

Renata Pietrzak-Fiećko, Sylwia Kacprzak

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

e-mail: renap@uwm.edu.pl

SKŁAD KWAŚÓW TŁUSZCZÓWYCH TŁUSZCZU MLEKA KROWIEGO POCHODZĄCEGO Z MAŁYCH, INDYWIDUALNYCH GOSPODARSTW Z REGIONU WARMII I MAZUR

Streszczenie: Celem pracy było określenie profilu kwasów tłuszczowych w tłuszczu mleka krowiego pozyskiwanego z regionu Warmii i Mazur. Materiał badany stanowiły próbki mleka krowiego zebrane z 10. małych indywidualnych gospodarstw w okresie letnim. Krowy były żywione pastwiskowo. Tłuszcz wydzielano metodą Rösego-Gottlieba, estry metylowe przygotowano metodą IDF Standard 1999 i poddano analizie na chromatografii gazowej. Badane mleko krowie zawierało 67,14% nasyconych kwasów tłuszczowych, 30,60% jednonienasyconych kwasów tłuszczowych oraz 2,29% wielonienasyconych kwasów tłuszczowych. Kwas palmitynowy oznaczono w ilości 30,56%. Krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe występowały w stężeniu 8,46%, a kwas CLA – w stężeniu 0,68%. Procentowy udział badanych grup kwasów tłuszczowych był zróżnicowany w mleku krowim pochodzącym od poszczególnych gospodarstw.

Słowa kluczowe: skład kwasów tłuszczowych, tłuszcz mleka krowiego.

1. Wstęp

Mleko i przetwory mleczne stanowią ważne źródło tłuszczu w żywieniu człowieka [Prawda... 1997]. Zawarty w nich tłuszcz mlekowy jest najłatwiej strawnym tłuszczem pochodzenia zwierzęcego. Ma on postać naturalnej emulsji. Duży stopień dyspersji sprawia, że może być wchłaniany w przewodzie pokarmowym bez uprzedniej hydrolizy [Barłowska, Litwińczuk 2009b; Prawda... 1997]. Mimo to, przez wzgląd na swoją budowę, należy do najbardziej skomplikowanych tłuszczów naturalnych. Niektóre źródła podają, że składa się on aż z 500 kwasów tłuszczowych [Reklewska, Bernatowicz 2002]. Na kształtowanie profilu kwasów tłuszczowych wpływa wiele czynników, m.in. żywienie, rasa, okres laktacji i wiek zwierzęcia [Barłowska, Litwińczuk 2009a; Kelly i in. 1998; White i in. 2001; Wyss i in. 2010]. Żywienie może być też narzędziem służącym modyfikacji profilu kwasów tłuszczowych [Elgersma i in. 2006]. Jeszcze do niedawna, kiedy to produkcja rolna miała charakter wielokie-

runkowy i stosowane były metody ekstensywne, sposób żywienia był ściśle zależny od pory roku. Obecnie, gdy funkcjonuje bardzo dużo gospodarstw specjalistycznych nastawionych na prowadzenie dużych stad, zauważalny jest zanik wpływu sezonowości. Jeżeli w stadzie jest więcej niż 100 krów mlecznych, praktycznie niemożliwy staje się ich wypas w okresie wiosenno-letnio-jesiennym. Bydło pozostaje więc w oborze przez cały rok. Podstawą chowu są suche, zbilansowane pasze [Smoczyński i in. 2010a]. Badania potwierdzają zaś, że żywienie tradycyjne, pastwiskowe wpływa na wyższą zawartość w tłuszczu mlekowym kwasów tłuszczowych korzystnych dla zdrowia człowieka [Barłowska, Litwińczuk 2009a; Kelly i in. 1998; Nałęcz-Tarwacka 2006; White i in. 2001; Wyss i in. 2010]. Modyfikacja składu mleka za pomocą karmy i ujednoczenie go na przestrzeni roku sprawia, że traci ono swoją naturalność, którą charakteryzowało się od lat.

Celem podjętych badań było przeanalizowanie składu kwasów tłuszczowych tłuszczu mleka krowiego od małych, indywidualnych gospodarstw.

2. Materiał i metody

Próbki mleka do badań pobrano jednorazowo z dziesięciu losowo wybranych, małych, indywidualnych gospodarstw z regionu Warmii i Mazur. Liczba krów dojnych w stadzie nie przekraczała dziesięciu sztuk. Próbki o objętości ok. 100 cm³ stanowiło mleko zbiorcze z poszczególnych gospodarstw. Bydło wypasano na pastwisku oraz zadawano mu pasze pozyskane z własnego gospodarstwa. Materiał badawczy pochodził z okresu letniego. Próby zebrano w pierwszej połowie września 2009 r. Oznaczenia składu kwasów tłuszczowych wykonano w trzech powtórzeniach.

Tłuszcz z mleka krowiego wydzielano metodą ekstrakcyjno-wagową Rösego-Gottlieba [Krełowska-Kułas 1993]. Estry metylowe przygotowano, wykorzystując metodę IDF Standard 1999 [IDF Standard 1999]. Odważona próbka tłuszczu 0,05 g została rozpuszczona w 2,5 cm³ n-heksanu. Po dodaniu 0,1 cm³ wodorotlenku potasu w metanolu 2M wytrząsano przez 1 min. Następnie odstawiono na 5 min, po czym dodano 0,25 g krystalicznego wodorosiarczanu (VI) sodu oraz wirowano przez 3 min z prędkością 1000 obr./min.

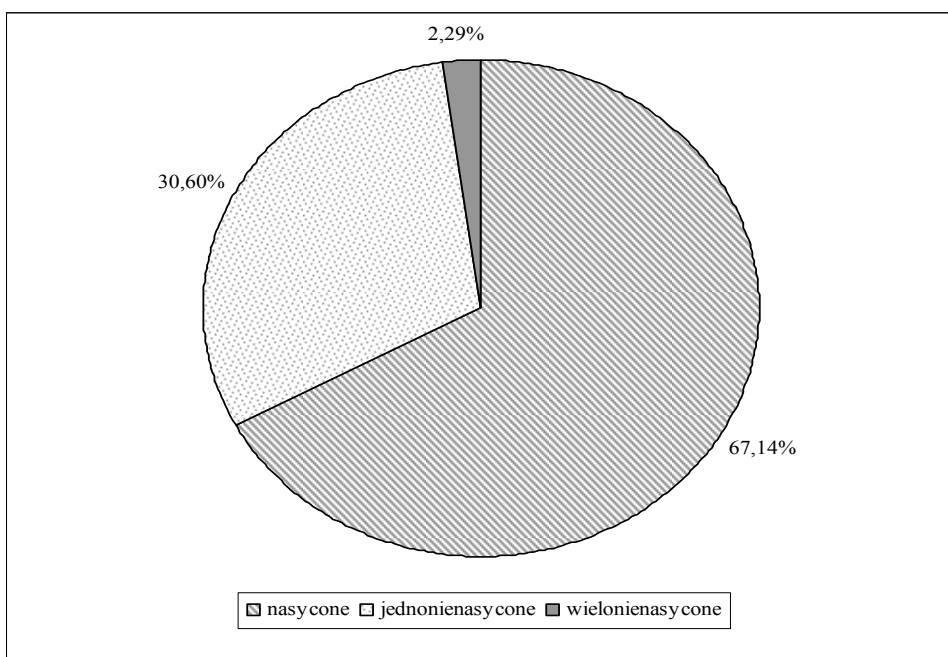
Rozdział oraz ilościowe oznaczenie kwasów tłuszczowych wykonano metodą chromatografii gazowej z użyciem chromatografu gazowego HP 6890 z detektorem płomieniowo-jonizacyjnym (FID). Kolumna kapilarna Supelcowex 10 miała długość 100 m, średnicę wewnętrzną 0,25 mm i grubość filtru 0,20 µm. Prędkość przepływu gazu nośnego helu to 1,5 ml/min. Podczas rozdziału chromatograficznego zastosowano następujące temperatury: dla detektora 250°C, dla dozownika 225°C, natomiast temperatura kolumny w 1. min rozdziału wynosiła 60°C. Zaprogramowano przyrost temperatury o 5°C na min do uzyskania końcowej wartości 180°C.

Wyniki badań opracowano statystycznie za pomocą programu Microsoft Office Excel 2003. Obliczono wartość średnią, odchylenie standardowe oraz współczynnik zmienności.

3. Wyniki i dyskusja

Analiza składu tłuszczu mlekowego wykazała, że nasycone kwasy tłuszczowe stanowiły 67,14% wszystkich kwasów tłuszczowych w badanym mleku (rys. 1). To wartość nieco mniejsza od podanej przez innych badaczy tego problemu (mleko pozyskiwane z chowu pastwiskowego – 69,68%, mleko pozyskiwane z chowu oborowego – 68,41%) [Smoczyński 2010a]. O mniejszej zawartości nasyconych kwasów tłuszczowych w mleku pastwiskowym w porównaniu z mlekiem od krów żywionych systemem TMR piszą m.in. White i wsp. [White i in. 2001] oraz Wyss i wsp. [Wyss i in. 2010].

Głównym przedstawicielem zarówno kwasów nasyconych, jak również wszystkich kwasów tłuszczowych był kwas palmitynowy (C:16). Jego zawartość ukształtowała się na poziomie 30,56% (tab. 1) ogólnej liczby kwasów tłuszczowych w badanym materiale i była równa sumie wszystkich jednonienasyconych kwasów tłuszczowych w badanym mleku krowim (rys. 1).



Rys. 1. Procentowy udział sumy kwasów tłuszczowych w tłuszczu mleka krowiego

Źródło: opracowanie własne.

Podobne wartości (31,0%) dla kwasu palmitynowego w mleku pochodzącym z małych gospodarstw podają Smoczyński i wsp. [Smoczyński i in. 2010a]. Wykazują też, że nieco większymi zawartościami (32,14%) tego związku charakteryzowało się mleko z chowu oborowego (z hodowli zamkniętej).

Wśród kwasów, które nie mają podwójnych wiązań, na uwagę zasługują kwas stearynowy (C:18) – 11,18% – oraz kwas mirystynowy (C:14) – 10,96% (tab. 1).

Tabela 1. Procentowy udział nasyconych kwasów tłuszczowych w tłuszczu mleka krowiego

Kwasy tłuszczowe nasycone	Średnia	Min.	Max	SD	V
C 4:0	2,83	2,26	3,03	0,23	8
C 6:0	1,92	1,75	2,1	0,1	5,02
C 8:0	1,19	1,06	1,35	0,09	7,31
C 10:0	2,52	2,04	3,03	0,3	11,89
C 12:0	3,01	2,38	3,93	0,43	14,43
C 13:0	0,1	0,07	0,14	0,02	21,4
C 14:0	10,96	10	12,43	0,66	6,07
C 14 izo	0,17	0,12	0,24	0,03	18,61
C 15:0	1,42	1,09	1,72	0,19	13,52
C 16:0	30,56	27,37	35,97	2,43	7,96
C 16 izo	0,34	0,28	0,44	0,05	15,19
C 17:0	0,74	0,64	0,95	0,1	13,75
C 18:0	11,18	9,98	12,39	0,85	7,64
C 20:0	0,2	0,18	0,23	0,02	10,17

SD – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności, Min. – wartość minimalna, Max – wartość maksymalna.

Źródło: opracowanie własne.

Krótkołańcuchowe nasycone kwasy tłuszczowe, pełniące ważne funkcje biologiczne w organizmie człowieka [Cichosz 2007; Przybojewska, Rafalski 2003; Smoczyński i in. 2010a], obecne były w ilości 8,46%, w tym kwas masłowy (C 4:0) uznany za potencjalny czynnik inhibitujący rozwój komórek nowotworowych [Barłowska, Litwińczuk 2009b; Cichosz 2007; Przybojewska, Rafalski 2003; Rutkowska i in. 2009] w ilości 2,83%. Porównywalne wielkości tego związku podają Smoczyński i in. [Smoczyński i in. 2010a; Smoczyński i in. 2010b].

Badane próby mleka krowiego cechowała 30,6-procentowa zawartość jednonienasyconych kwasów tłuszczowych (rys. 1), co jest większe o kilka punktów procentowych w odniesieniu zarówno do mleka z chowu pastwiskowego (27,01%), jak i chowu oborowego (25,73%) z wspomnianych już badań Smoczyńskiego i in. [Smoczyński i in. 2010a]. Największy udział stanowił kwas oleinowy (C 18:1) – 26,39% (tab. 2). Pozostałe monoenoowe kwasy tłuszczowe występowały w znacznie mniejszych ilościach (tab. 2).

Procentowy udział wielonienasyconych kwasów tłuszczowych stanowił 2,29% ogólnej zawartości wszystkich kwasów (rys. 1). W tym zawartość sprzężonego kwasu linolowego CLA (C 18:2 sp) ukształtowała się na poziomie 0,68% (tab. 3).

Tabela 2. Procentowy udział jednonienasyconych kwasów tłuszczowych w tłuszczu mleka krowiego

Kwasy tłuszczowe jednonienasycone	Średnia	Min.	Max	SD	V
C 10:1	0,34	0,26	0,41	0,04	12,92
C 12:1	0,14	0,11	0,18	0,02	15,5
C 14:1	1,11	0,76	1,32	0,16	13,98
C 16:1	1,79	1,52	2,03	0,18	10,14
C 17:1	0,58	0,45	0,74	0,09	15,99
C 18:1	26,39	22,81	29,14	2,28	8,64
C 20:1	0,25	0,22	0,31	0,03	11,32

SD – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności, Min. – wartość minimalna, Max – wartość maksymalna.

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 3. Procentowy udział wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w tłuszczu mleka krowiego

Kwasy tłuszczowe wielonienasycone	Średnia	Min.	Max	SD	V
C 18:2	1,2	0,91	1,8	0,27	22,06
C 18:2 sp	0,68	0,32	1,11	0,27	40,31
C 18:3	0,41	0,26	0,69	0,12	30

SD – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności, Min. – wartość minimalna, Max – wartość maksymalna, sp – sprzężony.

Źródło: opracowanie własne.

Sprzężone dieny kwasu linolowego mają znaczące właściwości prozdrowotne objawiające się m.in. działaniem antynowotworowym, hipocholesterolemicznym, pomagają też w leczeniu cukrzycy, redukcji tkanki tłuszczowej [Cichosz 2007; Nałęcz-Tarwacka i in. 2009]. Odnosząc się do badań innych autorów, można stwierdzić, że zawartość tego cennego kwasu okazała się znacznie wyższa w mleku pozyskiwanym od krów wypasanych na pastwisku (mleko badane) niż hodowanych w systemie oborowym (zawartość CLA 0,44%, 0,47%), gdzie podstawową karmą są suche pasze [Smoczyński i in. 2010a; Smoczyński i in. 2010b]. Nałęcz-Tarwacka i wsp. wykazują, że żywienie tradycyjne krów mlecznych w porównaniu z innymi czynnikami ma najkorzystniejszy wpływ na zawartość CLA [Nałęcz-Tarwacka i in. 2009]. Związane jest to z większą podażą wraz z zielonką kwasu linolenowego będącego prekursorem sprzężonego kwasu linolowego [Elgersma i in. 2003; Nałęcz-Tarwacka i in. 2009]. White i wsp. w ramach badań uzyskali wzrost zawartości tego kwasu z 0,41% przy żywieniu TMR do 0,72% przy żywieniu pastwiskowym [White i in. 2001]. Wpływ karmienia tradycyjnego na większą zawartość CLA potwierdzają też Kelly i wsp. [Kelly i in. 1998] oraz Wyss i wsp. [Wyss i in. 2010].

Procentowy udział kwasów tłuszczowych nasyconych, jednonienasyconych oraz wielonienasyconych w mleku krowim poszczególnych gospodarstw był zróżnico-

wany (tab. 4). Zawartości nasyconych kwasów tłuszczowych w mleku od poszczególnych gospodarstw mieściły się w granicach 64,28-71,06%. W badanych próbach jednonienasyconych kwasów tłuszczowych było od 27,27 do 33,33%. Szczególnie duża różnica występowała pomiędzy najmniejszą a największą zawartością wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, które stanowiły od 1,51 do 2,95% wszystkich kwasów tłuszczowych.

Tabela 4. Procentowy udział kwasów tłuszczowych w tłuszczu mleka krowiego z poszczególnych gospodarstw

Producent	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kwasy tłuszczowe										
Nasycone	71,06	67,16	68,05	64,78	64,43	64,28	66,3	70,9	67,48	66,77
Jednonienasycone	27,43	30,78	29,8	33,33	32,96	32,77	31,88	27,27	30,15	29,63
Wielonienasycone	1,51	2,06	2,15	1,89	2,61	2,95	1,82	1,84	2,45	3,6

Źródło: opracowanie własne.

W mleku, w którym stwierdzono najwyższą zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych (71,06%), jednocześnie zaobserwowano najniższą zawartość wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (1,51%). W mleku krowim, w którym procentowy udział nasyconych kwasów tłuszczowych był najniższy (64,28%), stwierdzono najwyższą zawartość wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (2,95%). Badania naukowe donoszą, że żywienie pastwiskowe zwiększa zawartość wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w mleku krowim, kosztem nasyconych kwasów tłuszczowych [Barłowska, Litwińczuk 2009a]. Można na tej podstawie podejrzewać, że o składzie mleka z najwyższą zawartością wielonienasyconych kwasów tłuszczowych mogło decydować żywienie pastwiskowe, które prawdopodobnie miało większy udział w dziennej racji pokarmowej pobieranej przez krowy. Niemniej jednak, aby to potwierdzić, należałoby dokonać szerszych badań.

4. Wnioski

Mleko krowie jest źródłem pożądanych ze względów żywieniowych kwasów tłuszczowych, takich jak: krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe oraz nienasyconych kwasów tłuszczowych w tym sprzężonego kwasu linolowego.

Żywienie pastwiskowe ma wpływ na kształtowanie profilu kwasów tłuszczowych w tłuszczu mleka krowiego, szczególnie w przypadku jednonienasyconych kwasów tłuszczowych. Otrzymane wyniki w odniesieniu do danych literaturowych wskazują na ok. 12-procentowy większy udział kwasów jednonienasyconych w tłuszczu mleka krowiego z chowu pastwiskowego względem tłuszczu mleka z chowu oborowego.

Procentowy udział kwasów tłuszczowych nasyconych, jednonienasyconych i wielonienasyconych był zróżnicowany w mleku krowim pochodzącym od poszczególnych gospodarstw, co może świadczyć o różnym udziale żywienia pastwiskowego w dziennej racji pokarmowej zwierząt.

Literatura

- Barłowska J., Litwińczuk Z., *Genetyczne i środowiskowe uwarunkowania profilu kwasów tłuszczowych mleka*, „Medycyna Weterynaryjna” 2009a, 65 (5), s. 310-314.
- Barłowska J., Litwińczuk Z., *Właściwości odżywcze i prozdrowotne tłuszczu mleka*, „Medycyna Weterynaryjna” 2009b, 65(3), s. 171-174.
- Cichosz G., *Aterogenne właściwości tłuszczu mlekowego – rzeczywistość czy mit?*, „Przegląd Lekarski”, 2007, 64 (4), s. 32-34.
- Elgersma A., Tamminga S., Ellen G., *Comparison of the effects of grazing and zero-grazing of grass on milk fatty acid composition of dairy cows*, „Grassland Science in Europe” 2003, 8, s. 271-274.
- Elgersma A., Tamminga S., Ellen G., *Modifying milk composition through forage*, „Animal Feed Science and Technology” 2006, 131, s. 207-225.
- IDF Standard, *Milk fat and milk fat products determination of fatty acid content*, 1999, 182.
- Kelly M.L., Kolver E.S., Bauman D.E., van Amburgh M.E., Muller L.D., *Effect of intake of pasture on concentrations of conjugated linoleic acid in milk of lactating cows*, „Journal of Dairy Science” 1998, 81, s. 1630-1636.
- Krełowska-Kułas M., *Badanie jakości produktów spożywczych*, Wydawnictwo PWE, Warszawa 1993.
- Nałęcz-Tarwacka T., Kuczyńska B., Grodzki H., Słószarz J., *Wpływ wybranych czynników na zawartość skoniugowanego kwasu linolowego w mleku krów*, „Medycyna Weterynaryjna” 2009, 65(5), s. 326-329.
- Nałęcz-Tarwacka T., *Wpływ wybranych czynników na zawartość funkcjonalnych składników tłuszczu mleka krów*, SGGW, Warszawa 2006.
- Prawda o tłuszczach*, red. J. Gawęcki, Wyd. Danon – Fundacja Promocji Zdrowego Żywienia, Warszawa 1997.
- Przybojewska B., Rafalski H., *Kwasy tłuszczowe występujące w mleku a zdrowie człowieka*, „Przegląd Mleczarski” 2003, 4, s. 148-151.
- Reklewska B., Bernatowicz E., *Bioaktywne składniki frakcji tłuszczowej mleka*, „Przegląd Hodowlany” 2002, 70, s. 1-6.
- Rutkowska J., Sadowska A., Tabaszewska M., Stołyhwo A., *Skład kwasów tłuszczowych serów podpuszczkowych pochodzących z rejonów Polski: północnego, wschodniego i centralnego*, „Bromatologia i Chemia Toksykologiczna” XLII, 2009, 4, s. 1104-1110.
- Smoczyński S., Pietrzak-Fiećko R., Felkner B., Borejszo Z., *Badanie wybranych składników mleka krowiego jako produktu regionalnego*, Prace i Materiały Wydziału Zarządzania Uniwersytetu Gdańskiego, Sopot 2010a, s. 257-263.
- Smoczyński S., Pietrzak-Fiećko R., Gujska E., Felkner B., Borejszo Z., *Fatty acids Composition in natural and industrial dairy products*, [w:] *Wybrane problemy jakości żywności*, red. R. Zieliński, J. Żuchowski, Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji – PIB, Radom 2010b, s. 195-206.
- White S.L., Bertrand J.A., Wade M.R., Washburn S.P., Green J.T., Jenkins T.C., *Comparison of fatty acid content of milk from Jersey and Holstein cows consuming pasture or a total mixed ration*, „Journal of Dairy Science” 2001, 84, s. 2295-2301.
- Wyss U., Collomb M., Frey H.J., Hofstetter P., *Seasonal variation in fatty acid contents of cow milk from indoor and pasture-based feeding*, [w:] *Grassland in a Changing World*, vol. 15, Kiel 2010, s. 634-636.

FATTY ACID COMPOSITION OF THE COW'S MILK FAT FROM SMALL, INDIVIDUAL FARMS FROM WARMIA AND MAZURY REGION

Summary: The aim of this study was to determine the profile of fatty acids in the fat of cows' milk collected from selected manufacturers from the region of Warmia and Mazury. The material for the study were the samples of cows' milk collected in summer from 10 small individual producers. The cows were fed on the pasture. Fat was extracted using Rösego-Gottlieb method, methyl esters were prepared according to IDF Standard 1999 and analyzed with a gas chromatograph. The tested cows' milk contained 67,14% saturated fatty acids, 30,60% monounsaturated fatty acids and 2.29% polyunsaturated fatty acids. Palmitic acid was the main component (30,56%). The level of short-saturated fatty acids was 8,46%, and CLA 0,68%. The percentage contribution of fatty acids in milk varied greatly depending on different individual farmers.

Keywords: fatty acids composition, cow's milk fat.