

Profil histologiczny mięśni ma ścisły związek z jakością mięsa wieprzowego

Anna Bereta, Robert Eckert

*Instytut Zootechniki Państwowy Instytut Badawczy,
Dział Genetyki i Hodowli Zwierząt, 32-083 Balice k. Krakowa*

Prowadzone od szeregu lat prace selekcyjne w hodowli trzody chlewnej miały na celu głównie poprawę mięsności. Efektem tych prac było osiągnięcie znacznego postępu w umięśnieniu tusz (Kortz, 2003). Proces ten przyczynił się równocześnie do pogorszenia jakości mięsa w wyniku ujemnej zależności między cechami mięsności a jakości mięsa. Wraz ze wzrostem mięsności świń coraz częściej obserwowano pogorszenie wodochłonności mięsa, zwiększenie wycieku soku mięsnego, zbyt jasną barwę i nadmierne zróżnicowanie w jej nasyceniu oraz zmniejszenie zawartości tłuszczu śródmięśniowego. Powodowało to mniejszą przydatność kulinarną mięsa wieprzowego oraz pogorszenie walorów smakowych (Krzęcio i in., 2003).

Obecnie coraz większą wagę przywiązuje się do cech związanych z jakością mięsa i jego właściwościami technologicznymi, tak istotnymi w przemyśle przetwórczym. Zmiany spowodowane nowymi oczekiwaniami i wymaganiami konsumentów wymuszają coraz wyższy standard jakościowy mięsa, a co za tym idzie nowe spojrzenie na problem doskonalenia genetycznego trzody chlewnej. Parametry jakości mięsa, takie jak: barwa, wodochłonność i kwasowość oraz zawartość tłuszczu śródmięśniowego (IMF), powinny być coraz szerzej brane pod uwagę w pracach selekcyjno-hodowlanych w naszym kraju.

Problem ten znajduje odzwierciedlenie w wielu programach hodowlanych w krajach o wysokim poziomie hodowli świń, jak i w firmach hybrydowych, gdzie zapewnienie odpowiedniego poziomu tłuszczu śródmięśniowego i innych parametrów jakości mięsa świń jest traktowane jako

jeden z podstawowych celów hodowlanych.

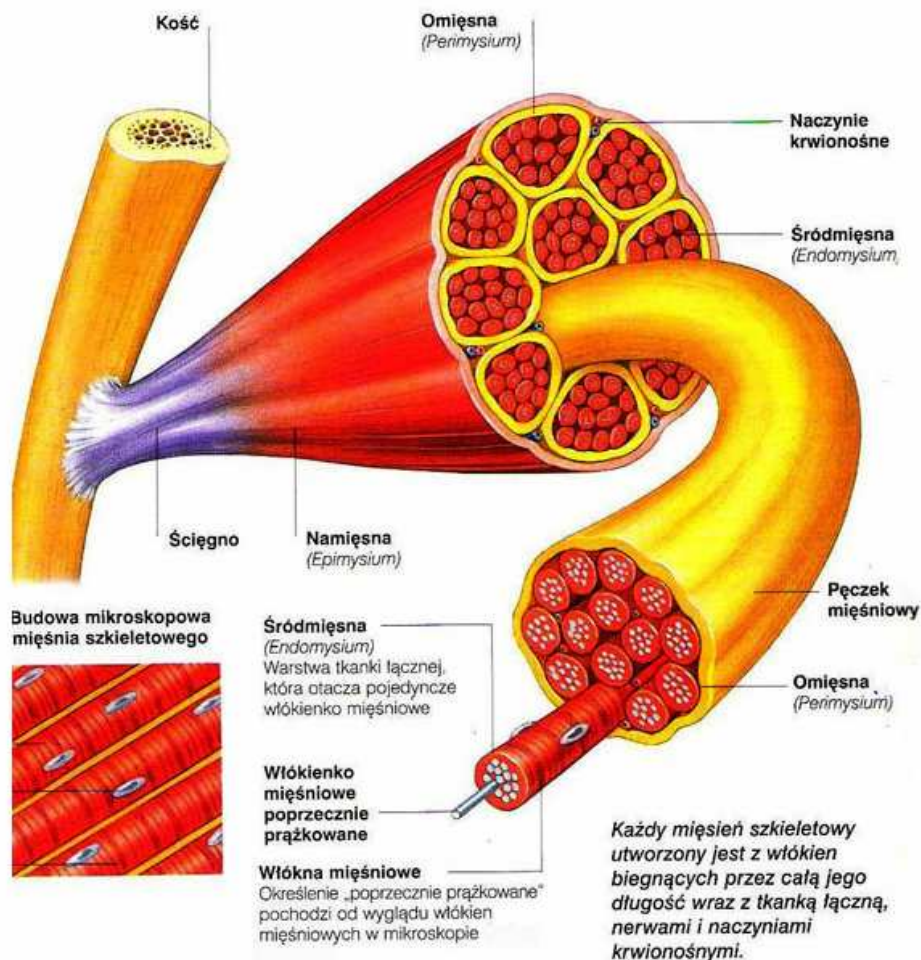
W Polsce dopiero rozpoczęto proces systematycznej poprawy jakości mięsa wieprzowego. Możliwie szybkie włączenie do kryteriów selekcji cech jego jakości stwarza szansę na poprawę ważnych dla konsumentów parametrów jakości mięsa zwierząt w stadach hodowlanych, a w konsekwencji w masowym pogłowie trzody chlewnej. W ocenie tej należy również zwrócić uwagę na konieczność sięgnięcia do bardziej dogłębnych analiz, takich jak analiza struktury włókien mięśniowych. Histologiczne i biochemiczne właściwości mięśni (typ włókien, ich liczba i proporcje, właściwości oksydacyjne i glikolityczne włókien, zawartość glikogenu i lipidów) są bowiem czynnikami, które bezpośrednio wpływają na pH mięsa po uboju, kolor, wodochłonność oraz inne cechy jakości mięsa. Analiza profilu histologicznego mięśni stwarza więc nowe możliwości w zakresie jej poprawy. Zwłaszcza, że przy stosowanym obecnie w Polsce schemacie oceny zwierząt istnieje możliwość wprowadzenia takiej oceny. Istotne jest jednak poznanie mechanizmów fizjologicznych i biochemicznych zachodzących w poszczególnych typach włókien mięśni cennych wyrebów tuszy u świń utrzymywanych w kraju. Może to pozwolić na ukierunkowanie i przyspieszenie procesu doskonalenia jakości surowca rzeźnego produkowanego w oparciu o krajowe komponenty rasowe.

Włókna mięśniowe

Włókna mięśniowe są podstawowymi elementami strukturalnymi mięśni poprzecznie

prążkowanych. Są to wielojądrzaste komórki o charakterze syntycjum, które powstały w wyniku zespolenia się wielu komórek – mioblastów (komórki pochodzenia mezodermalnego), które są bezpośrednimi prekursorami włókien mięśniowych. Każde włókno otoczone jest sarkolemą. Wnętrze komórki wypełniają sarkoplazma

i pęczki włókienek kurczliwych. Zależnie od rodzaju mięśnia długość włókien mięśniowych sięga od kilku milimetrów do około 50 cm (Traczyk, 1989). Na rysunku 1 przedstawiono szczegółową budowę mięśnia poprzecznie prążkowanego, uwzględniając budowę pojedynczych włókien mięśniowych.



Źródło: http://www.elemlah.pl/images/m_szkieletowy.jpg

Rys. 1. Budowa mięśni poprzecznie prążkowanych
Fig. 1. Structure of striated muscles

Włókna mięśniowe stanowią niejednorodną populację, którą można sklasyfikować pod względem fizjologicznym, morfologicznym i biochemicznym. Guth i Samaha (1972), analizując aktywność ATP-azy miozynowej, dokonali podziału na włókna mięśniowe wolno kurczące się

oksydacyjne (ang. slow-twitch oxidative; SO), szybko kurczące się oksydacyjno-glikolityczne (ang. fast-twitch-oxidative-glycolytic; FOG) i szybko kurczące się glikolityczne (ang. fast-twitch-glycolytic; FG). Z kolei, wykorzystując metody histochemiczne Brooke i Kaiser (1970) zapro-

ponowali podział na włókna typu I, IIA i IIB (rys. 2), Ashmore i in. (1972) natomiast na

włókna typu α -red, β -red (czerwone) i α -white (białe).



Aktywność ATP-azy miozynowej

(Guth i Samaha, 1972)

(Brooke i Kaiser, 1970)

Rys. 2. Klasyfikacja włókien mięśniowych na podstawie aktywności ATP-azy miozynowej
Fig. 2. Classification of muscle fibres based on myosin ATPase activity

Tabela 1. Charakterystyka włókien mięśniowych (Picard i in., 2002)
Table 1. Characteristics of muscle fibres (Picard et al., 2002)

RODZAJE WŁÓKIEN MIĘŚNIOWYCH MUSCLE FIBRE TYPES			
	I (SO) α -red	II A (FOG) β -red	IIB (FG) α -white
Szybkość skurczu – <i>Speed of contraction</i>	wolno – <i>slow</i>	II A (FOG) β -red	szybko – <i>fast</i>
Wytrzymałość na zmęczenie – <i>Fatigue resistance</i>	+++	++	+
Kolor – <i>Colour</i>	czerwone – <i>red</i>	czerwone – <i>red</i>	białe – <i>white</i>
Zawartość mioglobiny – <i>Myoglobin</i>	+++	+++	+
Liczba mitochondriów – <i>Number of mitochondria</i>	+++	+++	+
Średnica – <i>Sectional area</i>	+	+++	+++
Zawartość glikogenu – <i>Glycogen</i>	+	+++	+++
Zawartość lipidów – <i>Lipids</i>	+++	+++	+
Zawartość miozyny ATP – <i>Myosin ATPase</i>	+	+++	+++
Zawartość enzymów glikolitycznych – <i>Glycolytic enzymes</i>	+	++	+++
Zawartość enzymów utleniających – <i>Oxidative enzymes</i>	+++	++	+

Włókna typu I zawierają wiele mitochondriów i duże stężenie mioglobiny. Energię do skurczu czerpią z procesów tlenowych. Włókna typu IIA (oksydatywno-glikolityczne, β -red) wykorzystują energię wytworzoną w procesie glikolizy w cytoplazmie oraz w procesie fosforylacji oksydacyjnej, zachodzącej w mitochondriach. Włókna typu IIB (glikolityczne, α -white) korzystają głównie z energii wytworzonej podczas glikolizy, a liczba mitochondriów jest w nich mniejsza (Picard i in., 2002; Karlsson i in., 1999) (tab. 1).

Co wpływa na profil histologiczny mięśni

Jak wynika z badań Petersena i in. (1998) oraz Karlssona i in. (1999), na typ włókien mięśniowych oraz ich średnicę, zarówno u świń, jak i innych zwierząt kręgowych, w niewielkim stopniu wpływają czynniki środowiskowe (aktywność fizyczna, warunki utrzymania zwierząt czy żywienie). W wyniku systematycznego „treningu” włókna mięśniowe ulegają jednak procesom przekształcenia. Już po kilku miesiącach treningu stwierdza się redukcję zawartości włókien typu IIB. Odwrotny efekt przynosi natomiast zmniejszenie

aktywności fizycznej (Żołądź, 2003).

U zwierząt hodowlanych czynniki te nie mają jednak dużego znaczenia i w niewielkim stopniu przyczyniają się do zmian profilu histologicznego włókien mięśniowych (Gentry i in., 2004). Dlatego też, utrzymując zwierzęta w stałych warunkach środowiska i nie narażając ich na stres i wysiłek fizyczny profil tych włókien można przyjąć za stały.

Liczba oraz typ włókien mięśniowych są uwarunkowane genetycznie i zdeterminowane już na etapie okresu płodowego (Karlsson i in., 1993; Petersen i in., 1998). U świń pierwsza generacja włókien kształtuje się między 35. a 55. dniem ciąży. Łączna liczba włókien mięśniowych jest ostatecznie określona już w 90–95 dniu ciąży (Lefaucheur i in., 1995) (rys. 3). Przez pierwsze tygodnie życia prosięcia włókna poddawane są procesowi dojrzewania, tzn. zwiększając swoją objętość oraz różnicując się na poszczególne typy. U prosięcia w wieku 1 do 4 tygodni można już w sposób histochemiczny wyróżnić wszystkie typy włókien. Średnica włókien mięśniowych do 25 dni po urodzeniu wzrasta o 100%, natomiast w okresie od 100. do 125. dnia po urodzeniu wzrost ten wynosi jedynie 10% (Karlsson i in., 1999).



Rys. 3. Miogeneza u trzody chlewnej na przykładzie *semitendinosus muscle* (Lefaucheur i in., 1995).

Czarną strzałką oznaczono włókna mięśniowe drugiej generacji, dc – dzień ciąży

Fig. 3. Myogenesis in pigs using the example of *semitendinosus muscle* (Lefaucheur et al., 1995).

Black arrow indicates second generation muscle fibres; dc – day of gestation

Profil histologiczny a jakość wyrębów tusz wieprzowych

Typy włókien i ich wzajemne proporcje

determinują motorykę danego mięśnia i jego predyspozycje do wysiłku fizycznego. Z drugiej jednak strony, mogą pośrednio wpływać na inne właściwości fizykochemiczne tkanki mięśniowej.

wej. Patrząc z punktu widzenia konsumenta, proporcje poszczególnych typów włókien mogą prowadzić do wyczuwalnych różnic sensorycznych mięsa oraz do ugruntowania pewnych nawyków konsumenckich. Obserwacje Karlssona i in. (1999) wykazały, że włókna typu I i IIA zawierają znacznie więcej tłuszczu wewnątrzkomórkowego niż włókna typu IIB. Według wspomnianych autorów, może to wynikać ze specyfiki metabolicznej włókien, gdyż włókna typu I i częściowo IIA charakteryzują się metabolizmem oksydacyjnym, natomiast włókna typu IIB glikolitycznym. Jak wykazały badania Lundströma i in. (1985), duża zawartość glikogenu we włóknach mięśniowych typu IIB i IIA jest dodatnio skorelowana z ostatecznym pH mięsa i ujemnie skorelowana z zawartością wody w mięsie i jego barwą. Według wspomnianych autorów, zawartość w mięsie ponad 30% włókien typu IIB może przyczyniać się do wystąpienia wady DFD (mięsa suchego, twardego i ciemnego). Z badań tych jednoznacznie wynika, że profil histologiczny mięśni może mieć wpływ na jakość mięsa.

Zastosowanie analizy profilu histologicznego w pracy hodowlanej

Barwa mięsa, wodochłonność, kwasowość oraz zawartość tłuszczu śródmięśniowego są niewątpliwie istotnymi cechami, które decy-

dują o jakości surowca rzeźnego i powinny być coraz szerzej brane pod uwagę w pracach selekcyjno-hodowlanych nad krajowym pogłowiem świń. Pomocne może być tu również prowadzenie analizy struktury włókien mięśniowych zwierząt hodowlanych, co otwiera nowe możliwości w procesie poprawy jakości mięsa. Zrozumienie mechanizmów fizjologicznych i biochemicznych, zachodzących w poszczególnych typach włókien tworzących pojedynczy mięsień, jak i analizy na poziomie biologii molekularnej daje więc narzędzie do zastosowania nowoczesnych narzędzi w pracy selekcyjnej w stadach hodowlanych. Wykorzystanie nowych źródeł zmienności jest bardzo istotne w przypadku intensywnie prowadzonej selekcji w hodowli trzody chlewnej. Ukierunkowana hodowla może prowadzić do znacznego wzrostu homozygotyczności populacji.

Rasy świń wykorzystywane w polskiej hodowli prawdopodobnie charakteryzują się znacznym zróżnicowaniem w typie umięśnienia, a co za tym idzie różną budową i ilością włókien mięśniowych, a w konsekwencji parametrów jakości mięsa.

Obserwując kierunki badań z zakresu oceny jakości mięsa świń oraz mając na uwadze możliwość poubojowej oceny zwierząt hodowlanych wydaje się celowe uwzględnienie charakterystyki włókien mięśniowych w procesie doskonalenia zwierząt w krajowych stadach hodowlanych.

Literatura

Ashmore C.R., Tompkins G., Doerr L. (1972). Post-natal development of muscle fibre types in domestic animals. *J. Anim. Sci.*, 34: 37–41.

Brooke M.H., Kaiser K. (1970). Muscle fibre type: how many and what kind? *Arch. Neurol.*, 23: 369–370.

Gentry J.G., Mcglone J.J., Miller M.F., Blanton J.R. (2004). Environmental effects on pig performance, meat quality, and muscle characteristics. *J. Anim. Sci.*, 82: 209–217.

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.

Karlsson A.H., Klont R.E., Fernandez X. (1999). Skeletal muscle fibres as factors for pork quality. *Livest. Prod. Sci.*, 60: 255–269.

Karlsson A., Enfalt A.C., Essen-Gustavsson B., Lundstrom K., Rydhmer L., Stern S. (1993). Muscle histochemical and biochemical properties in relation to meat quality turing selection for increased lean tissue growth rate in pigs. *J. Anim. Sci.*, 71: 930–938.

Kortz J. (2003). The quality of pork – its characteristics and the requirements of the consumers and meat processing plants. *Anim. Sci. Pap. Rep.*, 21, Suppl., 1: 77–91.

Krzęcio E., Zybert A., Sieczkowska H., Koćwin-Podsiadła M., Antosik K. (2003). Wpływ mięsności tusz wieprzowych na wybrane cechy rzeźne i cechy

jakości mięsa tuczników pogłowia masowego. Żywność, Nauka, Technologia, Jakość, Supl., 37: 195–203.
Lefaucheur L., Edom F., Ecolan P., Butler- Brown G.S. (1995). Pattern of muscle fiber type formation in the pig. *Dev. Dyn.*, 203: 27–41.

Lundström K., Malmfors G. (1985). Variation in light scattering and water-holding capacity along the porcine *longissimus dorsi* muscle. *Meat Sci.*, 15: 203–214.

Peter J.B., Barnard R.L., Edgerton V.R., Gillespie C.A., Stempel K.E. (1972). Metabolic profiles of three fiber types of skeletal muscle in guinea pigs and rabbits. *Biochem.*, 11: 2627–2633.

Petersen J.S., Henckel P., Oksbjerg N., Sørensen M.T. (1998). Adaptations in muscle fibre characteristics induced by physical activity in pigs. *J. Anim. Sci.*, 66: 733–740.

Picard B., Lefaucheur L., Berri C., Duclos M.J. (2002). Muscle fibre ontogenesis in farm animal species. *Reprod. Nutr. Dev.*, 42: 415–431.

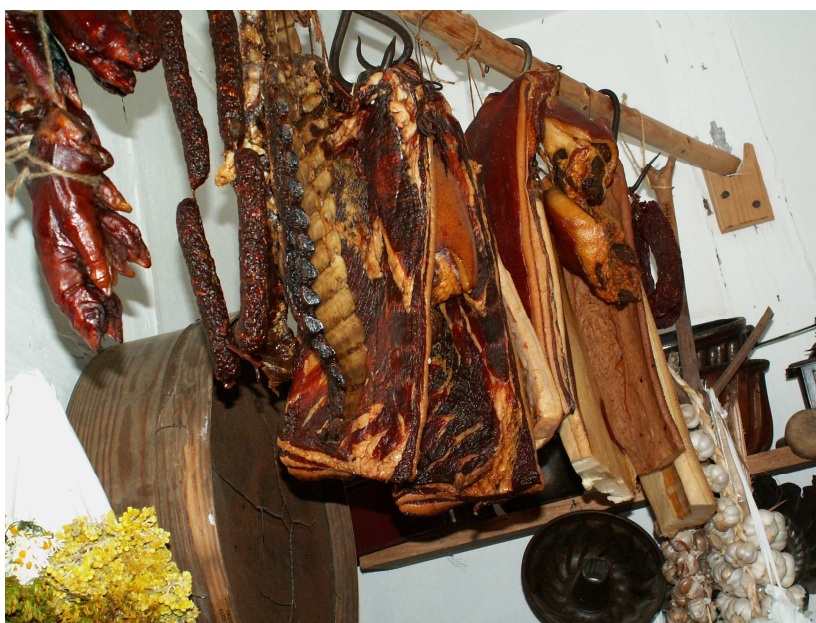
Traczyk W. (1989). *Fizjologia człowieka w zarysie*. Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich.

Żołądź J. (2003). Co warunkuje siłę, moc i wytrzymałość mięśni szkieletowych człowieka? <http://www.statsoft.pl/czytelnia/badaniaukowe/d1biolmed/moc.pdf>

HISTOLOGICAL PROFILE OF MUSCLES IS STRICTLY RELATED TO PORK QUALITY

Summary

One-way selection for carcass meat content that has been carried out in pigs in recent years had an adverse effect on carcass quality, as shown by a negative correlation found between carcass meat quantity and quality. This necessitated changes in the existing breeding programmes. Today increasing importance is attached to improving meat quality traits, meat technological properties that are so important in the processing industry, and taste parameters that are desired by the consumers. One group of characteristics used to determine taste are sensory traits (tenderness, juiciness), including the intramuscular fat (IMF) content. Meat quality traits are influenced by feeding only to a small extent. The factors that may affect meat pH after slaughter, its colour, water holding capacity and other quality traits are histological and biochemical properties of meat such as muscle fibre type, number, proportions, oxidative and glycolytic properties, and glycogen and lipid content. No comprehensive studies analysing the histological structure of muscles and its relationship with meat quality traits are available. The identification of these relationships will make it possible to determine the role of individual muscle fibre types in meat quality traits and thus to determine the histological structure of a given muscle that determines its high quality. These data will be used in breeding and selection work, leading to improved quality of pork.



fot. D.D.