

# JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE, BIOLOGY AND BIOECONOMY

wcześniej – formerly

Annales UMCS sectio EE Zootechnica

VOL. XXXV (3)

2017

CC BY–NC–ND

DOI: 10.24326/jasbb.2017.3.5

<sup>1</sup>Katedra Towaroznawstwa i Przetwórstwa Surowców Zwierzęcych

<sup>2</sup>Zakład Hodowli i Ochrony Zasobów Genetycznych Bydła

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin

e-mail: malgorzata.siwko@up.lublin.pl

MAŁGORZATA RYSZKOWSKA-SIWKO<sup>1</sup>, MARIUSZ FLOREK<sup>1</sup>,  
PIOTR SKAŁECKI<sup>1</sup>, ANNA LITWIŃCZUK<sup>1</sup>, ZYGMUNT LITWIŃCZUK<sup>2</sup>

## Ocena mikrostruktury i kruchości mięśnia *longissimus lumborum* cieląt

Evaluation of the microstructure and tenderness of *longissimus lumborum*  
muscle of calves

**Streszczenie.** Celem pracy była ocena wpływu grupy genetycznej i płci na parametry mikrostruktury włókien mięśniowych i kruchość mięśnia *longissimus lumborum* cieląt rzeźnych żywionych mlekiem lub preparatami mlekozastępczymi. Badaniami objęto 36 cieląt rzeźnych w wieku ok. 5 tyg. Zwierzęta należały do 2 grup genetycznych: 1 – cielęta czarno-białe rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej (10 buhajków i 10 cieliczek), 2 – cielęta mieszańce od krów ras mlecznych i po buhajach rasy simentalskiej (8 buhajków i 8 cieliczek). Po uboju dokonano analizy 3 typów włókien mięśniowych (I, IIA i IIB), w tym ich udziału, średnicy i pola powierzchni, oraz określono parametry w teście szerometrycznym (maksymalna siła i energia cięcia). Stwierdzono, że mięsień *longissimus lumborum* cieląt mieszańców z rasą simentalską zawierał istotnie ( $p \leq 0,05$ ) więcej włókien czerwonych (I), przy niższym ( $p > 0,05$ ) udziale włókien białych (IIB) i pośrednich (IIA), a ponadto mięso zwierząt z tej grupy było również bardziej kruche w porównaniu z mięsem cieląt rasy holsztyńsko-fryzyjskiej. Nie stwierdzono wpływu płci na analizowane parametry, co mogło wynikać z młodego wieku zwierząt (brak oddziaływania hormonów). Generalnie mięso cieląt w wieku ok. 5 tygodni niezależnie od grupy rasowej stanowiło zbliżony jakościowo surowiec dla przetwórstwa.

**Słowa kluczowe:** cielęta, włókna mięśniowe, rasa, płeć, kruchość

### WSTĘP

Mięśnie szkieletowe kręgowców składają się głównie z włókien mięśniowych, które mogą różnić się zarówno cechami morfologicznymi, jak i metabolizmem [Brooke

i Kaiser 1970b, Ashmore i in. 1972, Guth i Samaha 1972]. Fakt ten wpływa znacząco na jakość oraz przydatność technologiczną mięsa pozyskiwanego od zwierząt rzeźnych. Histologiczne i biochemiczne właściwości mięśni, związane np. z typem włókien, ich liczbą oraz proporcjami, właściwościami oksydacyjnymi i glikolitycznymi, wpływają bezpośrednio na pH mięsa, jego barwę, teksturę, wodochłonność i inne cechy jakościowe. Poznanie ww. zależności może ułatwić podniesienie jakości mięsa pozyskiwanego z produkcji masowej; zależności te powinny być również uwzględniane w programach selekcyjno-hodowlanych [Renand i in. 2001, Młynek i in. 2005, Iwanowska i Pospiech 2010]. Mięso cielęce jest powszechnie uważane za produkt o wysokiej wartości odżywczej, niestety jego aktualne spożycie w Polsce jest znikome [Florek i in. 2012]. Na jakość cielęciny wpływa szereg czynników, takich jak rasa, system żywienia, wiek czy sposób postępowania ze zwierzętami bezpośrednio przed ubojem. W warunkach polskich cielęcina jest pozyskiwana głównie z uboju potomstwa krów użytkowanych mlecznie [Florek 2009]. Właściwości i przydatność technologiczna mięsa oraz jego cechy sensoryczne w znacznym stopniu zależą od struktury oraz proporcji włókien mięśniowych [Lee i in. 2010]. Może zatem mieć to istotne znaczenie z uwagi na wymagania konsumentów, gdyż mięso zwierząt tego samego gatunku różniące się proporcjami włókien (z punktu widzenia histologicznego) różnić się będzie także właściwościami sensorycznymi. Zmieniające się oczekiwania konsumentów dotyczące standardu produktów pochodzenia zwierzęcego, determinują konieczność poprawy kluczowych parametrów jakości mięsa [Maher i in. 2004, Tyszkiewicz 2005].

Celem pracy była ocena wpływu płci oraz grupy genetycznej cieląt na cechy histologiczne oraz teksturę mięśnia najdłuższego grzbietu z odcinka lędźwiowego.

#### MATERIAŁ I METODY

Badaniami objęto 36 cieląt rzeźnych pozyskanych z chowu masowego. Wszystkie osobniki w okresie od urodzenia do uboju były żywione mlekiem lub preparatami mlekozastępczymi. W celu oszacowania wpływu płci oraz grupy genetycznej do badań wbrano 18 buhajków i 18 cieliczek w zbliżonym wieku ( $34 \pm 3$  dni), wyróżniając:

- cielęta czarno-białe rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej – HO (10 buhajków i 10 cieliczek),
- cielęta mieszańce od krów ras mlecznych i po buhajach rasy simentalskiej – SIM (8 buhajków i 8 cieliczek).

Cielęta przed ubojem ważono indywidualnie, oszafałowano mechanicznie (aparatem iglicowym), wykrwawiano i dokonywano obróbki poubojowej. Rejestrowano masę każdej tuszy przed (ciepłej) i po 24-godzinnym wychłodzeniu (zimnej), w celu obliczenia wydajności rzeźnej (%). Tusze po badaniu weterynaryjnym chłodzono przez 24 h w chłodni (temp. 2°C i wilg. względna 85%). Z każdej tuszy, przed skierowaniem jej do wychłodzenia, pobierano wycinki mięśnia najdłuższego grzbietu z odcinka lędźwiowego (*longissimus lumborum* – LL) do badań histologicznych. Pobrane próby utrwalano w ciekłym azocie i przechowywano do momentu wykonania preparatów. Archiwizacji fotogramów dokonywano za pomocą mikroskopu optycznego OLYMPUS CX-41 z aparatem cyfrowym OLYMPUS Camedia C-5060, zaś analizę komputerową obrazu prze-

prowadzono z wykorzystaniem programu MultiScan Base ver. 14. Badania histologiczne przeprowadzono na serii preparatów o grubości 10  $\mu\text{m}$ . Typowania włókien na: czerwone (I – tlenowe), pośrednie (IIA – tlenowo-glikolityczne) i białe (IIB – glikolityczne) dokonano na podstawie barwienia histochemicznego, tzn. oznaczania ATP-azy miozynowej i aktywności SDH (dehydrogenaza bursztynianowa) [Brooke i Kaiser 1970a, Nachlas i in. 1957]. Na sześciu losowo wybranych wiązках mięśniowych dokonano pomiarów mikrostruktury, w tym określono: udział poszczególnych typów włókien (%), ich średnicę ( $\mu\text{m}$ ) i pole powierzchni ( $\mu\text{m}^2$ ).

Maksymalną siłę cięcia SF (N) i energię cięcia (J) próbek mięsa po obróbce termicznej (w temp. 70°C przez 60 min) określono za pomocą jednokolumnowej maszyny wytrzymałościowej Zwick/Roell Proline B0.5, wykorzystując nóż szerometryczny Warner-Bratzlera (V-blade) i program TestXpert II.

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie za pomocą programu STATISTICA 13 [Dell 2016], analizując wpływ płci i grupy genetycznej. Istotność różnic pomiędzy grupami zweryfikowano za pomocą testu Tukeya.

#### WYNIKI I OMÓWIENIE

Masa ciała przed ubojem cieląt porównywanych grup genetycznych nie różniła się istotnie, jakkolwiek w przypadku zwierząt HO była większa (tab. 1). Obserwowano ponadto większą zmienność tego parametru w tej grupie cieląt. Podobny trend zaznaczył się w odniesieniu do płci: cieliczki charakteryzowały się większą masą w porównaniu z buhajkami. Analizując dane dotyczące masy tusz, zarówno przed, jak i po wychłodzeniu, nie stwierdzono wpływu ani grupy rasowej, ani płci. Tusze cieląt mieszańców z rasą simentalską wykazywały większą wydajność rzeźną (zarówno ciepłą, jak i zimną), a istotne różnice ( $p \leq 0,05$ ) stwierdzono w przypadku buhajków rasy SIM. Zbliżone wartości wskaźnika dla cieląt ocenianych ras podają Gottardo i in. [2005] i Segato i in. [2005].

W tabeli 2 przedstawiono wyniki dotyczące charakterystyki włókien mięśniowych mięśnia LL. Wcześniejsza analiza dwuczynnikowa nie potwierdziła występowania interakcji grupy genetycznej i płci cieląt. Jediną istotną różnicę stwierdzono w przypadku większego udziału włókien czerwonych (I) w mięśniu LL cieląt SIM w porównaniu ze zwierzętami HO (średnio dla grup genetycznych 34,2 vs. 29,6%). Udział pozostałych typów włókien (IIA i IIB) był natomiast porównywalny, przy czym wyższe wartości stwierdzono w grupie cieląt HO.

Oceniając pozostałe parametry histologiczne, tzn. średnicę i pole powierzchni włókien różnych typów, nie wykazano istotnego zróżnicowania. Obserwowano ponadto podobne zależności dotyczące płci cieląt, tzn. większą średnicę i polem powierzchni włókien IIB (białych) charakteryzowały się cieliczki w porównaniu z buhajkami bez względu na przynależność do grupy rasowej. Generalnie można stwierdzić, że mięsień LL mieszańców SIM zawierał istotnie więcej włókien czerwonych (I), z kolei większe wartości ( $p > 0,05$ ) wszystkich parametrów histologicznych włókien IIB (białych) stwierdzono u cieliczek w porównaniu z buhajkami, niezależnie od grupy rasowej.

Tabela 1. Wskaźniki wartości rzeźnej cieląt w zależności od grupy rasowej i płci ( $\bar{x} \pm SD$ )  
 Table 1. Indices of slaughter value of calves depending on genetic group and sex ( $\bar{x} \pm SD$ )

Wyszczególnienie Specification	Grupa rasowa cieląt Genetic group of calves			
	HO		SIM	
	buhajki males (n = 10)	cieliczki females (n = 10)	buhajki males (n = 8)	cieliczki females (n = 8)
Masa ciała przed ubojem (kg) Weight before slaughter (kg)	78,6 ± 4,9	79,7 ± 5,4	75,8 ± 3,4	76,8 ± 3,6
Masa tuszy przed wychłodzeniem (kg) Carcass weight before chilling (kg)	45,4 ± 2,5	45,6 ± 2,6	45,3 ± 1,6	44,9 ± 1,9
Masa tuszy po wychłodzeniu (kg) Carcass weight after chilling (kg)	44,0 ± 2,3	44,3 ± 2,4	43,9 ± 1,4	43,7 ± 1,8
Wydajność rzeźna ciepła (%) Dressing percentage before chilling (%)	57,5 <sup>a</sup> ± 2,1	57,1 <sup>a</sup> ± 2,5	59,7 <sup>b</sup> ± 1,8	58,6 <sup>ab</sup> ± 2,0
Wydajność rzeźna zimna (%) Dressing percentage after chilling (%)	56,0 <sup>a</sup> ± 2,0	55,5 <sup>a</sup> ± 2,3	57,9 <sup>b</sup> ± 1,7	56,9 <sup>ab</sup> ± 1,9

Średnie oznaczone różnymi literami (a, b) różnią się istotnie przy  $p \leq 0,05$   
 Mean values marked different letters (a, b) differ significantly  $p \leq 0.05$

Tabela 2. Charakterystyka włókien mięśniowych cieląt z uwzględnieniem grupy rasowej i płci ( $\bar{x} \pm SD$ )  
 Table 2. Muscle fibres characteristics of calves depending on genetic group and sex ( $\bar{x} \pm SD$ )

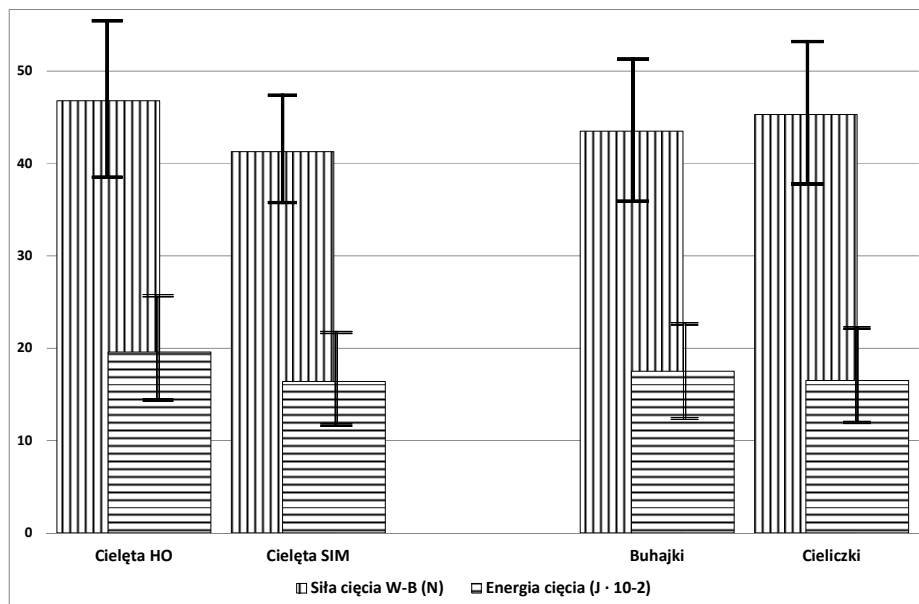
Parametry włókien Fiber parameters		Grupa rasowa cieląt Genetic group of calves			
		HO		SIM	
		buhajki males (n = 10)	cieliczki females (n = 10)	buhajki males (n = 8)	cieliczki females (n = 8)
Udział włókien (%) Fibres percentage	I	30,3 <sup>a</sup> ± 0,85	29,2 <sup>a</sup> ± 0,46	34,7 <sup>b</sup> ± 1,06	33,5 <sup>b</sup> ± 0,86
	IIA	29,5 ± 0,94	28,7 ± 0,55	27,2 ± 0,91	26,7 ± 0,69
	IIB	40,2 ± 1,46	42,0 ± 1,55	38,1 ± 1,17	39,86 ± 1,42
Średnica włókien ( $\mu\text{m}$ ) Diameter of fibres	I	19,5 ± 0,34	18,2 ± 0,45	20,8 ± 0,62	18,9 ± 0,71
	IIA	23,3 ± 0,83	24,7 ± 0,35	23,8 ± 0,93	25,2 ± 0,81
	IIB	29,1 ± 0,92	31,2 ± 0,75	31,9 ± 0,74	33,4 ± 0,66
Pole powierzchni włókien ( $\mu\text{m}^2$ ) Area of fibres	I	452,5 ± 20,54	379,7 ± 12,85	451,3 ± 19,27	427,3 ± 18,75
	IIA	867,6 ± 29,45	789,4 ± 31,43	836,7 ± 26,17	775,2 ± 20,55
	IIB	1341,7 ± 43,11	1480,6 ± 39,46	1385,6 ± 40,52	1512,4 ± 39,07

Średnie oznaczone różnymi literami (a, b) różnią się istotnie przy  $p \leq 0,05$   
 Mean values marked different letters (a, b) differ significantly  $p \leq 0.05$

Budowa histologiczna szkieletowej tkanki mięśniowej związana jest z genotypem zwierząt (głównie z płcią i rasą). Wybór ras do krzyżowania towarowego może modyfikować charakterystykę mięśni, a tym samym wpływać na jakość mięsa [Bernard i in. 2009]. Mięsne rasy bydła, w porównaniu z rasami mlecznymi, wykazują większy metabolizm glikolityczny związany z większym udziałem włókien szybkich glikolitycznych (IIA), mniejszym natomiast włókien czerwonych (I) [Maltin in. 1998, Wegner i in. 2000]. Chriki i in. [2012] stwierdzili istotnie największy udział włókien czerwonych (typ I) u ras aubrac i montbeliard, a najmniejszy u holsztyńsko-fryzyjskiej, u której stwierdzono natomiast największy udział włókien szybkich glikolitycznych (typ IIB). Ponadto występuje znaczące zróżnicowanie metabolizmu i właściwości histologicznych mięśni szkieletowych wśród ras mlecznych i mięsnych.

Brak różnic w odniesieniu do średnicy poszczególnych typów włókien i ich powierzchni potwierdzają wcześniejsze obserwacje Wegnera i in. [2000], którzy wskazują, że wskaźniki te zmieniają się wraz z wiekiem uboju (większą masą ciała cieląt). Jarmuż [1991], oceniając mięsień najdłuższy grzbietu buhajków rasy ncb w wieku 2 tygodni oraz 6, 12 i 18 miesięcy, stwierdził, że wraz z wiekiem i większą masą ciała zmniejszała się ilość włókien czerwonych (I), zwiększała natomiast ilość włókien pośrednich i białych (IIA i IIB). Intensywny wzrost średnicy i udziału procentowego poszczególnych typów włókien mięśniowych trwał do 12. miesiąca życia buhajków.

Wyniki charakteryzujące kruchość mięsa pozyskanego od ocenianych cieląt przedstawiono na rys. 1. Generalnie nie stwierdzono istotnego wpływu zarówno płci, jak i grupy genetycznej na siłę i energię cięcia w teście szerometrycznym.



Rys. 1. Wyniki testu szerometrycznego Warnera-Bratzlera dla mięśnia *longissimus lumborum* cieląt w zależności od płci i grupy genetycznej ( $x \pm SD$ )

Fig. 1. Results of Warner-Bratzler test for *longissimus lumborum* muscle of calves depending on genetic group and sex ( $x \pm SD$ )

Najmniejszą siłę cięcia stwierdzono dla mięśni cieląt mieszańców SIM, w porównaniu ze zwierzętami HO (41 vs. 47 N). Analizując wpływ płci, oznaczono mniejszą siłę cięcia w przypadku buhajków niż cieliczek (44 vs. 46 N). Energia cięcia, a tym samym wielkość pracy niezbędnej do przerwania włókien mięśniowych, podczas testu szerometrycznego w prezentowanych badaniach wahała się od 0,16 do 0,19 J.

Kruchość jest jedną z najważniejszych cech mięsa, która znacząco wpływa na jego walory smakowe oraz przydatność kulinarną. Mechaniczne cechy mięsa determinujące jego kruchość bezpośrednio uzależnione są od struktury dwóch podstawowych składników białkowych tkanki mięśniowej: śródmięśniowej tkanki łącznej i miofibrili [Gajewska-Szczerba i Kucharski 2007]. Ich oddziaływanie na kruchość zależy od rodzaju mięśnia, jego lokalizacji w tuszy, składu i struktury oraz metody i temperatury ogrzewania [Nakamura i in. 2003].

Johnson i in. [1992] dla dwóch grup cieląt rasy holsztyńskiej w wieku 127 dni oznaczyli siłę cięcia 5. dnia po uboju na poziomie od 37 N u zwierząt żywionych mlekiem do 51 N u cieląt żywionych mieszanką pełnoporcjową. Mniejszą natomiast siłę cięcia dla mięsa cieląt rasy fryzyjskiej zakupionych w Polsce (27,5–30 N) uzyskali Cozzi i in. [2002] oraz Miotello i in. [2009] dla cieląt rasy simentalskiej (26,5–29 N). Wartość siły cięcia może być uzależniona od udziału poszczególnych typów włókien w mięśniu. Wielu autorów wskazuje, że mięśnie ze znacznym udziałem włókien czerwonych (typ I) lub z małym szybkich glikolitycznych (IIB) są bardziej kruche [Renand i in. 2001, Dransfield i in. 2003], co obserwowano również w prezentowanych badaniach w odniesieniu do cieląt mieszańców SIM.

#### WNIOSKI

1. Tusze cieląt mieszańców z rasą simentalską charakteryzowały się istotnie wyższą wydajnością poubojową w porównaniu z cielętami rasy holsztyńsko-fryzyjskiej.
2. Mięsień *longissimus lumborum* cieląt mieszańców zawierał istotnie więcej włókien czerwonych.
3. Grupa rasowa i płeć nie różnicowały istotnie średnicy i pola powierzchni włókien mięśniowych.
4. Surowiec mięsny pozyskiwany z cieląt rzeźnych różnych grup rasowych w wieku ok. 5 tygodni był porównywalny.

#### PIŚMIENNICTWO

- Ashmore C.R., Tompkins G., Doerr L., 1972. Postnatal development of muscle fibre types in domestic animals. *J. Anim. Sci.* 34, 37–41.
- Bernard C., Cassar-Malek I., Renand G., Hocquette J.-F., 2009. Changes in muscle gene expression related to metabolism according to growth potential in young bulls. *Meat Sci.* 82 (2), 205–212.
- Brooke M.H., Kaiser K.K., 1970a. Muscle fibre type: how many and what kind? *Arch. Neurol.* 23, 369–370.
- Brooke M.H., Kaiser K.K., 1970b. Three “myosin ATPase” systems: the nature of their pH lability and sulphhydryl dependence. *J. Histochem. Cytochem.* 18, 670–672.

- Chriki S., Picard B., Jurie C., Reichstadt M., Micol D., Brun J.-P., Journaux L., Hocquette J.-F., 2012. Meta-analysis of the comparison of the metabolic and contractile characteristics of two bovine muscles: *Longissimus thoracis* and *semitendinosus*. *Meat Sci.* 91, 423–429.
- Cozzi G., Gottardo F., Mutinelli F., Contiero B., Fregolent G., Segato S., Andrighetto I., 2002. Growth performance, behaviour, forestomach development and meat quality of veal calves provided with barley grain or ground wheat straw for welfare purpose. *Ital. J. Anim. Sci.* 1, 113–126.
- Dell Inc. 2016. Dell Statistica (data analysis software system), version 13. software.dell.com.
- Dransfield E., Martin J.F., Bauchart D., Abouelkaram S., Lepetit J., Culioli J., 2003. Meat quality and composition of three muscles from French cull cows and young bulls. *Anim. Sci.* 76, 387–399.
- Florek M., 2009. Wpływ wybranych czynników na wartość rzeźną cieląt, właściwości fizykochemiczne mięsa i jego wartość odżywczą. *Rozprawy Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie* 337, 1–107.
- Florek M., Litwińczuk Z., Skąlecki P., Kędzierska-Matysek M., Grodzicki T., 2012. Chemical composition and inherent properties of offal from calves maintained under two production systems. *Meat Sci.* 90, 402–409.
- Gajewska-Szczerba H., Kucharski M., 2007. Changes in the intramuscular collagen content and degree of its thermohydrolysis in bovine muscles under the influence of curing and pasteurization. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 57, 339–344.
- Gottardo F., Dorigo M., Cozzi G., 2005. Effect of number of animals per pen on growth performance and meat quality of veal calves. *Ital. J. Anim. Sci.* 4 (Suppl. 2), 260–262.
- Guth H.L., Samaha F.J., 1972. Erroneous interpretations which may result from application of the myofibrillar ATPase histochemical procedure to developing muscle. *Exp. Neurol.* 34, 465–475.
- Iwanowska A., Pospiech E., 2010. Comparison of slaughter value and muscle properties of selected cattle breeds in Poland. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.* 9 (1), 7–22.
- Jarmuż W. 1991. Ocena histologiczna włókien mięśniowych mięśnia najdłuższego grzbietu u buhajków rasy nizinnej czarno-białej. *Rocz. Nauk Roln. B* 107 (4), 201–207.
- Johnson D.D., Van Horn H.H., West R.L., Harris B. Jr., 1992. Effect of calf management on carcass characteristics and palatability traits of veal calves. *J. Dairy Sci.* 75, 2799–2804.
- Lee S.H., Joo S.T., Ryu Y.C., 2010. Skeletal muscle fiber type and myofibrillar proteins in relation to meat quality. *Meat Sci.* 86, 166–170.
- Maher S.C., Mullen A.M., Keane M.G., Buckley D.J., Kerry J.P., Moloney A.P., 2004. Variation in the eating quality of *M. longissimus dorsi* from Holstein-Friesian bulls and steers of New Zealand and European/American descent, and Belgian Blue × Holstein-Friesians, slaughtered at two weights. *Livestock Prod. Sci.* 90, 271–277.
- Maltin C.A., Siclair K.D., Warris P.D., Grant C.M., Porter A.D., Delday M.I., Warkup C.C., 1998. The effects of age at slaughter, genotype and finishing system on the biochemical properties, muscle fiber type characteristics and eating quality of bull beef from suckled calves. *Anim. Sci.* 66, 341–348.
- Miotello S., Bondesan V., Tagliapietra F., Schiavon S., Bailoni L., 2009. Meat quality of calves obtained from organic and conventional farming. *Ital. J. Anim. Sci.* 8 (Suppl. 3), 213–215.
- Młynek K., Guliński P., Litwińczuk Z., Smalec E., Andraszak K., 2005. Histological and physicochemical traits of meat of Black-and-White bulls and F<sub>1</sub> Charolaise, Limousine and Simmental crossbreeds, slaughtered at two level of body weight. *Anim. Sci. Pap. Rep.* 23 (3), 199–206.
- Nachlas M.M., Tsou K.G., De Sousa E., Cheng C.S., Seligman A.M., 1957. Cytochemical demonstration of succinate dehydrogenase by the use of a new p-nitrophenyl substituted ditetrazole. *J. Histochem. Cytochem.* 5, 420.

- Nakamura Y.N., Iwamoto H., Ono Y., Shiba N., Nishimura S., Tabata S., 2003. Relationship among collagen amount, distribution and architecture in *M. longissimus thoracis* and *M. pectoralis profundus* from pigs. *Meat Sci.* 64, 43–50.
- Renand G., Picard B., Touraille C., Berle P., Lepetit J., 2001. Relationships between muscle characteristics and meat quality traits of young Charolais bulls. *Meat Sci.* 59, 49–60.
- Segato S., Elia C., Mazzini C., Bianchi C., Andrighetto I., 2005. Effect of castration age on carcass traits and meat quality of Simmental bulls. *Ital. J. Anim. Sci.* 4 (Suppl. 2), 263–265.
- Tyszkiewicz S. 2005. Poglądy konsumentów Unii Europejskiej na jakość mięsa cielęcego uwarunkowania jego produkcji. *Przem. Spoż.* 12, 12–19.
- Wegner J., Albrecht E., Fiedler I., Teuscher F., Papstein H.-J., Ender K., 2000. Growth- and breed-related changes of muscle fiber characteristics in cattle. *J. Anim. Sci.* 78, 1485–1496.

**Summary.** The aim of the study was to compare the microstructure and tenderness of *longissimus lumborum* muscle of slaughter calves fed milk or milk substitutes. The research material covered 36 slaughter calves aged approximately 5 weeks. Animals were assigned to two groups due to their breed, i.e. Polish Holstein-Friesian Black-and-White strain (10 males and 10 females), and commercial crossbreds with Simmental breed (8 males and 8 females). Samples were taken from the *longissimus lumborum* muscle. The percentage, diameter and surface area of red (I), intermediate (IIA), and white (IIB) fibres were analysed. The Warner-Bratzler shear force and energy of cooked samples were determined. The *longissimus lumborum* muscle of crossbred calves contained significantly ( $p \leq 0.05$ ) more red fibres (type I) but less ( $p > 0.05$ ) white (IIB) and intermediate (IIA) fibres than black and white animals. In addition, meat of crossbred calves was tenderer. The sex did not influence the percentage, diameter or surface area of all types of fibres, which was probably related with the young age of animals (lack of hormones effect). Generally, meat of calves aged approximately 5 weeks, regardless of the genetic group, was comparable.

**Key words:** calves, muscle fibres, breed, sex, tenderness

Otrzymano:/ Received: 2.09.2017  
Zaakceptowano:/ Accepted: 3.10.2017