

Adam Cieślak*, Andrzej Potkański, Małgorzata Szumacher-Strabel
Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu
Katedra Żywnienia Zwierząt i Gospodarki Paszowej

Skład kwasów tłuszczowych w treści dwunastniczej owiec żywionych paszą z dodatkiem oleju rzepakowego i lnianego

Fatty acids composition in duodenal digesta of sheep fed diet with rapeseed and linseed oils supplementation

Słowa kluczowe: kwasy tłuszczowe, CLA, TVA, tłuszcz, owca

Key words: fatty acids, CLA, TVA, fat, sheep

Celem badań było określenie wpływu dodanego tłuszczu do dawek pokarmowych dla owiec na zmiany w składzie kwasów tłuszczowych w dwunastnicy będące wyznacznikiem zmian składu kwasów tłuszczowych w uzyskiwanych produktach, czyli w mleku i mięsie. Przeprowadzono dwa doświadczenia. Materiał doświadczalny stanowiły trzy owce mleczne o średniej masie ciała 50 ± 5 kg z założonymi kaniulami mostkowymi do dwunastnicy. Paszę podstawową składającą się z siana i mieszanki treściwej (60 : 40%) wzbogacono dodatkiem 3,5 oraz 7% oleju rzepakowego i lnianego, odpowiednio w doświadczeniu 1 i 2. Doświadczenia przeprowadzono w układzie kwadratu łacińskiego 3×3 . W czasie okresu właściwego pobierano próby treści dwunastniczej, w których oznaczano poziom długołańcuchowych kwasów tłuszczowych. Tłuszcz dodany do dawek pokarmowych dla owiec zmienił skład kwasów tłuszczowych w dwunastnicy. Zarówno dodatek oleju rzepakowego, jak i lnianego zmniejszył poziom nasyconych kwasów tłuszczowych C_{14} do C_{17} . Zanotowano zmiany w poziomie TVA, jako efekt dodatku oleju rzepakowego. Dodany tłuszcz nie miał wpływu na poziom CLA w treści dwunastniczej.

The aim of carried research was to determine the effect of fat supplementation to sheep ration on fatty acid composition in duodenal digesta, which is a marker of fatty acid composition in received products, milk and meat. Two experiments were carried out. Three milking ewes (50 ± 5 kg) with duodenal cannula were used. The basic ration composed of hay and concentrate (60 : 40%) was supplemented with 3.5 and 7% either of rapeseed oil or linseed oil, respectively in the first and second experiment. Experiments were carried out in 3×3 Latin square design. During the experimental period samples of duodenal digesta were collected and fatty acid composition was determined. Fat added to sheep rations changed fatty acid composition in duodenum. Either rapeseed or linseed oil supplemented to diet decreased the level of saturated fatty acids (C_{14} to C_{17}). Changes in TVA level were also observed when rapeseed oil was added to the diet. Supplemental fat had no effect on CLA level in duodenal digesta.

* Adam Cieślak jest stypendystą Fundacji na Rzecz Nauki Polskiej na rok 2003 – Stypendium dla Młodych Naukowców

Wstęp

Obserwowana w ostatnich latach zmiana sposobu żywienia naszego społeczeństwa jest jednym z czynników poprawiających wskaźniki zdrowotne ludzi. Najistotniejsze zmiany zaobserwowano w strukturze spożycia tłuszczów. Są to jednak głównie zmiany ilościowe, nie jakościowe. Zwyczajowa dieta Polaka dostarcza około 38% energii z tłuszczów (w tym około 15% nasyconych kwasów tłuszczowych) oraz około 420 mg/dzień cholesterolu pokarmowego (Kozłowska-Wojciechowska 2003). Zgodnie z aktualnym stanem wiedzy zmniejszając spożycie nasyconych kwasów tłuszczowych należy dążyć do wzrostu spożycia nienasyconych kwasów tłuszczowych. Chcąc zmienić strukturę spożywanych przez społeczeństwo kwasów tłuszczowych należy zmienić również skład i wzajemne proporcje kwasów tłuszczowych w produktach pochodzenia zwierzęcego. Konieczność ograniczenia spożycia przez ludzi kwasów nasyconych wynika między innymi z faktu, że są one najsilniejszym środowiskowym determinanem wpływającym na stężenie cholesterolu całkowitego i cholesterolu LDL w surowicy (Kozłowska-Wojciechowska 2003).

Jedną z metod pozwalających na zmodyfikowanie składu tłuszczu mleka i mięsa zwierząt przeżuwających jest dodatek do dawek pokarmowych olejów roślinnych będących źródłem nienasyconych kwasów tłuszczowych. Część z podanych w diecie kwasów ulega co prawda procesowi biouwodorowania w żwaczu, jednakże jego intensywność na poszczególnych etapach zależy od wielu czynników, m.in. od ilości i rodzaju dodanego oleju. W wyniku niekompletnego biouwodorowania powstają ponadto sprzężone dieny kwasu linolowego (np. CLA), które przechodząc dalej przez dwunastnicę wzbogacają produkty, czyli mięso i mleko, w czynniki biologicznie aktywne. CLA został scharakteryzowany jako czynnik działający antykancerogennie, antymiażdżycowo (Ip i in. 1994), a także wspomagający walkę z otyłością i cukrzycą (Suresh i Das 2003). Optymalny skład dawki pokarmowej podwyższającej poziom nienasyconych kwasów tłuszczowych, w tym CLA, w produktach zwierzęcych nie został jeszcze określony. Modyfikując skład dawki pokarmowej zmieniamy skład kwasów tłuszczowych w treści dwunastnicy, która jest markerem składu kwasów tłuszczowych mleka i mięsa (Wagner i in. 1998).

Celem przeprowadzonych eksperymentów było określenie wpływu dodatku oleju rzepakowego jako źródła kwasu oleinowego oraz oleju lnianego jako źródła kwasu linolowego na skład i wzajemne proporcje kwasów tłuszczowych dochodzących do dwunastnicy, a tym samym obecnych w produktach.

Material i metody

Przeprowadzono dwa doświadczenia. Materiał doświadczalny stanowiły trzy owce mleczne o średniej masie ciała 50 ± 5 kg z założonymi kaniulami mostkowymi do dwunastnicy. Paszę podstawową składającą się z siana i mieszanki treściwej (60 : 40%) wzbogacono w doświadczeniu pierwszym dodatkiem 3,5 oraz 7% oleju rzepakowego, a w doświadczeniu drugim takimi samymi ilościami oleju lnianego. Oleje dodawano do mieszanki treściwej. Olej lniany zakupiono w Instytucie Włókien Naturalnych w Poznaniu, natomiast olej rzepakowy w Olejarni w Szamotułach. Doświadczenia przeprowadzono w układzie kwadratu łacińskiego 3×3 . Każde doświadczenie składało się z trzech okresów wstępnych (12-dniowych) oraz następujących po każdym z nich okresów właściwych (2-dniowych). W czasie okresu właściwego pobierano próby treści dwunastniczej. Treść dwunastniczą pobierano zgodnie z jej fizjologicznym napływem bezpośrednio z przetoki dwunastniczej. Dziesięć procent pobranej treści zamrażano w temperaturze -78°C do czasu dalszych analiz, natomiast pozostałą treść, po podgrzaniu do temperatury około 38°C wprowadzano przez kaniulę z powrotem do dwunastnicy. W pobranych próbach treści dwunastniczej oznaczono poziom długołańcuchowych kwasów tłuszczowych metodą chromatografii wysokociężowej, zgodnie z procedurą Collomb i Bühler (2000). Analizę statystyczną uzyskanych wyników wykonano przy użyciu pakietu statystycznego SAS (User's Guide 1990).

Wyniki

Uzyskane wyniki przedstawiają tabele 1 i 2. Olej dodany do dawek pokarmowych dla owiec zmienił skład kwasów tłuszczowych w dwunastnicy. W doświadczeniu pierwszym z dodatkiem oleju rzepakowego wraz ze wzrostem udziału tłuszczu w dawce wystąpił statystycznie istotny spadek poziomu nasyconych kwasów tłuszczowych o długości łańcucha węglowego od 14 do 17 węgli i jednocześnie wzrost poziomu kwasu stearynowego ($\text{C}_{18:0}$). Olej rzepakowy zwiększył ($P \leq 0,05$) poziom form izomerycznych kwasu oleinowego $\text{C}_{18:1}$ trans, obniżając ($P \leq 0,05$) przy tym poziom $\text{C}_{18:1}$ cis 11. Poziom kwasu transwakcenenowego (TVA — $\text{C}_{18:1}$ trans 11), z którego przy udziale Δ^9 desaturazy powstaje największa pula CLA (Jensen 2002), zwiększył się znacznie i wzrósł z 2,52% w grupie kontrolnej do 7,54 i 7,17 odpowiednio w grupach otrzymujących dodatek 3,5 oraz 7% oleju rzepakowego w suchej masie dawki pokarmowej. Nie zanotowano jednak wpływu dodanego oleju na poziom CLA.

Podobnie jak w doświadczeniu pierwszym, dodatek oleju lnianego obniżył poziom nasyconych kwasów tłuszczowych o długości łańcucha węglowego od 14 do 17 węgli ($P \leq 0,05$). Nie zanotowano jednak statystycznie istotnego wzrostu

Tabela 1

Skład kwasów tłuszczowych w treści dwunastniczej owiec żywionych dawką pokarmową z dodatkiem oleju rzepakowego — *Fatty acids concentration in duodenal digesta of sheep fed diets containing supplemental rapeseed oil*

Kwasy tłuszczowe <i>Fatty acids</i> [%]	Kontrola <i>Control</i>		Zawartość oleju rzepakowego w dawce pokarmowej — <i>Rapeseed oil content in diet</i>			
			3,5%		7%	
	<i>mean</i>	<i>SD</i>	<i>mean</i>	<i>SD</i>	<i>mean</i>	<i>SD</i>
C _{14:0}	1,23 a	0,157	0,61 b	0,059	0,37 b	0,209
C _{14:0 iso}	0,89 a	0,133	0,40 b	0,096	0,26 b	0,087
C _{14:0 aiso}	1,62 a	0,061	0,70 b	0,080	0,37 c	0,056
C _{15:0}	1,75 a	0,142	0,86 b	0,085	0,48 c	0,178
C _{16:0}	22,29 a	1,144	13,82 b	1,613	10,38 b	1,835
C _{16:1 cis}	0,66 A	0,231	0,29 B	0,075	0,15 B	0,015
C _{17:0}	1,29 a	0,046	0,64 b	0,040	0,41 c	0,092
C _{18:0}	43,84 b	1,833	48,66 b	3,857	58,15 a	2,317
C _{18:1 trans 4}	0,04 B	0,015	0,29 A	0,101	0,33 A	0,132
C _{18:1 trans 5}	0,37	0,047	0,33	0,036	0,24	0,119
C _{18:1 trans 6-8}	0,24	0,035	0,62	0,759	0,18	0,020
C _{18:1 trans 9}	0,18	0,166	0,91	0,824	1,29	0,331
C _{18:1 trans 10}	0,40	0,400	1,74	1,427	1,22	0,736
C _{18:1 trans 11 (TVA)}	2,52 B	0,709	7,54 A	1,721	7,17 A	2,087
C _{18:1 trans 12}	0,51	0,147	1,07	0,050	0,64	0,445
C _{18:1 trans 13-14 + cis 6-8}	0,76	0,121	2,04	0,196	3,17	1,666
C _{18:1 cis 9}	8,78	1,981	9,45	2,207	6,75	0,802
C _{18:1 cis 11}	1,87 AA	0,349	1,22 AB	0,199	0,84 BB	0,137
C _{18:1 cis 12}	0,36	0,064	0,40	0,042	0,26	0,141
C _{18:1 cis 13}	0,03	0,017	0,03	0,038	0,01	0,010
C _{18:1 cis 14 + trans 16}	0,39 b	0,101	0,74 a	0,104	0,81 a	0,136
C _{18:2 trans 9, trans 12}	0,00	0,000	0,01	0,015	0,04	0,061
C _{18:2 cis 9, trans 13 + (trans 8, cis 12)}	0,05	0,006	0,04	0,035	0,03	0,017
C _{18:2 cis 9, trans 12 + (cis, cis-MID + trans 8, cis 13)*}	0,94 A	0,348	0,35 B	0,119	0,10 B	0,051
C _{18:2 trans 11, cis 15 + trans 9, cis 12}	0,22AA	0,012	0,20 AB	0,015	0,18 BB	0,017
C _{18:2 cis 9, cis 12}	4,70 a	0,642	2,85 b	0,507	1,74 c	0,169
C _{18:2 cis 9, cis 15}	0,09	0,036	0,08	0,092	0,11	0,056
C _{18:2 trans 10, cis 12}	0,11 a	0,015	0,05 b	0,010	0,07 b	0,029
C _{18:2 cis 9, cis 11}	0,01	0,012	0,01	0,012	0,01	0,012
C _{18:2 trans 9, trans 11 (CLA)}	0,30	0,216	0,15	0,020	0,10	0,006
C _{18:2 cis 9, trans 11}	0,20	0,220	0,15	0,038	0,10	0,076
C _{18:3 cis 9, cis 12, cis 15}	1,10 aa	0,245	0,74 ab	0,072	0,49 bb	0,064
C _{19:0}	0,18	0,040	0,21	0,062	0,37	0,210
C _{20:0}	0,91 c	0,040	1,13 b	0,114	1,37 a	0,046
C _{20:1 trans}	0,03	0,000	0,08	0,010	0,13	0,067
C _{20:1 cis 9}	0,12	0,035	0,43	0,067	0,50	0,255
C _{22:0}	0,75 a	0,049	0,61 b	0,095	0,56 b	0,056

Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie: A, B – $P < 0,05$; a, b, c – $P < 0,01$
Means with the same letter are not significantly different: A, B – $P < 0.05$; a, b, c – $P < 0.01$

* cis, cis MID – dien cis, cis-metylenowy

Tabela 2
Skład kwasów tłuszczowych w treści dwunastniczej owiec żywionych dawką pokarmową z dodatkiem oleju lnianego — *Fatty acids concentration in duodenal digesta of sheep fed diets containing supplemental linseed oil*

Kwasy tłuszczowe <i>Fatty acids</i> [%]	Kontrola <i>Control</i>		Zawartość oleju lnianego w dawce pokarmowej <i>Linseed oil content in diet</i>			
			3,5%		7%	
	<i>mean</i>	<i>SD</i>	<i>mean</i>	<i>SD</i>	<i>mean</i>	<i>SD</i>
C _{14:0}	1,77 a	0,170	0,68 b	0,254	0,46 b	0,121
C _{14:0 iso}	0,91 A	0,150	0,41 B	0,097	0,32 B	0,097
C _{14:0 aiso}	1,82 a	0,271	0,72 b	0,182	0,52 b	0,036
C _{15:0}	1,94 a	0,222	0,91 b	0,238	0,60 b	0,162
C _{16:0}	22,93 a	1,102	13,31 b	2,262	10,92 b	2,280
C _{16:1 cis}	0,57 a	0,176	0,29 b	0,091	0,22 b	0,038
C _{17:0}	1,19 a	0,129	0,66 b	0,156	0,48 c	0,089
C _{18:0}	43,63	2,693	52,65	3,220	49,47	10,916
C _{18:1 trans 4}	0,02 B	0,021	0,15 A	0,021	0,14 A	0,055
C _{18:1 trans 5}	0,41	0,050	0,37	0,229	0,41	0,394
C _{18:1 trans 6-8}	0,25 BB	0,030	0,64 AA	0,219	0,52 AB	0,254
C _{18:1 trans 9}	0,28	0,006	0,60	0,146	0,50	0,192
C _{18:1 trans 10}	0,59	0,110	0,97	0,422	0,64	0,090
C _{18:1 trans 11 (TVA)}	2,39	0,363	6,28	4,014	11,51	10,038
C _{18:1 trans 12}	0,43	0,104	1,09	0,272	1,46	0,599
C _{18:1 trans 13-14 + cis 6-8}	0,82 c	0,197	3,53 b	0,418	4,61 a	0,393
C _{18:1 cis 9}	8,55 A	0,861	7,16 B	1,421	6,96 B	1,480
C _{18:1 cis 11}	1,39 AA	0,124	0,86 BB	0,075	0,94 AB	0,212
C _{18:1 cis 12}	0,33	0,020	0,70	0,146	0,81	0,353
C _{18:1 cis 13}	0,01	0,010	0,02	0,006	0,07	0,057
C _{18:1 cis 14 + trans 16}	0,40 b	0,050	1,21 a	0,117	1,33 a	0,241
C _{18:2 trans 9, trans 12}	0,00	0,000	0,01	0,012	0,08	0,097
C _{18:2 cis 9, trans 13 + (trans 8, cis 12)}	0,05	0,036	0,13	0,046	0,22	0,167
C _{18:2 cis 9, trans 12 + (cis, cis-MID + trans 8, cis 13)*}	0,96	0,796	0,23	0,131	0,08	0,075
C _{18:2 trans 11, cis 15 + trans 9, cis 12}	0,23	0,055	0,27	0,049	0,31	0,142
C _{18:2 cis 9, cis 12}	4,67 a	0,268	2,20 b	0,432	1,85 b	0,451
C _{18:2 cis 9, cis 15}	0,08	0,066	0,09	0,012	0,14	0,091
C _{18:2 trans 10, cis 12}	0,22	0,159	0,09	0,040	0,09	0,032
C _{18:2 cis 9, cis 11}	0,00	0,000	0,09	0,038	0,21	0,196
C _{18:2 trans 9, trans 11 (CLA)}	0,21	0,154	0,35	0,070	0,37	0,042
C _{18:2 cis 9, trans 11}	0,09	0,064	0,11	0,044	0,29	0,191
C _{18:3 cis 9, cis 12, cis 15}	1,03	0,300	1,29	0,297	1,25	0,386
C _{19:0}	0,12 AA	0,067	0,63 AB	0,059	0,96 BB	0,365
C _{20:0}	0,90 AA	0,121	0,61 AB	0,101	0,48 BB	0,185
C _{20:1 trans}	0,00 AA	0,006	0,02 AB	0,015	0,07 BB	0,046
C _{20:1 cis 9}	0,08	0,038	0,09	0,021	0,12	0,059
C _{22:0}	0,72	0,084	0,54	0,012	0,50	0,140

Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie: A, B – $P < 0,05$; a, b – $P < 0,01$
Means with the same letter are not significantly different: A, B – $P < 0,05$; a, b – $P < 0,01$

* cis, cis MID – dien cis, cis-metylenowy

poziomu kwasu stearynowego (C_{18:0}). Pod wpływem dodatku oleju lnianego wzrastała ilość kwasu oleinowego trans, a następował spadek formy cis. Nie zanotowano statystycznie istotnych różnic w poziomie kwasu transwaxenowego (TVA) oraz sprzężonego kwasu linolowego (CLA), chociaż wystąpiła tendencja do wzrostu poziomu obydwóch kwasów wraz ze zwiększeniem udziału tłuszczu w dawce pokarmowej.

Dyskusja

Wyniki uzyskane przez Wagnera i in. (1998) wskazują, że kwasy tłuszczowe dochodzące do dwunastnicy są bezpośrednio wbudowywane w tłuszcz mleka i mięsa, co potwierdza tezę, że skład kwasów tłuszczowych w dwunastnicy jest dobrym wskaźnikiem składu kwasów tłuszczowych w uzyskanym produkcie. Poziom kwasów tłuszczowych dopływających do dwunastnicy zwierząt w pierwszym i drugim doświadczeniu sugeruje, iż produkty pochodzące od zwierząt żywionych zastosowanymi mieszankami paszowymi charakteryzowałyby się obniżonym poziomem kwasów tłuszczowych o silnie miażdżycowym działaniu, tj. kwasu palmitynowego C_{16:0}, mirystynowego C_{14:0} oraz w mniejszym stopniu laurynowego C_{12:0}. Kwas stearynowy nie powoduje wzrostu stężenia cholesterolu w krwi (Kozłowska-Wojciechowska 2003). Badania przeprowadzone przez Griinari (1999, 2000) dowodzą, że najwięcej (około 64%) z obecnego w mleku i mięsie CLA jest syntetyzowane endogennie, np. w gruczole mlecznym, czy w mięśniach z kwasu C_{18:1} przez Δ^9 desaturazę. Pozostała część powstaje z kwasu linolowego w wyniku niekompletnego biouwodorowania w zwacu. Mleko i mięso zwierząt przeżuujących są najobfitszym naturalnym źródłem CLA. Podobny efekt obniżenia poziomu nasyconych kwasów tłuszczowych obserwowano we wcześniejszych przeprowadzonych doświadczeniach (Potkański i in. 2001, Szumacher-Strabel i in. 2003).

Zwiększając poziom nienasyconych kwasów tłuszczowych w dwunastnicy, w tym również w CLA, a tym samym w produktach uzyskiwanych od zwierząt przeżuujących, wzbogacamy nasze pokarmy w związki o działaniu prozdrowotnym.

Podsumowanie

Zmieniając skład kwasów tłuszczowych w dawce pokarmowej zwierząt przeżuujących możemy zwiększyć ilość pożądaných z punktu widzenia zdrowia konsumenta nienasyconych kwasów tłuszczowych w uzyskiwanym produkcie, czyli mleku i mięsie. Nie ustalono jednak dotychczas optymalnego składu dawki pokarmowej, który zwiększałby maksymalnie syntezę np. CLA, czy produkcję TVA. Konieczne są dalsze badania.

Conclusion

Fatty acids in received products, i.e. milk and meat can be improved by changing fatty acids composition in ruminants diets. The optimal, from consumers point of view, fatty acid composition (that improve CLA synthesis or TVA production) has not been determined yet. Further research is necessary.

Literatura

- Collomb M., Bühler T. 2000. Analyse de la composition en acides gras de la graisse de lait. I. Optimisation et validation d'une méthode générale à haute résolution. *Mitt. Lebensm. Hyg.*, 91: 306-332.
- Griinari J.M., Bauman D.E. 1999. Biosynthesis of conjugated linoleic acid and its incorporation into meat and milk in ruminants. Pages 180-220 in: *Advances in conjugated linoleic acid research*. Vol. 1. M.P. Yurawecz, M.M. Mossoba, J.K.G. Kramer, M.W. Pariza, C.J. Nelson, eds., Am. Oil Soc. Press, Champaign, IL.
- Griinari J.M., Corl B.A., Lacy S.H., Chouinard P.Y., Nurmela K.V.V., Bauman D.E. 2000. Conjugated linoleic acid is synthesized endogenously in lactating dairy cows by Δ^9 desaturase. *J. Nutr.*, 130: 2285-2291.
- Ip C., Sing M., Thompson H.J., Scimeca J.A. 1994. Conjugated linoleic acid suppresses mammary carcinogenesis and proliferative activity of the mammary gland in the rat. *Cancer Res.*, 54: 1212-1215.
- Jensen R.G. 2002. Invited review: The composition of bovine milk lipids: January 1995 to December 2000. *J. Dairy Sci.*, 85: 295-350.
- Kozłowska-Wojciechowska M. 2003. *Tłuszcze pokarmowe w profilaktyce miażdżycy*. *Medycyna po Dyplomie*, 12: 88-100.
- Potkański A., Szumacher-Strabel M., Kowalczyk J., Cieślak A., Czauderna M. 2001. A note on the effect of different amounts and types of fat on the fatty acid composition of duodenal digesta in sheep. *J. Anim. Feed Sci.*, 10: 627-632.
- SAS®, 1990. *SAS/STAT Users Guide (Release 6.03)*. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Suresh Y., Das U.N. 2003. Long-chain polyunsaturated fatty acids and chemically induced diabetes mellitus: effect of ω -3 fatty acids. *Nutrition*, 19: 213-228
- Szumacher-Strabel M., Potkański A., Kowalczyk J., Cieślak A., Czauderna M., Strzelecka G., Jędrószkowiak P. 2003. Fatty acid flow to the duodenum of sheep fed diets supplemented with different types of fat. *J. Anim. Feed Sci.*, 12: 239-248.
- Wagner K., Aulrich K., Lebzien P., Flachowsky G. 1998. Research note: Effect of duodenal-infused unsaturated fatty acids on dairy milk composition. *Arch. Anim. Nutr.*, 51: 349-354.