN P., ABRAMS S., RYAN S., LUCAS P.J. 1997. *Randomised controlled trial of synthetic triglyceride milk formula for preterm infants*. Archives of Disease in Childhood 3 (77): F178-F184.
- [15] MALCATA F. X., REYES H. R., GARCIA H. S., HILL C. G., AMUNDSON C. H. 1992. *Kinetics and mechanisms of reactions catalysed by immobilized lipases*. Enzyme and Microbial Technology 6 (14): 426-446.
- [16] MARANGONI A. G., ROUSSEAU D. 1995. *Engineering triacylglycerols: The role of interesterification*. Trends in Food Science and Technology 10 (6): 329-335.
- [17] MOJSKA H. 2001. *Czy długolańcuchowe wielonienasycone kwasy tłuszczowe powinny być zawarte w dietach dla niemowląt*. Pediaatria Współczesna. Gastroenterologia, Hepatologia i Żywnienie Dziecka 1 (3): 37-40.
- [18] NELSON S.E., FRANTZ J.A., ZIEGLER E.E. 1998. *Absorption of fat and calcium by infants fed a milk-based formula containing palm olein*. Journal of the American College of Nutrition 4 (17): 327- 332.
- [19] PN-EN ISO:5508. *Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce, Analiza estrów metylowych kwasów tłuszczowych metodą chromatografii gazowej*.
- [20] PN-EN ISO:5509. *Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce, Przygotowanie estrów metylowych kwasów tłuszczowych*.
- [21] PN-EN ISO:8420. *Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie zawartości związków polarnych*.
- [22] SILVA M.H.L., SILVA M.T.C., BRANDAO S.C.C., GOMES J.C., PETERNELLI L.A., FRANCISCHINI S. 2005. *Fatty acid composition of mature breast milk in Brazilian women*. Food Chemistry 2 (93): 297-303.

- [23] STOLARCZYK A. 1999. *Tłuszcze w żywieniu niemowląt i w wybranych preparatach leczniczych*. *Pediatrics Współczesna. Gastroenterologia, Hepatologia, i Żywnienie Dziecka* 2/3 (1): 155-160.
- [24] ŻAK J. 2001. *Lipidy i pochodne*. *Chemia Medyczna*, wyd. ŚLAM, 193-220.

CHARACTERISTICS AND COMPARISON OF SOME PARAMETERS OF FAT FROM INFANT FORMULAS AND HUMAN MILK FAT

SUMMARY

The aim of this study was to examine and compare the properties of fat from infant formulas with human milk fat. We examined three types of infant formulas which were available on the Polish market, and human milk. In fat isolated from milks was determined content of polar and nonpolar fraction, fatty acid composition and their placement in sn-2 and sn-1 position of triacylglycerols.

The proportion of saturated fatty acids (SFA) to monounsaturated (MUFA) and polyunsaturated (PUFA), as well as trans-fatty acids (TFA) in fats extracted from milk modified was similar to that occurring in human milk fat (HMF).

Key words: *infant formulas, human milk, baby food, enzymatic interestrification.*