

BARBARA FELKNER-POŹNIAKOWSKA, RENATA PIETRZAK-FIEĆKO,
MICHALINA KOTLARSKA, SYLWIA KACPRZAK

SKŁAD KWASÓW TŁUSZCZOWYCH TŁUSZCZU MLEKA KRÓW Z CHOWU ALKIERZOWEGO W OKRESIE LETNIM I ZIMOWYM

Streszczenie

Skład i jakość mleka zależą od różnych czynników, m.in. uwarunkowań genetycznych, środowiskowych, stanu fizjologicznego zwierząt oraz pory roku. Wpływ pory roku uwidoczniła się sezonowością w produkcji mleka (sezon zimowy – żywienie oborowe; sezon letni - żywienie pastwiskowe). Jednak w ostatnich latach zmieniają się warunki chowu bydła mlecznego, które polegają na przechodzeniu na całoroczne alkierzowe utrzymanie krów, w którym żywienie pastwiskowe zastąpione jest systemem PMR. Może to się wiązać ze zmianą składu mleka, w tym profilu kwasów tłuszczowych. W celu zweryfikowania tej hipotezy, podjęto badania mające na celu analizę tłuszczu mleka z sezonu letniego oraz zimowego, pobranego z dużego gospodarstwa rolnego stosującego żywienie systemem PMR. Tłuszcz z mleka ekstrahowano metodą Rösego-Gottlieba, zaś estry metylowe kwasów tłuszczowych w wyodrębnionym tłuszczu przygotowano według metody IDF Standard. Rozdział estrów metylowych wykonano metodą chromatografii gazowej, stosując chromatograf gazowy wyposażony w detektor płomieniowo-jonizacyjny (FID). Stwierdzono, że w okresie letnim tłuszcz pozyskanego mleka zawierał więcej nienasyconych, a w okresie zimowym – więcej nasyconych kwasów tłuszczowych. Różnice te spowodowane były przede wszystkim wzrostem zawartości kwasu oleinowego, stearynowego oraz wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, a także zmniejszeniem zawartości kwasów palmitynowego, mirystynowego i laurynowego w okresie letnim. Ponadto wykazano, że pomimo zastosowania alkierzowego sposobu utrzymania krów, w profilu kwasów tłuszczowych nadal występują zmiany, które są charakterystyczne dla sezonu letniego oraz zimowego.

Słowa kluczowe: mleko krowie, kwasy tłuszczowe, sezon żywienia, sezon letni, sezon zimowy, chów alkierzowy

Wprowadzenie

Mleko krowie jest podstawowym produktem w diecie człowieka, zarówno w postaci oryginalnej, jak i przetworzonej. Głównym składnikiem energetycznym mleka jest tłuszcz, który spośród tłuszczów naturalnych wyróżnia się przyswajalnością, wynikającą z łatwości emulgowania się [13]. Znaczenie tłuszczu mlekowego związane jest z jego wyjątkowo złożonym składem, charakteryzującym się występowaniem około 400 - 500 kwasów tłuszczowych [2, 5, 14, 21, 24, 28, 32, 33]. Wyjątkową cechą tłuszczu mleka krowiego jest obecność krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych, które stanowią źródło łatwo dostępnej energii niezbędnej do funkcjonowania m.in. serca, wątroby, nerek, płytek krwi, układu nerwowego, mięśni. Kwasy te nie powodują wzrostu poziomu lipidów we krwi, a więc nie przyczyniają się do otyłości [29]. Ponadto, tłuszcz mleczny zawiera wielonienasycone kwasy tłuszczowe (ok. 3 - 5 %), w tym sprzężony kwas linolowy (CLA), który przejawia wiele specyficznych właściwości funkcjonalnych i prozdrowotnych [1, 5, 18, 23, 25, 27, 30].

Skład i jakość mleka zależą od różnych czynników, z których wiele ze sobą współdziała. Należą do nich m.in. uwarunkowania genetyczne, środowiskowe oraz stan fizjologiczny zwierząt. Jednym z czynników poza genetycznych, wpływającym na skład, wydajność oraz właściwości mleka, jest pora roku. Wpływ tego czynnika uwiadcza się sezonowością produkcji mleka, której przyczyn należy upatrywać w zmianach warunków utrzymania oraz żywienia krów [6]. Sezonowość zmian tworzą dwa przedziały czasowe – sezon żywienia oborowego (zimowego), kiedy krowy nie otrzymują paszy zielonej i sezon żywienia pastwiskowego (letniego), kiedy pasze zielone są jedynym lub głównym składnikiem dawki pokarmowej [12]. Wielu autorów [15, 19, 20, 29] wskazuje na sezon produkcji jako jeden z czynników decydujących o poziomie i proporcjach kwasów tłuszczowych w mleku. Należy jednak zauważyć, że w ostatnich latach zmieniają się warunki chowu bydła mlecznego. W krajach rozwiniętych Europy i Ameryki Północnej, osiągających wysoką produkcję mleka, powszechnie przechodzi się na całoroczne alkierzowe utrzymanie krów, w którym trawa pastwiskowa zastępowana jest kiszonkami. Ten model żywienia stosuje się coraz powszechniej w wysoko wydajnych stadach w Polsce [22]. Można więc oczekiwać, że zmiana systemu żywienia wpłynie także na modyfikację profilu kwasów tłuszczowych tłuszczu mlekowego.

W celu zweryfikowania ww. poglądu podjęto badania mające na celu analizę mleka z sezonu letniego oraz zimowego, pobieranego z obory znajdującej się na terenie województwa warmińsko-mazurskiego, w której stosuje się alkierzowe utrzymanie krów.

Material i metody badań

Materiałem badawczym było mleko pozyskiwane w okresie żywienia zimowego (w grudniu 2010 oraz styczniu 2011) oraz letniego (w czerwcu i lipcu 2011) bezpośrednio z Zakładu Produkcyjno-Doświadczalnego „Bałcyny”, znajdującego się na terenie województwa warmińsko-mazurskiego. Mleko pochodziło od liczącego 250 sztuk stada krów rasy holszyńsko-fryzyjskiej. W gospodarstwie stosowano żywienie krów w systemie PMR (Partially Mixed Ration). Zwierzętom podawano jednakową dawkę pokarmową zbilansowaną na poziomie średniej wydajności mlecznej stada (20 kg mleka/dzień). Paszę treściwą podawano dodatkowo z automatycznych stacji żywienia w ilościach dostosowanych do aktualnej wydajności krów i wynikających z niej potrzeb produkcyjnych. Skład PMR w okresie letnim i zimowym był taki sam – w żywieniu zwierząt stosowano dawkę pokarmową z udziałem: kiszonki z kukurydzy, siana, sianokiszonki z motylkowych, przemysłowych mieszanek i dodatku śrut zbożowych.

Próbki mleka pobierano trzy razy w miesiącu (5., 15. i 25. dnia miesiąca) w ilości 250 ml z tanku zbiorczego, który zawierał całość udoju z dwóch dni, w chwili przekazywania surowca do cysterny samochodowej odbierającej mleko do przetwórstwa w zakładzie mleczarskim. Następnie próbki przewożono w warunkach chłodniczych (4 °C) do laboratorium w celu wykonania odpowiednich analiz. Średnia zawartość tłuszczu w badanym mleku wynosiła 4,18 %, zaś białka – 3,35 %. Łącznie przebadano 24 próby mleka.

W celu oznaczenia profilu kwasów tłuszczowych w badanym mleku wstępnie wydzielono tłuszcz mlekowy poprzez ekstrakcję metodą Rösego-Gottlieba, według opisu podanego przez Budślawskiego i Drabenta [3]. Metoda polegała na wytrząsaniu próbki mleka z amoniakiem, alkoholem, eterem etylowym, a następnie eterem naftowym. Po oddzieleniu frakcji eterowej i oddestylowaniu eterów, uzyskiwano tłuszcz do dalszych badań.

Estry metylowe kwasów tłuszczowych w wyodrębnionym tłuszczu przygotowywano według metody Międzynarodowej Organizacji Mleczarskiej [9], polegającej na metylacji kwasów tłuszczowych przy użyciu 2 M metanolowego roztworu KOH. Rozdział estrów metylowych wykonywano metodą chromatografii gazowej, przy użyciu chromatografu gazowego Hewlett-Packard-6890 wyposażonego w detektor płomieniowo-jonizacyjny (FID) i kolumnę kapilarną Supelcowax 10, o długości 100 m, średnicy wewnętrznej 0,25 mm i grubości filmu 0,25 µm. Gazem nośnym był hel o przepływie 1,5 ml/min. Temp. rozdziału: kolumna 60 °C (1 min) przyrost 5 °C/min do 180 °C, detektor 250 °C, dozownik 225 °C.

Identyfikację kwasów tłuszczowych przeprowadzano na podstawie względnego czasu ich retencji w stosunku do czasów retencji wzorców estrów metylowych kwasów tłuszczowych. W tym celu zastosowano mieszaninę 37 wzorców estrów metylowych

kwasów tłuszczowych Supelco 37 Component FAME Mix. Do obliczeń modułu procentowego kwasów tłuszczowych wykorzystano program komputerowy Chemstation.

Przeprowadzone oznaczenia obejmowały 22 kwasy tłuszczowe od C4:0 do C20:1, które podzielono na sześć następujących grup kwasów: kwasy nasycone krótkołańcuchowe, kwasy nasycone długołańcuchowe, kwasy nasycone ogółem, kwasy jednonienasycone, kwasy wielonienasycone oraz kwasy nienasycone ogółem. Z powodu dużej objętości tabel zawierających cząstkowe wyniki wszystkich badanych prób, które ze względów technicznych nie byłyby możliwe do przedstawienia w niniejszej pracy w całości, ograniczono się do przedstawienia wyników uśrednionych. Obliczono także średnie odchylenie standardowe oraz średni współczynnik zmienności z wykorzystaniem arkusza kalkulacyjnego Excel.

Wyniki i dyskusja

W tab. 1. przedstawiono uśrednione udziały nasyconych kwasów tłuszczowych w mleku krowim z okresu zimowego.

W mleku pobranym z okresu zimowego nasycone kwasy tłuszczowe stanowiły średnio 71,90 % ogólnej ilości kwasów tłuszczowych. Na krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe przypadło średnio 10,64 %, co stanowiło średnio 14,8 % ogólnej ilości nasyconych kwasów tłuszczowych. Wyniki te były zbliżone do uzyskanych przez Jaworskiego [12]. Spośród nasyconych kwasów tłuszczowych składnikiem występującym w największej ilości był kwas palmitynowy, stanowiący średnio 29,76 % ogólnego składu kwasów tłuszczowych. Kwasy tłuszczowe o nieparzystej liczbie atomów węgla w cząsteczce stanowiły zaledwie 2,86 % ogólnego składu. Również pary izomeryczne o rozgałęzionym łańcuchu węglowym występowały w niewielkich ilościach (średnio 3,53 %).

W tab. 2. przedstawiono wyniki ilościowego składu nienasyconych kwasów tłuszczowych w badanych próbkach mleka krowiego z okresu zimowego.

Pod względem ilościowym zasadniczą pozycję stanowiły jednonienasycone kwasy tłuszczowe o parzystej liczbie atomów węgla w cząsteczce w szeregu homologicznym od C10 do C20 i jeden kwas o nieparzystej liczbie atomów węgla – C17. Udział tych kwasów w ogólnej ilości nienasyconych kwasów tłuszczowych wynosił średnio 91,35 % na 30,69 % kwasów nienasyconych w ogólnym składzie tłuszczu. Dominującym był kwas oleinowy ze średnią zawartością 19,28 % w składzie ogólnym, plasujący się na drugiej pozycji po kwasie palmitynowym.

Tabela 1

Udział nasyconych kwasów tłuszczowych w ogólnej ilości kwasów tłuszczowych w mleku z okresu zimowego.

Per cent content of saturated fatty acids in total amount of fatty acids in milk from the winter period.

Nasycone kwasy tłuszczowe Saturated fatty acids (SFA)	Kwas tłuszczowy Fatty acid	\bar{x} [% sumy kwasów] [% of total acids]	Średnie odchylenie standardowe Average standard deviation	Średni współczynnik zmienności Average coefficient of variation
Krótkołańcuchowe Short-chain fatty acids (SCFA)	C4:0	3,33	0,19	5,79
	C6:0	2,38	0,13	5,50
	C8:0	1,54	0,09	6,01
	C10:0	3,52	0,20	5,59
	Suma / Total	10,64	0,40	14,75
Długołańcuchowe Long-chain fatty acids (LCFA)	C11:0	0,12	0,01	5,40
	C12:0	4,06	0,14	3,52
	C13:0 iso	0,10	0,00	3,79
	C13:0	0,18	0,01	2,83
	C14:0 iso	0,09	0,00	1,64
	C14:0	11,77	0,16	1,33
	C15:0 iso	0,21	0,01	3,30
	C15:0 anteiso	0,47	0,01	1,45
	C15:0	1,48	0,02	1,21
	C16:0 iso	0,24	0,00	1,10
	C16:0	29,76	0,34	1,15
	C17:0	0,71	0,01	1,45
	C18:0	9,16	0,16	1,76
	C20:0	0,18	0,02	7,74
Suma / Total	61,26	0,68	37,52	
Całkowita suma / Total sum		71,90	1,08	52,27

Tabela 2

Udział nienasyconych kwasów tłuszczowych w ogólnej ilości kwasów tłuszczowych w mleku z okresu zimowego.

Per cent content of unsaturated fatty acids in total amount of fatty acids in milk from the winter period.

Nienasycone kwasy tłuszczowe Unsaturated fatty acids (UFA)	Kwas tłuszczowy Fatty acid	\bar{x} [% sumy kwasów] [% of total acids]	Średnie odchylenie standardowe Average standard deviation	Średni współczynnik zmienności Average coefficient of variation
Jednonienasycone Monounsaturated fatty acids (MUFA)	C10:1	0,38	0,02	6,12
	C12:1	0,03	0,00	5,15
	C14:1	1,19	0,03	2,14
	C16:1	2,13	0,03	1,28
	C17:1	0,23	0,01	4,82
	C18:1 trans-6 do trans-9	0,59	0,01	1,08
	C18:1 trans-10 i trans-11	1,31	0,03	2,11
	C18:1 trans-12	0,41	0,01	2,13
	C18:1 cis-9	19,28	0,34	1,79
	C18:1 cis-11	0,99	0,01	1,27
	C18:1 cis-12	0,38	0,01	2,47
	C18:1 cis-13	0,14	0,01	6,68
	C18:1 trans-16	0,34	0,01	2,80
	C20:1	0,11	0,00	4,48
	Suma / Total	27,51	0,52	44,33
Wielonienasycone Polyunsaturated fatty acids (PUFA)	C18:2 trans-13 cis-9	0,25	0,01	2,96
	C18:2 trans-12 cis-9	0,29	0,01	3,26
	C18:2 trans-9 cis-12	0,07	0,00	4,94
	C18:2 trans-11 cis-15	0,12	0,00	3,58
	C18:2 cis-9 cis-12	1,66	0,03	1,64
	C18:3	0,39	0,01	3,44
	C18:2 sp	0,41	0,01	3,65
	Suma / Total	3,18	0,08	23,48
Całkowita suma / Overall Total		30,69	0,60	67,81

Tabela 3

Udział nasyconych kwasów tłuszczowych w ogólnej ilości kwasów tłuszczowych w mleku z okresu letniego.

Per cent content of saturated fatty acids in total amount of fatty acids in milk from the summer period.

Nasycone kwasy tłuszczowe Saturated fatty acids (SFA)	Kwas tłuszczowy Fatty acid	\bar{x} [% sumy kwasów] [% of total acids]	Średnie odchylenie standardowe Average standard deviation	Średni współczynnik zmienności Average coefficient of variation
Krótkołańcuchowe Short-chain fatty acids (SCFA)	C4:0	3,03	0,17	5,61
	C6:0	2,11	0,08	3,86
	C8:0	1,35	0,05	3,91
	C10:0	3,03	0,10	3,59
	Suma / Total	9,52	0,40	16,98
Długołańcuchowe Long-chain fatty acids (LCFA)	C11:0	0,08	0,00	2,68
	C12:0	3,45	0,08	2,46
	C13:0 iso	0,08	0,00	2,03
	C13:0	0,14	0,01	4,24
	C14:0 iso	0,10	0,00	1,79
	C14:0	10,83	0,13	1,22
	C15:0 iso	0,25	0,02	6,39
	C15:0 anteiso	0,45	0,01	1,56
	C15:0	1,21	0,01	0,77
	C16:0 iso	0,28	0,02	5,58
	C16:0	27,31	0,15	0,53
	C17:0	0,67	0,00	0,70
	C18:0	10,90	0,12	1,11
	C20:0	0,21	0,01	3,60
Suma / Total	55,96	0,56	34,67	
Całkowita suma / Overall Total		65,48	0,96	51,65

W składzie nienasyconych kwasów tłuszczowych, głównie z powodu funkcji fizjologicznych, istotną pozycję zajmują kwasy wielonienasycone. Wśród PUFA kwasem występującym w największej ilości był kwas linolowy, który stanowił 7,79 % ogólnej ilości kwasów nienasyconych. Średnia zawartość kwasu linolowego w analizowanych próbkach była większa od oznaczonej przez Budślawskiego i wsp. (5,88 %) [4], a także od wartości stwierdzonych przez Herba i wsp. [8] oraz Iversona i wsp.

[10]. Zawartość sprzężonego kwasu linolowego (CLA) była zbliżona do poziomu kwasu linolenowego (1,35 %) i wynosiła 1,42 % puli wszystkich kwasów nienasyconych.

Wyniki zawarte w tab. 3. wskazują na bardzo istotne zmiany składu kwasów tłuszczowych w porównaniu z tłuszczem mlekowym z okresu zimowego.

Zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych w mleku z sezonu letniego była mniejsza (65,48 %) w porównaniu z okresem zimowym (71,90 %). Stwierdzono, że ogólne zmniejszenie sumy nasyconych kwasów tłuszczowych w okresie letnim nie oznaczało zmian wszystkich kwasów w jednakowym stopniu. Zmniejszeniu uległa zawartość kwasów o długości łańcucha węglowego poniżej C16. Zawartość kwasu C17:0 utrzymała się na podobnym poziomie (okres zimowy – 0,71 %, okres letni – 0,65 % ogólnej puli kwasów tłuszczowych). Natomiast zawartość kwasu C18:0 była większa w tłuszczu mlekowym z okresu letniego o prawie 2 %. Analogiczne tendencje wystąpiły także w badaniach innych autorów [4, 7, 12, 17].

W ogólnej ilości kwasów tłuszczowych, zawartość krótkołańcuchowych kwasów nasyconych uległa zmniejszeniu w stosunku do okresu zimowego (średnie zawartości odpowiednio 9,52 % i 10,64 %).

Sprzężony kwas linolowy (CLA), podobnie jak pozostałe funkcjonalne nienasycone kwasy tłuszczowe, przenika do mleka z krwi i jego poziom w znacznym stopniu zależy od zawartości w pożywieniu krów [29]. Ilość tego kwasu w okresie letnim była większa (0,50 %) niż w okresie zimowym (0,41 % ogólnej ilości kwasów tłuszczowych) (tab. 4.). Powyższa tendencja potwierdza wyniki badań Gardziny i wsp. (zawartości CLA w mleku z sezonu letniego – 1,7 %; zimowego – 0,89 %) [7], a także Kuczyńskiej i Puppel [16] (odpowiednio 1,38 g i 0,92 g/100 g tłuszczu) oraz Reklewskiej i wsp. [29] (6,7 g i 5,4 g/100 g tłuszczu).

Tłuszcz mlekowy wydzielony z mleka otrzymanego w sezonie letnim charakteryzował się większą zawartością kwasów nienasyconych, wynoszącą średnio 34,52 % niż ten z okresu zimowego – 30,69 %. Znacznym zmianom uległy także wzajemne proporcje nienasyconych kwasów tłuszczowych. Mimo bardzo dużego wzrostu zawartości kwasu oleinowego w sezonie letnim (o ponad 3 jednostki), poziom jednonienasyconych kwasów tłuszczowych w ogólnej ilości kwasów nienasyconych uległ nieznacznemu zmniejszeniu (wartości średnie odpowiednio 89,31 % wobec 89,63 %). Wiązało się to ze zmniejszeniem ilości jednonienasyconych kwasów tłuszczowych o łańcuchu węglowym poniżej C18 i stosunkowo dużym wzrostem ilości wielonienasyconych kwasów tłuszczowych. W okresie letnim łączna zawartość PUFA stanowiła średnio około 3,69 % ogólnej ilości kwasów tłuszczowych, podczas gdy w okresie zimowym 3,18 %. Tendencja ta potwierdza wyniki badań Kuczyńskiej i wsp. [15], którzy stwierdzili większą zawartość wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w mleku z sezonu letniego (3,88 g/100 g) niż zimowego (3,15 g/100 g tłuszczu). Analogiczne wyniki badań uzyskali Gardzina i wsp. [7] – poziom tej grupy kwasów w okresie letnim wy-

nosił 5,04 %, zaś w sezonie zimowym – 3,81 %. Także Lock i Garnsworthy [19] największą zawartość PUFA oznaczyli w mleku w lipcu (6,4 g/100 g FAME), a najmniejszą w listopadzie (4,5 g/100 g FAME).

Tabela 4

Udział nienasyconych kwasów tłuszczowych w ogólnej ilości kwasów tłuszczowych w mleku z okresu letniego

Per cent content of unsaturated fatty acids in total amount of fatty acids in milk from the summer period.

Nienasycone kwasy tłuszczowe Unsaturated fatty acids (UFA)	Kwas tłuszczowy Fatty acid	\bar{x} [% sumy kwasów] [% of total acids]	Średnie odchylenie standardowe Average standard deviation	Średni współczynnik zmienności Average coefficient of variation
Jednonienasycone Monounsaturated fatty acids (MUFA)	C10:1	0,30	0,01	3,51
	C12:1	0,03	0,00	5,50
	C14:1	0,98	0,01	1,49
	C16:1	1,96	0,03	1,28
	C17:1	0,25	0,01	3,18
	C18:1 trans-6 do trans-9	0,67	0,02	3,28
	C18:1 trans-10 i trans-11	1,75	0,02	1,00
	C18:1 trans-12	0,48	0,01	1,05
	C18:1 cis-9	22,28	0,23	1,02
	C18:1 cis-11	1,05	0,01	1,39
	C18:1 cis-12	0,44	0,01	1,71
	C18:1 cis-13	0,16	0,01	5,34
	C18:1 trans-16	0,37	0,01	3,40
	C20:1	0,11	0,01	5,73
Suma / Total	30,83	0,38	38,87	
Wielonienasycone Polyunsaturated fatty acids (PUFA)	C18:2 trans-13 cis-9	0,27	0,01	3,95
	C18:2 trans-12 cis-9	0,31	0,01	2,80
	C18:2 trans-9 cis-12	0,05	0,00	8,65
	C18:2 trans-11 cis-15	0,13	0,01	4,45
	C18:2 cis-9 cis-12	2,03	0,03	1,47
	C18:3	0,39	0,03	8,15
	C18:2 sp	0,50	0,01	1,33
	Suma / Total	3,69	0,09	30,79
Całkowita suma / Overall Total		34,52	0,47	69,67

Występowanie w tłuszczu mlekowym izomerów geometrycznych nienasyconych kwasów tłuszczowych o konfiguracji trans (TFA) wzbudza duże zainteresowanie ze względu na ich szkodliwe działanie na zdrowie człowieka. W mleku i produktach mleczarskich zawartość TFA wynosi średnio 1,5 - 6,5 % [31]. Jak twierdzą Jahreis i wsp. [11], dość duży wpływ na zawartość izomerów trans w mleku ma system utrzymania krów i związany z tym system żywienia. W przypadku mleka z okresu letniego stwierdzono większą zawartość izomerów trans kwasów C18:1 i C18:2 w ogólnej puli kwasów tłuszczowych niż w przypadku mleka zimowego (odpowiednio 4,03 i 3,39 %). Podobne zależności występowały w badaniach innych autorów [12, 26, 34].

Wnioski

1. W okresie letnim tłuszcz mleka pozyskanego z gospodarstwa stosującego alkie-rzowe utrzymanie krów zawierał więcej nienasyconych kwasów tłuszczowych niż w okresie zimowym. Różnice te spowodowane były przede wszystkim wyższymi poziomami kwasu oleinowego oraz wielonienasyconych kwasów tłuszczowych.
2. Tłuszcz mleka z okresu zimowego zawierał więcej nasyconych kwasów tłuszczowych, na co wpływ miała głównie większa zawartość kwasu palmitynowego (C16:0), mirystynowego (C14:0) oraz laurynowego (C12:0).
3. Pomimo zastosowania alkierzowego systemu utrzymania krów, w profilu kwasów tłuszczowych nadal występują zmiany charakterystyczne dla sezonu letniego oraz zimowego.

Literatura

- [1] Banni S.: Conjugated linoleic acid metabolism. *Curr. Opin. Lipidol.* 2002, **13**, 261-266.
- [2] Barłowska J., Grodzicki T., Topyła B., Litwińczuk Z.: Physicochemical properties of milk fat from three breeds of cows during summer and winter feeding. *Arch. Tierz.*, 2009, **4 (52)**, 356-363.
- [3] Budślawski J., Drabent Z.: *Metody analizy żywności*. WNT, Warszawa 1972.
- [4] Budślawski J., Jaworski J., Jaworska H., Tomasiak M.: Skład chemiczny tłuszczu mlekowego. 1. Wstępna charakterystyka składu kwasów tłuszczowych tłuszczu mleka krowiego z okresu żywienia oborowego i pastwiskowego. *Zesz. Nauk. WSR. Olszt.*, 1967, **23**, 489-502.
- [5] Cichosz G.: Aterogenne właściwości tłuszczu mlekowego – rzeczywistość czy mit? *Przegl. Mlecz.*, 2007, **4 (64)**, 32-34.
- [6] Feleńczak A., Fetting A., Szarek J., Czaja H., Kurbiel A.: Zmiany składu i cech fizykochemicznych mleka krów rasy simental w zależności od sezonu. *Rocz. Nauk. Zoot. Supl.*, 2003, **17**, 849-851.
- [7] Gardzina E., Feleńczak A., Węglarz A., Ormian M., Pustkowiak H.: Udział bioaktywnych kwasów tłuszczowych w mleku krowim w zależności od wybranych czynników. *Rocz. Nauk. Zoot. Supl.*, 2005, **12**, 87-90.
- [8] Herb S.F., Magidman P., Luddy F.E., Riemenschneider R.W.: Fatty acids of cow's milk. B. Composition by gas-liquid chromatography aided by other methods of fractionation. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 1962, **39**, 142-146.

- [9] International IDF Standard. 1999. 182: Milk fat and milk fat products. Determination of the fatty acids.
- [10] Iverson J.L., Eisner J., Firestone D.: Detection of trace fatty acids in fats and oils by urea fraction and gas-liquid chromatography. *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, 1965, **42**, 1063-1068.
- [11] Jahreis G., Fritsche J., Steinhart H.: Monthly variations of milk composition with special regard to fatty acids depending on season and farm management systems- conventional versus ecological. *Fett/Lipid*, 1996, **98**, 356-359.
- [12] Jaworski J.: Skład tłuszczu mlekowego – uwarunkowania środowiskowe. *Mat. Konf. Nauk. „Tłuszcz mlekowy w żywieniu człowieka”*. ART Olsztyn, 22-23 września 1995, ss. 5-19.
- [13] Jaworski J.: Studia porównawcze składu kwasów tłuszczowych tłuszczu mlekowego. *Zesz. Nauk. ART. Olszt. Technol. Żywn.*, 1978, **13**, 91-135.
- [14] Jensen R.G.: The composition of bovine milk lipids. January 1995 to December 2000. *J. Dairy Sci.*, 2002, **85**, 295-350.
- [15] Kuczyńska B., Reklewska B., Karaszewska A.: Profil kwasów tłuszczowych w mleku wymienio- wym i zbiorczym krów czarno- białych z kilku rejonów Polski. *Zesz. Nauk. Przgl. Hod.*, 1999, **44**, 143-150.
- [16] Kuczyńska B., Puppel K.: Profil kwasów tłuszczowych mleka krowiego w zależności od rasy, sys- temu żywienia oraz pory roku. *Przgl. Mlecz.*, 2009, **1**, 10-14.
- [17] Kuzdzal-Savoie S.: Influence de la composition de la ration alimentaire sur la composition chimique du beurre de vache. Teza, Faculte des Sciences Universite de Paris 1964.
- [18] Lawless F., Stanton C., L'Escop P., Devery R., Dillon P., Murphy J.J.: Influence of breed on bovine milk cis-9, trans-11 conjugated linoleic acid content. *Livest. Prod. Sci.*, 1999, **62**, 43-49.
- [19] Lock A.L., Garnsworthy P.C.: Season variation in milk conjugated linoleic acid and desaturase activity in dairy cows, *Livestock Prod. Sci.*, 2003, **79**, 47-59.
- [20] Michalski M., Oliivon M., Briard V., Leconte N., Lopez C.: Native fat globules of different size selected from raw milk: thermal and structural behavior. *Chem. Phys. Lip.*, 2004, **132**, 247-261.
- [21] Nałęcz-Tarwacka T.: Wpływ wybranych czynników na zawartość funkcjonalnych składników tłusz- czu mleka krów. Wyd. SGGW, Warszawa 2006.
- [22] Nałęcz-Tarwacka T., Grodzki H., Kuczyńska B., Zdziarski K.: Wpływ dawki pokarmowej na zawar- tość składników frakcji tłuszczowej mleka krów. *Med. Wet.*, 2009, **65 (7)**, 487-491.
- [23] Park Y., Albright K.J., Liu W., Storkson J.M., Cook M.E., Pariza M.W.: Effect of conjugated linoleic acid on body composition in mice. *Lipids*, 1997, **32**, 853-858.
- [24] Parodi P.W.: Milk fat in human nutrition. *Austral. Dairy Technol.*, 2004, **59**, 3-59.
- [25] Pfeuffer M.: Physiologic effects of individual fatty acids in animal and human body with particular attention to conary heart disease risk modulation. *Arch Tierz*, 2001, **44**, 89-98.
- [26] Precht D., Molquentin J.: Trans-Octadecensäuren in Milchfett und Margarine. *Milchwirtschaftliche Forschungsberichte*, 1998, **46**, 249-261.
- [27] Przybojewska B., Rafalski H.: Kwasy tłuszczowe występujące w mleku a zdrowie człowieka. Sprzężony kwas linolowy CLA (cz. 2). *Przgl. Mlecz.*, 2003, **5**, 173-175.
- [28] Reklewska B., Bernatowicz E.: Milk functional components – significance for the organism and possibilities for modifying their level in the milk of cows. *Appl. Sci. Rep. Anim. Prod. Review*, 2003, **71**, 47-69.
- [29] Reklewska B., Bernatowicz E., Reklewski Z., Nałęcz-Tarwacka T., Kuczyńska B., Zdziarski K., Oprządek A.: Zawartość biologicznie aktywnych składników w mleku krów zależnie od systemu żywienia i sezonu. *Zesz. Nauk. Przgl. Hod.*, 2003, **68 (1)**, 85-98.
- [30] Seifert M.F., Watkins B.A.: Role in dietary lipid and antioxidants in bone metabolism. *Nutr. Res.*, 1997, **17**, 1209-1228.

- [31] Skrzypek R.: Wpływ tłuszczu zawartego w pokarmie na zdrowotność konsumenta, znaczeniu tłuszczu mleka krowiego i wołowiny. Mat. VII Szkoły Zimowej z Zakresu Hodowli Bydła, Zakopane 1999, ss. 246-269.
- [32] Wroński M., Rzemieniewski A., Wielgosz-Groth Z., Sobczuk-Szul M.: Wpływ sezonu i poziomu produkcji mleka na zawartość kwasów tłuszczowych w mleku krów rasy polskiej holsztyńskofryzyjskiej. Biul. Nauk. UWM, 2009, **30**, 95-101.
- [33] Żegarska Z.: Tłuszcz mlekowy jako składnik diety człowieka. Przegl. Mlecz., 1998, **10**, 369-371.
- [34] Żegarska Z., Paszczyk B.: Kwasy tłuszczowe trans w tłuszczu mlekowym. Konf. Nauk. „Tłuszcz mlekowy w żywieniu człowieka”, ART. Olsztyn, 22-23 września 1995.

COMPOSITION OF FATTY ACIDS IN MILK FAT FROM MILK OBTAINED FROM COWS GROWN IN COWSHEDS IN SUMMER AND WINTER SEASON PERIODS

S u m m a r y

The composition and quality of milk depend on various factors, among other things, on genetic and environmental conditions, physiological status of animals, and season of the year. The effect of season of the year is reflected by the seasonality of milk production (winter season: indoor feeding; summer season: pasture feeding). However, in recent years, the conditions of dairy farming have changed, i.e. cows are kept in cowsheds all year long and the pasture feeding has been replaced by a PMR feeding system. This could be linked with changes in milk composition, including changes in the profile of fatty acids. In order to verify this hypothesis, a research study has been undertaken and focused on the analysis of fat in milk from the summer and winter periods. The milk studied was provided by a large farm applying a PMR feeding system. The milk fat was extracted using a Röse-Gottlib method; the methyl esters of fatty acids in the fat extracted were prepared according to an IDF Standard method. The separation of methyl esters was performed by gas chromatography with the use of a gas chromatograph equipped with a flame ionization detector (FID). It was found that the fat from milk obtained in summer had more unsaturated fatty acids and the fat in milk from winter contained more saturated fatty acids. Those differences resulted from, primarily, the increased content of oleic, stearic, and polyunsaturated fatty acids, as well as from the decreased content of palmitic, myristic, and lauric acid in the summer period. Additionally, it was proved that despite the raising of cows in cowsheds, still, there were changes in the profile of fatty acids appearing characteristic for the summer and winter period.

Key words: cow's milk, fatty acids, feeding season, summer season, and winter season, raising in cowshed 