

# Wpływ dawki pokarmowej na zawartość składników frakcji tłuszczowej mleka krów

TERESA NAŁĘCZ-TARWACKA, HENRYK GRODZKI,  
BEATA KUCZYŃSKA, KRZYSZTOF ZDZIARSKI

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

Nałęcz-Tarwacka T., Grodzki H., Kuczyńska B., Zdziarski K.

## Influence of the ration on the content of fat fraction components in cow milk

### Summary

The aim of the research was to analyse changes in milk fat fraction content depending on the ration. The research was conducted on 155 cows in the first half of lactation. Milk samples were collected during two consecutive periods of summer and winter feeding. In total 310 milk samples were collected and then components of milk fat fraction were analysed: functional fatty acids (butiric – BA, oleic – OA, transvacenic – TVA, linoleic – LA, conjugated linoleic acid – CLA, linolenic – LNA, eikozapentaenic – EPA, dokozaapentaenoic – DPA and dokozaheksaenoic – DHA), vitamins A, E and carotene, cholesterol and free fatty acids (FFA). Fatty acid analyses were performed by the gas chromatography method, vitamins were determined using a UV-VIS spectrophotometer, and cholesterol and free fatty acids by thin-layer chromatography TLC as well as a UV-VIS spectrophotometer. Moreover 33 feeding stuff samples were collected and analysed (dry matter, total protein, crude fat, crude fibre) and then their dietary value was determined. The results obtained indicate that in the case of a summer ration, when cows are fed diet with pasture, milk produced contains more of functional fatty acids: OA, TVA, CLA, LNA, EPA, DHA, and vitamins A, E and carotene than milk from cows fed conserved feedstuff. BA, whose content in milk is higher during feeding with a winter ration, constitutes an exception.

**Keywords:** fatty acids, feeding, milk, dairy cows

Coraz powszechniej eksponowane właściwości prozdrowotne mleka warunkowane są przez składniki frakcji białkowej (kazeina i białka serwatkowe, peptydy) i składniki frakcji tłuszczowej (kwasy tłuszczowe, witaminy A, E,  $\beta$ -karoten). Spośród kwasów tłuszczowych w mleku najcenniejsze, z punktu widzenia zdrowia konsumenta, są długołańcuchowe i kwas masłowy (BA), które posiadają wiele pozytywnych właściwości (22, 24), a mianowicie: antynowotworowe: C4:0 (BA), C18:1cis (OA), C18:2 (CLA), C20:4 (AA), C20:5 (EPA), C22:6 (DHA), przeciwmiażdżycowe: C18:1cis (OA), C18:2 (CLA), C20:4 (AA), C20:5 (EPA), obniżające ciśnienie krwi: C20:5 (EPA), C22:6 (DHA), przeciwzapalne: C20:4 (AA), C20:5 (EPA), C22:6 (DHA), antybakteryjne: C4:0 (BA), zwiększające odporność: C18:2 (CLA). Najnowsze badania wskazują, że kwas DHA (C22:6) ma pozytywny wpływ na przeżywalność komórek mózgowych, w związku z tym ma znaczenie przy reemisji choroby Alzheimera (15). Spośród badanych czynników największy wpływ na zawartość w mleku wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA) ma żywienie.

W krajach rozwiniętych Europy i Ameryki Północnej, osiągających wysoką produkcję mleka powszechnie przechodzi się na całoroczne alkiezrowe utrzymanie krów. W tym systemie trawa pastwiskowa zastąpiona jest kiszonkami. Ten model żywienia stosuje się coraz bardziej powszechnie w wysoko wydajnych stadach w Polsce. Analiza zawartości kwasów tłuszczowych w mleku krów wykazała, że znacznie korzystniejszy profil kwasów tłuszczowych występuje w mleku krów żywionych zielonkami w porównaniu do mleka krów żywionych paszami konserwowanymi (4, 5, 9, 10, 13, 20).

W związku z powyższym zasadnym wydaje się zbadanie wpływu zróżnicowanych dawek pokarmowych – letniej opartej na pastwisku i zimowej opartej na kiszonkach – na zawartość komponentów frakcji tłuszczowej mleka. Powyższe stanowi cel przedstawionych w tym artykule badań.

### Materiał i metody

Badania przeprowadzono na 155 krowach rasy polskiej holsztyńsko-fryzyskiej odmiany czarno-białej, które były

w pierwszej połowie laktacji. Od 62 krów oceniono mleko produkowane w okresie żywienia letniego i od 93 krów z zimowego okresu żywienia. Od każdej krowy pobierano 2-krotnie próbki mleka w odstępach miesięcznych. Ogółem przeanalizowano 310 próbek mleka pochodzącego od krów utrzymywanych systemem oborowo-pastwiskowym.

W pobranych próbkach mleka określono podstawowy skład chemiczny (zawartość tłuszczu, białka ogólnego, laktozy) metodą spektrofotometrii w podczerwieni na aparacie Milko-Scan FT-120 firmy Foss Electric oraz oznaczono jakość cytologiczną mleka wyrażoną liczbą komórek somatycznych w 1 cm<sup>3</sup> (w celu wyeliminowania próbek mleka pochodzącego od krów ze stanami zapalnymi – powyżej 500 000).

Oznaczano następujące frakcje lipidowe: profil 27 kwasów tłuszczowych: od C4:0 do C22:6 (w tym CLA cis 9 trans 11), witaminy A, E i  $\beta$ -karoten, cholesterol całkowity i wolne kwasy tłuszczowe (WKT). Analizę składu kwasów tłuszczowych (jakościową i ilościową) wykonano metodą chromatografii gazowej, stosując chromatograf gazowy firmy Hewlett-Packard. Kolumna kapilarna miała długość 60 m.

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. Całkowity czas analizy: 60 minut. Wyniki oznaczeń były rejestrowane przy pomocy systemu komputerowego HP Chem-Station. Identyfikację kwasów tłuszczowych przeprowadzono na podstawie względnego czasu ich retencji w stosunku do czasu retencji kwasu palmitynowego. Analizę ilościową wykonano metodą kalibracji zewnętrznych dla wszystkich kwasów, wykorzystując wzorce wybranych kwasów firmy Supelco.

Witaminy rozpuszczalne w tłuszczach: A, E oraz  $\beta$ -karoten oznaczano przy wykorzystaniu spektrofotometru UV-VIS (7). Cholesterol całkowity i wolne kwasy tłuszczowe (WKT) oznaczano przy wykorzystaniu chromatografii cienkowarstwowej TLC i spektrofotometru UV-VIS (7).

Żywienie zimowe oparte było na kiszonce z kukurydzy i sianokiszonce, uzupełnionych kiszonymi wysłódkami, sianem i młótem oraz paszą treściwą (tab. 1). Dawka letnia oparta na pastwisku uzupełnionym niewielkim dodatkiem siana i pasz treściwych – około 10% s.m. dawki. Pasze treściwe stanowiły mieszanki zbóż (w równych częściach: jęczmień, owies i pszenżyto) wzbogacone w okresie zimowym 10-15% dodatkiem śruty poekstrakcyjnej rzepakowej, a latem – mieszanki zbożowe bez jej dodatku. W okresie całego roku stosowana była mieszanka mineralno-witaminowa Dolfos.

Próbki skarmianych pasz pobierano co miesiąc. Łącznie poddano analizom chemicznym i ocenie wartości pokarmowej 33 próbki zbiorcze pasz. W paszach oznaczano: suchą masę, białko ogólne, tłuszcz surowy, włókno surowe. Następnie określono wartość pokarmową pasz przy użyciu

**Tab. 1. Dawki pokarmowe stosowane w żywieniu krów objętych badaniami**

Pasze	Dawka			
	letnia		zimowa	
	kg świeżej masy	kg suchej masy	kg świeżej masy	kg suchej masy
Pastwisko	70	13,40		
Kiszanka z traw podsuszonych			16	5,40
Kiszanka z kukurydzy			20	6,15
Młóto browarniane			5,5	1,13
Kiszane wysłódki buraczane			9	1,15
Siano łąkowe	3	2,50	2	1,70
Pasza treściwa (na okres zimowy)			4,4	3,68
Pasza treściwa (na okres letni)	2	1,74		
Razem pobranie s.m.	–	17,64	–	19,21

**Tab. 2. Wartość pokarmowa dawek stosowanych w żywieniu krów objętych badaniami**

Parametry dawek	Dawka	
	letnia	zimowa
JPM	15,5	15,9
BTJN	2104	1654
BTJE	1715	1701
JWK	14,6	15,15
Udział włókna w suchej masie paszy (%)	24,9	23,85
Udział paszy treściwej w suchej masie paszy (%)	9,9	20,00

Objaśnienia: JPM – jednostka paszowa produkcji mleka określająca energię (1700 kcal EN); BTJN – ilość białka właściwego rzeczywiście trawiona w jelicie cienkim w zależności od ilości dostępnego azotu; BTJE – ilość białka właściwego rzeczywiście trawiona w jelicie cienkim w zależności od ilości dostępnej energii; JWK – jednostka wypełnieniowa paszy objętościowej dla krów mlecznych

programu Winwar 1.6. Do wyliczenia wartości pokarmowej użyto średnich arytmetycznych zawartości składników pokarmowych w paszach.

Po określeniu ilości skarmianych pasz oszacowano wartość pokarmową dawek. Zapotrzebowanie pokarmowe zwierząt i wartość pokarmową dawek obliczono zgodnie z Normami Żywienia (18), przy wykorzystaniu programu Inration 2.63. Wartość pokarmową dawek stosowanych w żywieniu krów objętych badaniami prezentuje tab. 2.

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: kolejność i okres laktacji, rodzaj dawki, wydajność mleka, rok badań. Istotność różnic obliczono testem Fishera.

## Wyniki i omówienie

Analiza uzyskanych wyników wykazała, że rodzaj dawki wywierał statystycznie istotny wpływ ( $p \leq 0,01$ ) na zawartość prawie wszystkich (z wyjątkiem masłowego – BA i linolowego – LA) funkcjonalnych kwasów tłuszczowych (tab. 3). Zawartość przeważającej większości funkcjonalnych kwasów tłuszczowych była istotnie wyższa w okresie żywienia letniego niż zimowego. Różnice wynosiły w przypadku transwaxenowego (TVA) – 88%; oleinowego (OA) – 7,4%; skoniugowanego kwasu linolowego cis 9 trans 11 – 46,1%; linolenowego (LNA) – 23%; eikozapentaenowego (EPA) – 26,1%; dokozaapentaenowego (DPA) – 47,1% i dokozaheksaenowego (DHA) – 15%. Wyjątek stanowiła zawartość kwasu masłowego (BA) i arachidonowego (AA), która była wyższa w okresie żywienia zimowego. Podobne wyniki odnośnie do większej zawartości kwasów: TVA, OA, CLA, LNA w mleku krów żywionych dawką letnią niż zimową uzyskano w badaniach wielu autorów (4, 5, 8, 9, 12, 13, 20). U przeżuwaczy kwasy tłuszczowe z dłuższymi łańcuchami węglowymi (18 i więcej atomów węgla) przechodzą do mleka z krwi, dokąd trafiają w następstwie przemian zachodzących w żwaczu i w dalszych odcinkach przewodu pokarmowego. Procesom takim poddawane są m.in., występujące obficie w zielonkach, LA i LNA, które przetwarzane są w żwaczu przez bakterie *Butirivibrio fibrisolvens* w wyniku izomeryzacji lub desaturacji z udziałem  $\Delta 9$ -desaturazy bądź też w procesie biohydrogenacji i elongacji, stanowiąc bogate źródło długołańcuchowych kwasów tłuszczowych. W ten sposób można wytłumaczyć stwierdzony wzrost poziomu nienasyconych kwasów tłuszczowych w okresie skarmiania zielonek.

W niniejszych badaniach wykazano, że zawartość EPA, DPA i DHA w mleku badanych krów była większa w okresie letnim niż w zimowym.

Wyniki uzyskane w badaniach własnych są zbliżone do podawanych przez Jensena (8), który otrzymał niższą zawartość EPA (0,03%) w mleku krów żywionych kiszonką z kukurydzy niż w mleku krów żywionych na pastwisku (0,05%), oraz uzyskanych przez Reklewską i wsp. (20). W badaniach własnych uzyskano niższe zawartości EPA w porównaniu do wyników otrzymanych przez Whitinga i wsp. (23). Podobnie niższe zawartości EPA w mleku krów żywionych zielonkami w porównaniu do zawartości tego kwasu w okresie żywienia kiszonkami uzyskała Kuczyńska (12).

W badaniach własnych stwierdzono większą zawartość kwasu DPA w mleku krów z letniego sezonu żywienia niż zimowego. Abu-Ghazaleh i wsp. (1) uzyskali wyższe zawartości DPA w mleku pochodzącym z zimowego żywienia krów.

Większą zawartość kwasu DHA stwierdzono w mleku krów z letniego okresu żywienia niż z zimowego.

Tab. 3. Zawartość kwasów tłuszczowych w mleku krów w zależności od stosowanej dawki pokarmowej (g/100 g tłuszczu mleka)

Nazwa kwasu	n	LSM/SE	Średnia ogólna	Dawka	
				letnia n = 124 (96)*	zimowa n = 186 (35)*
C4:0 (BA)	131	LSM SE	3,348 0,047	3,187 <sup>a</sup> 0,041	3,357 <sup>a</sup> 0,082
C18:1 trans 11 (TVA)	310	LSM SE	2,144 0,026	3,038 <sup>a</sup> 0,051	1,616 <sup>b</sup> 0,039
C18:1 cis 9 (OA)	310	LSM SE	22,771 0,108	23,479 <sup>a</sup> 0,229	21,864 <sup>b</sup> 0,164
C18:2 (LA) (n-6)	310	LSM SE	1,762 0,009	1,838 <sup>a</sup> 0,020	1,745 <sup>a</sup> 0,014
C18:2 c9t11 (CLA)	310	LSM SE	0,626 0,007	0,783 <sup>a</sup> 0,014	0,536 <sup>b</sup> 0,011
C18:3 LNA (n-3)	310	LSM SE	0,672 0,004	0,781 <sup>a</sup> 0,009	0,635 <sup>b</sup> 0,006
C20:4 (AA) (n-6)	310	LSM SE	0,119 0,001	0,110 <sup>a</sup> 0,003	0,127 <sup>b</sup> 0,002
C20:5 (EPA) (n-3)	310	LSM SE	0,052 0,001	0,058 <sup>a</sup> 0,001	0,046 <sup>b</sup> 0,001
C22:5 (DPA) (n-3)	310	LSM SE	0,059 0,001	0,075 <sup>a</sup> 0,002	0,051 <sup>b</sup> 0,001
C22:6 (DHA) (n-3)	310	LSM SE	0,0138 0,0002	0,0138 <sup>a</sup> 0,0004	0,0120 <sup>b</sup> 0,0002

Objaśnienia: \* – w nawiasach podano liczebność dla kwasu masłowego; a, b – średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy  $p \leq 0,01$

Wyniki badań przeprowadzonych przez Reklewską i wsp. (20) nie potwierdziły korzystnego wpływu pastwiska na zawartość DHA (0,016 g/100 g tłuszczu), w stosunku do mleka krów żywionych TMR (0,017 g/100 g tłuszczu). Podobne zależności wykazała Kuczyńska (12).

Mleko krów żywionych paszami konserwowanymi zawierało więcej BA i AA w porównaniu do żywienia krów zielonkami. Średnia zawartość BA stwierdzona w badaniach własnych była zbliżona do uzyskanej przez Molquentin i Precht (16). Uzyskana zawartość BA w mleku krów była wyższa od zawartości tego kwasu w badaniach prezentowanych przez Nowaka i Potkańskiego (19) (2,8 g/100 g FA) przy żywieniu zielonką i kiszonką z kukurydzy. Uzyskane wyniki są zgodne z obserwacjami Jensena (8). Autor ten, podsumowując wyniki wielu badań, stwierdził, że mleko zawiera więcej BA w okresie zimy niż w sezonie pastwiskowym. Podobne zależności dotyczące tego kwasu wykazały badania Schroedera i wsp. (21).

Kwas AA do niedawna nie był w ogóle uwzględniany w opracowaniach dotyczących profilu kwasów tłuszczowych z powodu trudności analitycznych związanych z niską, zbliżoną do progu detekcji, ilością w mleku. Stąd dostępne dane nie są tak dobrze udokumentowane jak w przypadku CLA. Jensen (8), podsumowując wyniki analiz mleka z terenu Niemiec, podał zawartości AA wynoszące 0,10% dla okresu żywienia letniego i 0,15% dla żywienia zimowego z udziałem

kiszonki z kukurydzy. W badaniach Brzóska (2) przy żywieniu krów kiszonkami uzyskano niższą zawartość AA (0,09 g/100 g FA) niż w badaniach własnych. Według Lora i wsp. (14), zawartość AA była podobna w mleku krów bez względu na rodzaj stosowanej dawki pokarmowej. Nie odbiegają od opisanych w badaniach własnych wartości uzyskane przez Colomb i wsp. (3).

Mała liczba badań, w których oznaczano zawartość wielonienasyconych kwasów tłuszczowych o długości łańcucha powyżej 20 atomów węgla wynika m.in. z faktu, że stanowią one nieznaczny część tłuszczu mleka. Występujące u ssaków kwasy AA, EPA i DHA są prekursorami prostaglandyn, tromboksanów i leukotrienów. Chociaż kwasy te występują w małych ilościach w mleku, są ważnymi komponentami błon komórkowych i pełnią związane z nimi funkcje regulacyjne (6).

Zróżnicowanie poziomu witamin A i E oraz  $\beta$ -karotenu w mleku badanych krów w zależności od rodzaju dawki pokarmowej ilustrują wyniki zamieszczone w tab. 4. Wykazano istotny wpływ dawki pokarmowej na zawartość obu witamin i  $\beta$ -karotenu. Mleko badanych krów zawierało średnio 0,445 mg/l witaminy A. Bogatsze w witaminę A było mleko pochodzące od krów żywionych zielonkami (0,537 mg/l), w porównaniu do mleka z okresu zimowego (0,354 mg/l) – ( $p \leq 0,01$ ).

Średnia zawartość witaminy E w mleku badanych krów wynosiła 1,153 mg/l mleka i zależała istotnie od rodzaju dawki pokarmowej ( $p \leq 0,01$ ). Więcej tej witaminy stwierdzono w mleku krów korzystających z pastwiska (1,257 mg/l) niż krów żywionych paszami konserwowanymi (0,866 mg/l).

Średni poziom  $\beta$ -karotenu w mleku krów wynosił 0,265 mg/l i był uzależniony istotnie od okresu żywienia ( $p \leq 0,01$ ). Latem, kiedy zawartość  $\beta$ -karotenu w paszach zielonych była wysoka, krowy wydzielały go w mleku 0,304 mg/l, a zimą tylko 0,168 mg/l.

Wyniki dotyczące zawartości witamin A, E i  $\beta$ -karotenu uzyskane w badaniach własnych pokrywają się z opisanymi przez innych autorów (10, 11, 20), którzy wykazali, iż przy żywieniu zieloną pastwiskową uzyskuje się wyższe zawartości tych składników w mleku, w porównaniu do mleka pozyskiwanego od krów żywionych paszami konserwowanymi.

Wpływ zwiększonej podaży karotenoidów w dawce pokarmowej na poziom witaminy A i  $\beta$ -karotenu w mleku odzwierciedlają ponadto wyniki uzyskane przez Nałęcz-Tarwacką i wsp. (17), gdzie stwierdzono wzrost zawartości wymienionych składników w mleku krów po wprowadzeniu do dawki pasz konserwowanych dodatku świeżej marchwi. Autorzy ci uzyskali także wzrost zawartości witaminy E w mleku.

Przy ocenie jakości tłuszczu mlekowego uwzględniono zawartość wolnych kwasów tłuszczowych

**Tab. 4. Zawartość witamin A i E i  $\beta$ -karotenu w mleku w zależności od stosowanej dawki pokarmowej (mg/l mleka)**

Witamina	Średnia ogólna	LSM SE	Dawka	
			letnia n = 124	zimowa n = 134
A	0,445	LSM SE	0,557 <sup>a</sup> 0,011	0,354 <sup>b</sup> 0,009
E	1,153	LSM SE	1,257 <sup>a</sup> 0,030	0,866 <sup>b</sup> 0,022
$\beta$ -karoten	0,265	LSM SE	0,304 <sup>a</sup> 0,005	0,168 <sup>b</sup> 0,005

Objaśnienia: jak w tab. 3

**Tab. 5. Zawartość cholesterolu całkowitego i wolnych kwasów tłuszczowych (WKT) w mleku w zależności od stosowanej dawki pokarmowej (g/100 g tłuszczu mleka)**

Składnik	Średnia ogólna	LSM SE	Dawka	
			letnia n = 116	zimowa n = 186
Cholesterol	0,266	LSM SE	0,263 <sup>a</sup> 0,010	0,267 <sup>a</sup> 0,007
WKT	0,313	LSM SE	0,255 <sup>a</sup> 0,012	0,346 <sup>b</sup> 0,009

Objaśnienia: jak w tab. 3

(WKT) i cholesterolu całkowitego w mleku badanych krów (tab. 5). Średnia zawartość cholesterolu była zbliżona w okresie żywienia letniego i zimowego. Odwrotną zależność wykazano dla WKT – latem ich zawartość była niższa (0,255 g/100 g tłuszczu) niż zimą (0,346 g/100 g tłuszczu).

Jakość tłuszczu mlekowego (oceniana na podstawie intensywności lipolizy WKT) pozyskiwanego w okresie żywienia letniego była istotnie wyższa niż w okresie zimy ( $p < 0,01$ ) – niższy i zarazem korzystniejszy wskaźnik lipolizy tłuszczu. Uzyskany poziom (0,346 g/100 g tłuszczu) był zbliżony do opisanego dla tego samego typu diety przez Kuczyńską (11) i niższy w porównaniu do wyników uzyskanych przez Reklewską i wsp. (20) (0,378 g/100 g tłuszczu).

Inne tendencje dla zawartości cholesterolu w mleku wykazali Jensen (8) (latem wyższą zawartość – 0,310 g/100 g, a zimą niższą – 0,240 g/100 g) oraz Kuczyńska (11), która stwierdziła wyższą zawartość cholesterolu całkowitego w mleku zimą (0,307 g/100 g tłuszczu) niż latem (0,285 g/100 g tłuszczu).

### Podsumowanie

Wyniki przedstawionych badań własnych, przeprowadzonych na dużym materiale zwierzęcym, wskazują na korzystny wpływ żywienia pastwiskowego na jakość pozyskiwanego mleka, które zawiera więcej składników prozdrowotnych, takich jak: OA, TVA, CLA, LNA, EPA, DPA, DHA oraz witamin A i E oraz  $\beta$ -karotenu w porównaniu do mleka pochodzącego od krów żywionych paszami konserwowanymi.

## Piśmiennictwo

1. *Abu-Ghazaleh A. A., Schingoethe D. J., Hippen A. R., Whitlock L. A.*: Feeding fish meal and extruded soybeans enhances the conjugated linoleic acid (CLA) content of milk. *J. Dairy Sci.* 2002, 85, 624-631.
2. *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.
3. *Collomb M., Sollberger H., Boetikofer U., Sieber R., Stoll W., Schaeren W.*: Impact of a basal diet of hay and fodder beet supplemented with rapeseed, linseed and sunflowerseed on the fatty acid composition of milk fat. *Intern. Dairy J.* 2004, 14, 549-559.
4. *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.
5. *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.
6. *Gill I., Valivety R.*: Polyunsaturated fatty acids, part 1: Occurrence, biological activities and applications. *Tibtech.* 1997, 15, 401-409.
7. *Holme D. J., Peck H.*: Analytical Biochemistry. *Lipids* 1993, 12, 422.
8. *Jensen R. G.*: The composition of bovine milk lipids: January 1995 to December 2000. *J. Dairy Sci.* 2002, 85, 295-350.
9. *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.
10. *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.
11. *Kuczyńska B.*: Badanie czynników warunkujących zmiany jakości tłuszczu mleka krowiego i koziego. Praca doktorska, SGGW, Warszawa 2001.
12. *Kuczyńska B.*: Wpływ sezonu żywienia na zawartość składników odżywczych i prozdrowotnych w mleku krów. Zastosowania osiągnięć nauk podstawowych w hodowli bydła. Katedra Hodowli Bydła AR, Kraków 2006, 29-34.
13. *Lock A. L., Garnsworthy P. C.*: Seasonal variation in milk conjugated linoleic acid and  $\Delta^9$ -desaturase activity in dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* 2003, 79, 47-59.
14. *Loor 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.
15. *Lukiw W. J., Cui J. G., Marcheselli V. L., Bodker M., Botkjaer A., Gotlinger K., Serhan C. N., Bazan N. G.*: A role for docosahexaenoic acid – derived neuroprotectin D1 in neural cell survival and Alzheimer disease. *J. Clin. Invest.* 2005, 115, 2774-2783.
16. *Molkentin J., Precht D.*: Representative determination of the butyric acid content in European milk fats. *Milchwiss.* 1997, 52, 82-84.
17. *Nalęcz-Tarwacka T., Karaszewska A., Zdziarski K.*: The influence of carrot addition to cow's ration on the level of vitamins and fatty acids in cow milk. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 2003, 12/53, 53-56.
18. *Normy żywienia bydła, owiec i kóz. Wartość pokarmowa pasz dla przeżuwaczy.* Instytut Zootechniki, Kraków 2001.
19. *Nowak W., Potkański A.*: The effect of rolled rape seeds on milk composition and lactational responses. *J. Anim. Feed Sci.* 2000, 9, 425-434.
20. *Reklewska B., Bernatowicz E., Reklewski Z., Nalęcz-Tarwacka T., Kuczyńska B., Zdziarski K., Oprządek A.*: Zawartość biologicznie aktywnych składników w mleku krów zależnie od systemu żywienia i sezonu. *Zesz. Nauk. Przegł. Hod.* 2003, 68, 85-98.
21. *Schroeder G. F., Delahoy J. E., Vidaurreta I., Bargo F., Galioistro 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.
22. *Sugano M., Yamasaki M., Yamada K., Huang Y.-S.*: Effect of conjugated linoleic acid on polyunsaturated fatty acid metabolism and immune function, [w:] Yurawecz M. P., Mossoba M. M., Kramer J. K. G., Pariza M. W., Nelson G.: *Advances in Conjugated Linoleic Acid Research.* AOCS Press 1999, t.1, rozdz. 25, 327-339.
23. *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. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2004, 113, 27-37.
24. *Williams C. M.*: Dietary fatty acids and human health. *Ann. Zootech.* 2000, 49, 165-180.

**Adres autora: dr hab. Teresa Nalęcz-Tarwacka, ul. Ciszewskiego 8, 02-786 Warszawa; e-mail: teresa\_nalecz\_tarwacka@sggw.pl**