

Właściwości odżywcze i prozdrowotne tłuszczu mleka

JOANNA BARŁOWSKA, ZYGMUNT LITWIŃCZUK*

Pracownia Instrumentalnej Analizy Żywności, *Katedra Hodowli Bydła Wydziału Biologii i Hodowli Zwierząt UP, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin

Barłowska J., Litwińczuk Z.

Nutritional and pro-health properties of milk fat

Summary

Fat is the most differentiated milk constituent. It occurs in the form of natural emulsion, i.e. dispersed fat globules of average diameter 0.1-20 μm . It is composed of triglycerides that account for 96-99% of total milk fat, phospholipids, sterols, including cholesterol, free fatty acids and fat-soluble vitamins A, D, E, K as well as beta-carotene. Milk fat consists of approximately 400-500 fatty acids that are divided into numerous groups, subject to chain length and a saturation degree. Among fatty acids, there are those with negative effects to consumers' health, such as an increased blood cholesterol level. The saturated fatty acids include lauric (C12:0) and myristic acids (C14:0), while the unsaturated ones are those of trans configuration. Palmitic acid (C16:0) was shown to induce occasional negative effects in elderly people, whereas stearic acid (C18:0) remains neutral in this respect. However, milk fat comprises a considerable number of health-beneficial fatty acids, such as butyric acid (C4:0), oleic acid (C18:0) and polyunsaturated ones, like linoleic acid (C18:2), α -linolenic acid (C18:3), arachidonic acid (C20:4), eicosapentaenoic acid (C20:5), docosahexaenoic acid (C22:6) and CLA (isomer cis 9 trans 11).

Keywords: milk, fatty acids, pro-health milk properties

Tłuszcz mleczny jest głównym składnikiem energetycznym mleka, a w naszej diecie jest najłatwiej strawnym tłuszczem pochodzenia zwierzęcego. Posiada przyjemny smak, wysoką strawność i dużą wartość odżywczą. Stanowi około 48% całkowitej wartości energetycznej mleka. Wartość odżywcza tłuszczu uzależniona jest m.in. od strawności, a w mleku jest ona bardzo wysoka i wynosi od 97% do 99% (21).

Średnia zawartość tłuszczu w mleku krowim to 3,7%, wykazuje jednak znaczne wahania (2,8-8,1%) w zależności od: rasy, żywienia, właściwości osobniczych, okresu laktacji itp. (3-5, 14, 15, 21, 22, 42).

Tłuszcz występuje w postaci naturalnej emulsji, tzn. rozproszonych kuleczek tłuszczowych. Wysoki stopień dyspersji powoduje, że może on być wchłaniany bez uprzedniej hydrolizy w przewodzie pokarmowym (20). Wielkość kuleczek tłuszczowych mleka krowiego waha się od 0,1 do 20 μm , a przeciętna ich średnica wynosi 4 μm (15, 24, 25). Wewnątrz kuleczek tłuszczowych znajdują się tłuszcze proste, a na zewnątrz ochrania je otoczka białkowo-lipidowa, o wzajemnej proporcji tych składników jak 1 : 1 (18). Otoczka kuleczek tłuszczowych (MFGM – milk fat globule membrane) składa się w 41% z białka i enzymów, w 27% z fosfolipidów, w 14% z glicerydów, w 13% z wody. Cerebrozydy stanowią zaledwie 3%, a cholesterol – 2% i niewielkie ilości witaminy (17, 21).

Tłuszcz mlekowy należy do najbardziej skomplikowanych tłuszczów naturalnych (tab. 1). Zawiera od

Tab. 1. Skład lipidów mleka (16)

Grupa lipidów	Składniki	Zawartość
Tłuszcze proste	triacyloglicerole	95,8-98,3% całości tłuszczu
	diacyloglicerole	0,28-2,25% całości tłuszczu
	monoacyloglicerole	0,003-0,38% całości tłuszczu
Tłuszcze złożone	fosfolipidy	0,2-1,11% całości tłuszczu
	cerebrozydy	0,1% całości tłuszczu
	gangliozydy	0,01% całości tłuszczu
	wolne kwasy tłuszczowe	0,1-0,44% całości tłuszczu
Pochodne	sterole	0,30-0,46% całości tłuszczu
	karotenoidy	6-10 $\mu\text{g/g}$ tłuszczu
Substancje towarzyszące	witamina A	6-20 $\mu\text{g/g}$ tłuszczu
	witamina D	ślady
	witamina E	5-100 $\mu\text{g/g}$ tłuszczu
	witamina K	1 $\mu\text{g/g}$ tłuszczu

400, według Jensena (16), do około 500 kwasów tłuszczowych – według innych autorów (17, 33). Z tej dużej liczby kwasów tłuszczowych zaledwie około 15 występuje w ilości ponad 1%. Stanowią one jednak około 95% (wagowo) całości kwasów tłuszczowych tłuszczu mleka. W ilości powyżej 0,1% występuje około 36 kwasów wraz z ich izomerami. Pozostałe to kwasy, których zawartość jest śladowa (15, 21, 26).

Tab. 2. Udział (%) niektórych kwasów tłuszczowych w tłuszczu mleka krów rasy holsztyńskiej i jersey (42)

Kwas tłuszczowy	Holsztyńska % ogółu kwasów tłuszczowych	Jersey
C4:0	1,05	1,09
C6:0	1,47	1,71
C8:0	0,92	1,17
C10:0	2,00	2,68
C12:0	2,34	3,14
C14:0	9,43	10,44
C14:1	0,59	0,60
C16:0	31,67	31,32
C16:1	1,12	1,00
C18:0	15,36	15,47
C18:1	23,28	20,87
C18:3	2,49	2,49
CLA (cis-9, trans-11)	0,41	0,32
C18:3	0,38	0,37
C20:0	0,17	0,17

W tab. 2 przedstawiono % udział niektórych kwasów tłuszczowych w tłuszczu mleka krowiego.

Kwasy tłuszczowe tłuszczu mlekowego przeżuwa- czy pochodzą z różnych źródeł. Jako główne przyj- muje się produkty powstające podczas procesów fer- mentacyjnych w żwaczu oraz lipidy zawarte w dawce pokarmowej i lipidy zapasowe organizmu zwierząt. W gruczole mlekowym z lotnych kwasów tłuszczo- wych (octanów i hydroksybutyrynianów) powstałych w żwaczu następuje synteza kwasów zawierających od 4 do 14 atomów węgla. Także połowa kwasu pal- mitynowego (C16:0) syntetyzowana jest *de novo* z tych samych prekursorów. Reszta tego kwasu i w całości kwasy o dłuższym łańcuchu węglowym pochodzą prawdopodobnie z lipidów zawartych w krwi. Źródłem ich są strawione tłuszcze paszy (88%) i tłuszcze zapa- sowe zwierzęcia (12%). Kwasy te, nim zostaną wbu- dowane do tłuszczu mlekowego, mogą ulegać takim procesom, jak denaturacja i wydłużanie łańcucha wę- glowego. W żwaczu dochodzi do enzymatycznego uwodorowania nienasyconych kwasów tłuszczowych pochodzących z paszy. Wynikiem tych procesów jest powstawanie kwasów nasyconych. W przypadku, gdy proces uwodorowania nie przebiega do końca, a po- zostaje podwójne wiązania nie mogą ulec przemiesz- czeniu, powstaje mieszanina izomerów geometrycz- nych (cis i trans) oraz pozycyjnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (15, 26, 29).

Unikalną wartość tłuszczu mleka krowiego stano- wią krótko- i średniołańcuchowe kwasy (14% ogółu kwasów tłuszczowych), które są wykorzystywane cał- kowicie jako paliwo energetyczne, m.in. w mięśniach, sercu, wątrobie, nerkach, płytkach krwi oraz w ukła- dzie nerwowym. Kwasy te nie przyczyniają się do

wzrostu poziomu lipidów we krwi ani nie stwarzają ryzyka otyłości (2, 32). Ponadto kwas masłowy od- grywa ważną rolę w zapobieganiu i leczeniu raka jelita grubego. Hamuje on syntezę DNA w jądrach ko- mórek nowotworowych i w ten sposób powstrzymuje ich rozwój. Krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe mogą wywierać terapeutyczny wpływ na niektóre pa- tologie w obrębie jelita grubego, w tym na zapalenie jelita grubego czy wrzodziejące zapalenie jelita gru- bego (31).

Kwasy zawierające 16 atomów węgla i więcej w łań- cuchu to tzw. wyższe kwasy tłuszczowe. Stanowią one ok. 56-68% sumy kwasów tłuszczowych (3, 15, 28). Wśród omawianych kwasów dominują: palmitynowy (C16:0 – 25-30% ogół kwasów) i stearynowy (C18:0) (19, 23, 28, 33). Kwas laurynowy (C12:0) i mirysty- nowy (C14:0) zwiększają ryzyko chorób układu krą- żenia (11, 38, 39, 44). Kwas stearynowy (C18:0) jest w tym względzie neutralny, a ponieważ w organizmie bardzo łatwo przechodzi w kwas oleinowy (C18:1), zaliczany jest do kwasów nienasyconych. Dlatego też coraz częściej przypisywane są mu właściwości obni- żające poziom cholesterolu we krwi (38). Oprócz kwa- su laurynowego i mirystynowego również palmityno- wy podwyższa poziom lipoprotein o niskiej gęstości (LDL) i ogólną zawartość cholesterolu, zwiększa ten- dencję płytek krwi do agregacji, powodując zakrzepy naczyniowe (43). Nadmierne ich spożycie zwiększa także ryzyko chorób układu krążenia oraz zawału ser- ca na podłożu miażdżycowym.

Sundram i wsp. (39) w grupie 17 młodych mężczyzn, niewykazujących zaburzeń w analizie tłuszczów su- rowicy krwi ocenili wpływ diety zawierającej 30% energii z tłuszczu i 200 mg/dzień cholesterolu, wyróż- niając: 1 – bogatszą w kwas palmitynowy (C16:0) i 2 – bogatszą w kwas laurynowy + mirystynowy (C12:0 + C14:0), przy stabilnej zawartości pozosta- łych kwasów tłuszczowych. Dieta bogatsza w C16:0 wpłynęła na mniejszą o 9% zawartość cholesterolu ogólnego, w tym o 11% LDL w surowicy krwi w po- równaniu do diety bogatszej w C12:0 + C14:0. Diety te nie miały natomiast wpływu na zawartość tiacylo- gliceroli w surowicy krwi.

Pozostałe kwasy tłuszczowe mleka to kwasy zawie- rające jedno lub więcej wiązań podwójnych. Spośród ogółu kwasów tłuszczowych 30% stanowią monoeno- we, w tym 25% przypada na kwas oleinowy. Stwier- dzono pozytywną rolę tych kwasów w zapobieganiu miażdżycy (33, 44).

Wśród monoenowych kwasów występuje frakcja C18:1 o konfiguracji cis i trans, zwana kwasem wak- cenowym, przy czym konfiguracja trans określana jest również jako kwas krowi. Jego zawartość może wa- hać się od 1,5-2% (w okresie żywienia oborowego) do 6,5-7% (w okresie żywienia pastwiskowego) ogólne- go składu kwasów tłuszczowych (44). Wykazano, że obydwa izomery kwasu wakcenowego istotnie spowal- niają wzrost komórek nowotworowych okrężnicy, przy

czym forma trans wykazuje dwukrotnie wyższą siłę hamowania niż cis (30). Kwas wakcenyowy (C18:1 n-7) zarówno w formie cis, jak i trans redukuje o 17% liczbę komórek raka okrężnicy HT-29 w hodowli w porównaniu z kwasem oleinowym (C18:1) (1).

Tłuszcz mlekowy zawiera nieznaczną ilość niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (NNKT) – ok. 3%. Kwasy te nie są syntetyzowane w organizmie i dlatego muszą być dostarczane z pożywieniem, a następnie w procesach odwodorowania i wydłużania łańcuchów powstają z nich wielonienasycone kwasy tłuszczowe (PUFA). Zawierają one od 2 do 6 wiązań nienasyconych, podwójnych. Należą głównie do dwóch rodzin, tj. kwasu α -linolenowego – omega 3 (n-3) i kwasu linolowego – omega 6 (n-6). Mogą być również kwasy omega 9 (n-9). Podział na te grupy związany jest z atomem węgla, przy którym znajduje się pierwsze nienasycone wiązanie, licząc od grupy metylowej (8, 23, 33). Ważne jest zachowanie w diecie prawidłowych proporcji między udziałem kwasów z rodziny n-6 do n-3, która powinna się zawierać w granicach 4-10 : 1 (33). Do najważniejszych z punktu widzenia zdrowotnego NNKT zaliczyć należy: C18:2 – kwas linolowy (n-6) i C18:3 – kwas α -linolenowy (n-3), a także powstające z nich formy długocząsteczkowe, tzn. posiadające więcej niż 18 atomów węgla i więcej niż trzy wiązania nienasycone. Należą do nich: kwasy arachidonowy (C20:4, n-6), eikozapentaenowy (C20:5, n-3) oraz dokozaheksaenowy (C22:6, n-3) (37). Wielonienasycone kwasy tłuszczowe grup n-6 i n-3 wchodzi w skład fosfolipidów błon komórkowych. Uwalniane z fosfolipidów stają się substratem do syntezy eikozanoidów, m.in.: prostaglandyn (PG), prostacyklin (PGI), tromboksanów (TXA) i leukotrienów (LT), a także lipoksyn (37, 40). Wpływ zdrowotny wielonienasyconych kwasów tłuszczowych związany jest w dużym stopniu z efektami aktywności eikozanoidów, które wpływają m.in. na regulację czynności układu sercowo-naczyniowego, ciśnienia krwi, wykrzepiania, stężenia tiacylogliceroli w osoczu, odpowiedź immunologiczną i procesy zapalne, proliferację komórek i rozwój nowotworów, regulację czynności hormonów i neuromediatorów, ekspresję genów, funkcjonowanie nerek i odczuwanie bólu (19). Niedobór NNKT hamuje wzrost i prawidłowy rozwój osobniczy, i może mieć udział w patogenezie wielu chorób. Do objawów niedoboru NNKT zaliczyć można w szczególności: spadek masy ciała i spowolnienie wzrostu, zmiany skórne, zwiększoną wrażliwość na infekcje, zaburzenia transportu cholesterolu, kruchość naczyń włosowatych oraz osłabienie kurczliwości mięśnia sercowego. Wykazano, że odpowiednio wysoki poziom wielonienasyconych kwasów n-3 w diecie kobiet w ciąży przeciwdziała przedwczesnym porodom i niskiej masie urodzeniowej noworodków oraz optymalizuje rozwój centralnego układu nerwowego i zdolności uczenia się, a także zmniejsza ryzyko reakcji alergicznych i rozwoju atopii (13, 27). NNKT są

niezbędne, zwłaszcza w żywieniu noworodków i niemowląt w pierwszych miesiącach życia. Pełnią one różnorakie funkcje, warunkują prawidłowy rozwój układu nerwowego i siatkówki oka. Niski poziom kwasu dokozaheksaenowego (DHA) koreluje dodatnio z niższym współczynnikiem inteligencji dzieci, a także częstym występowaniem symptomu hiperaktywności dzieci (ADHE). U ludzi starszych dochodzi do hamowania syntezy DHA na skutek spadku aktywności enzymu Δ^4 -desaturazy, w wyniku czego następuje wzrost ryzyka zaburzeń funkcjonowania centralnego układu nerwowego (19, 23, 27, 35).

Do kwasów wielonienasyconych, budzących obecnie duże zainteresowanie należą sprzężone dieny kwasu linolowego (CLA). Jest to grupa pozycyjnych i geometrycznych izomerów osiemnastowęglowego nienasyconego kwasu linolowego. W grupie tej wiązania podwójne (zwykle w pozycjach 9 i 10 lub 10 i 12) izolowane są jednym wiązaniem pojedynczym. Konfiguracja geometryczna wiązań podwójnych może być zarówno cis, jak i trans. W związku z tym mogą występować w formach cis-cis, trans-trans, cis-trans, trans-cis (6, 29). Bauman i wsp. (9) oceniając zawartość CLA w maśle wyizolowali trzy formy, tzn. cis-trans, trans-trans i cis-cis. Stanowiły one, odpowiednio: 85,8%, 9,4% i 4,8%, przy ogólnej zawartości 5,3 mg/g CLA w tłuszczu. Sprzężone dieny kwasu linolowego są pierwszym produktem pośrednim podczas biohydrogenacji wielonienasyconych kwasów w żwaczu zwierząt przeżuwających. Proces ten zachodzi w wyniku działania enzymów bakterii *Butyrivibrio fibrisolvens* (26).

W tłuszczu mlekowym może znajdować się nawet powyżej 30 mg/g tłuszczu CLA, przy czym dominuje aktywny biologicznie izomer cis-9, trans-11 (26). Zawartość CLA ogółem w produktach z mleka krowiego waha się w granicach 2,9-11,3 mg/g tłuszczu, przy czym CLA o konfiguracji cis-9, trans-11 stanowi 73-93% ogółu tej grupy kwasów (6, 7, 12), jednak najbogatszym źródłem CLA jest ser.

Sprzężony dien kwasu linolowego posiada wiele istotnych właściwości funkcjonalnych. Hamuje on występowanie i rozwój nowotworów (skóry, sutka, okrężnicy i żołądka), przy czym najbardziej aktywny biologicznie jest dien o konfiguracji cis-9, trans-11 (oktadekadienowy). Izomerowi trans-10, cis-12 przypisywane jest natomiast działanie zapobiegające otyłości (10, 28, 29, 41). CLA obniża również poziom triacylogliceroli, całkowitego cholesterolu, w tym frakcji LDL, a tym samym poprawia proporcję frakcji LDL/HDL w osoczu krwi, co ma duże znaczenie w profilaktyce choroby wieńcowej serca i miażdżycy (33). Hamuje także rozwój osteoporozy (6), poprawia przemiany tłuszczu, obniża zawartość cukru i stymuluje odporność organizmu (34).

Mleko zawiera również cholesterol, który stanowi 0,2-0,4% całości jego lipidów. Średnia zawartość cholesterolu w mleku o zawartości tłuszczu 3,5% wynosi

około 12 mg, natomiast w maśle 240 mg/100 g. W tłuszczu mleka ok. 90% cholesterolu występuje w formie wolnej, a reszta jest zestryfikowana z kwasem linolowym (18:2), palmitynowym (16:0) i oleinowym (18:1) (44). W osoczu krwi zdrowego człowieka największy udział, tj. ok. 60% całkowitego cholesterolu mają lipoproteiny o niskiej gęstości (cholesterol miazdżycowy – LDL). Lipoproteiny o dużej gęstości, określane jako dobry cholesterol – HDL, stanowią 30%. Pozostałe 10% przypada dla VLDL. Nie wszystkie nasycone kwasy w jednakowy sposób wpływają na zawartość cholesterolu. Kwasy tłuszczowe nasycone zawierające od 4 do 10 atomów węgla, jak również kwas stearynowy obniżają poziom cholesterolu we krwi. Kwas laurynowy (C12:0) i mirystynowy (C14:0) zwiększają ryzyko chorób krążenia, natomiast kwas palmitynowy wykazuje podobne działanie tylko u ludzi w podeszłym wieku (21, 26, 38, 44).

W tłuszczu mlecznym występują również witaminy A, D, E i K. Litr mleka pokrywa dzienne zapotrzebowanie człowieka w 25% na β -karoten i witaminę A, a w 10% na D i E (36). Zawartość witaminy A w tłuszczu mlekowym mieści się w granicach od ok. 600 do ok. 2000 μ g/100 g tłuszczu i zależy od okresu żywienia krów (44). Witaminy A, E i β -karoten (przeciwutleniacze) warunkują odporność, procesy wzrostu, reprodukcji i widzenie.

Pomimo że od kilkudziesięciu lat tłuszcz mlekowy (ze względu na wysoką zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych oraz obecność cholesterolu) traktowany jest przez lekarzy i dietetyków jako miazdżycotwórczy, to na tle przedstawionych danych należy uznać go jednak za cenne źródło energii i składników o szerokim działaniu prozdrowotnym.

Piśmiennictwo

1. *Awad A. B., Herrmann C. S., Fink C. S., Horwath P. J.*: 18:1 n7 fatty acids inhibit growth and decrease inositol phosphatase release in HT-29 cell compared to n9 fatty acids. *Cancer Letters* 1995, 91, 55-61.
2. *Banaszkiewicz T.*: Żywnienie jako czynnik modyfikujący skład kwasów tłuszczowych w produktach pochodzenia zwierzęcego. *Przegl. Hod.* 2001, 69, 23-27.
3. *Barłowska J., Litwińczuk Z., Król J., Topyła B.*: Technological usefulness of milk of cows of six breeds maintained in Poland relative to a lactation phase. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 2006, 15/56, SI 1, 17-21.
4. *Barłowska J., Litwińczuk Z., Topyła B.*: Parametry fizykochemiczne tłuszczu mleka krów różnych ras z okresu żywienia wiosenno-letniego. *Medycyna Wet.* 2005, 61, 937-939.
5. *Barłowska J., Litwińczuk Z., Topyła B., Król J.*: Właściwości fizyko-chemiczne mleka krów czarno-białych i czerwono-białych w okresie wiosenno-letnim z uwzględnieniem fazy laktacji. *Rocz. Nauk. PTZ* 2005, 1, 163-170.
6. *Bartnikowska E., Obiedziński M. W.*: Nienasycone kwasy tłuszczowe z rodziny omega-3. Cz. I. Struktura, źródło, oznaczenie, przemiany w organizmie. *Roczn. PZH* 1997, 48, 381-397.
7. *Bartnikowska E., Obiedziński M. W., Grześkiewicz S.*: Rola i znaczenie żywieniowe sprzężonych dienów kwasu linolowego. *Przem. Spoż.* 1999, 7, 16-18, 42.
8. *Bartnikowska E., Obiedziński M. W., Grześkiewicz S.*: Sprzężone dieny kwasu linolowego – niedawno wykryte związki o działaniu antykanцерогенным występujące w mleku i jego przetworach. *Przegl. Mlecz.* 1999, 3, 86-91.
9. *Bauman D. R., Barbano D. M., Dwyer D. A., Grimari J. M.*: Production of butter with enhanced conjugated linoleic acid for use in biomedical studies with animal models. *J. Dairy Sci.* 2000, 83, 2422-2425.
10. *Bawa S.*: An update on the beneficial roles of conjugated linoleic acid (CLA) in modulating human health: mechanism of action – a review. *Pol. J. Food and Nutr. Sci.* 2003, 3, 3-13.
11. *Brzóska F.*: Modyfikowanie składu tłuszczu mlekowego krów do potrzeb diety człowieka. *Biul. Inf. I Z* 1998, 36, 45-56.
12. *Decker E. A.*: The role of phenolics, conjugated linoleic acid, carnosine, and pyrroloquinoline quinone as nonessential dietary antioxidants. *Nutr. Rev.* 1995, 53, 49-58.
13. *Erkkila A. T., Isotalo E., Pulkkinen J., Haapanen M. L.*: Association between school performance, breast milk intake and fatty acid profile of serum lipids in ten-year-old cleft children. *J. Craniofac. Surg.* 2005, 16, 764-769.
14. *Grego T., Sady M., Kraszewski J.*: Przydatność technologiczna mleka krów rasy Simental. *Rocz. Nauk. Zoot.* 2000, 27, 331-339.
15. *Jaworski J.*: Skład tłuszczu mlekowego – uwarunkowania środowiskowe. *Konf.: Tłuszcz mlekowy w żywieniu człowieka, ART Olsztyn* 22-23.09.1995, s. 5-19.
16. *Jensen R. G.*: The composition of bovine milk lipids. *J. Dairy Sci.* 2002, 85, 295-350.
17. *Jurczak M. E.*: Mleko. Produkcja, badania, przerób. *Wyd. SGGW, Warszawa*, 1999.
18. *Kanno C.*: Secretary membranes of the lactating mammary gland. *Protoplasma* 1990, 159, 184-208.
19. *Kolanowski W.*: Długołańcuchowe wielonienasycone kwasy tłuszczowe omega-3 – znaczenie zdrowotne w obniżaniu ryzyka chorób cywilizacyjnych. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2007, XL, 229-237.
20. *Kozikowski W., Przybyłowicz K.*: Wartość żywieniowa składników mleka krowiego. *Przegl. Mlecz.* 1994, 10, 256-261.
21. *Litwińczuk A., Litwińczuk Z., Barłowska J., Florek M.*: Surowce zwierzęce – ocena i wykorzystanie. *PWRiL, Warszawa* 2004.
22. *Litwińczuk Z., Szulc T.*: Hodowla i użytkowanie bydła. *PWRiL, Warszawa* 2005.
23. *Marciniak-Lukasiak K., Krygier K.*: Charakterystyka kwasów omega 3 i ich zastosowanie w żywności funkcjonalnej. *Przem. Spoż.* 2004, 12, 32-36.
24. *Michalski M.-C., Cariou R., Garnier C.*: Native vs. damaged milk fat globules: membrane properties affect the viscoelasticity of milk gels. *J. Dairy Sci.* 2002, 85, 2451-2461.
25. *Michalski M.-C., Januel C.*: Does homogenization affect the human health properties of cow's milk? *Trends Food Sci. Technol.* 2006, 17, 423-437.
26. *Parodi P. W.*: Milk fat in human nutrition. *Austral. Dairy Techn.* 2004, 59, 3-59.
27. *Peet M., Stokes C.*: Omega-3 fatty acids in the treatment of psychiatric disorders. *Drugs* 2005, 65, 1051-1059.
28. *Pisulewski P. M.*: Żywieniowe metody modyfikowania składu kwasów tłuszczowych żywności pochodzenia zwierzęcego. *Przem. Spoż.* 2000, 10, 6-8.
29. *Pisulewski P. M., Achremowicz K., Kostogryś R. B., Franczyk M.*: Biochemiczne mechanizmy prozdrowotnego oddziaływania wielonienasyconych kwasów tłuszczowych na stan zdrowia człowieka. *Post. Nauk Rol.* 2005, 57, 101-116.
30. *Przybojewska B., Rafalski H.*: Kwasy tłuszczowe występujące w mleku a zdrowie człowieka (cz. 3). Kwas wakcenenowy cis i trans. *Przegl. Mlecz.* 2003, 8, 286-289.
31. *Przybojewska B., Rafalski H.*: Kwasy tłuszczowe występujące w mleku a zdrowie człowieka (cz. 4). Krótkołańcuchowe nasycone kwasy tłuszczowe SCFA (cz. 1). *Przegl. Mlecz.* 2003, 9, 343-346.
32. *Rafalski H.*: Mleko zapewnia i promuje zdrowie człowieka. *Przegl. Mlecz.* 1996, 8, 225-226.
33. *Reklewska B., Bernatowicz E.*: Bioaktywne składniki frakcji tłuszczowej mleka. *Przegl. Hod.* 2002, 70, 1-6.
34. *Reklewska B., Bernatowicz E.*: Funkcjonalne składniki mleka – znaczenie dla organizmu oraz możliwości modyfikowania ich zawartości w mleku. *Zesz. Nauk. Przegl. Hod.* 2003, 71, 47-69.
35. *Schachter H. M., Kourad K., Merali Z., Lumb A., Tran K., Miguez M.*: Effects of omega-3 fatty acids on mental health. *Evid. Rep. Technol. Assess.* 2005, 116, 1-11.
36. *Schoroeder G. F., Delahoy J. E., Vidaurreta I., Bargo F., Gagliostro G. A., Muller L. D.*: Milk fatty acid composition of cows fed a total mixed ration or pasture plus concentrates replacing corn with fat. *J. Dairy Sci.* 2003, 86, 3237-3248.
37. *Simopoulos A. P.*: The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomed. Pharmacother.* 2002, 56, 365-379.
38. *Skrzypek R.*: Wpływ tłuszczu zawartego w pokarmie na zdrowotność konsumenta, znaczenie tłuszczu mleka krowiego i wołowego. *Mat. VII Szkoły Zimowej z zakresu Hodowli Bydła, Zakopane* 1999, s. 246-269.
39. *Sundram K., Haves K. C., Siru O. H.*: Dietary palmitic acid results in lower serum cholesterol than does a lauric-myristic acid combination in normolipemic humans. *Am. J. Clin. Nutr.* 1994, 59, 841-846.
40. *Turley E., Strain J. J.*: Fish oil, eicosanoid biosynthesis and cardiovascular disease, an overview. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 1993, 2, 145-153.
41. *Wang Y., Jones P. J. H.*: Dietary conjugated linoleic acid and body composition. *Am. J. Clinical Nutr.* 2004, 79, 1153-1158.
42. *White S. L., Bertrand J. A., Wade M. R., Washburn S. P., Greek J. T., Jenkins T. C.*: Comparison of fatty acid content of milk from Jersey and Holstein cows consuming pasture or a Total Mixed Ration. *J. Dairy Sci.* 2001, 84, 2295-2301.
43. *Wilke M. S., Clandinin M. T.*: Influence of dietary saturated fatty acids on the regulation of plasma cholesterol concentration. *Lipids* 2005, 40, 1207-1213.
44. *Żegarska Z.*: Tłuszcz mlekowy jako składnik diety człowieka. *Przegl. Mlecz.* 1998, 10, 369-371.

Adres autora: dr hab. inż. Joanna Barłowska, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin; e-mail: joanna.barłowska@up.lublin.pl