

Modyfikowanie składu kwasów tłuszczowych w tłuszczu mięsa przeżuwaczy

JOLANTA OPRZĄDEK, ARTUR OPRZĄDEK

Instytut Genetyki i Hodowli Zwierząt PAN Jastrzębiec, 05-552 Wólka Kosowska

Oprządek J., Oprządek A.

Modifications of fatty acids composition in ruminants

Summary

Awareness of the importance of diet for human health has increased in recent years. Dietary recommendations repeatedly underline reducing saturated fat intake as a prevention of cardiovascular disease.

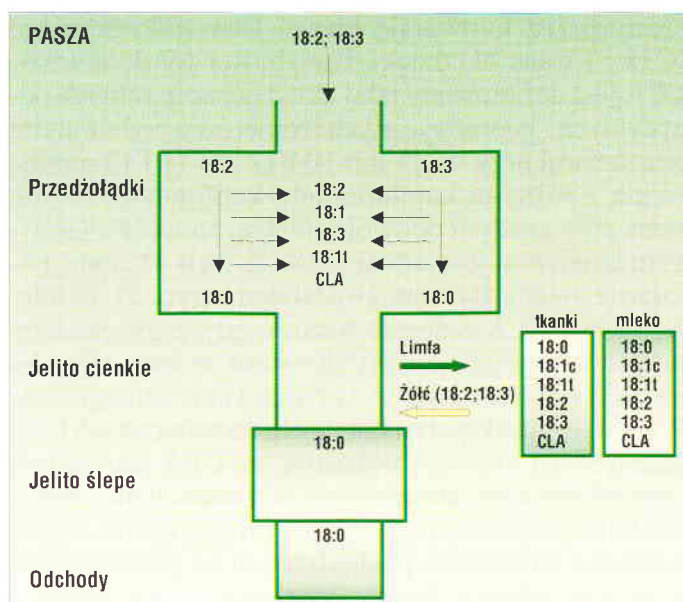
Meat has often wrongly been identified as having a high fat and saturated fatty acids content. In fact lean meat is very low in fat (20-50 g/kg). In all species, meat fatty acid composition can be changed through diet. There have been many reported examples of ruminant tissue fatty acid composition being changed through diet, all of which have involved manipulation of rumen fermentation patterns. Conjugated linoleic acid (CLA) is presently under extensive research because of its potent anti-carcinogenic effects as well as its effects on the immune system and on lipid metabolism. CLA are a group of geometric and positional isomers of linoleic acid (C18:2 n-6). Linoleic acid conjugated isomers, as potent anti-carcinogenic agents, seem to be a strong hope for the reevaluation of ruminant products, because ruminant fat is the richest natural source of these acids.

Keywords: ruminant, fatty acids, CLA

Mięso często jest źle postrzegane jako żywność, gdyż przez wiele lat panował pogląd, że tłuszcze zwierzęce zawierają duże ilości cholesterolu i nasyconych kwasów tłuszczowych oraz są głównym czynnikiem wywołującym szereg chorób cywilizacyjnych (otyłość, miażdżycę, nowotwory). Jednakże chude mięso ma bardzo małą zawartość tłuszczu wynoszącą od 20 do 50 g/kg, a jedynie tłuszcz jest nośnikiem cholesterolu i kwasów tłuszczowych. Ostatnie badania wykazały, że tłuszcz wołowy oraz mleka krowiego nie może być traktowany jedynie jako składnik pokarmowy. Zawiera bowiem wiele związków biologicznie czynnych, mających działanie pro zdrowotne.

U wszystkich gatunków zwierząt zawartość oraz skład tłuszczów i proporcje kwasów tłuszczowych w mięsie mogą zostać zmodyfikowane w pożądanym kierunku poprzez odpowiedni dobór zwierząt przeznaczonych do opasu, wybranie właściwego wieku i masy ciała ubijanych osobników oraz zastosowanie odpowiedniej dawki pokarmowej. O wiele łatwiej cel ten można osiągnąć u zwierząt monogastrycznych (świnie, drób), które bardzo szybko reagują na zastosowane w paszy różnego rodzaju dodatki żywieniowe. Ostatnie badania prowadzone na świniami dotyczą próby zwiększenia udziału kwasów z rodziny n-3 oraz zmiany stosunku tych kwasów do kwasów z rodziny n-6 w tłuszczu wieprzowym, poprzez żywienie paszami z wysokim poziomem kwasu α -linolowego np. stosując nasiona rzepaku lub jego produkty. Wysoka koncentracja kwasów z rodziny n-3 w wieprzowinie lub mięsie drobiu może jednak powodować charakterystyczny rybi zapach (30).

Duża ilość kwasów nasyconych i w konsekwencji niekorzystne proporcje kwasów nienasyconych do nasyconych w mięsie przeżuwaczy wynikają z działalności bakterii żwaczowych. Mikroflora żwacza przetwarza w procesie biohydrogenacji wielonienasycone kwasy pochodzące z tłuszczu zawartego w paszy do kwasów nasyconych i jednonienasyconych. W efekcie skład kwasów tłuszczowych mleka i tkanek u przeżuwaczy jest w przeważającej części nasycony (ryc. 1). W ostatnich latach przeprowadzono wiele badań dotyczących próby modyfikacji składu kwasów tłuszczowych w surowcach i produktach pochodzących od przeżuwaczy poprzez odpowiedni skład dawki pokarmowej. Badania te mają na celu dobór odpowiednich pasz i dodatków paszowych oraz ochronę wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w nich zawartych przed biouwodorowaniem w żwaczu. Modyfikowanie składu tłuszczów zwierzęcych ma na celu uzyskanie wysokiej jakości produktów, które powinny spełniać zarówno zalecenia dietetyków, jak i lekarzy. Proponują oni obniżenie spożycia nasyconych kwasów tłuszczowych i cholesterolu oraz zwiększenie spożycia mononienasyconych i wielonienasyconych kwasów tłuszczowych jako profilaktykę przed otyłością, chorobami nowotworowymi, chorobą wieńcową serca, miażdżycą oraz innymi chorobami cywilizacyjnymi (17). Ilość spożytych kwasów tłuszczowych wynika z codziennej diety człowieka. Takie produkty jak mięso, mleko, sery, jaja stanowią znaczącą część diety i przyczyniają się do spożycia cholesterolu oraz tłuszczów. W 1988 r. WHO opracowała zalecenia odnośnie do spożycia tłuszczów dla całej populacji ludzi



Ryc. 1. Przemiany kwasów linolowego (18:2) i linolenowego (18:3) w przedżoładkach przeżuwaczy

oraz dla grup wysokiego ryzyka zachorowań na choroby układu krążenia. Rekomenduje się aby jedynie 35% spożytej energii metabolicznej pochodziło z tłuszczów, w tym poniżej 10% z nasyconych kwasów tłuszczowych (SFA) natomiast w grupie wysokiego ryzyka zachorowań na choroby układu krążenia maksymalnie 30%. Stosunek wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA) do nasyconych kwasów tłuszczowych (SFA) powinien wynosić około 0,45 (29). Lekarze sugerują, że dzienne spożycie cholesterolu całkowitego nie powinno przekraczać 300 mg (2).

Przynależność kwasów do poszczególnych rodzin (np. n-6, n-3) wynika z pozycji węgla, przy którym występuje pierwsze wiązanie podwójne. Zbyt duża zawartość wielonienasyconych kwasów tłuszczowych z rodziny n-6, a jednocześnie zbyt mała z rodziny n-3 w diecie człowieka prowadzi do występowania chorób układu krążenia. Bardzo ważny jest stosunek kwasów z rodziny n-6 do n-3, który powinien wynosić poniżej 4, a wynosi w diecie współczesnego człowieka 10-15 do 1. Jest to wynikiem spożywania tłuszczu zawartego w ziarnach zbóż, który stanowi ponad 50% tłuszczu w pokarmie człowieka (25, 27).

Najlepszym systemem naturalnej ochrony wielonienasyconych tłuszczów przed biodegradacją w żwacu wydaje się być stosowanie w żywieniu przeżuwaczy całych ziaren (1) lub organelli komórkowych (np. chloroplasty w zielonce), wewnątrz których tłuszcz jest zamknięty i chroniony przed mikroflorą żwacza.

Profil kwasów tłuszczowych dawki pokarmowej z dużym udziałem paszy treściwej jest zupełnie odmienny od dawki opartej głównie na paszach objętościowych, czego skutkiem są różnice w składzie kwasów tłuszczowych w tkankach zwierzęcych. Przykładem może służyć odmienny skład kwasów tłuszczowych w tuszy żywionych zielonką w porównaniu z żywieniem paszami treściwymi (6, 18). W tab. 1 przed-

stawiono wyniki badań porównujące wpływ dwóch systemów żywienia na profil kwasów tłuszczowych. Ekstensywne metody pozyskiwania wołowiny są dodatkowo postrzegane jako pozytywne kryterium jakości w sensie ekologicznym. Wiadomo, że żywienie pastwiskowe lub połączenie żywienia pastwiskowego z

Tab. 1. Skład kwasów tłuszczowych (g/100 g wszystkich kwasów tłuszczowych) w mięśni pólbloniastym bydła żywionego zielonką w porównaniu z żywieniem paszą treściwą (30)

Kwas tłuszczowy	Żywienie zielonką	Żywienie oparte na paszy treściwej
18:2n-6	2,50	8,28
20:3n-6	0,26	0,53
20:4n-6	0,84	2,32
18:3n-3	1,23	0,53
20:4n-3	0,19	0,03
20:5n-3	0,51	0,20
22:5n-3	0,76	0,48
22:6n-3	0,07	0,05

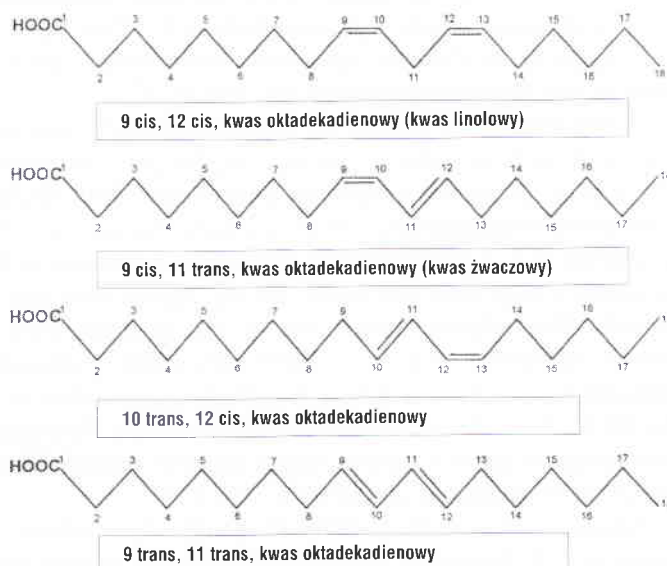
żywieniem paszami treściwymi podnosi znacząco zawartość wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, głównie C18 : 3 c9 w mięśni najdłuższym grzbiecie, a także ilość antyoksydantów o charakterze nieenzymatycznym (np. witamina E, askorbiniany, β -karoten, witamina D₃). Okazało się, że wołowina pochodząca od zwierząt wypasanych na pastwisku miała wyższą koncentrację kwasu α -linolenowego i innych kwasów n-3 niż mięso od bydła żywionego dużą ilością paszy treściwej (jęczmień i soja). Stwierdzono również korzystniejszy stosunek kwasów n-6 do n-3 (8). Wyniki tych badań są zgodne z wynikami Marmar i wsp. (20), którzy podali, że kwas α -linolenowy jest głównym kwasem tłuszczowym traw, natomiast ziarna zbóż i nasiona roślin oleistych są źródłem kwasu linolowego. Żywienie zwierząt paszami zawierającymi więcej nienasyconych kwasów tłuszczowych powoduje poprawę stosunku wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA) do mononienasyconych kwasów tłuszczowych (MUFA) w mięsie (30). Stwierdzono, że żywienie owiec z dodatkiem dużej ilości oleju słonecznikowego (58 g/kg mieszanki treściwej) powoduje wzrost zawartości kwasu linolowego z 2 do 7 g/100 g tłuszczu okołonerkowego (11). Wysokie dawki tłuszczu w pokarmie przeżuwaczy prowadzą jednak do problemów z trawieniem i zmniejszenia aktywności mikroflory żwacza. Lepsze efekty, bez niepożądanych skutków ubocznych uzyskano, gdy podawany tłuszcz był kapsułkowany (4). Inną formą chemicznej ochrony tłuszczu przed degradacją są mydła wapniowe kwasów tłuszczowych. Jednakże to rozwiązanie jest tylko częściowo zadawalające. Do ochrony tłuszczów zawartych w paszy można także wykorzystać różne pro-

cesy technologiczne. Clinquart i wsp. (3) uzyskali znaczący wzrost poziomu kwasu α -linolenowego w tkance tłuszczowej młodych buhajków, żywionych gotowanym, płatkowanym siemieniem lnianym.

Prawdopodobnie istnieje możliwość modyfikacji składu kwasów tłuszczowych w tkankach bydła w drodze selekcji. Potwierdzają to badania Malau-Aduli i wsp. (19), którzy oszacowali wartość współczynnika odziedziczalności zawartości kwasów nasyconych (0,23), kwasów mononienasyconych (0,57) oraz kwasów wielonienasyconych (0,15). Jednakże aby programy selekcyjne były efektywne, muszą istnieć zarówno różnice międzyrasowe, jak i osobnicze. Wyniki badań wskazują na występowanie dużej zmienności między rasami w ilości i składzie tłuszczu tuszy (14, 19, 32). Stwierdzono istotne różnice pomiędzy buhajkami różnych ras w zawartości wszystkich kwasów nasyconych i jednonienasyconych. Japońska rasa wagi odznacza się genetyczną predyspozycją do odkładania tłuszczów, zawierających większą ilość jednonienasyconych kwasów tłuszczowych niż buhajki ras holenderskiej, japońskiej brązowej czy też charolaise (32). Podobnie badania na mieszańcach krów hereford i buhajów ras: aberdeen angus, belgijska błękitna, jersey, limousin, south devon i wagi wykazały różnice w zawartości kwasów w tłuszczu zapasowym. Najwięcej mononienasyconych kwasów tłuszczowych stwierdzono u mieszańców z wagi (48,1%), jersey (46,6%) i belgijską błękitną (46,6%), natomiast najmniej u mieszańców z limousin około 44% (24). Płeć jest także czynnikiem wpływającym na skład kwasów tłuszczowych (7, 14, 31). Tusze jałówek wyróżniają się większą zawartością kwasu C18 : 1 oraz pozostałych jednonienasyconych kwasów tłuszczowych w tłuszczu podskórnym oraz międzymięśniowym niż tusze buhajków. Skelly i wsp. (26) stwierdzili ujemną zależność między marmurkowatością a zawartością kwasów C14 : 0 i C18 : 0 oraz dodatnią zależność pomiędzy marmurkowatością (ocenianą w punktach), a kwasem C18 : 1. Kompozycja kwasów tłuszczowych wpływa również na smakowitość, wartość odżywczą oraz przydatność mięsa do przechowywania (4). Kwas oleinowy wpływa korzystnie na obniżenie stężenia cholesterolu całkowitego, a zwłaszcza cholesterolu o małej gęstości (LDL) we krwi ludzi (12, 13). Kwas ten poprawia także smak gotowanej wołowiny.

W ostatnich latach szczególnie zainteresowanie wzbudzają izomery kwasu linolowego. Sprzężony kwas linolowy (CLA) jest kompozycją geometrycznych i pozycyjnych izomerów kwasu linolowego ze sprzężonymi podwójnymi wiązaniami. CLA powstaje przez uwodornienie np. kwasu linolowego C18 : 2 w obecności bakteryjnej izomerazy kwasu linolowego, obecnej w komórkach bakterii *Butyrivibrio fibrisolvens* bytującej w żwacu. Pollard i wsp. (22) stwierdzili, że CLA może być też wytwo-

rzony przez konwersję kwasu transwakcenowego (C18 : 1 trans 11) dzięki działalności $\Delta 9$ desaturazy. CLA jest definiowany jako układ poszczególnych pozycyjnych i geometrycznych izomerów z podwójnymi wiązaniami przy 9 i 11 lub 10 i 12 lub 11 i 13 atomie węgla z różnymi kombinacjami konfiguracji cis lub trans przy każdym podwójnym wiązaniu (28). Głównym izomerem jest jednak C18 : 2, 9 cis 11 trans, potocznie zwany kwasem żwaczowym (ryc. 2). Zainteresowanie CLA znacznie wzrosło gdy w grillowanym mięsie wołowym zidentyfikowano te izomery jako związki odpowiedzialne za hamowanie mutagenyzy. Wyniki badań eksperymentalnych na zwierzętach i klinicznych na ludziach wskazują, że CLA jest silnym czynnikiem antykancerogennym. Dzięki temu odkryciu istnieje wielka nadzieja na zmianę opinii o produktach i surowcach pochodzących od przeżuwaczy, ponieważ właśnie tłuszcz przeżuwaczy jest naturalnym, bogatym źródłem CLA. Można się zatem spodziewać wzrostu zainteresowania tzw. żywnością funkcjonalną wzbogaconą w sprzężone dieny kwasu linolowego. Zawartość około 3,5 g CLA w codziennej diecie ludzi wykazuje chemoprotective działanie przeciwko chorobom nowotworowym (15). Mięso wołowe oraz mleko charakteryzuje się większą zawartością CLA niż surowce i produkty otrzymywane od zwierząt monogastrycznych. CLA powstaje w wyniku działalności bakterii żwaczowych, więc wpływ genetycz-



Ryc. 2. Kwas linolowy i jego główne izomery

Tab. 2. Zawartość sprzężonego kwasu linolowego (CLA) w mg/1 g tłuszczu w g różnych autorów (cyt. 21)

Rodzaj mięsa		Chin (1992)	Shanta (1997)	Enser (1999)	Ma (1999)	Mir (2000)
Wołowina	udziec	2,9	5,2-7,4			
	szponder			3,2-8,0	3,0	1,7-14,8
	mięso mielone	4,3			1,6	
Jagnięcina		5,6				0,6-8,4

ny na poziom tego związku jest mało prawdopodobny, jednakże niektórzy autorzy sugerują jego istnienie (28). Zwiększenie zawartości CLA w tłuszczu przeżuwaczy można uzyskać stosując odpowiednią strategię żywieniową. Najbardziej przydatne do tego celu są pasze bogate w kwas linolowy, takie jak: ziarna roślin oleistych lub oleje otrzymane z tych nasion oraz pastwisko. Zawartość CLA w mięśni półłoniastym bydła utrzymywanego na pastwisku wynosi 7,7 mg CLA/g tłuszczu podczas gdy u bydła żywionego paszami treściwymi i paszami objętościowymi 5,2 mg CLA/g tłuszczu (23). Enser i wsp. (8) stosując dodatek siemienia lnianego lub oleju rybnego przez okres 120 dni przed ubojem uzyskali istotny wzrost CLA (z 3,2 do 8,8 mg/g tłuszczu) w mięśni najdłuższym grzbietu. W tab. 2 przedstawiono dane dotyczące zawartości CLA w tkance tłuszczowej różnych gatunków przeżuwaczy. Należy zwrócić uwagę, że smażenie wołowiny w wysokiej temperaturze przed spożyciem zwiększa zawartość CLA (16).

Inną grupą związków tłuszczowych wzbudzającą zainteresowanie są kwasy tłuszczowe typu trans (TFA) np. kwas wakcenyowy trans (C18 : 1 trans) powstające w małych ilościach w żwaczu poprzez biodegradację spożytych nienasyconych kwasów tłuszczowych. Koncentracja kwasów trans w żwaczu zależy między innymi od ilości nienasyconych kwasów tłuszczowych, pH żwacza oraz od jonoforów (9). Odmienna rola kwasów, które mają podwójne wiązanie w pozycji trans polega na zmianie uformowania łańcucha z wygiętego na prosty, podobny do budowy łańcucha kwasów nasyconych. Spożycie kwasów trans oddziałuje negatywnie na organizm ludzki, podwyższając zawartość cholesterolu całkowitego oraz frakcji LDL cholesterolu we krwi. Wołowina zawiera od 1,9 do 3,2% TFA, cielęcina od 0,9 do 1,7%, jagnięcina 6,6-9,8% natomiast baranina 8,2-10,6% ogólnej ilości tłuszczu. Jednakże należy podkreślić fakt, że w mięsie przeżuwaczy nawet do 20% TFA stanowi sprzężony kwas linolowy, który korzystnie wpływa na organizm człowieka (10).

Wołowina dostarcza konsumentom wysokiej jakości białka w połączeniu z witaminami i minerałami, jednakże wysoka zawartość cholesterolu oraz nasyconych kwasów tłuszczowych prowadzi do negatywnej oceny wołowiny przez niektórych konsumentów. Wyzwaniem dla hodowców bydła i producentów wołowiny jest produkcja smaczniejszej wołowiny, o podwyższonych walorach dietetycznych i prozdrowotnych. Taki produkt znajdzie uznanie w oczach najbardziej wybrednych klientów.

Piśmiennictwo

- Baldwin R. L., Allison M. J.: Rumen metabolism. *J. Anim. Sci.* 1983, 57, 461-472.
- Chizzolini R., Zanardi E., Dorigoni V., Ghidini S.: Calorific value and cholesterol content of normal and low-fat meat and meat products. *Trends in Food Sci. and Technology* 1999, 10, 119-128.
- Clinquart A., Istasse L., Van Eenaeme C., Dufresne I., Hollo V., Bienfait J. M.: Soya oil in diet for growing fattening bulls: effects on animal performance and fatty acid composition. *Anim. Prod.* 1991, 53, 315-320.
- Cook L. J., Scott T. W., Ferguson K. A., McDonald I. W.: Production of polyunsaturated ruminant body fats. *Nature* 1970, 228, 178-179.
- Dryden F. D., Marchello J. A.: Influence of total lipid and fatty acid composition upon the palatability of three bovine muscles. *J. Anim. Sci.* 1970, 31, 36-41.
- Duckett S. K., Wagner G. G., Yates L. D., Dolezal H. G., May S. G.: Effects of time on feed on beef nutrient composition. *J. Anim. Sci.* 1993, 71, 2079-2086.
- Eichborn J. M., Coleman L. J., Wakayama G. J., Blomquist G. J., Bailey C. M. and Jenkins T. G.: Effect of breed type and restricted versus ad libitum feeding on fatty acid composition and cholesterol content of muscle and adipose tissue from mature bovine females. *J. Anim. Sci.* 1986, 63, 781-794.
- Enser M., Scollan N. D., Choi N. J., Kurt E., Hallett K., Wood J. D.: Effect of dietary lipid content on the conjugated linoleic acid (CLA) in beef muscle. *Anim. Sci.* 1999, 69, 143-146.
- Fellner V., Sauer F. D., Kramer J. K.: Effect of nigericin, monensin, and tetracycline on biohydrogenation in continuous flow-through ruminal fermenters. *J. Dairy Sci.* 1997, 80, 921-928.
- Fritsche J., Steinhart H.: Analysis occurrence and physiological properties of trans fatty acids (TFA) with particular emphasis on conjugated linoleic acid isomers (CLA) – a review. *Fett/Lipid* 1998, 100, 190-210.
- Gibney M. J., l'Esrange J. L.: Effects of dietary unsaturated fat and of protein source on melting point and fatty acid composition of lamb fat. *J. Agric. Sci.* 1975, 291-296.
- Grundy S. M.: Comparison of monounsaturated fatty acids and carbohydrates for lowering plasma cholesterol. *N. Engl. J. Med.* 1986, 314, 745-748.
- Grundy S. M.: Monounsaturated fatty acids and cholesterol metabolism: implications for dietary recommendations. *J. Nutr.* 1989, 119, 529-533.
- Huerta-Leidez N. O., Cross H. R., Savell J. W., Lunt D. K., Baker J. F., Pelton L. S., Smith S. B.: Comparison of the fatty acid composition of subcutaneous adipose tissue from mature Brahman and Herefords cows. *J. Anim. Sci.* 1993, 71, 625-630.
- Ip C.: Review of the effect of trans-fatty acid, oleic acid, n-3 polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid on mammary carcinogenesis in animals. *Am. J. Clin. Nutr.* 1997, 66, 1523-1529.
- Jakobsen K.: Dietary modifications of animal fats: status and future perspectives. *Fett/Lipid* 1999, 101, 475-483.
- Kritchevsky D.: History recommendations to the public about dietary fat. *J. Nutr.* 1998, 128, 449-459.
- Larick D. K., Turner B. D., Koch R. M., Crouse J. D.: Influence of phospholipid content and fatty acid composition of individual content and fatty acid composition of individual phospholipids in muscle from Bison, Hereford and Brahman steers on flavour. *J. Food Sci.* 1989, 54, 521-526.
- Malau-Aduli A. E. O., Siebert B. D., Bottema C. D. K., Pitchford W. S.: A comparison of fatty acid composition of triacylglycerols in adipose tissue from Limousin and Jersey cattle. *Aust. J. Agric. Res.* 1997, 78, 715-722.
- Manner W. N., Maxwell R. J., Williams J. E.: Effects of dietary regimen and tissue site on bovine fatty acid profiles. *J. Anim. Sci.* 1984, 59, 109-121.
- Mir Z., Mir P. S., McAlister T. A., Forster R. J., Stanford K., Weselake R. J., Okine E., Goonewardene L. A.: Designer beef – can we alter meat to meet consumer needs? *National Beef Sci. seminar, Lethbridge, Canada 2000*, 1-13.
- Pollard M. R., Gunstone F. D., Morris L. J., James A. T.: The delta 5 and delta 6 desaturation of fatty acids of varying chain length by rat liver: a preliminary report. *Lipids* 1980, 15, 690-693.
- Shantha N. C., Moody W. G., Tabeidi Z.: Conjugated linoleic acid concentration in semimembranosus muscle of grass and grain-fed and zeranol-imolant beef cattle. *J. Muscle Foods* 1997, 8, 105-110.
- Siebert B. D., Deland M. P., Pitchford W. S.: Breed differences in the fatty acid composition of subcutaneous and intramuscular lipid of early and late maturing, grain finished cattle. *Aust. J. Agric. Res.* 1996, 47, 943-952.
- Simopoulos A. M.: Fatty acid composition skeletal muscle, membrane phospholipids, insulin resistance and obesity. *Nutr. Today* 1994, 12-16.
- Skelly G. C., Stanford W. C., Edwards R. L.: Bovine fat composition and its relation to animal diet and carcass characteristics. *J. Anim. Sci.* 1973, 36, 576-580.
- Skjervold H.: The challenge to the food production. *Proc. Symp. Lifestyle Diseases and the Human Diet. A Challenge to Future Food Production, Aarhus 1993*, 29-42.
- Stanton C., Lawless F., Kjellmer G., Harrington D., Devery R., Connolly J. F., Murphy J.: Dietary influences on bovine milk cis-9, 11 trans conjugated linoleic acid content. *J. Food Sci.* 1997, 62, 1083-1086.
- WHO: Healthy nutrition. Preventing nutrition-related diseases in Europe. Eds W. P. T. Jammes, A. ferro-Luzzi, B. Isaksson and W. B. Szostak. WHO Regional Publications, Europeans series, 1988, 24.
- Wood J. D., Enser M.: Factors influencing fatty acids in meat and the role of antioxidants in improving meat quality. *Br. J. of Nutr.* 1997, 78, 49-60.
- Yoshimura T., Namikawa K.: Influence of breed, sex and anatomical location on lipid and fatty acid composition of bovine subcutaneous fat. *Jpn J. Zootech. Sci.* 1983, 54, 97-105.
- Zembayashi M., Nishimura K., Lunt D. K., Smith S. B.: Effect of breed type and sex on the fatty acid composition of subcutaneous and intramuscular lipids of finishing steers and heifers. *J. Anim. Sci.* 1995, 73, 3325-3332.