

KRZYSZTOF LIPIŃSKI, MAŁGORZATA STASIEWICZ, RYSZARD  
RAFAŁOWSKI, JOANNA KALINIEWICZ, CEZARY PURWIN

## WPLYW SEZONU PRODUKCJI MLEKA NA PROFIL KWASÓW TŁUSZCZOWYCH TŁUSZCZU MLEKOWEGO

### Streszczenie

Badano wpływ sezonu produkcji mleka na zawartość kwasów tłuszczowych w tłuszczu mlekowym. Materiałem badanym był tłuszcz mlekowy pozyskany metodą ekstrakcyjną z niepasteryzowanej 30 % śmietanki. Próbkę do badań pobierano 12 razy w miesiącu przez cały rok. Profil kwasów tłuszczowych w tłuszczu mleka określano metodą chromatografii gazowej. Przeprowadzone badania wskazują, że sezon produkcji mleka wywiera istotny wpływ na profil kwasów tłuszczowych tłuszczu mlekowego oraz proporcje kwasów tłuszczowych nienasyconych (UFA, w tym MUFA i PUFA) do nasyconych (SFA) oraz zawartość kwasów tłuszczowych o działaniu hipocholesterolemicznym (DFA) i hipercholesterolemicznym (OFA).

**Słowa kluczowe:** tłuszcz mlekowy, kwasy tłuszczowe, sezon produkcji, SFA, MUFA, PUFA

### Wprowadzenie

Tłuszcz mlekowy jest głównym składnikiem energetycznym mleka. Charakteryzuje się wysoką strawnością (od 97 do 99 %) i dużą wartością odżywczą [5, 17]. Średnia zawartość tłuszczu w mleku krowim wynosi 3,7 %, wykazuje jednak pewne wahania (2,8 - 8,1 %) w zależności od: rasy, żywienia, właściwości osobniczych, okresu laktacji itp. [2, 3, 4, 12, 28].

Mleko i produkty mleczne dostarczają człowiekowi w diecie od 15 do 25 % tłuszczu, w tym 25 - 35 % stanowią kwasy nasycone [9]. Tłuszcz mlekowy zawiera ok. 400 kwasów tłuszczowych, z czego zaledwie 15 występuje w ilości ponad 1 % [6, 13]. Według innego źródła kwasów tych jest ok. 500 [14].

---

*Dr hab. K. Lipiński, prof. UWM; dr inż. M. Stasiewicz, dr inż. J. Kaliniewicz, dr hab. C. Purwin, prof. UWM, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydz. Biotechnologii Zwierząt, Katedra Żywności Zwierząt i Paszoznawstwa, ul. Oczapowskiego 5, 10-719 Olsztyn*

Spośród kwasów tłuszczowych w mleku najcenniejsze są długołańcuchowe kwasy tłuszczowe i kwas masłowy. Wykazują one właściwości prozdrowotne [20, 21, 27, 30].

Sezonowe zmiany ilościowego składu tłuszczu mlekowego sprowadzają się głównie do okresu żywienia zimowego bez udziału paszy zielonej i okresu żywienia letniego (pasza zielona). Analiza zawartości kwasów tłuszczowych w mleku krów wykazała, że znacznie korzystniejszy profil kwasów tłuszczowych występuje w mleku krów żywionych zielonkami w porównaniu z mlekiem krów żywionych paszami konserwowanymi [11, 15, 18]. Zmienność składu chemicznego mleka i wynikające z tego różnice jego wartości odżywczej oraz przydatności do przetwórstwa zależą zarówno od czynników genetycznych (rasa, cechy osobnicze), środowiskowych (żywienie, warunki klimatyczne, pora roku), jak i fizjologicznych (wiek krowy, faza laktacji, odstępy między dojami, stan zdrowotny).

Najważniejszym czynnikiem, poza genetycznym, wpływającym na skład chemiczny, wartość odżywczą i przydatność technologiczną mleka jest żywienie, związane z sezonem jego produkcji (wiosenno-letni i jesienno-zimowy) [25, 28]. Żywienie jest jednym z możliwych sposobów dostosowania składu mleka do zmieniających się potrzeb rynku, w tym głównie oczekiwań konsumentów i przemysłu mleczarskiego.

Celem przeprowadzonych badań było określenie profilu kwasów tłuszczowych w tłuszczu mlekowym śmietanki w zależności od sezonu produkcji (pory roku).

### **Material i metody badań**

Materiałem badawczym był tłuszcz mlekowy pozyskany z niepasteryzowanej 30 % śmietanki. Próbkę śmietanki były pobierane z jednego zakładu mleczarskiego zlokalizowanego na terenie województwa warmińsko-mazurskiego przez cały rok (od maja 2008 r. do końca kwietnia 2009 r.) dwanaście razy w każdym miesiącu.

Tłuszcz wydzielano za pomocą zmodyfikowanej metody Röse-Gottlieba [1], natomiast kwasy tłuszczowe oznaczano metodą chromatografii gazowej, przy użyciu chromatografu gazowego Pye Unicam P4 4600 z detektorem FID płomieniowo-jonizacyjnym, z użyciem kolumny kapilarnej CP-Sil 88 o długości 50 m × 0,25 mm i.o. × 0,20 μm film; temp. detektora 250 °C, kolumny 180 °C; injector 250 °C; dozowanie próbki – split/splitless 50 : 1; stosowano gaz nośny hel. Identyfikację kwasów tłuszczowych prowadzono na podstawie względnego czasu ich retencji.

W analizie uwzględniono grupy kwasów tłuszczowych: nasycone (SFA) i nienasycone (UFA), w tym jednonienasycone (MUFA) i wielonienasycone (PUFA). Dodatkowo wyliczono zawartość kwasów tłuszczowych o działaniu hipocholesterolemicznym (DFA) i kwasów tłuszczowych o działaniu hipercholesterolemicznym (OFA) oraz wyliczono proporcje między kwasami DFA/OFA oraz UFA/SFA.

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie za pomocą programu komputerowego Statistica 6.0, stosując test Duncana.

### Wyniki i dyskusja

Wielu autorów [18, 22, 23, 24] wskazuje na sezon produkcji jako jeden z czynników decydujących o poziomie i proporcjach kwasów tłuszczowych w mleku.

W tab. 1. przedstawiono skład kwasów tłuszczowych tłuszczu mlekowego w okresie rocznym. Stwierdzono statystycznie istotny wpływ poszczególnych okresów badań na poziom składników mleka.

Udział krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych (C4:0 - C10:0) w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych badanych próbek tłuszczu mieścił się w zakresie od 1,09 do 3,84 %. W tej grupie kwasów w największych ilościach występował kwas masłowy C4:0 (od 2,93 do 3,84 %). Średnie miesięczne zawartości kwasów C4:0, C6:0, C8:0 wskazują, że udział tych kwasów ulegał niewielkim zmianom w okresie roku. Najmniejszą zawartością tych krótkołańcuchowych kwasów charakteryzował się tłuszcz mleka z września (C4:0, C6:0), a największą – z lutego (C8:0) (tab. 1). W badaniach przeprowadzonych przez Chilliarda i wsp. [8] oraz White'a i wsp. [28] nie stwierdzono istotnych różnic poziomu kwasu masłowego C4:0 w mleku krów korzystających z pastwiska, w porównaniu z mlekiem zwierząt żywionych mieszankami pełnoporcjowymi (system TMR). Wyniki badań cytowanych autorów nie są zgodne z rezultatami uzyskanymi przez Locka i Garnsworthy'ego [18].

W badaniach Kuczyńskiej i wsp. [16] uzyskano również mniejszą zawartość w tłuszczu mlekowym kwasu laurynowego C12:0 latem (2,91 g/100 g tłuszczu) niż zimą (3,98 g/100 g tłuszczu). Podobne tendencje opisał Jensen [13], Lock i Garnsworthy [18] oraz Dhiman i wsp. [10].

Najkorzystniejszy efekt – najmniej kwasu mirystynowego C14:0 w tłuszczu mlekowym uzyskano w miesiącach letnich. Najmniej C14:0 zawierał tłuszcz mlekowy z sierpnia (9 %), następnie obserwowano zwiększanie udziału tego kwasu do grudnia (12,37 %), w następnych miesiącach miały miejsce niewielkie wahania.

Kwasu palmitynowego C16:0, dominującego pod względem zawartości wśród kwasów nasyconych, najmniej było w tłuszczu mleka z lipca i sierpnia (25,12 i 25,33 %). Zmiana sezonu produkcji z letniego na zimowy spowodowała znaczny wzrost udziału tego kwasu. Maksymalną zawartość kwasu C16:0 uzyskano w tłuszczu mleka z grudnia (34,96 %). W okresie letnim wielu autorów obserwuje zmniejszenie ilości tego kwasu w tłuszczu mlekowym [19, 26, 28].

Zawartość kwasu stearynowego C18:0 w tłuszczu wzrastała od maja, osiągając maksymalną wartość w próbkach tłuszczu z lipca (12,88 %). W kolejnych miesiącach miało miejsce najpierw łagodne, później gwałtowne zmniejszenie się udziału tego kwasu do minimalnej zawartości w tłuszczu mleka z grudnia (7,24 %).

Zawartość kwasu oleinowego C18:1 c9 była wyraźnie większa w tłuszczu mleka z okresu letniego. Od października do grudnia stwierdzono znaczne zmniejszenie się udziału tego kwasu, następnie nastąpił nieznaczny wzrost. W badaniach Locka i Garnsworthy'ego [18] zawartość C18:1 była najmniejsza w styczniu (21,4 g/100 g tłuszczu), a największa w maju (24,5 g/100 g tłuszczu). Podobne tendencje potwierdzili Schroeder i wsp. [26] oraz Elgersma i wsp. [11], którzy również wykazali większą zawartość kwasu oleinowego.

Największą zawartość kwasu wakcenenowego C18:1 t $\Delta$ 11 i CLA charakteryzował się tłuszcz mlekowy z sierpnia (4,29 % stanowił kwas C18:1 t $\Delta$ 11, a 1,68 % – CLA). Od sierpnia następowało zmniejszanie się udziału tych kwasów, najpierw łagodne, a od października gwałtowne. W okresie od grudnia do kwietnia zawartość tych kwasów pozostała prawie na niezmiennym poziomie. Zawartość kwasu wakcenenowego może wahać się od 1,5 - 2 % (w okresie żywienia zimowego) do 6,5 - 7% (w okresie żywienia letniego) ogólnego składu kwasów tłuszczowych [31]. W okresie wczesnowiosennego żywienia stwierdzono, że wraz ze zwiększającą się ilością zielonki w dawce pokarmowej, w porównaniu z dawką stosowaną w zimie, wzrasta w mleku zawartość MUFA i PUFA, w tym CLA aż o 40 % [23].

Rozpatrując zmiany zawartości kwasów linolowego C18:2 i linolenowego C18:3 można stwierdzić, że zawartość kwasu C18:2 ulegała jedynie niewielkim wahaniom w okresie roku. Minimalna zawartość tego kwasu wynosiła 1,06 %, a maksymalna 1,36 %. Znacznie większy zakres zmian w okresie roku wykazywał kwas linolenowy C18:3. Zawartość kwasu C18:3 osiągnęła największą wartość w sierpniu (1,25 %), następnie malała, osiągając minimum (0,62 %) w grudniu. Prawdopodobnie na największą zawartość kwasu linolenowego, wakcenenowego i CLA w sierpniu ma wpływ większa w tym okresie zawartość kwasów prekursorowych (C18:1, C18:2) w pobieranej przez krowy paszy. Schroeder i wsp. [26] wykazali większą zawartość kwasu linolenowego latem niż zimą (0,57 vs. 0,07 g/100 g tłuszczu). Podobne wyniki uzyskali także Jensen [13], Lock i Garnsworthy [18] oraz Looor i wsp. [19]. W badaniach Chilliarda i wsp. [9] mleko krów wypasanych na pastwisku zawierało 1,4 g C18:3/100 g tłuszczu (o 180 % więcej) niż przy żywieniu kiszonką z traw (0,5 g/100 g tłuszczu).

W tab. 2. przedstawiono zawartość kwasów tłuszczowych nasyconych i nienasyconych. Analizując zawartość poszczególnych grup kwasów tłuszczowych w zależności od sezonu produkcji mleka, stwierdzono większą zawartość kwasów nienasyconych (UFA), w tym jedno- (MUFA) i wielonienasyconych (PUFA) w miesiącach letnich.

Wykazano również mniejszą zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych SFA w okresie letnim (61,75 - 66,42 %), natomiast w okresie zimowym zawartość kwasów SFA zdecydowanie była większa i wynosiła 71,81 - 74,23 %. Podobnie Dhiman i wsp.

Tabela 1

Skład kwasów tłuszczowych tłuszczu mlekowego w okresie rocznym [% sumy kwasów].  
Composition of fatty acids in milk fat during one year [% of total acids].

Kwasy tłuszczowe Fatty acids	Miesiące / Months												SEM	P
	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV		
C 4:0	3,84	3,78	3,27	3,09	2,93	2,97	3,24	3,30	3,31	3,56	3,26	3,21	0,033	<0,01
C 6:0	2,57	2,39	2,11	1,95	1,82	1,95	2,25	2,29	2,27	2,55	2,24	2,19	0,025	<0,01
C 8:0	1,57	1,36	1,25	1,09	1,09	1,23	1,44	1,43	1,40	1,62	1,38	1,33	0,016	<0,01
C 10:0	3,29	2,64	2,67	2,26	2,32	2,72	3,46	3,43	3,26	3,69	3,22	2,88	0,043	<0,01
C 10:1	0,33	0,28	0,29	0,26	0,29	0,33	0,41	0,38	0,32	0,39	0,33	0,27	0,005	<0,01
C 12:0	3,39	2,67	2,85	2,52	2,66	3,12	3,98	4,01	3,69	4,00	3,67	3,31	0,049	<0,01
C 12:1	0,06	0,05	0,05	0,05	0,06	0,07	0,11	0,11	0,09	0,09	0,08	0,08	0,002	<0,01
C 13:0 iso	0,08	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08	0,12	0,12	0,10	0,11	0,10	0,09	0,002	<0,01
C 13:0	0,08	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,10	0,10	0,09	0,10	0,09	0,09	0,001	<0,01
C 14:0 iso	0,11	0,13	0,13	0,13	0,13	0,14	0,20	0,18	0,16	0,17	0,15	0,16	0,002	<0,01
C 14:0	10,22	9,12	9,32	9,00	9,50	10,19	12,15	12,37	11,68	11,78	11,96	11,64	0,112	<0,01
C 14:1	0,27	0,32	0,33	0,32	0,33	0,33	0,35	0,34	0,33	0,32	0,30	0,32	0,003	<0,01
C 15:0 iso	0,60	0,57	0,60	0,58	0,58	0,58	0,63	0,63	0,62	0,56	0,59	0,60	0,004	0,018
C 15:0 aiso	0,80	0,78	0,80	0,84	0,94	1,07	1,37	1,42	1,23	1,22	1,16	1,12	0,020	<0,01
C 15:0	1,16	1,16	1,14	1,19	1,22	1,29	1,43	1,49	1,41	1,32	1,36	1,37	0,011	<0,01
C 16:0 iso	0,27	0,25	0,26	0,26	0,27	0,30	0,35	0,35	0,32	0,32	0,33	0,34	0,004	<0,01
C 16:0	26,60	25,65	25,12	25,33	26,15	27,23	32,58	34,96	33,50	32,51	34,64	33,93	0,351	<0,01
C 16:1	1,12	1,08	0,95	1,02	1,06	1,18	1,54	1,63	1,49	1,48	1,58	1,58	0,024	<0,01
C 17:0	0,54	0,42	0,64	0,64	0,65	0,69	0,67	0,67	0,69	0,70	0,75	0,79	0,010	<0,01
C 17:1	0,29	0,30	0,33	0,39	0,37	0,35	0,35	0,31	0,36	0,38	0,39	0,37	0,005	<0,01
C 18:0	11,08	12,30	12,88	12,50	11,98	11,08	8,08	7,24	8,28	8,28	8,04	8,51	0,180	<0,01
C 18:1 tΔ11	3,57	3,56	3,91	4,29	4,04	3,11	1,47	1,18	1,27	1,18	1,08	1,14	0,115	<0,01
C 18:1 c9	21,34	23,58	23,51	24,16	23,66	22,85	18,58	17,21	19,00	18,89	18,60	19,68	0,219	<0,01
C 18:1 tΔ16	0,34	0,32	0,33	0,24	0,23	0,20	0,23	0,18	0,18	0,14	0,11	0,12	0,008	<0,01

C 18:2 c9t13	0,18	0,16	0,17	0,12	0,11	0,13	0,12	0,12	0,19	0,13	0,15	0,11	0,005	0,015
C 18:2 t11c15	0,44	0,44	0,49	0,62	0,60	0,46	0,17	0,14	0,15	0,11	0,08	0,12	0,018	<0,01
C 18:2	1,16	1,29	1,32	1,36	1,27	1,24	1,12	1,06	1,19	1,24	1,15	1,22	0,014	<0,01
CLA	1,24	1,29	1,35	1,68	1,64	1,27	0,54	0,41	0,42	0,44	0,38	0,38	0,045	<0,01
C 18:3	0,88	1,07	1,15	1,25	1,23	1,12	0,71	0,62	0,63	0,71	0,63	0,68	0,022	<0,01
C 20:0	0,22	0,22	0,23	0,25	0,23	0,23	0,23	0,24	0,26	0,26	0,23	0,26	0,003	-
C 20:1	0,18	0,21	0,21	0,20	0,23	0,22	0,20	0,18	0,20	0,22	0,22	0,21	0,003	0,027
Inne / Other	2,20	2,51	2,24	2,28	2,29	2,17	1,83	1,89	1,92	1,53	1,81	1,91	0,220	-

SEM – średni błąd standardowy / standard error of the means

Tabela 2

Zawartość poszczególnych grup kwasów tłuszczowych nasyconych i nienasyconych w tłuszczu mlekowym w okresie rocznym [% sumy kwasów].  
Content of individual groups of saturated and unsaturated fatty acids in milk fat during one year [% of total acids].

Kwasy tłuszczowe Fatty acids	Miesiące / Months												SEM	P
	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV		
SFA	66,42	63,56	63,37	61,75	62,60	64,95	72,28	74,23	72,28	72,75	73,14	71,81	0,417	<0,01
UFA <sup>1</sup>	31,39	33,94	34,39	35,97	35,12	32,88	25,89	23,89	25,80	25,72	25,05	26,28	0,394	<0,01
MUFA	27,49	29,69	29,91	30,93	30,26	28,65	23,23	21,53	23,23	23,10	22,68	23,77	0,306	<0,01
PUFA	3,90	4,25	4,48	5,04	4,86	4,23	2,67	2,36	2,58	2,62	2,37	2,51	0,090	<0,01
DFA <sup>2</sup>	42,47	46,23	47,26	48,47	47,10	43,96	33,97	31,13	34,08	34,00	33,09	34,79	0,570	<0,01
OFA <sup>3</sup>	55,34	51,26	50,50	49,25	50,61	53,87	64,20	66,99	64,00	64,47	65,10	63,30	0,594	<0,01
DFA:OFA	0,77	0,90	0,94	0,98	0,93	0,82	0,53	0,46	0,53	0,53	0,51	0,55	0,017	<0,01
UFA:SFA	0,47	0,53	0,54	0,58	0,56	0,51	0,36	0,32	0,36	0,35	0,34	0,37	0,008	<0,01

<sup>1</sup> UFA = MUFA + PUFA; <sup>2</sup> DFA = UFA + C18:0; <sup>3</sup> OFA = SFA – C18:0

[10], Kuczyńska i wsp. [16] oraz Lock i Garnsworthy [18] stwierdzili mniejsze zawartości tej grupy kwasów w okresie żywienia letniego, w porównaniu z zimowym. Whiting i wsp. [29] również uzyskali mniejszą zawartość SFA przy żywieniu krów zielonką z lucerny (48,42 g/100 g tłuszczu) niż przy kiszonce z lucerny (53,66 g/100 g tłuszczu). Tym samym stosunek UFA : SFA był korzystniejszy w okresie lata (0,47 - 0,58 %) niż w okresie zimy (0,32 - 0,37 %). Od maja do października zawartość kwasów UFA mieściła się w granicach od 31,39 do 35,97 %, MUFA od 27,49 do 30,93 %, a PUFA od 3,90 do 5,04 %. Lock i Garnsworthy [18] oznaczyli największą zawartość PUFA w mleku (6,4 g/100 g) w miesiącu lipcu, a najmniejszą w listopadzie (4,5 g/100 g). Grega i wsp. [12], oceniając mleko krów, wykazali również większy udział jednonienasyconych MUFA (32,65 %) i wielonienasyconych PUFA (3,95 %) w okresie letnim. Kuczyńska i wsp. [16] uzyskali również większą zawartość MUFA latem (29,16 g/100 g tłuszczu) niż zimą (26,32 g/100 g tłuszczu). Również większą zawartością PUFA charakteryzowało się mleko krów w okresie letnim (3,884 g/100 g tłuszczu) niż zimowym (3,154 g/100 g tłuszczu). Potwierdzają to także badania Locka i Garnsworthy'ego [18], Elgersmy i wsp. [11], Whitinga i wsp. [29] oraz Brzóska [7].

Zawartość pożądaných kwasów tłuszczowych o działaniu hipocholesterolemicznym (DFA) była większa w okresie letnim (43,96 - 48,47 %), a mniejsza w okresie zimowym (31,13 - 34,79 %). W miesiącach zimowych stwierdzono większy poziom kwasów tłuszczowych o działaniu niepożądanym hipercholesterolemicznym (OFA) (63,30 - 66,99 %), a mniejszy w miesiącach letnich (49,25 - 55,34 %). Tym samym stosunek DFA : OFA był korzystniejszy w okresie lata i wynosił 0,77 - 0,98 %, a w okresie zimy udział DFA : OFA był niższy i wynosił od 0,46 do 0,55 %.

## Wnioski

1. Na zawartość kwasów tłuszczowych w tłuszczu mlekowym w dużym stopniu wpływa sezon produkcji mleka.
2. Tłuszcz mlekowy śmietanki w okresie letnim charakteryzował się większą zawartością jedno- (MUFA) i wielonienasyconych (PUFA) kwasów tłuszczowych, tym samym udział kwasów tłuszczowych o działaniu hipocholesterolemicznym (DFA) był większy również w miesiącach letnich aniżeli w miesiącach zimowych.
3. Również stosunek DFA : OFA oraz UFA : SFA był korzystniejszy w okresie letnim.

## Literatura

- [1] AOAC: Official Methods of Analysis of the Associated Official Analytical Chemists, Chapter 32, Washington, 1990, DC.
- [2] 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.

- [3] Barłowska J., Litwińczuk Z., Topyła B, Król J.: Właściwości fizykochemiczne mleka krów czarno-białych i czerwono-białych w okresie wiosenno-letnim z uwzględnieniem fazy laktacji. *Rocz. Nauk. PTZ*, 2005, **1**, 163-170.
- [4] Barłowska J., Litwińczuk Z., Topyła B.: Parametry fizykochemiczne tłuszczu mleka różnych ras z okresu żywienia wiosenno-letniego. *Med. Wet.*, 2005, **61**, 937-939.
- [5] Barłowska J., Litwińczuk Z.: Właściwości odżywcze i prozdrowotne mleka. *Med. Wet.*, 2009, **65** (3), 171-174.
- [6] Bauman D.E., Grinari J.M.: Regulation and nutritional manipulation of milk fat: low-fat milk syndrome. *Livest. Prod. Sci.*, 2001, **70**, 1-29.
- [7] Brzóska F.: Effect of copper inhibitors in diet on cow's yield milk composition and cholesterol level in milk and blood plasma. *Ann. Anim. Sci.*, 2004, **4**, 1, 43-55.
- [8] Chilliard Y., Ferlay A., Doreau M.: Contrôle de la qualité nutritionnelle des matières grasses du lait par l'alimentation des vaches laitières: acides gras trans, polyinsaturés, acide linoléique conjugué. *INRA Prod. Anim.*, 2001, **14**, 323-335.
- [9] Chilliard Y., Ferlay A., Doreau M.: Effect of different types of forages, animal fat or marine oils in cow's diet on milk fat secretion and composition, especially conjugated linoleic acid (CLA) and polyunsaturated fatty acids. *Livest. Prod. Sci.*, 2001, **70**, 31-48.
- [10] Dhiman T.R., Anand G.R., Satter L.D., Pariza M.W.: Conjugated linoleic acid content of milk cows fed different diets. *J. Dairy Sci.*, 1999, **82**, **10**, 2146-2156.
- [11] Elgersma A., Ellen G., van Der Horst H., Boer H., Dekker P.R., Tamminga S.: Quick changes in milk fat composition from cows after transition from fresh grass to a silage diet. *Animal Feed Sci. Technol.*, 2004, **117**, 13-27.
- [12] Grega T., Sady M., Kraszewski J.: Przydatność technologiczna mleka krów rasy Simental. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 2000, **27**, **1**, 331-339.
- [13] Jensen R.G.: The composition of bovine milk lipids. *J. Dairy Sci.*, 2002, **85**, 295-350.
- [14] Jurczak M.E.: Mleko. Produkcja, badania, przerób. Wyd. SGGW, Warszawa 1999.
- [15] Khanal R.C., Olson K.C.: Factors affecting conjugated linoleic acid (CLA) content in milk, meat, and egg: a review. *Pakistan J. Nutr.*, 2004, **3**, 82-98.
- [16] Kuczyńska B., Reklewska B., Karaszewska A.: Profil kwasów tłuszczowych w mleku wymiennym i zbiorczym krów czarno-białych z kilku regionów Polski. *Zesz. Nauk. Przegł. Hod.*, 1999, **44**, 143-150.
- [17] Litwińczuk A., Litwińczuk Z., Barłowska J., Florek M.: Surowce zwierzęce – ocena i wykorzystanie. PWRiL, Warszawa 2004.
- [18] Lock A.L., Garnsworthy P.C.: Season variation in milk conjugated linoleic acid and  $\Delta^9$  desaturase activity in dairy cows. *Livestock Prod. Sci.*, 2003, **79**, 47-59.
- [19] Looor J.J., Soriano F.D., Lin X., Herbein J.H., Polan C.E.: Grazing allowance after the morning or afternoon milking for lactating cows fed a total mixed ration (TMR) enhances trans-11 – 18:1 and cis-9, trans-11 – 18:2 (rumenic acid) in milk fat to different extents. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 2003, **109**, 105-119.
- [20] Majjala K.: Cow milk and human development and well – being. *Livest. Prod. Sci.*, 2000, **65**, 1-18.
- [21] McGuire M.A., McGuire M.K.: Conjugated linolenic acid (CLA): A ruminant fatty acid with beneficial effects on human health. *J. Anim. Sci.*, 2000, **77**, 1-8.
- [22] Michalski M.C., Ollivon M., Briard V., Leconte N., Lopez C.: Native fat globules of different sizes selected from raw milk: thermal and structural behavior. *Chem. Physies Lipids*, 2004, **132**, 247-261.
- [23] Nałęcz-Tarwacka T., Grodzki H.: Influence of early spring feeding of fatty acids levels of cow's milk. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2005, **14/55**, **1**, 67-70.
- [24] Nałęcz-Tarwacka T.: Wpływ wybranych czynników na zawartość funkcjonalnych składników mleka krów. Wyd. SGGW, Warszawa 2006.



- [25] Reklewski Z.: Doskonalenie walorów prozdrowotnych mleka – wpływ żywienia na jakość tłuszczu i poziom cholesterolu. *Zesz. Nauk. Przegł. Hod.*, 2000, **51**, 27-39.
- [26] Schroeder G.F., Delahoy J.E., Vidaurreta I., Bargo F., Gallostro 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**, **10**, 3237–3248.
- [27] Sugano M., Yamasaki M., Yamada K., Huang Y.S.: Effect of conjugated linoleic acid on polyunsaturated fatty acid metabolism and immune function. Chapter 25 In: *Advances in conjugated linoleic acid research*. M.P. Yurawecz, M.M. Mossoba, J.K.G. Kramer, M.W. Pariza, G. Nelson. AOCS Press, Champaign, IL 1999, vol. 1, pp. 327-339.
- [28] 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.
- [29] Whiting C.M., Mutsvangwa T., Walton J.P., Cant J.P., McBride B.W.: Effects of feeding either fresh alfalfa or alfalfa silage on milk fatty acids content in Holstein dairy cows. *Ann. Feed Sci. Technol.*, 2004, **113**, 1-4, 27-37.
- [30] Williams C.M.: Dietary fatty acids and human health. *Ann. Zootech.*, 2000, **49**, 165-180.
- [31] Żegarska Z.: Tłuszcz mlekowy jako składnik diety człowieka. *Przegł. Mlecz.*, 1998, **10**, 369-371.

#### **EFFECT OF MILK PRODUCTION SEASON ON PROFILE OF FATTY ACIDS IN MILK FAT**

##### **S u m m a r y**

The study comprised a research into the effect of milk production season on the content of fatty acids in milk fat. The study material consisted of milk fat isolated from a 30 % non-pasteurized sweet cream using an extraction method. The samples for analyses were taken 12 times per month during one year. The profile of fatty acids in milk fat was determined using a gas chromatography. The research performed shows that the milk production season significantly impacts both the profile of fatty acids in milk fat and the ratios of unsaturated (UFA, in it MUFA and PUFA) to saturated (SFA) fatty acids, as well as the content of hypocholesterolemic (DFA) and hypercholesterolemic acids (OFA).

**Key words:** milk fat, fatty acids, production season, SFA, MUFA, PUFA ☒