

Wpływ wybranych czynników na zawartość skoniugowanego kwasu linolowego w mleku krów

TERESA NAŁĘCZ-TARWACKA, BEATA KUCZYŃSKA, HENRYK GRODZKI, JAN SŁÓSZARZ

Zakład Hodowli Bydła Katedry Szczegółowej Hodowli Zwierząt Wydziału Nauk o Zwierzętach SGGW,
ul. Ciszewskiego 8, 02-786 Warszawa

Nałęcz-Tarwacka T., Kuczyńska B., Grodzki H., Słószarz J.

Effect of selected factors on conjugated linoleic acid content in milk of dairy cows

Summary

The aim of the study was to examine CLA (cis 9 trans 11) content in milk depending on rations used, number of lactation, its phase and the productivity of cows as well as fat content in milk. The studies were carried out on 429 cows fed pasture during summer and 41 cows fed TMR. It was found that the CLA content in milk is determined by feeding as well as by other, unconnected factors. From the consumer's point of view, the most beneficial influence had a ration in which the only juicy roughage was green pasture forage while the concentrate constituted an addition of about 10% of dry matter. Among winter rations based on conserved fodders, the one with a predominance of wilted grass silage was observed to have a more beneficial influence. However, feeding with the TMR system resulted in the smallest CLA content. It was found that the CLA content was the highest in milk from older cows in their 4th lactation and in the period beyond the 120th day of lactation. Moreover, the highest content of CLA was observed in cows with a moderate level of milk production (below 6.000 kg). These findings justify creating ecological farms keeping cows. The analysis of minimal and maximal values of CLA content in the milk of investigated cows reveals big individual differences, so that further research should be carried out in order to explain the existing divergences. Milk collected from family farms dominating in Poland – where summer feeding is based on green forages and pasture – thanks to its healthful properties (measured by the CLA content) may constitute a serious competition to milk produced in other EU countries, where the TMR feeding system prevails and farmers increasingly abandon grazing their cows on pasture.

Keywords: dairy cows, CLA, feeding, age, lactation

Spośród wielonienasyconych kwasów tłuszczowych występujących w mleku, najcenniejsze z punktu widzenia zdrowia konsumenta są sprzężone dieny kwasu linolowego (C18:2 – LA). Dotychczas zidentyfikowano 20 izomerów tego kwasu, a najważniejszy z nich to skoniugowany kwas linolowy (CLA) o konfiguracji cis 9 trans 11 (c9t11), który stanowi około 80% całej puli sprzężonych dienów C18:2 występujących w tłuszczu mleka krowiego. Zainteresowanie CLA wynika z jego cennych, prozdrowotnych właściwości: antynowotworowych, hipocholesterolemicznych, immunomodulacyjnych (22, 33). Kwas CLA przeciwdziała również otyłości, redukując tkankę tłuszczową i zwiększając masę mięśni oraz pomaga w leczeniu cukrzycy poprzez aktywowanie hormonów sterydowych, co jest szczególnie istotne dla chorych uczulonych na insulinę oraz może stymulować procesy formowania tkanki kostnej (22).

Dotychczasowe badania nad funkcjonalnymi składnikami tłuszczu mleka krów dotyczyły przede wszyst-

kim CLA o konfiguracji cis 9 trans 11. Niemal wszechstronne korzystne oddziaływanie prozdrowotne tego kwasu wzbudziło powszechne zainteresowanie możliwościami wzbogacania mleka w tak istotny składnik. Wyniki dotychczasowych badań dostarczyły licznych informacji wskazujących jednoznacznie, że największy wpływ na zawartość CLA w tłuszczu mlekowym wywiera żywienie: rodzaj pasz objętościowych, ilość pasz treściwych, stosowane dodatki tłuszczowe (4, 5, 7, 12, 15, 18, 20, 25, 32). Inne czynniki warunkujące zawartość tego kwasu, np. fizjologiczne czy zmienność osobnicza były przedmiotem niewielu prac (1, 3, 17, 28, 30).

W Polsce w ostatnich latach coraz więcej przodujących hodowców bydła mlecznego przechodzi z żywienia tradycyjnego (latem na pastwisku, a zimą kiszonki i pasza treściwa) na całoroczne żywienie monodietą – systemem TMR. W związku z tym zasadne wydaje się porównanie koncentracji CLA w mleku pochodzącym od krów żywionych tradycyjnie i systemem TMR.

Równocześnie mała liczba prac dotyczących pozażywieniowych uwarunkowań wpływających na koncentrację CLA skłoniła autorów do analizy wpływu kolejności i okresu laktacji oraz wydajności mleka i zawartości w nim tłuszczu.

W świetle powyższego celem badań było określenie zawartości CLA (cis 9 trans 11) w mleku krów w zależności od stosowanej dawki pokarmowej, kolejnej laktacji i jej fazy oraz wydajności mleka i zawartości w nim tłuszczu.

Materiał i metody

Badania przeprowadzono w 23 gospodarstwach (obory o zbliżonych warunkach utrzymania bydła, zapewniające dobrostan zwierzętom) na 429 krowach żywionych tradycyjnie systemem oborowo-pastwiskowym oraz na 41 krowach żywionych systemem TMR. Były to krowy rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej. Dawki pokarmowe stosowane w okresie żywienia letniego i zimowego oraz dawkę TMR przedstawiono w tabeli 1. Próbkę mleka pobierano 2-krotnie (w odstępach miesięcznych) od każdej krowy żywionej systemem tradycyjnym i jeden raz pobrano od krów żywionych systemem TMR. Próbkę mleka poddawano analizie chemicznej. Przeprowadzono ekstrakcję tłuszczu z mleka metodą Röse-Gottlieba (2) i oznaczano m.in. profil 27 kwasów tłuszczowych: od C4:0 do C22:6 (w tym CLA cis 9 trans 11).

Analizę składu kwasów tłuszczowych (jakościową i ilościową) wykonano metodą chromatografii gazowej stosując chromatograf gazowy firmy Hewlett-Packard, wyposażony w dozowniki typu split/splitless oraz detektor płomieniowo-jonizacyjny FID i oprogramowanie integrujące HP Chem-Station. Kolumna kapilarna posiadała następujące parametry: długość 60 m, średnica wewnętrzna 0,25 mm, grubość filmu fazy ciekłej 0,25 nm, faza stacjonarna DB-23.

Warunki rozdzielania estrów metyloowych kwasów tłuszczowych były następujące: gaz nośny: hel, temperatury: dozownika 220°C, detektora 240°C, pieca – programowana: temperatura początkowa 130°C utrzymywana przez 1 min., I poziom – przyrost temperatury do 170°C w tempie 6,5°C/min., II poziom – przyrost temperatury do 215°C w tempie 2,75°C/min.; temperatura 215°C utrzymywana przez 12 min., III poziom – przyrost temperatury do 230°C w tempie 40°C/min.; temperatura 230°C utrzymywana przez 5 min.

Otrzymane wyniki opracowano statystycznie. Analizę wariancji metodą najmniejszych kwadratów przeprowadzono za pomocą pakietu SPSS 12.0 przy zastosowaniu testowania stałych modeli liniowych. W analizie uwzględniono: rodzaj dawki pokarmowej, kolejność i okres laktacji, wydajność mleka oraz interakcje dawki pokarmowej i kolejności oraz okresu laktacji, a także interakcje kolejności i okresu laktacji.

Tab. 1. Skład i wartość pokarmowa dawek stosowanych w żywieniu krów objętych badaniami

Żywienie	Dawka					
	1	2	3	4	5	6
Skład dawek pokarmowych (kg paszy naturalnej)						
Pastwisko*	55	55	70	–	–	–
Kiszonka z traw przewiędnionych	–	15	–	10	22	13,2
Kiszonka z kukurydzy	10	–	–	24	15	28,6
Młóto browarniane	–	–	–	6	5	–
Kiszone wysłodki buraczane	–	–	–	8	10	–
Siano łąkowe	3	–	3	2	–	–
Pasza treściwa (na zimę)	–	–	–	4	4,8	11,1
Pasza treściwa (na lato)	2	2	2	–	–	–
Wartość pokarmowa dawek pokarmowych						
JPM	15,5	14,9	15,5	16,2	15,6	21,85
BTJN (g)	1922	2022	2104	1633	1674	2415
BTJE (g)	1696	1673	1715	1732	1669	2415
JWK	15,35	15,35	14,6	15,0	15,3	17,19
Udział włókna surowego w suchej masie paszy (%)	24,5	25,8	24,9	22,7	25,0	14,3
Udział paszy treściwej w suchej masie dawki (%)	9,8	9,5	9,9	18,9	21,1	41,1

Objaśnienie: * – ilość pobranej zielonki pastwiskowej oszacowano metodą agrotechniczną Różyckiego

Wyniki i omówienie

Stwierdzono statystycznie istotny wpływ poszczególnych dawek pokarmowych na zawartość CLA w mleku krów (tab. 2).

Średnia zawartość kwasu CLA w mleku krów, które otrzymywały zielonkę (dawki 1-3) była wyższa o 33%, w porównaniu do zawartości tego składnika w mleku krów żywionych tradycyjnie zimą paszami konserwowanymi (dawki 4-5). Porównanie zawartości CLA w mleku krów żywionych dawkami letnimi wykazało, że największa jego ilość w mleku była przy największym udziale

Tab. 2. Zawartość CLA w mleku krów w zależności od stosowanej dawki pokarmowej

Dawka	n	Zawartość CLA (g/100 g tłuszczu)	
		LSM	SE
1	100	0,668 ^a	0,017
2	172	0,681 ^a	0,011
3	124	0,783 ^b	0,014
4	160	0,515 ^c	0,015
5	211	0,546 ^c	0,011
6	41	0,371 ^d	0,030
Średnia ogólna		0,602	0,007

Objaśnienia: wartości liczbowe oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy: $p \leq 0,05$ – małe litery, $p \leq 0,01$ – duże litery; LSM – średnia najmniejszych kwadratów; SE – błąd standardowy

zielenki w dawce (dawka 3). Przy stosowaniu zielenki i kiszonki z kukurydzy (dawka 1) zawartość CLA była niższa o 14,7%, a przy uzupełnieniu zielenki kiszoną z traw podsuszonych (dawka 2) – zawartość CLA była niższa o 13%, w porównaniu do zawartości tego składnika, jaką uzyskano przy stosowaniu dawki 3. Zdecydowanie najniższa (0,371 g/100 g tłuszczu) była zawartość CLA w mleku krów żywionych całorocznie systemem TMR. Pozytywny wpływ na zawartość CLA w mleku krów żywionych na pastwisku w badaniach własnych został potwierdzony w doświadczeniach innych autorów (8, 14, 16). W badaniach White i wsp. (31) uzyskano wzrost zawartości CLA z 0,41% przy żywieniu TMR do 0,72% przy żywieniu krów na pastwisku. Z kolei Lock i Garnsworthy (20) porównywali zawartość kwasów tłuszczowych w poszczególnych miesiącach roku i wykazali najwyższą ilość CLA w mleku krów korzystających z pastwiska w maju, czerwcu i lipcu, uzyskując, odpowiednio, następujące wartości: 1,4; 1,7 i 1,4 g/100 g FA.

Znaczny wzrost zawartości CLA w mleku krów korzystających z pastwiska w porównaniu do żywienia TMR stwierdzili, między innymi: Auld i wsp. (3) od 0,8 do 1,22 g/100 g FA, Loo i wsp. (21) od 0,58 do 0,98 g/100 g FA oraz Schroeder i wsp. (27) od 0,41 do 1,12 g/100 g FA (wzrost o 173%), a także Reklewska i wsp. (26) od 0,61 do 1,17 g/100 g tłuszczu (wzrost o 91,8%). Uzyskanie wyższej zawartości CLA w mleku krów żywionych zielonkami wynika ze zwiększonej podaży do zwacza kwasu linolenowego (C18:3), który jest dla niego prekursorem. Potwierdzają to również badania Elgersmy i wsp. (11), którzy wskazują na liniową zależność pomiędzy pobraniem kwasu C18:3 i zawartością CLA w mleku krów. Ostatnie badania (9) potwierdzają, iż zmniejszenie dostępności krów do pastwiska spowodowało obniżenie zawartości CLA z 3,08 do 1,74 g/100 g FA w pierwszej grupie i z 1,96 na 1,48 w drugiej grupie. W badaniach Elgersmy i wsp. (10) krowy wypasane na pastwisku produkowały 2,3 g CLA/100 g FA, a żywione kiszonkami – 0,37 g/100 g FA – wzrost aż o 522%. W innych badaniach (23) stwierdzono, że zwiększającej się ilości zielenki w dawce towarzyszyło zwiększenie CLA w mleku o 40%.

CLA powstaje w zwaczu z kwasu linolowego (C18:2), ale jego większość z desaturacji kwasu wakcenenowego (C18:1 t 11) w gruczole mlekowym dzięki aktywności enzymu Δ^9 – desaturazy (13). W trawie pastwiskowej jest więcej kwasu linolenowego (C18:3), który ulega biouwodornieniu do kwasu wakcenenowego (C18:1 t 11) i po przejściu z krwią do wymienia jest źródłem CLA. Ponadto kwas C18:3 w zwaczu hamuje dalsze przejście kwasu wakcenenowego (C18:1 t 11) do stearynowego – C18:0, co przyczynia się do zwiększenia puli kwasu wakcenenowego – substratu dla CLA. W tej sytuacji zwiększenie produkcji kwasu wakcenenowego w zwaczu stanowi klucz do zwiększenia CLA w mleku. Zastosowanie w dawce pokarmowej pasz o dużej zawartości kwasu C18:3, np. zielenki z traw, oleju słonecznikowego przyczynia się do poprawy profilu kwasów tłuszczowych. Różna aktywność Δ^9 – desaturazy wyjaśnia duże różnice w zawartości CLA u różnych zwierząt.

Tab. 3. Zawartość CLA w mleku w zależności od kolejności laktacji

Nr laktacji	n	Zawartość CLA (g/100 g tłuszczu)	
		LSM	SE
1	225	0,619 ^a	0,012
2	183	0,636 ^{a,c}	0,012
3	124	0,592 ^b	0,014
4	84	0,654 ^c	0,016
5 i dalsze	151	0,629 ^a	0,012
Średnia ogólna		0,626	0,007

Objaśnienia: jak w tab. 2.

Tab. 4. Zawartość CLA w mleku w zależności od okresu laktacji

Okres laktacji (dni po ocieleniu)	n	Zawartość CLA (g/100 g tłuszczu)	
		LSM	SE
7-30	10	0,625	0,015
31-60	199	0,610	0,011
61-90	196	0,618	0,011
91-120	152	0,619	0,013
121-150	110	0,658	0,017
Średnia ogólna		0,626	0,007

Tab. 5. Zawartość CLA w mleku w zależności od wydajności za 305-dniową laktację

Wydajność mleka	n	Zawartość CLA (g/100 g tłuszczu)	
		LSM	SE
Do 6000 kg	316	0,650 ^a	0,011
6001-7000 kg	244	0,620 ^{b,a}	0,011
Powyżej 7000 kg	207	0,609 ^{c,b}	0,011
Średnia ogólna		0,626	0,007

Objaśnienia: wartości liczbowe oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy: $p \leq 0,05$

Porównanie wpływu dawek pokarmowych zawierających różne pasze konserwowane na zawartość CLA pozwoliło na wyróżnienie dawki, w której dominowała kiszonka z traw podsuszonych. W badaniach Brzóska (6) przy żywieniu krów kiszonkami uzyskano wyższą zawartość CLA (0,70 g/100 g FA) niż w badaniach własnych dla zestawów zawierających pasze konserwowane.

Stwierdzono niewielkie, ale istotne statystycznie różnice w zawartości CLA w mleku krów w poszczególnych laktacjach. Najwięcej tego kwasu było w mleku krów w laktacji 4. – 0,654 g/100 g tłuszczu, a najmniej w laktacji 3. – 0,592 g/100 g tłuszczu. Uzyskane wyniki są zbliżone do otrzymanych przez Stanton i wsp. (28), którzy prowadzili badania na 36 krowach i uzyskali niższą zawartość CLA – 0,547 g/100 g tłuszczu u krów młodszych w 2-4 laktacjach, a wyższą u krów starszych w laktacji 5 i dalszych – 0,567. Jak podają Townsend i wsp. (30), wiek nie jest czynnikiem kształtującym zawartość poszczególnych kwasów tłuszczowych, ale ze względu

na korelację między wiekiem i zawartością tłuszczu młode i starsze krowy mają niższą zawartość tłuszczu niż pozostałe. Uzyskane w badaniach własnych wyniki są zgodne z otrzymanymi przez Thomson i Van der Poel (29) – więcej CLA występuje w mleku wieloródek niż krów pierwiastek.

Wpływ okresu laktacji na zawartość CLA w mleku badanych krów był znikomy i statystycznie nieistotny. Jednak największą koncentrację tego kwasu stwierdzono w okresie powyżej 120. dnia. Uzyskane w badaniach własnych wyniki są zbliżone do przedstawionych przez innych autorów (1, 3, 28).

Analizując wpływ wydajności mleka na zawartość CLA stwierdzono następujące zależności: w mleku krów produkujących do 6000 kg mleka za laktację była najwyższa zawartość CLA – 0,650 g/100 g tłuszczu, a produkujących powyżej 7000 kg najniższa zawartość CLA – 0,609 g/100 g tłuszczu ($p \leq 0,05$).

Uzyskana w badaniach własnych największa zawartość CLA u krów o niskiej wydajności – do 6000 kg za laktację znalazła potwierdzenie w badaniach Reklewskiej i wsp. (26), którzy w mleku krów o niskiej produkcji (3500 kg) otrzymali wyższą zawartość CLA – 1,170 g/100 g tłuszczu, w porównaniu do zawartości tego składnika w mleku krów wysokoprodukcyjnych (8200 kg) – 0,610. W dostępnej literaturze mało jest wyników badań, w których oceniano zależność między wydajnością mleka a zawartością kwasów tłuszczowych. W badaniach przeprowadzonych przez Kuczyńską (19) porównywano zawartość kwasów tłuszczowych przy wydajności dziennej do 15 kg mleka dziennie i powyżej tej ilości, jednak nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic.

W badaniach własnych obliczono korelację pomiędzy zawartością tłuszczu w mleku a zawartością CLA. Stwierdzono ujemną korelację – 0,115. Ujemna korelacja, choć na poziomie wyższym znalazła potwierdzenie w badaniach Offer i wsp. (24) ($r = -0,63$). Jednakże autorzy ci przedstawili wyniki dla niewielkiej liczebności ($n = 36$). Tak więc w mleku krów o wyższej zawartości tłuszczu występuje mniejsza zawartość CLA.

Podsumowanie

Najkorzystniejszy wpływ na zawartość CLA w mleku miało żywienie pastwiskowe, w którym jedyną paszą objętościową soczystą była zielonka pastwiskowa, a pasza treściwa stanowiła niewielki dodatek około 10% s.m. W okresie zimowym najkorzystniejsza była dawka z przewagą kisonki z traw podsuszonych. Stwierdzono niewielki i statystycznie nieistotny wpływ kolejności laktacji (z wyjątkiem laktacji 3.) oraz okresu laktacji na zawartość CLA. Najwyższą zawartość CLA stwierdzono w mleku krów o wydajności do 6000 kg mleka za laktację.

Piśmiennictwo

1. Åkerlind M., Holtenius K., Bertilsson J., Emanuelson M.: Milk composition and feed intake in dairy cows selected for high or low fat percentage. *Livestock Prod. Sci.* 1999, 59, 1-11.
2. Anon.: Official Methods of Analysis of the Associated Official Analytical Chemists. Chapter 32, 1990, Washington, DC, AOAC.
3. Auldism M. J., Kay J. K., Thomson N. A., Napper A. R., Kolver E. S.: Concentration of conjugated linoleic acid in milk from cows grazing pasture or fed a total

4. mixed ration for an entire lactation. Brief communication. *Proc. New Zealand Soc. Anim. Prod.* 2002, 62, 240-241.
5. Bell J. A., Grünari J. M., Kennelly J. J.: Effect of safflower oil, flaxseed oil, monensin, and vitamin E on concentration of conjugated linoleic acid in bovine milk fat. *J. Dairy Sci.* 2006, 89, 733-748.
6. Bessa R. J. B., Santos-Silva J., Ribeiro J. M. R., Portugal A. V.: Reticulo-rumen biohydrogenation and the enrichment of ruminant edible products with linoleic acid conjugated isomers. *Livest. Prod. Sci.* 2000, 63, 201-211.
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, 43-55.
8. Bu D. P., Wang J. Q., Dhiman T. R., Liu S. J.: Effectiveness of oils rich in linoleic and linolenic acids to enhance conjugated linoleic acid in milk from dairy cows. *J. Dairy Sci.* 2007, 90, 998-1007.
9. 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, 2146-2156.
10. Elgersma A., Ellen G., Tamminga S.: Rapid decline of contents of beneficial omega-7 fatty acids in milk from grazing cows with decreasing herbage allowance. *Grassland Sci. Europe* 2004b, 9, 1136-1138.
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.* 2004a, 117, 13-27.
12. 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 Sci. Europe* 2003, 8, 271-274.
13. Ellis K. A., Innocent G., Grove-White D., Cripps P., McLean W. G., Howards C. V., Mihn M.: Comparing the fatty acid composition of organic and conventional milk. *J. Dairy Sci.* 2006, 89, 1938-1950.
14. Grünari J. M., Corl B. A., Lacy S. H., Chouinard P. Y., Nurmela K. V. V., Bauman D. E.: Conjugated linoleic acid is synthesized endogenously in lactating dairy cows by Δ^9 -desaturase. *J. Nutr.* 2000, 130, 2285-2291.
15. Jahreis G., Fritsche J., Steinhart H.: Conjugated linoleic acid in milk fat: high variation depending on production system. *Nutr. Res.* 1997, 17, 1479-1484.
16. Kay J. K., Mackle T. R., Auldism M. J., Thomson N. A., Bauman D. E.: Endogenous synthesis of cis-9, trans-11 conjugated linoleic acid in dairy cows fed fresh pasture. *J. Dairy Sci.* 2004, 87, 369-378.
17. Kelly M. L., Kolver E. S., Bauman D. E., Amburgh M. E., Muller L. D.: Effect of intake of pasture on concentrations of conjugated linoleic acid in milk of lactating cows. *J. Dairy Sci.* 1998, 81, 1630-1636.
18. Kelsey J. A., Corl B. A., Collier R. J., Bauman D. E.: The effect of breed, parity, and stage of lactation on conjugated linoleic acid (CLA) in milk fat from dairy cows. *J. Dairy Sci.* 2003, 86, 2588-2597.
19. Khanal R. C., Olson K. C.: Factors affecting conjugated linoleic acid (CLA) content in milk, mit, and egg: a review. *Pakistan J. Nutr.* 2004, 3, 82-98.
20. Kuczyńska B.: Badanie czynników warunkujących zmiany jakości tłuszczu mleka krowiego i koziego. Praca dokt., SGGW, Warszawa 2001.
21. Lock A. L., Garnsworthy P. C.: Seasonal variation in milk conjugated linoleic acid and Δ^9 -desaturase activity in dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* 2003, 79, 47-59.
22. 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, 103, 105-119.
23. Mcguire M. A., Mcguire M. K.: Conjugated linoleic acid (CLA): A ruminant fatty acid with beneficial effects on human health. *J. Anim. Sci.* 2000, 77, 1-8.
24. Nałęcz-Tarwacka T., Grodzki H.: Influence of early spring feeding on fatty acid levels of cow's milk. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 2005, 55, 67-70.
25. Offer N. W., Marsden M., Dixon J., Speake B. K., Thacker F. E.: Effect of dietary fat supplements on levels of n-3 poly-unsaturated fatty acids, trans acid in bovine milk. *Animal Sci.* 1999, 69, 613-625.
26. Peterson D. G., Kelsey J. A., Bauman D. E.: Analysis of variation in cis-9, trans-11 conjugated linoleic acid (CLA) in milk fat of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 2002, 85, 2164-2172.
27. 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. Przegl. Hod.* 2003, 68, 85-98.
28. Schroeder G. F., Delahoy J. E., Vidaurreta I., Bargo F., Galistrio 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.
29. Stanton C., Lawless F., Kjellmer G., Harrington D., Devery R., Connolly J. F., Murphy J.: Dietary influences on bovine milk cis-9, trans-11 conjugated linoleic acid content. *J. Food Sci.* 1997, 62, 1083-1086.
30. Thomson N. A., Van Der Poel W.: Seasonal variation of the fatty acid composition of milkfat from Friesian cows grazing pasture. *Proc. New Zealand Soc. Anim. Prod.* 2000, 60, 314-317.
31. Townsend S. J., Siebert B. D., Pitchford W. S.: Variation in milk fat content and fatty acid composition of jersey and friesian cattle. *Proc. Assoc. Adv. Anim. Breeding Genetics* 1997, 12, 283-291.
32. 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. *J. Dairy Sci.* 2001, 84, 2295-2301.
33. Whitlock L. A., Schingoethe D. J., AbuGhazaleh A. A., Hippen A. R., Kalscheur K. F.: Milk production and composition from cows fed small amounts of fish oil with extruded soybeans. *J. Dairy Sci.* 2006, 89, 3972-3980.
34. Williams C. M.: Dietary fatty acids and human health. *Ann. Zootech.* 2000, 49, 165-180.

Adres autora: dr hab. Teresa Nałęcz-Tarwacka, ul. Ciszewskiego 8, 02-786 Warszawa; e-mail: teresa_nalecz_tarwacka@sggw.pl