

WYNIKI OCENY JAKOŚCIOWEJ MIĘSA WIEPRZOWEGO O ZRÓŻNICOWANEJ KRUCHOŚCI

**Maria Bocian, Hanna Jankowiak, Wojciech Kapelański, Patrycja Reszka,
Małgorzata Szafrąska**

Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy
Wydział Hodowli i Biologii Zwierząt, Zakład Hodowli Trzody Chlewnej i Koni
ul. Mazowiecka 28, 85-084 Bydgoszcz
bocian@utp.edu.pl

Streszczenie

Celem pracy była ocena cech rzeźnych i parametrów jakości mięsa wieprzowego o zróżnicowanej kruchości. Mięso do badań pozyskano od 60 tuczników mieszańców F_1 (wbp x pbz), z czego 50% stanowiły loszki i 50% – wieprzki. Masa ciała ubijanych tuczników wynosiła ok. 106–112 kg. 24 h po uboju określano stopień otłuszczenia i umięśnienia tuszy. Ocenę jakości mięsa wykonano na próbach mięśnia *longissimus lumborum* 48 h po uboju. W mięsie dokonano pomiaru kwasowości (pH_{45} i pH_{48h}). Oceniano właściwości technologiczne mięsa, kruchość, a także zawartość tłuszczu śródmięśniowego. Na plastrze mięsa surowego określano wzrokowo: intensywność barwy, marmurkowatość i dotykowo jego jędrność – twardość. Barwę mięsa mierzono również aparaturowo przy użyciu fotokolorymetru Minolta CR 310. Określano parametry barwy w systemie CIE $L^*a^*b^*$, nasycenie C^* i jego ton h° , a także określano zawartość barwników mięśniowych. Uzyskane wyniki zestawiono i analizowano w dwóch grupach utworzonych w zależności od kruchości mięsa mierzonej siłą cięcia: grupa I $< 39,9$ N (29 szt.), grupa II $\geq 40,0$ N (31 szt.). Wykazano, iż mięso pozyskane od świń o wyższej masie ciała przy uboju (II) wymagało większej siły cięcia – było twardsze w porównaniu z mięsem pochodzącym od zwierząt lżejszych (I) ($p \leq 0,01$). W badaniach wykazano, że mięso uzyskane od zwierząt o wyższej masie przedubojowej było twardsze i charakteryzowało się większą siłą cięcia. Stwierdzono, że kruchość mięsa wyrażona siłą cięcia nie wpłynęła na jego pozostałe (oceniane w badaniach) cechy jakościowe.

Słowa kluczowe: świnie, cechy rzeźne, jakość mięsa, kruchość

RESULTS OF PORK MEAT QUALITY ASSESSMENT IN RELATION TO ITS TENDERNESS

Summary

The aim of the study was to assess the carcass and meat quality parameters in relation to meat tenderness. Meat samples were taken from 60 crossbred fatteners F₁(PLW x PL), 50% gilts and 50% hogs. Animals were slaughtered at 106–112 kg body weight and carcasses. 24 h after slaughter were evaluated in respect to backfat thickness and meat content. The meat analyses were performed on *longissimus lumborum* muscle. The meat acidity was measured at 45 min and 48 h after slaughter. Some technological properties were determined, meat tenderness and intramuscular fat content. The sensory evaluation of fresh meat was conducted in terms of the colour intensity, marbling, and firmness. The colour of meat was measured by the use of Minolta CR-300 apparatus in CIE $L^*a^*b^*$, colour saturation C^* and its hue angle h° and also the meat pigment content. The obtained results were analysed in two groups of meat formed in relation to its tenderness measured as shear force: group I < 39,9 N (n = 29), group II \geq 40,0 N (n = 31). It was shown that meat derived from heavier fatteners required a larger shear force (II) was less tender than the meat (I) from lighter body weight fatteners ($p \leq 0.01$). The study revealed that meat obtained from animals of higher weight at slaughter was characterized by a greater shear force. There was stated that larger shear force of meat was not related with its another quality traits.

Key words: pigs, carcass traits, meat quality, tenderness

WSTĘP

Mięso stanowi bardzo ważną część diety człowieka, toteż powinno cechować się bardzo dobrą jakością. Mięso normalnej jakości ma odpowiedni smak i zapach, a także zwięzłą teksturę. Jednym z wyróżników jakości mięsa, istotnym dla konsumenta, jest jego kruchość [Kończak 2007]. Kruchość jest wrażeniem sensorycznym odbieranym przez konsumenta po uprzednim poddaniu mięsa obróbce termicznej, na które składa się: łatwość rozdrabniania w początkowym etapie nagryzania, łatwość rozdzielania na cząstki w trakcie żucia oraz wielkość i charakter pozostałości po żuciu [Kończak 2007]. Cecha ta kształtuje się już za życia zwierząt i zależy od: gatunku, wieku i rodzaju mięśnia [Maltin i in. 2003; Wojtysiak 2013], postępowania ze zwierzętami przed ubojem i po nim [Migdał i in. 2004].

Na kształtowanie się kruchości mięsa wpływa czas i warunki dojrzewania oraz aktywność proteolityczna podczas przechowywania [Maltin i in. 2003; Kończak 2007]. Proces dojrzewania polega głównie na procesie tenderyzacji, czyli zwiększeniu kruchości mięsa [Maltin i in. 2003]. Proces tenderyzacji jest jednym z ważniejszych procesów zachodzących

w mięsie po uboju, gdyż od niego zależy jego kruchość. Mięso bezpośrednio po uboju jest mało przydatne do spożycia, jest twarde, gumowate, o niskiej soczystości i jest ciężko strawne. Podczas przechowywania mięsa w niskich temperaturach, ale w wyższych od punktu zamrażania, wykształcają się takie cechy jak: smakowitość i soczystość [Kończak 2007]. Proces tenderyzacji mięsa jest efektem poubojowej degradacji białek miofibrylarnych [Pospiech i in. 2000a; 2000b; Szalata i in. 2005; Iwanowska i in. 2010], a także zmian zachodzących w strukturze włókien mięśniowych w wyniku endogennej proteolizy μ -kalpajny i m-kalpajny oraz ich inhibitora kalpastatyny [Veiseth i in. 2001; Nowak 2005].

Celem pracy była ocena cech rzeźnych i parametrów jakości mięsa wieprzowego o zróżnicowanej kruchości.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Badaniami objęto mięso od 60 tuczników mieszańców F_1 (wbp x pbz), z czego 50% stanowiły loszki i 50% – wieprzki pochodzące ze skupu na terenie woj. kujawsko-pomorskiego. Masa ciała ubijanych tuczników wynosiła ok. 106–112 kg. Następnego dnia po uboju określano stopień otłuszczenia i umięśnienia tuszy według metodyki stosowanej w SKURTCh [Różycki i Tyra 2010].

Oceny jakości mięsa dokonano 48 h po uboju na próbach mięśnia *longissimus lumborum*, które przechowywano w warunkach chłodniczych w temperaturze 4–6°C. W mięsie oznaczono kwasowość (pH₄₅ i pH_{48h}) za pomocą pehametru CP-401 firmy Elmetron z elektrodą sztyletową. Aparat kalibrowano z użyciem buforu o pH 7,0 i pH 4,0 firmy Elmetron.

Oznaczenie wodochłonności wykonano metodą według Graua i Hamma [1952] w modyfikacji Pohji i Niinivaary [1957]. Próbkę rozdrobnionego mięsa o masie 300 mg naniesiono na bibułę typu Whatman 1, umieszczono między dwiema szklanymi płytkami i poddano równomiernemu obciążeniu 2 kg przez 5 min. Z wielkości powierzchni nacieku wyliczono procentową zawartość wody wolnej w mięsie, przyjmując, że 1 cm² nacieku odpowiada 10 mg wody. Mniejsza powierzchnia nacieku (ilość wody wolnej) wskazuje na większą wodochłonność mięsa.

Swobodny wyciek soku z mięsa w trakcie 48 h przechowywania oznaczano według Honikela [1987] na plastrach o grubości około 2,5 cm wraz z omięsną. Próbę umieszczano w woreczku foliowym i ważono. Woreczek w dolnej jego części kilkakrotnie nacięto, aby umożliwić wypływ soku mięśniowego. Następnie próbę umieszczono w drugim woreczku i zawieszono tak, aby wyciekający sok nie miał kontaktu z próbą mięsa. Próby

przechowywano w pozycji wiszącej w warunkach chłodniczych w temperaturze 2–4°C przez 48 h. Po tym okresie próby ponownie ważono. Z różnicy masy przed przechowywaniem i po 48 h przechowywania wyliczano wielkość swobodnego wycieku soku z mięsa.

Pomiar kruchości mięsa wykonano za pomocą urządzenia do badań wytrzymałościowych INSTRON 3342 z przystawką Warnera-Bratzlera, zgodnie z metodyką podaną przez Szalagę i in. [1999]. Próbę mięsa o masie około 120 g ogrzewano w łaźni wodnej do osiągnięcia w jej wnętrzu temperatury 70°C. Obróbkę cieplną prowadzono w roztworze NaCl o stężeniu 0,85%. Następnie, zgodnie z przebiegiem włókien mięśniowych, wycinano słupki 10 mm x 10 mm, które poddano cięciu prostopadle do ich przebiegu. Wyniki odczytano w postaci maksymalnej siły cięcia, wyrażonej w N.

Analizę zawartości tłuszczu śródmięśniowego w mięsie przeprowadzono według norm (PN-A-82109:2010) metodą spektrometrii transmisyjnej w bliskiej podczerwieni (NIT) z wykorzystaniem kalibracji na sztucznych sieciach neuronowych (ANN) za pomocą aparatu FoodScan firmy FOSS.

Na plastrze surowego mięsa o masie 120 g określono wzrokowo: intensywność barwy według skali 6-stopniowej [PN-ISO 4121:1998]: 1 pkt – mięso bardzo jasne, 6 pkt – mięso ciemnopurpurowe; stopień marmurkowatości za pomocą wzorców kanadyjskich i amerykańskich w skali 10-stopniowej [NPB 2000]: 1 pkt – mięso bez przerostów, 10 pkt – bardzo duża marmurkowatość; dotykowo: jędrność – twardość mięsa w skali 7-stopniowej [PN-ISO 4121:1998]: 1 pkt – mięso bardzo twarde, 7 pkt – mięso bardzo miękkie.

Barwę mięsa mierzono również na plastrze za pomocą fotokolorymetru Minolta CR 310 (Konica Minolta, Japonia) o średnicy portu pomiarowego 50 mm. Standaryzacji aparatu dokonano za pomocą białej płytki wzorcowej CR310 o współrzędnych $Y = 92,80$, $x = 0,3175$ i $y = 0,3333$. Określono parametry barwy w systemie CIE $L^*a^*b^*$ (L^* – jasność, a^* – udział barwy czerwonej, b^* – udział barwy żółtej) [CIE 1986], z zastosowaniem iluminantu D65 i standardowego obserwatora 2°. Nasycenie barwy (parametr C^*), a także ton barwy (h° – hue angle) wyliczono według wzoru, podanego przez Beattie i in. [1999] oraz Brewer i in. [2001]:

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}, h^\circ = (\tan^{-1} b^*/a^*)$$

Zawartość barwników mięśniowych określano kolorymetrycznie według metody Hornsey [1956]. Rozdrobnione próbki mięsa (10 g) zalewano 40 ml mieszaniny aceton : woda : stężony HCl, w proporcjach 40:2:1 i ekstrahowano przez 1 godz. Po przesączeniu mierzono absorbancję badanych roztworów za pomocą spektrofotometru Marcel Media przy długości fali 640 nm. Wartość gęstości optycznej (E) mnożono przez faktor 680, dla uzyskania

właściwego stężenia hematyny wyrażonego jako μg hematyny w 1g mięsa.

Uzyskane wyniki zestawiono i analizowano w dwóch grupach utworzonych w zależności od kruchości mięsa mierzonej siłą cięcia: grupa I $< 39,9$ N, grupa II $\geq 40,0$ N.

Wyniki opracowano statystycznie, obliczono średnią arytmetyczną i odchylenie standardowe. Istotność różnic między danymi grupy I i II zweryfikowano testem t-Studenta z zastosowaniem programu komputerowego Statistica 8.0 PL [2008].

WYNIKI I DYSKUSJA

Charakterystykę cech rzeźnych przedstawiono w tabeli 1. Wyniki zestawiono w dwóch grupach utworzonych w zależności od siły cięcia – kruchości mięsa: grupa I $< 39,9$ N (29 szt.); grupa II $\geq 40,0$ N (31 szt.). Mięso charakteryzujące się niższą siłą cięcia (I) pochodziło od zwierząt o niższej masie ubojowej – z grupy I, ($p \leq 0,01$). W przypadku pozostałych parametrów jakości rzeźnej tusz nie wykazano istotnego zróżnicowania między grupami.

Tabela 1. Wyniki cech rzeźnych
The carcass characteristics

Cecha / Trait	Siła cięcia [N] / Shear force [N]	
	Grupa / Group	
	I $< 39,9$	II $\geq 40,0$
Liczebność <i>Number</i>	29	31
Masa ciała przy uboju [kg] <i>Body weight at slaughter [kg]</i>	106,33 ^A \pm 7,97	111,77 ^B \pm 6,82
Średnia grubość słoniny z 5 pomiarów [mm] <i>Average back fat thickness of 5 measurements [mm]</i>	18,88 \pm 4,24	19,97 \pm 4,37
Powierzchnia oka połównicy [cm ²] <i>Loin eye area [cm²]</i>	48,49 \pm 7,60	48,28 \pm 7,38
Zawartość mięsa w tuszy [%] <i>Carcass meat content [%]</i>	52,85 \pm 2,19	52,23 \pm 1,48

AB – średnie oznaczone różnymi literami różniące się statystycznie istotnie przy $p \leq 0,01$
AB – statistically significantly differing averages denoted with various letters at $p \leq 0.01$

Pewnym potwierdzeniem wyników uzyskanych w niniejszej pracy są badania Čandek-Potokar i in. [1998], którzy wykazali, iż zwierzęta starsze, o większej masie ciała przy uboju miały obniżoną ocenę kruchości. Wynika to stąd, że przy większej masie ciała przy uboju świń proces proteolizy zachodzi w mniejszym stopniu. Podobne wyniki uzyskała Wojtysiak [2013], która wykazała, że mięso pozyskane od zwierząt starszych było twardsze niż od zwierząt młodych.

W prezentowanych badaniach nie wykazano wpływu umięśnienia tusz na proces tenderyzacji i tym samym nie potwierdzono wyników badań Szalaty i in. [1999], w których wykazano mniejszą kruchość mięsa świń o mięsności powyżej 55%.

Wyniki cech jakości technologicznej mięsa przedstawiono w tabeli 2. Mięso wymagające niższej siły cięcia (grupy I) względem grupy II było bardziej kruche ($p \leq 0,01$). Pod względem pozostałych cech technologicznych nie wykazano istotnego zróżnicowania.

Tabela 2. Wyniki oceny cech jakości technologicznej mięsa wieprzowego o zróżnicowanej kruchości
Results of the evaluation of the technological quality of pork meat with different tenderness

Cecha / Trait	Siła cięcia [N] / Shear force [N]	
	Grupa / Group	
	I < 39,9	II ≥ 40,0
Kruchość mięsa [N] <i>Meat tenderness [N]</i>	35,47 ^A ± 3,09	46,04 ^B ± 5,26
pH ₄₅	6,51 ± 0,30	6,55 ± 0,27
pH _{48h}	5,44 ± 0,05	5,48 ± 0,12
Wodochłonność [% wody wolnej] <i>Water holding capacity [% of free water]</i>	19,00 ± 2,01	18,39 ± 3,52
Swobodny wyciek soku [%] <i>Free juice drip [%]</i>	3,27 ± 1,68	3,81 ± 1,97
Zawartość tłuszczu śródmięśniowego [%] <i>Intramuscular fat content [%]</i>	1,66 ± 0,74	2,01 ± 0,90

AB – średnie oznaczone różnymi literami różniące się statystycznie istotnie przy $p \leq 0,01$
 AB – statistically significantly differing averages denoted with various letters at $p \leq 0.01$

Destefanis i in. [2008] badali zależność między percepcją przez konsumentów kruchości mięsa wołowego a siłą cięcia aparatem Warner-Bratzler. Mięso podzielili na trzy grupy w zależności od siły cięcia: 1 – < 42,86 N (kruche); 2 – 42,87–52,68 N (pośrednie); 3 – > 52,68 N (twarde). W badaniach uzyskano dużą zgodność między oceną sędziów a kruchością ocenianą aparaturowo, wartości siły cięcia zbliżone były do wyników uzyskanych w niniejszej pracy. Badania Koohmaraie i in. [2002] dotyczyły zależności między kruchością mięsa a czasem przechowywania: od 0 do 336 h po uboju. Mięso o najwyższej sile cięcia (24 h po uboju) było twarde, a wraz z czasem przechowywania stawało się kruchsze, o niskich wartościach siły cięcia.

Maltin i in. [2003] podają, że szybkość spadku pH₁ i pH_k ma duży wpływ na kruchość mięsa. Dokładna zależność między kruchością a zakwaszeniem (pH) jest jednakże złożona i nie w pełni poznana [Van Laack i in. 2001]. Van Laack i in. [2001] oceniali wpływ

końcowego zakwaszenia tkanki mięśniowej (pH_k) na kruchość i tenderyzację wieprzowiny i wykazali, iż wyższe wartości pH_k mięsa wpływają na jego większą kruchość.

Uzyskane wyniki oceny sensorycznej mięsa, barwy i zawartości barwników mięśniowych w obu grupach (I i II) były zbliżone (tabela 3).

Tabela 3. Wyniki oceny sensorycznej, barwy i barwników mięśniowych mięsa wieprzowego o zróżnicowanej kruchości
Results of the sensory evaluation of meat colour and muscle pigments of pork meat with different tenderness

Cecha / Trait	Siła cięcia [N] / Shear force [N]	
	Grupa / Group	
	I < 39,9	II ≥ 40,0
Ocena sensoryczna mięsa <i>Sensory evaluation of meat</i>		
Intensywność barwy [skala 1–6] <i>Visual colour intensity [1–6 scale]</i>	3,6 ± 0,52	3,8 ± 0,64
Marmurkowatość [skala 1–10] <i>Marbling [1–10 scale]</i>	2,6 ± 0,94	3,0 ± 1,05
Jędrność [skala 1–7] <i>Firmness [1–7 scale]</i>	4,2 ± 0,38	4,0 ± 0,64
Parametry barwy i barwniki mięśniowe <i>Color parameters and muscle pigments</i>		
L^* – jasność / <i>lightness</i>	53,80 ± 1,86	53,31 ± 2,63
a^* – udział barwy czerwonej / <i>redness</i>	15,73 ± 1,18	15,58 ± 1,07
b^* – udział barwy żółtej / <i>yellowness</i>	5,09 ± 1,16	4,75 ± 1,33
C^* – nasycenie / <i>saturation</i>	16,57 ± 1,37	16,34 ± 1,29
h° – ton barwy / <i>hue angle</i>	17,86 ± 1,70	16,90 ± 3,54
Barwniki mięśniowe [μg hematyny w 1g mięsa] <i>Muscle pigments [μg of hematin per 1 g of meat]</i>	41,90 ± 6,93	43,94 ± 7,24

Ocena sensoryczna mięsa obu grup wskazuje na dobrą jego jakość. Mięso cechowało się jasno czerwonaworóżową barwą, małą marmurkowatością i dobrą jędrnością. W pracy nie wykazano zróżnicowania parametrów barwy L^* , a^* , b^* , nasycenia C^* i jego tonu h^{0*} , a także zawartości barwników mięśniowych w zależności od kruchości mięsa. Uzyskane wartości omawianych cech były typowe dla mięsa normalnej jakości, co znajduje potwierdzenie w literaturze [Szalata i in. 1999; Warriss i in. 2006; Bocian i in. 2015].

WNIOSKI

1. W badaniach wykazano, że mięso uzyskane od zwierząt o wyższej masie przedubojowej było twardsze i charakteryzowało się większą siłą cięcia.
2. Stwierdzono, że kruchość mięsa wyrażona siłą cięcia nie wpłynęła na jego pozostałe (oceniane w badaniach) cechy jakościowe.

PIŚMIENNICTWO

1. Beattie V. E., Weatherup R. N., Moss B. W., Walker N. (1999). The effect of increasing carcass weight of finishing boars and gilts on joint composition and meat quality. *Meat Sci.*, 52, 205-211 DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740\(98\)00169-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740(98)00169-7)
2. Bocian M., Jankowiak H., Kapelański W. (2015). Zmiany barwy mięsa w trakcie przechowywania. *Nauka Przyr. Technol.*, 9 (4), #57 DOI: 10.17306/J.NPT.2015.4.57
3. Brewer M. S., Zhu L. G., Bidner B., Meisinger D. J., McKeith F. K. (2001). Measuring pork color: effects of bloom time, muscle, pH and relationship to instrumental parameters. *Meat Sci.*, 57 (2), 169-176
4. CIE. (1986). *Colorimetry*. Publication CIE 15.2. Vienna: Central Bureau of CIE
5. Čandek-Potokar M., Žlender B., Lefaucher L., Benneau M. (1998). Effects of age and/or weight slaughter on *longissimus dorsi* muscle: biochemical traits and sensory quality in pigs. *Meat Sci.*, 48 (3/4), 287-300
6. Destefanis G., Brugiapaglia A., Barge M. T., Dal Molin E. (2008). Relationship between beef consumer tenderness perception and Warner-Bratzler shear force. *Meat Sci.*, 78, 153-156
7. Grau R., Hamm R. (1952). Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung in Fleisch. *Fleischwirtschaft*, 4, 295-297
8. Honikel K. O. (1987). The water binding of meat. *Fleischwirtschaft*, 67 (9), 1098-1102
9. Hornsey H. C. (1956). The colour of cooked cured pork. I. Estimation of the nitric oxide-haem pigments. *J. Sci. Food Agric.*, 7, 534-540
10. Iwanowska A., Iwańska E., Grześ B., Mikołajczak B., Pospiech E., Rosochacki S., Juszcuk-Kubiak E., Łyczyński A. (2010). Changes in proteins and tenderness of meat from young bulls of four breeds at three ages over 10 days of cold storage. *Anim. Sci. Pap. Rep.*, 28 (1), 13-25
11. Kołczak T. (2007). Kruchość mięsa. *Gosp. Mięsna*, 11, 8-11
12. Koochmaraie M., Kent M. P., Shackelford S. D., Veiseth E., Wheeler T. L. (2002). Meat tenderness and muscle growth: is there any relationship? *Meat Sci.*, 62, 345-352

13. Maltin C., Balcerzak D., Tilley R., Delday M. (2003). Determinants of meat quality: tenderness. *Proced. Nutr. Soc.*, 62, 337-347
14. Migdał W., Paściak P., Gardzińska A., Barowicz T., Pieszka M., Wojtysiak D. (2004). Wpływ czynników genetycznych i środowiskowych na jakość wieprzowiny. *Prace i Mat. Zoot., Zesz. Spec.*, 15, 103-118
15. Nowak M. (2005). Rola kalpain w procesie kruszenia mięsa. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 42 (1), 5-17
16. NPB. (2000). *Pork composition and quality assessment procedures*. Des Moines, IA: EP Berg – National Pork Board
17. PN-A-82109:2010. (2010). Mięso i przetwory mięsne – oznaczenie zawartości tłuszczu, białka i wody. Metoda spektrometrii transmisyjnej w bliskiej podczerwieni (NIT) z wykorzystaniem kalibracji na sztucznych sieciach neuronowych (ANN). Warszawa: PKN
18. PN-ISO 4121:1998. (1998). *Analiza sensoryczna. Ocena produktów spożywczych przy użyciu metod skalowania*. Warszawa: PKN
19. Pohja M. S., Niinivaara F. P. (1957). Die Bestimmung der Wasserbindung des Fleisches mittels der Konstantdruckmethode. *Fleischwirtschaft*, 9, 193-195
20. Pospiech E., Greaser M., Mikołajczak B., Szalata M., Łyczyński A. (2000a). Degradation and release of titin in pork muscles. W: *Proc. 46th ICoMST*, Buenos Aires, Argentine, 426-427
21. Pospiech E., Łyczyński A., Urbaniak M., Szalata M., Mikołajczak B., Medyński A., Bartkowiak Z., Rzosińska E. (2000b). Evaluation of relationships between the daily gain weight of pigs, the development of muscle tissue and tenderness of meat. *Rocz. Nauk. Zoot., Supl.* 5, 114-118
22. Różycki M., Tyra M. (2010). *Metodyka oceny wartości tucznej i rzeźnej świń przeprowadzana w Stacjach Kontroli Użytkowości Rzeźnej Trzody Chlewnej (SKURTCH)*. Kraków: Wyd. Wł. IZ PIB, 93-117
23. STATISTICA (data analysis software system). Version 8. (2008). Kraków: StatSoft
24. Szalata M., Pospiech E., Greaser M.L., Łyczyński A., Grześ B., Mikołajczak B. (2005). Titin and troponin T changes i relation to tenderness of meat from pigs of various meatiness. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2, 139-144
25. Szalata M., Pospiech E., Łyczyński A., Urbaniak M., Frankiewicz A., Mikołajczak B., Medyński A., Rzosińska E., Bartkowiak Z., Danyluk B. (1999). Kruchość mięsa świń o zróżnicowanej mięsności. *Rocz. Inst. Przem. Mięsn. Tłuszcz.*, 36, 61-76

26. Van Laack R. L., Stevens S. G., Stalder K. J. (2001). The influence of ultimate pH and intramuscular fat content on pork tenderness and tenderization. *J. Anim. Sci.*, 79, 392-397
27. Veiseth E., Shackelford S. D., Wheeler T. L., Koohmaraie M. (2001). Effect of postmortem storage on mu-calpain and m-calpain in ovine skeletal muscle. *J. Anim. Sci.*, 79, 1502-1508
28. Warriss P. D., Brown S. N., Paściak P. (2006). The colour of the adductor muscle as a predictor of pork quality in the loin. *Meat Sci.*, 73 (4), 565-569
29. Wojtysiak D. (2013). Effect of age on structural properties of intramuscular connective tissue, muscle fibre, collagen content and meat tenderness in pig *longissimus lumborum* muscle. *Folia Biol.*, 61 (3/4), 221-226