

Władysław Migdał¹, Dorota Wojtysiak², Piotr Paściak³, Tadeusz Barowicz⁴
Marek Pieszka⁴

Akademia Rolnicza w Krakowie, ¹Katedra Hodowli Trzody Chlewnej, ²Zakład Anatomii Zwierząt,
³Ecopig w Wojkowicach Kościelnych, ⁴Instytut Zootechniki w Balicach

Wpływ dodatku izomerów sprzężonego kwasu linolowego (CLA), oleju słonecznikowego oraz kukurydzianego do paszy na profil włókien mięśniowych *m. semimembranosus* u tuczników

Effect of conjugated linoleic acids (CLA), sunflower oil and corn oil addition in feed rations for histochemical profile of *m. semimembranosus* of the fatteners

Słowa kluczowe: tucznik, olej słonecznikowy, olej kukurydziany, CLA, profil histochemiczny

Key words: fatteners, sunflower oil, corn oil, CLA, histochemical profile

36 tuczników mieszańców [(wbp × pbz) × pietrain] podzielonych na trzy grupy żywiono — od 50 kg masy ciała do uboju (105 kg) — do woli mieszankami pełnoporcjowymi zawierającymi dodatek oleju kukurydzianego w ilości 2% (grupa I), oleju słonecznikowego w ilości 2% (grupa II) i 2% izomerów kwasu linolowego CLA (grupa III). Bezpośrednio po uboju pobierano fragmenty mięśnia półbłoniastego (*m. semimembranosus*) ze środkowej części mięśnia i zamrażano w ciekłym azocie. Dla wyróżnienia 3 rodzajów włókien mięśniowych (I — włókna czerwone o wysokiej aktywności enzymatycznej, IIA — pośrednie o średniej aktywności i IIB — białe o niskiej aktywności enzymatycznej) przeprowadzono reakcję histochemiczną na aktywność diaforazy (D_1). Badania obejmowały pomiary zawartości procentowej oraz średnicy trzech typów włókien mięśniowych. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że dodatek różnych typów oleju do paszy dla tuczników wpływa w istotny sposób na udział procentowy i na wielkość poszczególnych typów włókien mięśniowych. Wyniki sugerują, że zmiany w udziale

36 crossbred fatteners [(Polish Large White × Polish Landrace) × Pietrain] were divided into 3 feeding groups. The animals were fed *ad libitum* from 50 kg to 105 kg body weight on diets containing 2% corn oil (group I), 2% sunflower oil (group II) and 2% of CLA (group III). The samples from *m. semimembranosus* were taken immediately after slaughter of animals from middle part of this muscle. Frozen sections were stained by histochemical reaction for the diaphorase (D_1) activity for distinguishing types of muscle fibre: I — red fibres of very high enzymatic activity, IIA — intermediate of medium activity and IIB — white fibre of low enzymatic activity. Muscle fibres percentage and diameter were measured. Addition of different oils to the feed for fatteners influence significantly the composition and diameters of all examined types of muscle fibres. The changes in percentage and diameter of muscle fibres may probably influence meat quality.

procentowym i średnicy włókien mięśniowych, pomiędzy badanymi grupami tuczników mogą wpływać także na jakość wieprzowiny i jej przydatność do przetwórstwa.

Wprowadzenie

Jakość technologiczna i konsumpcyjna wieprzowiny, a w szczególności jej walory dietetyczne uzależnione są od czynników genetycznych i środowiskowych — głównie żywieniowych. Dietetyczna wieprzowina powinna zawierać niewiele tłuszczu śródmięśniowego i międzymięśniowego o odpowiednim składzie kwasów tłuszczowych, a w szczególności o prawidłowej zawartości i proporcji kwasów wielonienasyconych omega-3 i omega-6. W świetle ostatnich badań zastosowanie tłuszczu pochodzenia roślinnego w paszach dla tuczników jest korzystne dla konsumenta, gdyż poprawia wartość dietetyczną wieprzowiny poprzez wzrost poziomu niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (Falkowski i in. 1996, Barowicz i in. 2000). Ze względu na szczególnie wysoką zawartość kwasów linolowego oraz linolenowego w oleju kukurydzianym i słonecznikowym dodatek tych właśnie olejów do paszy może korzystnie wpływać na skład kwasów tłuszczowych w mięsie wieprzowym. Jednak zbyt duży udział nienasyconych kwasów tłuszczowych w tłuszczu może wpływać niekorzystnie na jakość półtuszy wieprzowych — miękka, żółta słonina (Barowicz i in. 1997, 2000).

Każdy mięsień szkieletowy ssaków ma określony profil typów włókien mięśniowych, który decyduje o jego fizjologicznej funkcji (Essen-Gustavsson i in. 1994). Różnice pomiędzy poszczególnymi typami włókien mięśniowych opierają się głównie na ich właściwościach metabolicznych, tj. metabolizmie oksydacyjnym — włókna mięśniowe czerwone typu I, oksydacyjno-glikolitycznym — włókna pośrednie typu IIA oraz metabolizmie glikolitycznym — włókna mięśniowe białe typu IIB). Badania histochemiczne przeprowadzone na świniach pokazują, że lipidy osadzają się przede wszystkim pomiędzy pęczkami włókien, lecz także wewnątrz włókien mięśniowych typu I i IIA, które mają wyższą zdolność oksydacyjną, a mniej we włóknach IIB (Essen-Gustavsson i in. 1994). Znane są korelacje pomiędzy procentową zawartością poszczególnych typów włókien mięśniowych a ich oddziaływaniem na jakość konsumpcyjną mięsa oraz wpływu tłuszczu śródmięśniowego na kruchość i smakowitość mięsa (Cameron i in. 1998, Henckel i in. 1997). Stąd też poprzez zmiany w procentowym udziale oraz wielkości włókien mięśniowych można wpływać nie tylko na „charakter czynnościowy” mięśnia, lecz także na jego jakość i wartość kulinarną (Essen-Gustavsson i in. 1994, Karlson i in. 2000, Oksbjerg i in. 2000). Z dotychczasowych badań wynika, że ilość włókien mięśniowych jest ustalona genetycznie, a występujące w niej zmiany mogą być związane z żywieniem, wiekiem, czy też masą ciała (Cameron i in. 1998). Brak jest natomiast prac na temat wpływu dodatku różnych olejów

roślinnych na reakcje histochemiczne zachodzące w mięśniach, które mogą wpływać na jakość technologiczną i konsumpcyjną mięsa wieprzowego (kolor, kruchość i soczystość).

Dlatego celem pracy było zbadanie wpływu dodatku oleju kukurydzianego, słonecznikowego i izomerów CLA na profil włókien mięśniowych *m. semimembranosus* tuczników.

Materiały i metody

Badania przeprowadzono na 36 tucznikach (loszkach) mieszańcach [(wbp × pbz) × pietrain], podzielonych losowo na trzy grupy żywieniowe (n = 12). Tuczniaki z wszystkich grup żywiono do woli mieszankami pełnoporcjowymi od 50 kg masy ciała do uboju — 105 kg (Normy Żywienia Świń 1993). Mieszanka pełnoporcjowa zawierała między innymi: 12,68 MJ/kg energii metabolicznej, 16,0% białka ogólnego, 0,83% wapnia, 0,9% lizyny, 0,29% metioniny, 0,18 tryptofanu i 0,57% treoniny. W skład mieszanki wchodziły: pszenica, jęczmień, kukurydza, śruta sojowa poekstrakcyjna oraz 3% premiks witaminowo-mineralny.

Grupę I żywiono mieszanką z dodatkiem oleju kukurydzianego w ilości 2%, grupę II z dodatkiem oleju słonecznikowego w ilości 2%, a grupę III z dodatkiem 2% izomerów sprzężonego kwasu linolowego — CLA (Endor Ukd — Henkel, Germany). Zwierzęta utrzymywano w kojcach indywidualnych ze swobodnym dostępem do wody (poidła smoczkowe).

Do badań histochemicznych pobierano fragmenty ze środkowej części mięśnia półbłoniastego (*m. semimembranosus*) bezpośrednio po uboju i zamrażano w ciekłym azocie. Dla wyróżnienia 3 rodzajów włókien mięśniowych (I — włókna czerwone o wysokiej aktywności enzymatycznej, IIA — pośrednie o średniej aktywności i IIB — białe o niskiej aktywności enzymatycznej) przeprowadzono reakcję histochemiczną na aktywność diaforazy (D_1) (Dubovitz i in. 1973). Próbki krojono na kriostacie Slee MEV (Niemcy) na skrawki grubości 10 μm w temperaturze -25°C . Preparaty inkubowano w medium zawierającym NADH_2 (Sigma Chemical Co, St. Louis, USA) oraz NBT (Sigma Chemical Co, St. Louis, USA) w temperaturze 37°C przez okres 1 godziny. Udział procentowy oraz średnicę trzech typów włókien mięśniowych oceniano na przekrojach poprzecznych co najmniej 300 włókien z każdej analizowanej próbki. Pomiar histometryczny wykonano zgodnie z metodą podaną przez Brooka i Kaisera (1970). Analizę preparatów wykonano przy użyciu mikroskopu świetlnego NIKON E600 (Nikon Corporation, Japonia). Pomiar średnicy włókien mięśniowych wykonano za pomocą systemu Analizy Obrazu (Multi Scan 98). Wyniki opracowano statystycznie ($\bar{x} \pm \text{SE}$) wykorzystując metodę analizy wariancji, natomiast istotność różnic pomiędzy średnimi ustalono przy zastosowaniu testu *t*-Studenta ($p \leq 0,05$).

Wyniki i ich dyskusja

W tabeli 1 przedstawiono zawartość procentową oraz średnicę trzech typów włókien mięśniowych w badanych grupach zwierząt. W badaniach histochemicznych *m. semimembranosus* zaobserwowano różnice w intensywności reakcji histochemicznej w poszczególnych typach włókien mięśniowych (rys. 1, 2 i 3). We wszystkich badanych grupach włókna mięśniowe czerwone układały się w charakterystyczne skupiska składające się z 4–8 włókien mięśniowych o dużej zawartości ziaren formazanu rozmieszczonych regularnie na całej powierzchni włókna, włókna mięśniowe pośrednie występowały najczęściej pojedynczo albo w małych grupach w pobliżu włókien czerwonych, a włókna mięśniowe białe charakteryzowały się bardzo słabą reakcją histochemiczną.

Tabela 1

Zawartość procentowa oraz średnica włókien mięśniowych *m. semimembranosus* w badanych grupach zwierząt — grupa I dodatek oleju kukurydzianego, grupa II dodatek oleju słonecznikowego i grupa III dodatek izomerów CLA — *Percentage and diameter of muscle fibres of the m. semimembranosus in examined animals — group I addition of corn oil, group II addition of sunflower oil and group III addition of CLA*

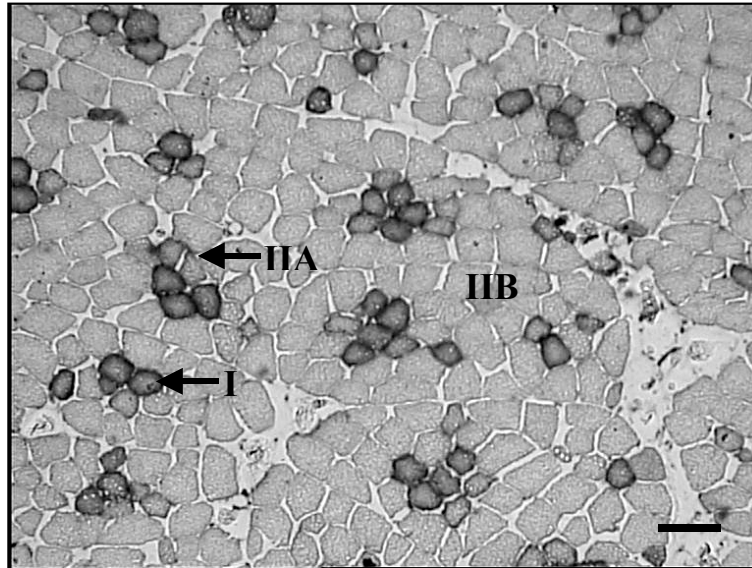
Rodzaje włókien <i>Fibre types</i>	Grupa — <i>Group</i>		
	I	II	III
Zawartość procentowa włókien mięśniowych — <i>Percentage of muscle fibres</i> ($x \pm SD$)			
Włókna białe — <i>White fibres</i>	61,6 \pm 1,2 Ax	70,6 \pm 1,9 Ay	69,9 \pm 2,6 Ay
Włókna pośrednie — <i>Intermediate fibres</i>	14,1 \pm 1,0 Bx	13,8 \pm 1,4 Bx	15,1 \pm 2,2 Bx
Włókna czerwone — <i>Red fibres</i>	24,3 \pm 1,1 Cx	15,6 \pm 1,2 By	15,0 \pm 1,4 By
Średnica włókien mięśniowych [μm] — <i>Diameter of muscle fibres</i> [μm] ($x \pm SD$)			
Włókna białe — <i>White fibres</i>	80,7 \pm 3,2 Ax	88,4 \pm 3,4 Ay	96,7 \pm 3,0 Az
Włókna pośrednie — <i>Intermediate fibres</i>	68,5 \pm 2,8 Bx	82,6 \pm 3,4 Ay	93,9 \pm 2,9 Az
Włókna czerwone — <i>Red fibres</i>	57,2 \pm 2,5 Bx	74,8 \pm 2,4 By	81,4 \pm 4,0 By

A, B, C — średnie (w kolumnach) oznaczone różnymi literami różnią się istotnie $p \leq 0,05$
means (in column) with different letters differ significantly at $p \leq 0.05$

x, y, z — średnie (w wierszach) oznaczone różnymi literami różnią się istotnie $p \leq 0,05$
means (in rows) with different letters differ significantly at $p \leq 0.05$

Niezależnie od stosowanego dodatku oleju do paszy najliczniejszą grupę włókien mięśniowych *m. semimembranosus* stanowią włókna mięśniowe białe, co wynika z fizjologii tego mięśnia (Krysiak 1983). Między badanymi grupami stwierdzono istotne różnice w udziale procentowym poszczególnych typów włókien mięśniowych. Najmniejszy udział procentowy włókien mięśniowych

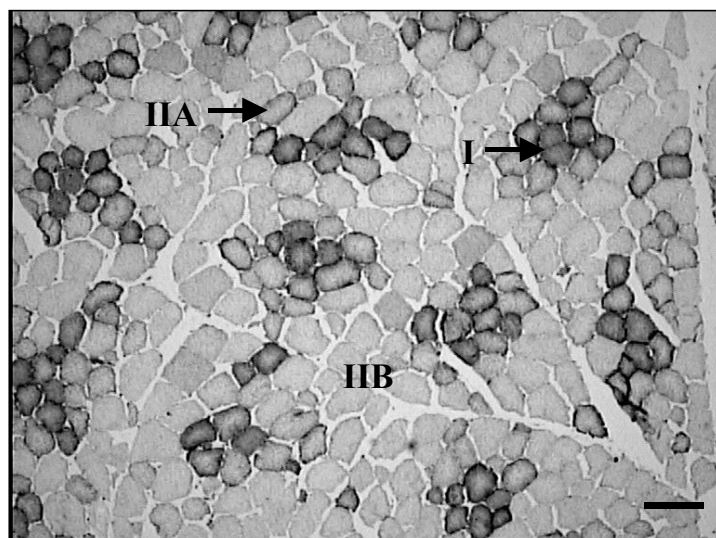
białych stwierdzono w grupie otrzymującej dodatek oleju kukurydzianego (grupa I). W przypadku włókien czerwonych najmniejszy udział procentowy wykazano w grupach otrzymujących dodatek oleju słonecznikowego (grupa II) i izomerów CLA (grupa III).



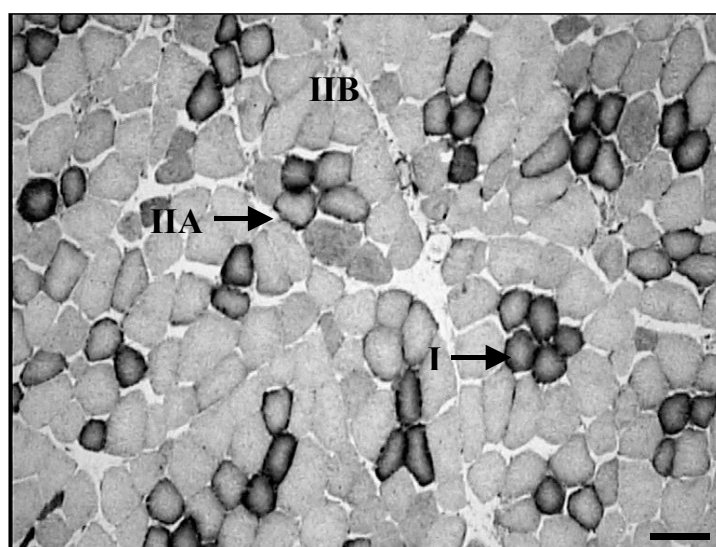
Rys. 1. Przekrój poprzeczny *m. semimembranosus* z grupy I (olej kukurydziany). Reakcja na aktywność diaforazy: I — włókna czerwone, IIA — włókna pośrednie, IIB — włókna białe. Skala 100 μm — Cross section of *m. semimembranosus* in group I (corn oil). Diaphorase activity reaction: I — red fibres, IIA — intermediate fibres, IIB — white fibres. Scale bar 100 μm

Wykazano, że stosowanie różnych typów oleju do paszy dla świń wpływa nie tylko na proporcję włókien mięśniowych, lecz także na ich średnicę. W przypadku grupy I największą średnicą charakteryzowały się włókna mięśniowe białe, a najmniejszą włókna pośrednie i czerwone, pomiędzy którymi różnice były nieistotne. Z kolei w grupie II i III najmniejszą średnicę stwierdzono w przypadku włókien czerwonych, natomiast w obrębie włókien białych i pośrednich różnice były nieistotne. Ponadto wykazano, że wszystkie badane typy włókien mięśniowych w grupie I charakteryzowały się najmniejszą średnicą, natomiast największe średnice włókien mięśniowych białych i pośrednich stwierdzono w grupie III.

Wiele wskazuje na to, że typ włókien mięśniowych, ich liczba i proporcja mogą mieć istotny wpływ na jakość mięsa wieprzowego (Henckel i in. 1997, Cameron i in. 1998). W pracach Kiesslinga i in. (1982), Solomona i in. (1988), Harrisona i in. (1996) autorzy wykazali, że zmiany w udziale procentowym włókien mięśniowych mogą być wynikiem sposobu żywienia zwierząt. Z kolei Karlson i in. (1993), Essen-Gustavsson i in. (1994), Kłosowska i in. (1994), Larzul



Rys. 2. Przekrój poprzeczny *m. semimembranosus* z grupy II (olej słonecznikowy). Reakcja na aktywność diaforazy: I — włókna czerwone, IIA — włókna pośrednie, IIB — włókna białe. Skala 100 μm
 Cross section of *m. semimembranosus* in group II (sunflower oil). Diaphorase activity reaction: I — red fibres, IIA — intermediate fibres, IIB — white fibres. Scale bar 100 μm



Rys. 3. Przekrój poprzeczny *m. semimembranosus* z grupy III (CLA). Reakcja na aktywność diaforazy: I — włókna czerwone, IIA — włókna pośrednie, IIB- włókna białe. Skala 100 μm
 Cross section of *m. semimembranosus* in group III (CLA). Diaphorase activity reaction: I — red fibres, IIA — intermediate fibres, IIB — white fibres. Scale bar 100 μm

i in. 1997), Ruusunen i Puolanne (1997), Fiedler i in. 2003) oraz Kłosowska i Fiedler (2003) uważają, że zmiany w ilości włókien mięśniowych mogą być związane z różnicami rasowymi, natomiast Broocks i in. (1998), że z intensywną selekcją. Obserwowane zmiany autorzy tłumaczą możliwością transformacji włókien mięśniowych pośrednich o wyższej aktywności oksydacyjnej we włókna o niższej aktywności, tj. we włókna mięśniowe białe. Odmiennie natomiast uważają Stevens i Lowe (1994), którzy analizując mięśnie szkieletowe człowieka stwierdzili, że proporcje poszczególnych typów włókien mięśniowych są uwarunkowane genetycznie, a zmiany mogą dotyczyć jedynie ich rozmiarów, a nie ilości. Obserwowany w niniejszej pracy mniejszy udział procentowy włókien mięśniowych białych, przy równoczesnym większym udziale włókien czerwonych w grupie I w stosunku do II i III może wpływać na wzrost kruchości mięsa z grupy zwierząt karmionych paszą z dodatkiem oleju kukurydzianego. Potwierdzeniem tych przypuszczeń mogą być prace (Cameron 1998, Cameron i in. 1998), w których stwierdzono, że liczba włókien mięśniowych białych koreluje ujemnie z kruchością, a dodatnio z soczystością. Dlatego też wzrost ilości włókien mięśniowych białych w grupach otrzymujących dodatek oleju słonecznikowego i CLA może wpływać na poprawę soczystości szynki. Z drugiej strony duża liczba włókien mięśniowych białych przy równoczesnym istotnym wzroście ich średnicy może świadczyć o niekorzystnym wpływie oleju słonecznikowego i izomerów CLA na strukturę mięśnia (hypertrofia).

Korzystnie natomiast na kruchość mięsa wieprzowego wpływa wzrost zawartości tłuszczu śródmięśniowego. Wood (1995) oraz Essen-Gustavsson i in. (1994) wykazali, że głównym miejscem odkładania się tłuszczu śródmięśniowego są włókna czerwone. Stąd też większy udział procentowy włókien mięśniowych czerwonych w grupie otrzymującej dodatek oleju kukurydzianego może poprawiać kruchość wieprzowiny.

O jakości wieprzowiny decyduje także wielkość poszczególnych typów włókien mięśniowych. Cameron i in. (1998) twierdzą, że wzrost średnicy włókien mięśniowych białych ujemnie koreluje z soczystością, a dodatnio z kruchością. Natomiast w przypadku włókien mięśniowych czerwonych, wielkość ich dodatnio koreluje z soczystością i ujemnie z kruchością. Stąd też większe średnice włókien mięśniowych u tuczników żywionych paszą z dodatkiem oleju słonecznikowego (grupa II) i izomerów CLA (grupa III) mogą mieć korzystny wpływ na produkcję szynki, ponieważ mięśnie zbudowane z większych włókien łatwiej poddają się zabiegowi masowania.

Bardzo ważnym elementem wpływającym na wartość konsumpcyjną mięsa i jego wyrobów jest też kolor. Głównym czynnikiem warunkującym prawidłowy kolor mięsa jest zawartość oxymoglobiny (oxyHb) (Philips i in. 2001). Jednak niektóre prace sugerują, że o kolorze mięsa decyduje także udział procentowy, jak i średnica poszczególnych typów włókien mięśniowych (Warriss i in. 1990).

Henckel i in. (1997) wykazali, że zawartość mioglobiny jest dodatnio skorelowana z ilością włókien mięśniowych czerwonych, a ujemnie z ilością włókien białych. Dlatego też obserwowane w niniejszej pracy zmiany w wielkości i liczbie poszczególnych typów włókien mięśniowych pomiędzy badanymi grupami zwierząt mogą w istotny sposób wpływać na kolor mięsa, jak i jego jakość konsumpcyjną i technologiczną.

Wnioski

1. Dodatek oleju kukurydzianego, słonecznikowego oraz izomerów CLA do paszy dla tuczników wpływa w istotny sposób na udział procentowy, jak i wielkość poszczególnych typów włókien mięśniowych.
2. Zmiany w udziale procentowym włókien mięśniowych oraz różnice w średnicach włókien mięśniowych pomiędzy badanymi grupami tuczników mogą wpływać na cechy jakościowe i konsumpcyjne mięsa wieprzowego.

Conclusions

1. The addition of corn oil, sunflower oil and CLA to feed for fatteners influence significantly the composition and diameters of all examined types of muscle fibres.
2. The changes in percentage and diameter of muscle fibre types between examined group of fatteners may probably influence meat and consumption qualities of pork meat.

Literatura

- Barowicz T., Brzóska F., Pietras M., Gąsior R. 1997. Hipocholesteremiczny wpływ pełnych nasion lnu w diecie tuczników. *Medycyna Wet.*, 53, 3: 164-167.
- Barowicz T., Brzóska F., Pietras M. 2000. Hipocholesteremiczny wpływ tłuszczu paszowego w postaci soli wapniowych kwasów tłuszczowych oleju lnianego i tłuszczu utylizacyjnego w diecie tuczników. *Medycyna Wet.*, 56, 11: 746-749.
- Brooke M.H., Kaiser K. 1970. Muscle fibre type: how many and what kind? *Archives of Neurology*, 23: 369-370.
- Brocks L., Hulsegge B., Merkus G. 1998. Histochemical characteristic in relation to meat quality properties in the Longissimus Lumborum of fast and lean growing lines of large White pigs. *Meat Science*, 50 (4): 441-420.

- Cameron N.D. 1998. Meat and eating quality – genetics opportunities for change. *International Pig Topics*, 13: 21-23.
- Cameron N.D., Oksbjerg N., Henckel P., Nute G., Brown S., Wood J.D. 1998. Relationships between muscle fibre traits with meat and eating quality in pigs. *BSAS Annual Meeting*, 123.
- Candek-Potokar M., Lefaucheur L., Zlender B., Bonneau M. 1999. Effect of slaughter weight and/or age on histological characteristics of pigs longissimus dorsi muscle as related to meat quality. *Meat Science*, 52: 195-203.
- Dubovitz V., Brooke M.H., Neville H.E. 1973. *Muscle biopsy. A Modern Approach*. W.B. Saunders Company LTD London, Philadelphia, Toronto.
- Essén-Gustavsson B., Karlsson A., Lundström K., Enfält A.C. 1994. Intramuscular fat and muscle fibre lipid contents in Halothane-gene-free pigs fed high or low protein diets and its relation to meat quality. *Meat Sci.*, 38: 269-277.
- Falkowski J., Kozłowski M., Kozera W., Falkowska A. 1996. Wyniki tuczu, jakość tusz i masa narządów wewnętrznych tuczników żywionych mieszankami z udziałem nasion poekstrakcyjnych śruty i oleju rzepakowego. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olszt. Zootechnica*, 45: 146-149.
- Fiedler I., Nurnberg K., Hardge T., Nurnberg G., Ender K. 2003. Phenotypic variation of muscle fibres and intramuscular fat traits in Longissimus muscle of F₂ population Duroc × Berlin Miniature Pig and its relationship to meat quality. *Meat Science*, 63: 131-139.
- Harrison A.P., Rowleson A.M., Dauncey M.J. 1996. Selective regulation of myofiber differentiation by energy status during post-natal development. *American Journal of Physiology*, 270: R667.
- Henckel P., Oksbjerg N., Erlandsen E., Barton-Gade P., Bejerholm C. 1997. Histo and biochemical characteristics of the *Longissimus dorsi* muscle in pigs and their relationships to performance and meat quality. *Meat Science*, 47: 311-321.
- Karlsson A.H., Enfält A., Essen-Gustavsson B., Lundstrom K., Rydhmer I., Stern S. 1993. Muscle histochemical and biochemical properties in relation to meat quality during selection for increased lean tissue growth rate in pigs. *Journal of Animal Science*, 71: 930-938.
- Karlsson A.H., Klont R.E., Fernandez J.A. 2000. Skeletal muscle fibres as factor for pork quality. In: *Quality of meat and fat in pigs affected by genetics and nutrition*. EAAP Publication No. 100: 47-67.
- Kiessling K., Lundstrom K., Petersson H., Stalhammar H. 1982. Age and feed related changes of fibre composition. *Swedish Journal of Agricultural Research*, 12: 69-75.
- Kłowska D., Kłowski B., Kapelański W., Wegner J. 1994. Muscle composition and fibre characteristics in *M. longissimus lumborum* of the pigs different breeds. *Proceedings of the 2nd International Conference „The influence of genetic and non genetic traits on carcass and meat quality”*, Siedlce, 218-223.
- Kłowska D., Fiedler I. 2003. Muscle fibre types in pigs of different genotypes in relations to meat quality. *Animal Science papers and Reports*, Vol. 1, Supplement 1: 49-60.
- Krysiak K. 1983. *Anatomia zwierząt*. T. 1, PWN, Warszawa, 351-354.
- Larzul C., Lefaucheur L., Ecolan P., Gogué J., Talmant A., Le Roy P., Monin G. 1997. Phenotypic and genetic parameters for longissimus muscle fiber characteristics in relation to growth, carcass, and meat quality traits in Large White Pigs. *Journal of Animal Science*, 75: 3126-3137.
- Oksbjerg N., Petersen J.S., Sorensen I.L., Hencek P., Vestergaard M., Ertbjerg P., Moller A.J., Bejerholm C., Stoier S. 2000. Long-term changes in performance and meat quality of Danish Landrace pigs: a study on a current compared with an unimproved genotype. *Ani. Sci.*, 71: 81-92.
- Philips A., Faustman M., Lynch K., Govoni T., Hoagland S., Zinn S. 2001. Effect of dietary α -tocopherol supplementation on color and lipid stability in pork, 58: 389-393.

- Ruusunen M., Puolanne E. 1997. Comparison of histochemical properties of different pig breeds. *Meat Science*, 45: 119-125.
- Solomon M.B., Campbell R.G., Steele N.C., Caperna T.J., McMurtry J.P. 1988. Effect of feed intake and exogenous porcine somatotropin on longissimus dorsi muscle fiber characteristics of pigs weighing 55 kg live weights. *Journal of Animal Science*, 66: 3279-3284.
- Stevens A., Lowe J. 1994. *Histologia*. Wydawnictwo Medyczne Słowiński Verlag Brema, 228-232.
- Warriss P.D., Brown S.N., Adams S.J.M. and Lowe D.B. 1990. Variation in hem pigment concentration and colour in meat from British pigs. *Meat Science*, 28: 321-329
- Wood J.D. 1995. The influence of carcass composition on meat quality. In: Morgan Jones S.D. (ed.) *Quality and Grading of Carcasses of Meat Animals*. CRC Pres, Boca Raton, Florida, 131-155.