

# Przydatność nasion lnu do modyfikacji składników frakcji tłuszczowej mleka krów

TERESA NAŁĘCZ-TARWACKA, HENRYK GRODZKI, BEATA KUCZYŃSKA

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.

## Usefulness of linseeds for the modification of fat fraction components in cow milk

### Summary

The aim of the research was the analysis of changes in milk fat fraction content upon the use of linseeds as an additive to the rations. The research was conducted on 11 cows in the initial stage of lactation (66<sup>th</sup> day on average). The animals received an additive of whole linseeds at an amount of 200 g per cow a day. Milk samples were collected before the beginning of the experiment, and then 3, 14 and 28 days after the additive use. Components of milk fat fraction were analyzed. The results obtained indicate that the linseed additive caused a statistically significant increase of vitamin A and E content in the milk as well as the decrease of phospholipids and cholesterol in comparison to the content of these components in milk of cows that did not receive such an additive. The linseed additive did not cause changes in the content of fatty acids negatively influencing human health (C12:0, C14:0 and C16:0). A statistically significant influence of the linseed additive on the increase of the following fatty acids in milk was found: CLA (from 0.555 to 0.848 g/100 g of fat), LNA (from 0.830 to 1.071 g/100 g of fat), EPA (from 0.042 to 0.062 g/100 g of fat) and DHA (from 0.010 to 0.019 g/100 g of fat). The results confirm the possibility of modifying desired milk components by the use of a simple regimen of a linseed additive to the rations for dairy cows.

**Keywords:** fatty acids, linseed addition, dairy cows

Mleko jest obfitym źródłem składników odżywczych i prozdrowotnych. Właściwości prozdrowotne mleka warunkowane są obecnością, m.in. wybranych składników frakcji białkowej (kazeina, białka serwatkowe i wybrane peptydy) i frakcji tłuszczowej (kwasy tłuszczowe, witaminy A, E,  $\beta$ -karoten, fosfolipidy i sfingomieliny). Wśród długołańcuchowych kwasów tłuszczowych w mleku najcenniejsze są wielonienasycone kwasy tłuszczowe. Według wielu autorów (11, 14) posiadają one szereg pozytywnych właściwości, między innymi: antynowotworowe: C4:0 (BA), C18:1 cis (OA), C18:2 (CLA c9 t 11), C20:4 (AA), C20:5 (EPA), C22:6 (DHA); przeciwmiażdżycowe: OA, TVA, CLA c9 t 11, AA, EPA; obniżające ciśnienie krwi: EPA, DHA; przeciwzapalne: AA, EPA, DHA; antybakteryjne – BA i zwiększające odporność: CLA c9 t 11. Doskonalenie jakości tłuszczu mlekowego zmierza w kierunku uzyskania większej zawartości składników pozytywnie wpływających na zdrowie konsumenta. Szczególną uwagę zwraca się na zwiększenie zawartości niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych z rodziny n-3. Zawartość tych składników można zwiększyć, między innymi, przez stosowanie różnych dodatków olejów (2, 7, 8) czy nasion roślin oleistych (3, 6, 9, 10, 12). Celem badań była analiza zmian w zawartości składników frakcji tłuszczowej mleka po zastosowaniu dodatku nasion lnu w żywieniu krów.

## Materiał i metody

Badaniami objęto 11 krów czarno-białych z udziałem około 75% genów rasy holsztyńsko-fryzyjskiej, będących w początkowej fazie laktacji (średnio 66 dzień laktacji). Zwierzęta utrzymywano w oborze uwięziowej. Dawka podstawowa składała się z następujących pasz: kiszonka z traw podsuszonych z motylkowymi – 25 kg, kiszonka z kukurydzy – 15 kg, młóto browarniane – 10 kg, pasza treściwa – 5 kg i mieszanka mineralna Dolfos.

Dodatek całych nasion lnu stosowany był w ilości 200 g na krowę dziennie równocześnie z dodatkiem 40 g tlenu magnezu. Łączna ilość magnezu (z Dolfosu i z MgO) wynosiła 70 g/szt./dzień.

Próbki mleka były pobierane w następujących terminach: przed podaniem dodatku lnu – próba kontrolna oraz po 3, 14 i 28 dniach stosowania nasion lnu.

W pobranych próbkach mleka oznaczano: podstawowy skład chemiczny (procentowa zawartość tłuszczu, białka ogólnego, laktozy) metodą spektrofotometrii w podczerwieni na aparacie Milk-Scan FT-120 firmy Foss Electric, liczbę komórek somatycznych (LKS) w 1 cm<sup>3</sup> – metodą cytometrii przepływowej z wykorzystaniem barwienia fluorescencyjnego przy użyciu aparatu Somacount 150 firmy Bentley. Następnie przeprowadzono ekstrakcję tłuszczu z mleka metodą Röse Gottlieba (1) i oznaczano następujące frakcje lipidowe: profil 27 kwasów tłuszczowych: od C4:0 do C22:6 (w tym CLA cis 9 trans 11 – oznaczany w opisie jako CLA), witaminy A, E i  $\beta$ -karoten, cholesterol całkowity, wolne kwasy tłuszczowe (WKT) i fosfolipidy. Analizę składu kwasów tłuszczowych (jakościową i ilościową) wykonano metodą chromatografii gazowej, stosując chromatograf gazo-

wy firmy Hewlett-Packard, wyposażony w dozowniki typu split/splitless oraz detektor płomieniowo-jonizacyjny FID i oprogramowanie integrujące HP Chem-Station. Witaminy rozpuszczalne w tłuszczach: A, E oraz  $\beta$ -karoten oznaczano przy wykorzystaniu spektrofotometru UV-VIS (5). Cholesterol całkowity i wolne kwasy tłuszczowe (WKT) oraz fosfolipidy oznaczano przy wykorzystaniu chromatografii cienkowarstwowej TLC i spektrofotometru UV-VIS (5).

Uzyskane dane poddano analizie statystycznej, a istotność różnic wyznaczono testem Duncana.

## Wyniki i omówienie

W tab. 1 przedstawiono wydajność mleka i jego skład chemiczny oraz jakość cytologiczną. Wydajność mleka z jednego doju wynosiła około 15 kg. Nie stwierdzono statystycznie istotnych zmian w wydajności mleka po zastosowaniu dodatku nasion lnu. Podobnie nie uległ istotnym zmianom skład chemiczny mleka pochodzącego z poszczególnych okresów doświadczenia. Zaobserwowano jednak zmniejszenie zawartości tłuszczu w mleku z 4,56% do 4,26% i zwiększenie zawartości białka z 2,84% do 2,98% (odpowiednio dla próby kontrolnej i po 28 dniach stosowania dodatku nasion lnu).

Zaobserwowane podwyższenie zawartości komórek somatycznych w ostatnim etapie doświadczenia, jednak nie przekraczające normy klasy jakościowej ekstra, mogło wynikać z wpływu wielu czynników środowiskowych, warunkujących tę cechę. W badaniach przeprowadzonych przez innych autorów (9, 10, 12) również nie stwierdzono istotnego wpływu stosowania dodatku nasion lnu w żywieniu krów na wydajność i skład chemiczny mleka. Podobnie w badaniach Kennelly'ego (6) – z wyjątkiem nieznacznego obniżenia procentowej zawartości białka w mleku krów otrzymujących 150 g nasion lnu na 1 kg s.m. dawki z 3,21% do 3,13% (z poziomu 3,21% dla grupy kontrolnej).

Uzyskane wyniki wykazały, iż dodatek nasion lnu spowodował statystycznie istotny wzrost zawartości w mleku witamin A i E (tab. 2). Nie stwierdzono zmiany w zawartości  $\beta$ -karotenu w mleku po zastosowaniu badanego dodatku. Witamina A w mleku pochodzi z  $\beta$ -karotenu dostarczonego w paszy i zapewne dlatego uzyskano zwiększenie zawartości witaminy A w mleku po zastosowaniu dodatku nasion lnu bez zwiększenia zawartości  $\beta$ -karotenu. Podwyższenie zawartości witamin A i E w mleku krów otrzymujących dodatek lnu wynika z lepszego wykorzystania witamin z paszy pod wpływem dodatkowego tłuszczu pochodzącego z nasion lnu, który jest ich nośnikiem. Podobne wyniki odnośnie do zwiększenia zawartości witaminy E w mleku po zastosowaniu nasion lnu uzyskano w badaniach Reklewskiej i wsp. (10). W badaniach tych autorów uzyskano również zwiększenie zawartości  $\beta$ -ka-

rotenu w mleku, co odbiegało od wyników uzyskanych w prezentowanej pracy. W badaniach Focant i wsp. (4) dodatek oleju lnianego miał wpływ na zwiększenie zawartości witaminy E w mleku.

Fracje lipidowe tłuszczu mlekowego (tab. 3) uległy zmianie po zastosowaniu dodatku nasion lnu. Korzystna zmiana dotyczyła zmniejszenia zawartości cholesterolu z 0,688 g/100 g tłuszczu (kontrola) do 0,483 g/100 g tłuszczu po 28 dniach stosowania badanego dodatku.

Statystycznie istotne obniżenie cholesterolu w mleku uzyskano w badaniach Reklewskiej i wsp. (10), gdzie stosowano bardzo niewielki dodatek nasion lnu – 21 g/sztukę/dzień. Obniżenie zawartości cholesterolu całkowitego w mleku wiąże się ze zmniejszoną ilością szkodliwych produktów jego utleniania (PUCH – produkty utleniania cholesterolu), na co wskazują Wilczak i Kulasek (13). Obniżenie zawartości fosfolipidów w mleku po zastosowaniu lnu nie jest korzystnym efektem, gdyż fosfolipidy są odpowiedzialne za stabilność otoczek kuleczek tłuszczowych. Niewielkie zmniejszenie zawartości WKT uzyskane w przeprowadzonych badaniach w mleku krów otrzymujących dodatek nasion lnu potwierdzają wyniki badań Reklewskiej i wsp. (10). Zawartość kwasów tłuszczowych negatywnie wpływających na zdrowie człowieka (C12:0, C14:0 i C16:0) (tab. 4) nie uległa statystycznie istotnym zmianom po zastosowaniu nasion lnu. Zaobserwowano jednak tendencję do zwiększania się ich ilości. Takiej tendencji nie wykazały badania innych autorów, którzy uzys-

Tab. 1. Wydajność mleka i jego skład chemiczny oraz LKS (LSM  $\pm$  SE)

Wydajność i skład chemiczny	Dni pobrania (od podania dodatku nasion lnu)			
	0 (kontrola)	3	14	28
Wydajność mleka z 1 doju (kg)	14,4 $\pm$ 0,472	15,1 $\pm$ 0,472	15,3 $\pm$ 0,472	14,6 $\pm$ 0,472
Tłuszcz (%)	4,56 $\pm$ 0,281	4,42 $\pm$ 0,281	4,55 $\pm$ 0,281	4,26 $\pm$ 0,281
Białko (%)	2,84 $\pm$ 0,091	2,81 $\pm$ 0,091	2,94 $\pm$ 0,091	2,98 $\pm$ 0,091
Laktoza (%)	4,73 $\pm$ 0,056	4,84 $\pm$ 0,056	4,79 $\pm$ 0,056	4,78 $\pm$ 0,056
Sucha masa (%)	12,95 $\pm$ 0,323	12,89 $\pm$ 0,323	13,10 $\pm$ 0,323	12,83 $\pm$ 0,323
LKS (tys./ml)	109,1 $\pm$ 116,02	132,2 $\pm$ 116,02	140,1 $\pm$ 116,02	293,5 $\pm$ 116,02

Tab. 2. Zawartość witamin A i E oraz beta karotenu (mg/l) w mleku krów (LSM  $\pm$  SE)

Witaminy	Dni pobrania (od podania dodatku nasion lnu)			
	0 (kontrola)	3	14	28
Witamina A	0,350 <sup>a,B</sup> $\pm$ 0,035	0,300 <sup>c,D</sup> $\pm$ 0,035	0,472 <sup>a,C</sup> $\pm$ 0,035	0,497 <sup>B,D</sup> $\pm$ 0,035
Witamina E	1,029 <sup>A,B</sup> $\pm$ 0,097	1,245 $\pm$ 0,097	1,470 <sup>A</sup> $\pm$ 0,097	1,489 <sup>B</sup> $\pm$ 0,097
Beta karoten	0,213 $\pm$ 0,029	0,186 $\pm$ 0,029	0,229 $\pm$ 0,029	0,187 $\pm$ 0,029

Objaśnienia: Wartości liczbowe w tym samym wierszu oznaczone tymi samymi literami różnią się istotnie: duże litery –  $p \leq 0,01$ , małe litery –  $p \leq 0,05$

Tab. 3. Frakcje lipidowe tłuszczu mlekowego (g/100 g tłuszczu) (LSM  $\pm$  SE)

Fracje	Dni pobrania (od podania dodatku nasion lnu)			
	0 (kontrola)	3	14	28
Fosfolipidy	0,176 <sup>A,B</sup> $\pm$ 0,012	0,121 <sup>A</sup> $\pm$ 0,012	0,152 <sup>c</sup> $\pm$ 0,012	0,111 <sup>B,c</sup> $\pm$ 0,012
Cholesterol	0,688 <sup>A,b,C</sup> $\pm$ 0,037	0,498 <sup>A</sup> $\pm$ 0,037	0,578 <sup>b</sup> $\pm$ 0,037	0,483 <sup>C</sup> $\pm$ 0,037
WKT	0,879 <sup>A</sup> $\pm$ 0,06	0,569 <sup>A,B</sup> $\pm$ 0,06	0,707 $\pm$ 0,06	0,811 <sup>B</sup> $\pm$ 0,06

Objaśnienia jak w tab. 2.

**Tab. 4. Zawartość wybranych kwasów tłuszczowych w mleku krów (g/100 g tłuszczu) (LSM ± SE)**

Nazwa kwasu tłuszczowego	Dni pobrania (od podania dodatku nasion lnu)			
	0 (kontrola)	3	14	28
C12:0	4,757 ± 0,413	5,264 ± 0,413	4,971 ± 0,413	5,789 ± 0,413
C14:0	10,264 ± 0,699	11,345 ± 0,699	11,400 ± 0,699	11,973 ± 0,699
C16:0	24,291 ± 1,319	26,418 ± 1,319	27,027 ± 1,319	25,973 ± 1,319
C:4 (BA)	3,541 <sup>A,B</sup> ± 0,168	3,536 <sup>C,D</sup> ± 0,168	3,622 <sup>A,C</sup> ± 0,168	3,119 <sup>B,D</sup> ± 0,168
C18:0	10,845 <sup>A,B,C</sup> ± 0,854	13,609 <sup>A</sup> ± 0,854	13,727 <sup>B</sup> ± 0,854	14,855 <sup>C</sup> ± 0,854
SFA	60,482 ± 2,843	68,885 ± 2,843	68,881 ± 2,843	71,264 ± 2,843
C18:1 cis (OA)	21,845 ± 1,396	22,264 ± 1,396	22,409 ± 1,396	24,879 ± 1,396
C18:1 trans 11 (TVA)	1,245 ± 0,185	1,453 ± 0,185	1,737 ± 0,185	1,517 ± 0,185
C18:2 (LA)	1,961 ± 0,135	1,930 ± 0,135	2,055 ± 0,135	2,155 ± 0,135
C18:2 c9t11 (CLA)	0,555 <sup>A,B,C</sup> ± 0,049	0,698 <sup>a,d</sup> ± 0,049	0,797 <sup>B</sup> ± 0,049	0,848 <sup>C,d</sup> ± 0,049
C18:3 (LNA)	0,830 <sup>A,B</sup> ± 0,062	0,804 <sup>C,D</sup> ± 0,062	1,033 <sup>A,C</sup> ± 0,062	1,071 <sup>B,D</sup> ± 0,062
C20:4 (AA)	0,067 ± 0,008	0,083 ± 0,008	0,106 ± 0,008	0,112 ± 0,008
C20:5 (EPA)	0,042 <sup>A,B</sup> ± 0,003	0,044 <sup>C,D</sup> ± 0,003	0,053 <sup>A,C,E</sup> ± 0,003	0,062 <sup>B,D,E</sup> ± 0,003
C22:6 (DHA)	0,010 <sup>A</sup> ± 0,001	0,011 <sup>B</sup> ± 0,001	0,014 <sup>C</sup> ± 0,001	0,019 <sup>A,B,C</sup> ± 0,001
Suma n-3	0,977 <sup>A,B</sup> ± 0,063	0,962 <sup>C,D</sup> ± 0,063	1,205 <sup>A,C</sup> ± 0,063	1,260 <sup>B,D</sup> ± 0,063
Suma n-6	2,300 ± 0,138	2,290 ± 0,138	2,395 ± 0,138	2,511 ± 0,138
N-6/n-3	2,38 <sup>a</sup> ± 0,124	2,42 <sup>b,c</sup> ± 0,124	2,02 ± 0,124	2,03 <sup>a,b,c</sup> ± 0,124

Objaśnienia jak w tab. 2.

kali zmniejszenie zawartości C12:0, C14:0 i C16:0 w mleku krów otrzymujących dodatek nasion lnu (3, 6, 9, 12). Najwięcej interesujących zmian po zastosowaniu dodatku nasion lnu dotyczyło kwasów tłuszczowych o działaniu prozdrowotnym w mleku badanych krów (tab. 4). Zaobserwowano zwiększenie zawartości większości kwasów tłuszczowych o działaniu prozdrowotnym, z wyjątkiem kwasu masłowego. Zawartość BA uległa zmniejszeniu z 3,541 g/100 g tłuszczu (kontrola) do 3,119 g/100 g tłuszczu po 28 dniach stosowania nasion lnu. W badaniach Kennelly'go (6) uzyskano nieznaczny wzrost zawartości tego kwasu pod wpływem stosowania dodatku nasion lnu w dawce dla krów, zaś w badaniach Collomba i wsp. (3) zawartość kwasu masłowego nie uległa zmianie po zastosowaniu dodatku nasion lnu do dawki pokarmowej.

Stosowanie dodatku nasion lnu spowodowało istotne zwiększenie udziału następujących kwasów: CLA o 52,8%, LNA o 29%, EPA o 47,6%, DHA o 90%, n-3 o 29%, co jest niezmiernie ważne dla poprawy wartości prozdrowotnej mleka. Zwiększenie zawartości LNA w mleku krów otrzymujących dodatek lnu uzyskano także w innych badaniach (3, 6, 9, 12). Podwyższenie zawartości CLA przedstawiono w badaniach (3, 9, 10, 12). Badania uwzględniające EPA, DHA (9 i 10) w mleku krów otrzymujących dodatek nasion lnu wykazały podwyższenie ich zawartości w porównaniu do wartości uzyskanych dla grupy kontrolnej. Zwiększenie zawartości kwasów z rodziny n-3 przedstawiają prace (3 i 9). Badania Collomba i wsp. (3) wykazały ponadto, że zwiększenie zawartości EPA w mleku krów można uzyskać, stosując nasiona lnu w ilości 1,4 kg dziennie/sztukę. Dodatek 1 kg lnu nie spowodował zmiany w zawartości EPA w mleku. Autorzy ci nie uzyskali również zwiększenia zawartości DHA w mleku po za-

stosowaniu omawianego dodatku. Należy jednak podkreślić, że DHA występuje w bardzo małych ilościach w mleku i dopiero użycie specjalistycznej aparatury może przyczynić się do uzyskania dokładniejszego pomiaru koncentracji tego kwasu. Przyczyną zwiększenia zawartości kwasów z rodziny n-3 w mleku krów otrzymujących dodatek lnu jest fakt, iż nasiona lnu stanowią źródło kwasu C18:3, który jest prekursorem kwasów tłuszczowych z rodziny n-3 o łańcuchach dłuższych niż 18 węgli.

### Podsumowanie

Przeprowadzone badania nad stosowaniem dodatku nasion lnu do dawki pokarmowej dla krów wskazują na możliwość modyfikacji składników frakcji tłuszczowej mleka wyrażonej podwyższoną zawartością CLA, LNA, EPA, DHA, witamin A i E oraz obniżoną zawartością cholesterolu. Należy podkreślić, że podawanie 200 g nasion lnu dla krowy dziennie jest prostą do wprowadzenia w praktyce metodą poprawy jakości tłuszczu mleka.

### Piśmiennictwo

1. Anon.: AOAC: Official Methods of Analysis of the Associated Official Analytical Chemists., Chapter 32, Washington, DC 1990.
2. Chouinard P. Y., Corneau L., Butler W. R.: Effect of dietary lipid source on conjugated linoleic acid concentrations in milk fat. *J. Dairy Sci.* 2001, 84, 680-690.
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. Focant M., Mignolet E., Marique M., Clabots F., Breyne T., Dalemans D., Larondelle Y.: The effect of vitamin E supplementation of cows diets containing rapeseed and linseed on the prevention of milk fat oxydation. *J. Dairy Sci.* 1998, 81, 1095-1101.
5. Holme D. J., Peck H.: Analytical Biochemistry. *Lipids* 1993, 12, 422.
6. Kennelly J. J.: The fatty acid composition of milk fat as influence by feeding oilseeds. *Anim. Feed Sci. Technol.* 1996, 60, 137-152.
7. Lock A. L., Garnsworthy P. C.: Independent effects of dietary linoleic and linolenic fatty acids on the conjugated linoleic acid content of cow's milk. *Anim. Sci.* 2002, 74, 163-176.
8. 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.
9. Petit H. V., Ivan M., Mir P. S.: Effects of flaxseed on protein requirements and N excretion of dairy cows fed diets with two protein concentrations. *J. Dairy Sci.* 2005, 88, 1755-1764.
10. Reklewska B., Oprządek A., Reklewski Z., Panicke L., Kuczyńska B., Oprządek J.: Alternative for modifying the fatty acid composition and decreasing the cholesterol level in the milk of cows. *Livest. Prod. Sci.* 2002, 76, 235-243.
11. Sugano M., Yamasaki M., Yamada K., Huang Y.-S.: Effect of conjugated linoleic acid on polyunsaturated fatty acid metabolism and immune function. Chapter 25, [w:] Yurawecz M. P., Mossoba M. M., Kramer J. K. G., Pariza M. W., Nelson G. J.: *Advances in Conjugated Linoleic Acid Research.* AOCS Press 1999, T. 1., 327-339.
12. Ward A. T., Wittenberg K. M., Przybylski R.: Bovine milk fatty acid profiles produced by feeding diets containing solin, flax and canola. *J. Dairy Sci.* 2002, 85, 1191-1196.
13. Wilczak J., Kulasek G.: Produkty utleniania cholesterolu w produktach pochodzenia zwierzęcego – wpływ na zdrowie zwierząt i ludzi. *Życie Wet.* 2004, 79, 1-11.
14. Williams C. M.: Dietary fatty acids and human health. *Ann. Zootech.* 2000, 49, 165-180.

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