

# Składniki lipidowe wołowiny w zależności od żywienia i rasy bydła

KRZYSZTOF BILIK, MAGDALENA ŁOPUSZAŃSKA-RUSEK, KAROL WĘGLARZY\*

Dział Żywienia Zwierząt i Paszoznawstwa Instytutu Zootechniki, 32-083 Balice k. Krakowa  
\*Zakład Doświadczalny Instytutu Zootechniki Grodziec Śląski, Sp. z o.o., 43-386 Świętoszówka

Bilik K., Łopuszańska-Rusek M., Węglarzy K.

## Lipid compositions of beef in relation to type of feed and breed of cow

### Summary

This review paper shows current opinions and results of research on the nutritive value and modifiability of the functional properties of beef. Special attention was paid to factors affecting the profile of polyunsaturated fatty acids of n-3 series (n-3 PUFA), the n-3/n-6 PUFA ratio and conjugated linoleic acid (CLA) content in intramuscular fat of beef from different breeds. It was observed that beef obtained during pasture feeding is characterized by a better profile of desirable polyunsaturated fatty acids PUFA n-3 which consumers want compared to that obtained from animals that are intensively fed with silages and concentrates.

**Keywords:** food, beef, meat

W obecnej dobie żywność przestaje być postrzegana wyłącznie jako źródło składników odżywczych służących pokryciu potrzeb organizmu człowieka. Główne zainteresowanie budzi natomiast możliwość oddziaływania poprzez żywność na stan jego zdrowia. Uwarunkowania te spowodowały wzrost zainteresowania konsumentów prozdrowotnymi właściwościami spożywanych pokarmów, a środowiska naukowe zachęciły do szczegółowych badań nad aspektami zdrowotnymi różnego rodzaju tłuszczów zawartych w produktach zwierzęcych oraz możliwościami modyfikowania ich składu (20).

Celem opracowania jest przedstawienie wybranych poglądów i wyników badań dotyczących roli, jaką pasza i rasa opasanych zwierząt odgrywają w możliwości modyfikowania właściwości prozdrowotnych wołowiny.

### Wartość dietetyczna mięsa wołowego

Dotychczas uważano, że produkty spożywcze pochodzenia zwierzęcego, w tym uzyskiwane od bydła mięso i mleko, z uwagi na wysoki udział i niekorzystny skład tłuszczu stanowią główny czynnik pokarmowy podwyższający ryzyko chorób układu krążenia i nowotworowych. Tymczasem wołowina w porównaniu z innymi rodzajami mięsa uzyskiwanego od zwierząt gospodarskich (drobiowego lub wieprzowego) jest nie tylko źródłem białka, odznaczającego się wysoką strawnością i pożądanym składem aminokwasowym. Zawiera ona także więcej niż inne rodzaje mięsa witamin B-kompleks (w szczególności: tiaminy, ryboflawiny, niacyny, witaminy B<sub>6</sub> i B<sub>12</sub>) i składników mineralnych o charakterze antyoksydacyjnym (żelaza, cynku, miedzi, magne-

zu i selenu) oraz substancje biologicznie czynne o właściwościach prozdrowotnych (15). Tłuszcz zawarty w wołowinie jest również źródłem niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (NNKT) oraz skoniugowanego kwasu linolowego (CLA) – substancji zapobiegającej i hamującej rozwój licznych chorób (19).

### Profil kwasów tłuszczowych i właściwości funkcjonalne wołowiny

Mięso wołowe zawiera stosunkowo dużo kwasów tłuszczowych nasyconych a mniej kwasów nienasyconych. Jednakże przeprowadzone w ostatnich latach liczne badania (17) wykazały, że spośród kwasów tłuszczowych nasyconych tylko kwasy: laurynowy (C 12:0), mirystynowy (C 14:0) i w mniejszym zakresie palmitynowy (C 16:0) zwiększają ryzyko wystąpienia chorób układu krążenia. Pozostałe kwasy tłuszczowe nasycone krótkołańcuchowe (do 10 atomów węgla) oraz kwas stearynowy (C 18:0) mają obniżający wpływ na koncentrację cholesterolu we krwi (17). W porównaniu z innymi produktami spożywczymi pochodzącymi od zwierząt gospodarskich, tłuszcz wołowy jest także najbogatszym źródłem wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA) z rodziny n-3 oraz posiada zbliżony do prawidłowego stosunek kwasów PUFA n-6/n-3. W wielu badaniach wykazano korzystne oddziaływanie kwasów tłuszczowych PUFA n-3 na organizm człowieka (25). Nawet małe jego dawki (ok. 1 g/dzień) wpływają bowiem korzystnie na układ krążenia i układ nerwowy oraz przeciwdziałają przedwczesnym porodom, otyłości czy depresjom (25). Tłuszcz mięsa wołowego jest także naturalnym źródłem izomerów skoniugowane-

go kwasu linolowego (CLA) o swoistych właściwościach prozdrowotnych (12). Związek ten między innymi hamuje rozwój chorób nowotworowych, wykazuje właściwości antyoksydacyjne i antymiażdżycowe, zapobiega otyłości oraz jest czynnikiem zapobiegającym i łagodzącym objawy cukrzycy insulinozależnej II typu (1, 22). W doświadczeniach wykonanych na zwierzętach laboratoryjnych oraz w doświadczeniach *in vitro* stwierdzono, że CLA wykazywał właściwości antyrakotwórcze przeciwko takim rodzajom chorób nowotworowych, jak: czerniak złośliwy, nowotwory przewodu pokarmowego, rak piersi, rak płuc, rak jajników oraz białaczka (19). Jako silny przeciwutleniacz, CLA zapobiega także oksydacji DL-lipoprotein oraz stymuluje funkcje układu odpornościowego (17).

### **Czynniki wpływające na zawartość kwasów tłuszczowych w wołowinie**

**Rasa zwierząt.** Ze względu na fakt, że bydło charakteryzuje się dosyć dużą zmiennością zawartości tłuszczu w tuszy, w ostatnich latach podjęto szereg badań nad oszacowaniem genetycznych uwarunkowań składu tłuszczu w wołowinie. Wykazano między innymi, że współczynniki odziedziczalności dla poszczególnych rodzajów kwasów tłuszczowych po zakończonym okresie opasania mieszczą się w granicach: 0,15 – dla kwasów tłuszczowych PUFA, 0,23 – dla kwasów SFA i 0,57 – dla kwasów tłuszczowych MUFA (14). Zaobserwowano także dużą zmienność między poszczególnymi rasami zwierząt; zarówno w ilości, jak i składzie tłuszczu zapasowego. Stwierdzono między innymi, że japońska rasa bydła mięsnego wagi wyróżnia się genetyczną predyspozycją do produkcji mięsa o większej zawartości kwasów tłuszczowych jedno- i wielonienasyconych (MUFA i PUFA) w tłuszczu śródmięśniowym (29). Mięso tego bydła charakteryzuje się ponadto dobrą marmurkowatością oraz szerszym stosunkiem kwasów MUFA/SFA niż wołowina pozyskiwana od zwierząt innych ras mięsnych, opasanych na paszach objętościowych (2). W badaniach nad rasami hodowanymi w Europie wykazano, że mięso pozyskiwane od bydła rasy red-angus w porównaniu z bydlęciem rasy simentalskiej charakteryzuje się mniejszą zawartością tłuszczu śródmięśniowego oraz lepszym umięśnieniem i lepszą jakością sensoryczną. Z kolei u bydła simentalskiego stwierdzono większy udział kwasów nienasyconych MUFA w mięśni grzbietowym (13) oraz większą aktywność enzymu  $\Delta$ -9 desaturazy, biorącego udział w przemianie kwasu waksenowego (C 18:1 n-7) do CLA. W badaniach własnych wykazano, że przy podobnym żywieniu paszami gospodarskimi (kiszonka z kukurydzy, kiszonka z traw, siano, mieszanka treściwa), buhajki rasy hereford w porównaniu ze zwierzętami rasy limousine i simental charakteryzowały się wyższą zawartością kwasów nasyconych (SFA) i jednonienasyconych (MUFA), a niższą wielonienasyconych (PUFA n-3 i PUFA n-6), oraz węższym stosunkiem PUFA n-6/n-3. Pomędzy badanymi rasami bydła nie stwierdzono natomiast istotnego zróżnicowania w zawartości cholesterolu całkowitego w tłuszczu śródmię-

niowym *musculus thoracis*, która wahała się od 42,5 mg/100 g do 43,3 mg/g. Także w innych badaniach (27) nie wykazano genetycznych uwarunkowań w zawartości cholesterolu w wołowinie. Dymnicka i wsp. (5), badając różnice między buhajkami rasy charolaise, limousine i hereford wykazali, że przy żywieniu tymi samymi paszami bydło rasy charolaise miało większą zawartość w *musculus thoracis* i *musculus semitendinosus* kwasów PUFA n-3, natomiast bydło rasy hereford miało korzystniejszy stosunek PUFA n-6/n-3 oraz większą niż pozostałe rasy zawartość CLA.

Pomimo wykazania w niektórych badaniach potencjalnych możliwości modyfikowania zawartości pożądanego kwasów tłuszczowych w tłuszczu mięśniowym opasanego bydła na drodze genetycznej (2, 14), sugeruje się, że różnice w zawartości poszczególnych rodzajów kwasów tłuszczowych wynikają najczęściej ze zróżnicowanego w poszczególnych badaniach żywienia (4).

**Żywieniowe metody modyfikowania zawartości wielonienasyconych kwasów tłuszczowych.** Współczesne metody żywienia bydła opasowego mają na celu modyfikowanie nie tylko stosunku tłuszczowo-mięsnego (9, 18, 28), ale przede wszystkim udziału oraz wzajemnej proporcji niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (NNKT) w tuszach bydłecy (5, 7, 8, 17). Jednym z naturalnych i efektywnych ekonomicznie sposobów poprawy właściwości dietetycznych (zdrowotnych) wołowiny może być obniżenie intensywności żywienia zwierząt w końcowym okresie opasania, poprzez zwiększenie w dawce pokarmowej stosunku pasz objętościowych do treściwych i przez to spowolnienie tempa wzrostu opasanego bydła w tym okresie (23). Takie dawki pokarmowe mają bowiem odmienny i bardziej pożądaną profil kwasów tłuszczowych w porównaniu z dawkami o dużym udziale pasz treściwych, powodując tym samym korzystne zróżnicowanie w składzie kwasów tłuszczowych w tkankach zwierzęcych (16). Ekstensywne metody pozyskiwania wołowiny są również obecnie postrzegane jako pozytywne kryterium jakości uzyskiwanej wołowiny w sensie ekologicznym (17). Podkreśla się jednak, aby poprzez nadmierne obniżenie poziomu energii w dawce pokarmowej nie doprowadzić do pogorszenia efektywności opasania oraz cech sensorycznych pozyskiwanego mięsa wołowego.

Wyniki dotyczące wpływu różnego udziału i rodzaju pasz objętościowych w dawkach pokarmowych dla opasanego bydła na kształtowanie się zawartości kwasów tłuszczowych PUFA i MUFA w tłuszczu mięśni (tab. 1) nie są jednoznaczne (9). W niektórych badaniach (23) wykazano, że poprzez podwyższenie udziału pasz objętościowych (młoda zielonka pastwiskowa, kiszonka z traw łąkowych i siano) kosztem treściwych w dawkach pokarmowych skarmianych w końcowym okresie opasania, można wpłynąć na zmianę profilu NNKT w tkance tłuszczowej (wzrost zawartości kwasu linolenowego – C 18:3 n-3 i stearynowego – C 18:0, kosztem zawartości kwasu linolowego – C 18:2 n-6 i oleinowego – C 18:1). Stwierdzono także, że zwie-

**Tab. 1. Zawartość wybranych kwasów tłuszczowych nasyconych (SFA) i wielonienasyconych (PUFA) z rodziny n-6 i n-3, CLA oraz stosunek PUFA n-6/n-3 w tłuszczu śródmięśniowym w *musculus thoracis* opasanych buhajków w zależności od rodzaju skarmianej paszy i rasy opasanych zwierząt**

Wyszczególnienie	Pozycja literatury	Kwasy tłuszczowe (% sumy kwasów)					CLA
		SFA C 16:0	SFA C 18:0	PUFA n-3	PUFA n-6	PUFA n-6/n-3	
<b>Rodzaj paszy</b>							
kiszonka z kukurydzy + pasza treściwa	(5)	20,7	–	2,96	13,81	4,77	0,30
kiszonka z traw + pasza treściwa		20,3	–	3,50	15,81	4,66	0,24
pastwisko	(6)	24,3	15,8	–	–	1,32	–
treściwa (śruta jęczmienna, śruta sojowa + słoma jęczmienna)		23,2	13,7	–	–	9,20	–
trawa łąkowa	(9)	22,8	14,7	1,36	3,14	2,33	1,08
treściwa (8 kg) + siano (1 kg)		27,4	15,9	0,84	3,21	4,15	0,37
kiszonka z traw + pasze treściwa (4 kg)		26,6	16,0	0,91	2,96	3,61	0,47
pastwisko	(16)	21,7	17,1	2,37	3,46	1,46	0,78
kiszonka z traw + pasza treściwa (3 kg)		24,1	16,9	1,59	3,50	2,21	0,53
pastwisko	(28)	22,3	16,3	–	–	–	0,22
pasza treściwa (z wysokim udziałem sorga)		27,8	15,0	–	–	–	0,06
<b>Rasa zwierząt</b>							
hereford	(5)	20,1	–	3,27	12,67	3,96	0,32
charolaise		20,9	–	3,96	16,03	4,06	0,26
limousine		20,7	–	2,90	15,23	5,45	0,26

rzęta opasane dawkami mieszanymi: objętościowo-treściowymi mają niższy udział kwasów tłuszczowych nasyconych (szczególnie kwasu C 14:0) w tłuszczu śródmięśniowym niż zwierzęta żywione wyłącznie paszami treściwymi (28). French i wsp. (8), porównując mięso wołowe uzyskane od zwierząt żywionych dawkami ze zwiększającym się udziałem pasz objętościowych (trawy pastwiskowej, kisonki z traw i siana łąkowego), kosztem pasz treściwych, zauważyli zmniejszenie się udziału kwasów SFA (C 14:0, C 16:0, C 18:0) w tłuszczu śródmięśniowym a zwiększenie zawartości kwasów: MUFA (C 18:1) i PUFA (C 18:2 i C 18:3). Podobne rezultaty uzyskali również Itoh i wsp. (11) porównując tusze zwierząt żywionych zieloną pastwiskową z koniczyną w porównaniu ze zwierzętami żywionymi paszami treściwymi, odnotowując ponadto (11, 21) dodatni wpływ pasz objętościowych na zawartość kwasów EPA (C 20:5 n-3) i DHA (C 22:6 n-3). Badania O'Sullivan i wsp. (18), nad wpływem rodzaju skarmianej paszy objętościowej na zawartość kwasów tłuszczowych w tuszach bydła ras mięsnych wykazały, że kisonka z traw w porównaniu z kisonką z kukurydzy podwyższała udział kwasów tłuszczowych PUFA C 18:3 i C 18:2 oraz zawartość antyoksydantów alfa-

tokoferolu w tłuszczu śródmięśniowym. Taki sposób żywienia opasanego bydła wpływał również na stabilność koloru oraz obniżenie oksydacji lipidów, chociaż dawki pokarmowe z wyłącznym udziałem kisonki z traw wpływały na zwiększenie udziału nasyconych kwasów tłuszczowych w tuszach. Lepsze rezultaty pod tym względem uzyskiwano przy żywieniu opasanego bydła dawkami złożonymi z obu rodzajów kisonki (z kukurydzy i trawy łąkowej w stosunku 50 : 50), które w porównaniu z kisonką z traw wpływały na obniżenie udziału kwasów SFA w tkance mięśniowej. Wyniki badań własnych nad wpływem rodzaju skarmianej paszy objętościowej w końcowym okresie opasania na jakość mięsa opasanych buhajków rasy limousine wykazały, że zwierzęta żywione kisonką z podwieńniętej trawy łąkowej z dodatkiem siana i paszy treściwej miały niższą zawartość kwasów SFA i MUFA a wyższą PUFA oraz węższy stosunek PUFA n-6/n-3 niż zwierzęta żywione kisonką z kukurydzy, sianem i paszą treściwą. Buhajki żywione kisonką z kukurydzy charakteryzowały się również nieco wyższą (44,3 mg/100 g) niż przy żywieniu kisonką z podwieńniętej trawy łąkowej (42,2 mg/100 g) zawartością cholesterolu całkowitego w tłuszczu śródmięśniowym *musculus thoracis*, ale wykazane różnice nie były statystycznie istotne. Także w innych badaniach (27) nie stwierdzono statystycznie istotnego różnicowania zawartości cholesterolu w *musculus longissimus dorsi* u bydła rasy

hereford i brahman, w zależności od rodzaju skarmianej paszy w końcowym okresie opasania. W wielu badaniach wykazano, że żywienie zwierząt trawą pastwiskową wpływa nie tylko na zwiększenie zawartości w tłuszczu mięsa wołowego wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA) z rodziny n-3 oraz korzystniejszy stosunek PUFA n-6/n-3 (9, 16, 28), ale także ilości antyoksydantów o charakterze nieenzymatycznym, tj. witaminy E, askorbinianu i  $\beta$ -karotenu (7). Enser i wsp. (6) oraz Realini i wsp. (21) zauważyli również, że zielonka pastwiskowa wpływa na podwyższenie zawartości kwasów EPA i DHA w tłuszczu śródmięśniowym opasanego bydła, co stawia mięso bydlęce na bardzo wysokim poziomie pod względem tzw. żywności funkcjonalnej.

Chociaż ekstensywne metody opasania bydła wpływają korzystnie na właściwości prozdrowotne wołowiny i ekonomikę opasania, to jednak uważa się, że najbardziej efektywnym sposobem podwyższenia zawartości pożądaných kwasów tłuszczowych w mięsie wołowym jest podawanie opasanim zwierzętom nasion roślin oleistych lub tłuszczów roślinnych, chronionych przed biouwodowaniem w żwaczu (23). Przeprowadzone z tego zakresu liczne badania (10, 26) wykazały,

że ich dodatek do dawki pokarmowej wpływa na wzrost zawartości wielonienasyconych kwasów tłuszczowych o 18, 20 i 22 atomach węgla w cząsteczce.

**Żywieniowe metody modyfikowania zawartości skoniugowanego kwasu linolowego (CLA).** Poziom CLA w produktach mlecznych i wołowinie mieści się w granicach 3-7 mg/g tłuszczu (18), a zalecane jego spożycie wynosi ok. 3,5 g/dzień. Największą koncentrację CLA odnotowano w tkankach zwierząt przeżuwających żywionych paszami z dużą ilością kwasu linolowego, takimi jak: nasiona roślin oleistych lub oleje roślinne (6, 10) oraz niektórymi rodzajami pasz objętościowych, zwłaszcza zieloną pastwiskową (6, 9, 16, 21). Griswold i wsp. (10) zauważyli, że wzrost udziału paszy objętościowej w stosunku do paszy treściwej w dawce pokarmowej z udziałem oleju sojowego, zwiększa koncentrację izomeru cis-9 trans-11 CLA w tkankach bydlęcych. Podobne efekty uzyskiwano również przy żywieniu opasanego bydła zieloną pastwiskową w porównaniu ze zwierzętami żywionymi paszami treściwymi lub innymi niż zielonka rodzajami pasz objętościowych (16, 21). Także French i wsp. (9) uzyskali od zwierząt żywionych na pastwisku większą zawartość CLA w tkankach mięśniowych (1,08 g CLA/100 g sumy kwasów tłuszczowych – SKT) niż przy żywieniu kiszonką z kukurydzy (0,47 g CLA/100 g SKT). W innych doświadczeniach (24) wykazano, że w tłuszczu śródmięśniowym *musculus semimembranosus* bydła utrzymywanego na pastwisku zawartość CLA kształtuje się na poziomie 7,7 mg/g tłuszczu a u bydła żywionego dawkami mieszanymi objętościowo-treściwymi – 5,2 mg/g tłuszczu.

### Podsumowanie

Przedstawione wyniki badań wskazują, że wołowina jest naturalnym i cennym źródłem substancji odżywczych odgrywających istotną rolę w racjonalnym żywieniu człowieka. Jednak zawartość tych składników w tłuszczu mięsa wołowego zależy od wielu czynników związanych z rasą, intensywnością żywienia i rodzajem skarmianych pasz. Wołowina pozyskiwana w warunkach naturalnych (ekologicznych), zwłaszcza przy żywieniu pastwiskowym, charakteryzuje się większą zawartością pożądaných kwasów tłuszczowych i substancji biologicznie czynnych w porównaniu z mięsem uzyskiwanym od zwierząt żywionych w końcowym okresie opasania dawkami z wysokim udziałem pasz treściwych. Produkcję tzw. żywności funkcjonalnej, należy także pamiętać, że uzyskiwane efekty zależą będą nie tylko od rodzaju skarmianej paszy, ale również od reakcji osobniczej zwierząt danej rasy na rodzaj stosowanej paszy.

### Piśmiennictwo

- Banni S., Heys C. S. D., Wahle K. W. J.: Conjugated linoleic acid as anticancer nutrients: Studies in vivo and cellular mechanisms, [w:] Sebedio J., Christie W. W., Adolf R. (wyd.): Advances in conjugated linoleic acid research. AOCS Press, Champaign, IL 2003, 2, 267-281.
- Boylston T. D., Morgan S. A., Johnson K. A., Busboom J. R., Wright R. W., Reeves J. J.: Lipid content and composition of Wagyu and domestic breeds of beef. J. Agric. Food Chem. 1995, 43, 1202-1207.

- Brown J. M., McIntosh M. K.: Conjugated linoleic acid in humans: regulation of adiposity and insulin sensitivity. J. Nutr. 2003, 133, 3041-3046.
- De Smet S., Raes K., Demeyer D.: Meat fatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: a review. Anim. Res. 2004, 53, 81-98.
- Dymnicka M., Klupeczyński J., Łozicki A., Miciński J., Strzetelski J.: Polyunsaturated fatty acids in M. longissimus thoracis of fattening bulls fed silage of grass or maize. J. Anim. Feed Sci. 2004, 13, Suppl. 2, 101-104.
- Enser M., Hallett K. G., Hawett B., Furse G. A. J., Wood J. D., Harington G.: Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition. Meat Sci. 1998, 49, 329-341.
- 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.
- French P., O'Riordan E. G., Monahan F. J., Caffrey P. J., Moloney A. P.: Fatty acid composition of intra-muscular triacylglycerols of steers fed autumn grass and concentrates. Liv. Prod. Sci. 2003, 81, 307-317.
- French P., Stanton C., Lawless F., O'Riordan E. G., Monahan F. J., Caffrey P. J., Moloney A. P.: Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from stered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. J. Anim. Sci. 2000, 78, 2849-2855.
- Griswold K. E., Appgar G. A., Robinson R. A., Jacobson B. N., Johnson D., Woody H. D.: Effectiveness of short-term feeding strategies for altering conjugated linoleic acid content of beef. J. Anim. Sci. 2003, 81, 1862-1871.
- Itoh M., Johnson C. B., Cosgrove G. P., Muir P. D., Purchas R. W.: Intramuscular fatty acid composition of neutral and polar lipids for heavy-weight Angus and Simmental steers finished on pasture or grain. J. Sci. Food Agric. 1999, 79, 821-827.
- Kelly M. L., Kalrer F. S., Bauman D. E., Van Amburgh M. E., Muller L. D.: Effect of intake of pasture on concentrations of conjugated linoleic acid in milk of dairy cows. J. Dairy Sci. 1998, 81, 1630-1636.
- Laborde F. L., Mandell J. B., Tosh J. J., Wilton J. W., Buchanan-Smith J. G.: Breed effects on growth performance, carcass characteristics, fatty acid composition, and palatability attributes in finishing steers. J. Anim. Sci. 2001, 79, 355-365.
- Malau-Aduli A. E. O., Siebert B. D., Battema C. D. K., Pitchford W. S.: Breed comparison of the acid composition of muscle phospholipids in Jersey and Limousin cattle. J. Anim. Sci. 1998, 76, 766-773.
- Mir P. S., McAllister T. A., Scott S., Aalhus J., Baron V., McCartney D., Charmley E., Goonewardene L., Basarab J., Okine E., Weselake R. J., Mir Z.: Conjugated linoleic acid-enriched beef production. Am. J. Clin. Nutr. 2004, 79, suppl. 1207S-1211S.
- Noci F., Monahan F. J., French P., Maloney A. P.: The fatty acid composition of muscle fat and subcutaneous adipose tissue of pasture-fed beef heifers; Influence of the duration of grazing. J. Anim. Sci. 2005, 83, 1167-1178.
- Oprządek J., Oprządek A.: Rola wołowiny jako żywności funkcjonalnej. Zesz. Nauk. PTZ. 2003, 67, 145-155.
- O'Sullivan A., O'Sullivan K., Galvin K., Moloney A. P., Troy D. J., Kerry J. P.: Grass silage versus maize silage effects on retail packaged beef quality. J. Anim. Sci. 2002, 80, 1556-1563.
- Parodi P. W.: Conjugated linoleic acid and other anticarcinogenic agents of bovine milk fat. J. Dairy Res. 1999, 82, 1339-1349.
- Pisulewski P. M., Kowalski Z. M., Szymczyk B. A.: Żywieniowe metody modyfikowania składu i kształtowania właściwości funkcjonalnych produktów pochodzenia zwierzęcego (mleka, mięsa i jaj). Post. Nauk. Roln. 2001, 2, 59-72.
- Realini C. E., Duckett S. K., Brito G. W., Dalla Rizza M., De Mattos D.: Effect of pasture vs. concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of Uruguayan beef. Meat Sci. 2004, 66, 567-577.
- Riserus U., Smedman A., Basu S., Vessby B.: Metabolic effects of conjugated linoleic acid in humans: the Swedish experience. Am. J. Clin. Nutr. 2004, 79, 6, 1146S-1146SS.
- Rule D. C., Smith S. B., Romans J. R.: Fatty acid composition of muscle and adipose tissue of meat animals, [w:] Smith S. B., Smith D. R. (wyd.): Biology of Fat in Meat Animals. ASAS, Champaign, IL 1995, 144-165.
- Shantha N. C., Moody W. G., Tabeidi Z.: Conjugated linoleic acid concentration in semimembranosus muscle of grass and grain-fed and zeranol – implanted beef cattle. J. Muscle Foods 1997, 8, 105-110.
- Simopoulos A.: The role of fatty acids in gene expression: health implications. Ann. Nutr. Metab. 1996, 40, 303-311.
- Strzetelski J., Kowalczyk J., Osieglowski S., Stasiniewicz T., Lipiński E., Pustkowiak H.: Fattening bulls on maize silage and concentrate supplemented with vegetable oils. J. Anim. Feed Sci. 2001, 10, 259-271.
- Taylor D. G., Smith L. W.: The influence of breed and type of feed on the cholesterol content of the M. longissimus dorsi of steers. Aust. J. Exp. Agr. 1990, 30, 797-799.
- Yang A., Lanari M. C., Brewster M., Tume R. K.: Lipid stability and meat colour of beef from pasture and grazing-fed cattle with or without vitamin E supplement. Meat Sci. 2002, 60, 41-50.
- Zemayashi M., Nishimura K.: Genetic and nutritional effect on the fatty acid composition of subcutaneous and intramuscular lipids of steers. Meat Sci. 1996, 43, 83-92.

Adres autora: doc. dr hab. Krzysztof Bilik, Instytut Zootechniki, Dział Żywnienia Zwierząt i Paszoznawstwa w Aleksandrowicach, 32-083 Balice k. Krakowa; e-mail: kbilik@izoo.krakow.pl