

WŁADYSŁAW MIGDAŁ, DOROTA WOJTYSIAK, PIOTR PAŚCIAK

**PROFIL HISTOCHEMICZNY MIĘŚNI TUCZNIKÓW
W ZALEŻNOŚCI OD RODZAJU MIĘŚNIA, PŁCI, RASY,
MASY CIAŁA I ŻYWIENIA**

Streszczenie

Mięśnie szkieletowe świń mają określony profil włókien mięśniowych, który decyduje nie tylko o charakterze czynnościowym mięśnia, ale również o wartości technologicznej i kulinarnej. Przeprowadzono 5 doświadczeń, w których bezpośrednio po uboju tuczników (do 20 min) pobierano i zamrażano w ciekłym azocie próbki mięśni. Przeprowadzono reakcję histochemiczną na aktywność NADH2 (diaforazy) i wyróżniono trzy typy włókien mięśniowych: I – włókna czerwone, IIA – włókna pośrednie i IIB – włókna białe. Stwierdzono, że liczba włókien mięśniowych jest określona genetycznie, a występujące w niej zmiany mogą być spowodowane różnicami rasowymi (schematem krzyżowania). Tuczniaki mieszańce po knurach rasy pietrain charakteryzowały się największym udziałem włókien mięśniowych białych, a najmniejszym udziałem włókien czerwonych w porównaniu z tucznikami mieszańcami po knurach rasy duroc. W mięśniach tych tuczników występowały najczęściej zmiany wielkości włókien. Średnica włókien mięśniowych uzależniona była od rasy, żywienia (lub dodatków np. izomerów CLA), masy ciała oraz rodzaju mięśnia. Płeć nie miała wpływu na kompozycję poszczególnych typów włókien mięśniowych, wpływała natomiast na średnicę włókien mięśniowych białych i pośrednich. Wraz ze wzrostem masy ciała zwiększała się średnica włókien mięśniowych. Procentowy udział włókien mięśniowych oraz średnica tych włókien zależały nie tylko od rodzaju mięśnia, ale również od miejsca pobrania próby w obrębie tego samego mięśnia.

Słowa kluczowe: tuczniaki, rasa, płeć, masa ciała, żywienie, mięśnie, profil histochemiczny

Wprowadzenie

Jakość wieprzowiny, jej walory dietetyczne i przydatność technologiczna uzależnione są zarówno od czynników genetycznych, jak i środowiskowych, szczególnie żywieniowych [6]. Z dotychczasowych badań wynika, że wielkość i ilość

Prof. dr hab. W. Migdał, Katedra Przetwórstwa Produktów Zwierzęcych, Wydz. Technologii Żywności, Akademia Rolnicza, ul. Balicka 122, 30-149 Kraków, dr D. Wojtysiak, Katedra Rozrodu i Anatomii Zwierząt, Wydz. Hodowli i Biologii Zwierząt, Akademia Rolnicza, al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków, dr inż. P. Paściak, Ecopig, 41-510 Wojkowice Kościelne 28

poszczególnych typów włókien decydują o „charakterze czynnościowym” mięśnia, a tym samym o jego jakości oraz wartości technologicznej i kulinarnej [6]. Każdy mięsień szkieletowy ssaków ma określony profil typów włókien mięśniowych, który decyduje o jego fizjologicznej funkcji [11]. Różnice pomiędzy poszczególnymi typami włókien mięśniowych polegają głównie na ich właściwościach metabolicznych tj. metabolizmie oksydacyjnym. Brooke i Kaiser [2] sklasyfikowali włókna mięśniowe, uwzględniając aktywność ATP-azy miozynowej, wyróżniając włókna mięśniowe I – czerwone (skurcz wolny, odporne na zmęczenie) i II – białe (skurcz szybki, wrażliwe na zmęczenie). Greaser i wsp. [13], używając monoklonalnych przeciwciał skierowanych przeciw różnym izoformom miozyny (MyHC), podzielili włókna mięśniowe na: I – wolne o metabolizmie oksydacyjnym, IIB – szybkie o metabolizmie glikolitycznym oraz IIX lub IIA – szybkie o metabolizmie oksydacyjno-glikolitycznym. Karlsson i wsp. [20] stwierdzili, że istnieje korelacja pomiędzy klasyfikacją włókien mięśniowych uwzględniającą aktywność ATP-azy miozynowej i klasyfikacji opartej na obecności różnych izoform miozyny (MyHC). Znane są zależności pomiędzy proporcją poszczególnych typów włókien mięśniowych oraz ich średnicą a jakością technologiczną i konsumpcyjną mięsa [5, 7, 15, 29, 35]. Stąd też poprzez zmiany w kompozycji oraz wielkości włókien mięśniowych można wpływać nie tylko na „charakter czynnościowy” mięśnia, lecz także na jego jakość [6, 13, 19]. Z dotychczasowych badań wynika, że liczba włókien mięśniowych jest ustalona genetycznie, a występujące w niej zmiany mogą być związane z żywieniem [14, 21, 31], wiekiem i masą ciała [4, 23], intensywną selekcją [3] czy różnicami rasowymi [11, 12, 19, 24, 25, 26, 30]. Wiele wskazuje też na to, że biologiczne różnice między samcami i samicami, sposób zachowania, aktywność fizyczna może wpływać na profil włókien mięśniowych [17, 18, 26, 32, 33]. Ponadto występuje zróżnicowanie w kompozycji włókien mięśniowych poszczególnych mięśni (np. pomiędzy mięśniem najdłuższym *m. longissimus* a mięśniem półbłoniastym *m. semimembranosus*), jak i w różnych częściach tego samego mięśnia [16, 27, 34]. Prace z zakresu genetyki mające na celu zwiększenie mięsności świń spowodowały zakłócenie mechanizmów regulacyjnych organizmu. Efektem tego jest wystąpienie zmian histopatologicznych: zmiany wielkości i kształtu włókien (włókna: atroficzne, hipertroficzne-olbrzymie, trójkątne, trapezowate, kwadratowe), zmiany zwyrodnieniowe (przerost tkanki łącznej) oraz martwica włókien. Zmiany te występują najczęściej u tuczników z udziałem świń ras pietrain lub belgijskiej zwislouchej i wpływają na pogorszenie jakości mięsa wieprzowego. Polskie tuczniki nie są wolne od zmian patologicznych w mięśniach [1].

Celem podjętych badań było porównanie kompozycji i grubości włókien mięśniowych w mięśniach tuczników w zależności od schematu krzyżowania, płci, masy ciała, żywienia oraz rodzaju mięśnia.

Materiał i metody badań

Przeprowadzono 5 różnych doświadczeń, w których bezpośrednio po uboju tuczników (do 20 min) pobierano próbki mięśni i zamrażano je w ciekłym azocie. Następnie w temp. -25°C próbki skrawano w kriostacie typu Slee MEV (Niemcy) na skrawki grubości $10\ \mu\text{m}$. W celu wyróżnienia trzech typów włókien mięśniowych (I – włókna czerwone o wysokiej aktywności enzymatycznej, IIA – włókna pośrednie o średniej aktywności oraz IIB – włókna białe o słabej aktywności enzymatycznej – według Brooke i Kaisera [2]) przeprowadzono reakcję histochemiczną na aktywność diaforazy [9]. Udział procentowy poszczególnych typów włókien mięśniowych obliczano w mikroskopie świetlnym Nikon E600 na podstawie oceny 30 wiązek mięśniowych, natomiast średnicę (największą) trzech typów włókien oceniano na przekrojach poprzecznych co najmniej 300 włókien z każdej analizowanej próbki, zgodnie z metodą podaną przez Brooke i wsp. [2]. Pomiary prowadzono przy użyciu programu komputerowego MultiScan Base98. Wyniki opracowano statystycznie obliczając średnią arytmetyczną i odchylenie standardowe ($\bar{x} \pm s$) analizowanych pomiarów. Do oceny istotności różnic między wartościami średnimi pomiarów zastosowano test *t*-Studenta ($p \leq 0,05$).

Doświadczenie I – Wpływ płci na cechy mikrostruktury m. longissimus thoracis i m. longissimus lumborum

Badania przeprowadzono na 6 loszkach i 6 wieprzkach mieszańcach [$\text{♀}(\text{♀pbz} \times \text{♂wbp}) \times \text{♂linia 990}$] pochodzących z tego samego miotu. Po uzyskaniu masy ciała ok. 105 kg tuczniki poddawano ubojowi, a następnie (do 20 min) z prawej półtuszy pobierano próbki mięśnia najdłuższego *m. longissimus thoracis* (LT) na wysokości szóstego kręgu piersiowego oraz *m. longissimus lumborum* (LL) na wysokości piątego kręgu lędźwiowego.

Doświadczenie II – Wpływ rasy na cechy mikrostruktury m. longissimus

Badania przeprowadzono na 30 tucznikach pochodzących z trzech różnych miotów (po 5 loszek i 5 wieprzków z każdego miotu). Trzy lochy rasy polskiej białej zwislouchej, będące pełnymi siostrami, pokryto knurami ras: duroc, hampshire lub pietrain i otrzymano tuczniki mieszańce LD ($\text{♀pbz} \times \text{♂duroc}$), LH ($\text{♀pbz} \times \text{♂hampshire}$), oraz LP ($\text{♀pbz} \times \text{♂pietrain}$). Po uzyskaniu masy ciała ok. 115 kg tuczniki poddawano ubojowi, a następnie (do 20 min) z prawej półtuszy pobierano próbki mięśnia najdłuższego *m. longissimus* między 13. a 14. żebrzem.

Doświadczenie III – Wpływ masy ciała na cechy mikrostruktury m. semimembranosus

Badania przeprowadzono na 8 tucznikach mieszańcach [$\text{♀}(\text{♀pbz} \times \text{♂wbp}) \times \text{♂pietrain}$] pochodzących z tego samego miotu (4 loszki i 4 wieprzki). Połowę

zwierząt (2 loszki i 2 wieprzki) poddawano ubojowi po osiągnięciu masy ciała ok. 100 kg, a pozostałe po osiągnięciu masy ciała 130 kg. Do 20 min po uboju z prawej półtuszy pobierano próbki mięśnia półbłoniastego *m. semimembranosus*.

Doświadczenie IV – Wpływ diety – dodatek olejów kukurydzianego, słonecznikowego lub izomerów sprzężonego kwasu linolowego – CLA na cechy mikrostruktury m. semimembranosus

Badania przeprowadzono na 36 tucznikach mieszańcach [♀(♀wbp × ♂pbz) × ♂pietrain)] przydzielonych losowo do trzech grup żywieniowych (n = 12 w tym 6 loszek i 6 wieprzków). W grupie I zastosowano dodatek oleju kukurydzianego do paszy w ilości 2%, w grupie II dodatek oleju słonecznikowego w ilości 2%, a w grupie III dodatek 2% izomerów sprzężonego kwasu linolowego (CLA). Mieszanka treściwa dla tuczników zawierała 17,75% białka ogółem; 4,79% ekstraktu eterowego; 2,74% włókna surowego; 13,2 MJ/kg energii metabolicznej kalkulowanej; 0,82% ogólnego Ca; 0,30% P strawnego. Do badań histochemicznych pobierano próbki mięśnia półbłoniastego *m. semimembranosus* (do 20 min po uboju).

Doświadczenie V – Różne części mięśnia półścięgnistego m. semitendinosus a jego mikrostruktura

Do badań histochemicznych pobierano, do 20 min po uboju, 3 próbki mięśnia półścięgnistego *m. semitendinosus*. – przy przyczepie początkowym (część dogłowowa), końcowym (część doogonowa) oraz z części środkowej – od 6 loszek (program hodowlany JSR NEWSHAM) o masie ciała ok. 105 kg.

W okresie wzrostu zwierzęta były żywione zgodnie z Normami Żywienia Świń (1993) pełnodawkową mieszanką treściwą.

Wyniki i dyskusja

Na podstawie profilu histochemicznego mięśnia najdłuższego (*m. longissimus thoracis* i *m. longissimus lumborum*) loszek i wieprzków (tab. 1) dowiedziono, że najliczniejszą grupę stanowiły włókna mięśniowe białe o największej średnicy, a najmniej liczne były włókna pośrednie i czerwone o najmniejszej średnicy. Potwierdzają to wcześniejsze badania prowadzone na świniami przez innych autorów [10, 26]. Procentowy udział badanych typów włókien mięśniowych nie był uzależniony od płci tuczników. Stwierdzono natomiast wpływ płci na średnicę włókien mięśniowych białych i pośrednich. Znajduje to potwierdzenie we wcześniejszych badaniach przeprowadzonych na świniami przez Kłosowską [22]. W *m. longissimus thoracis* i *m. longissimus lumborum* wieprzków stwierdzono większe średnice włókien białych w porównaniu z loszkami. Zmiana grubości włókien mięśniowych białych może w pewnym stopniu wpływać na jakość mięsa. Cameron i wsp. [6] twierdzą, że

wzrost grubości włókien mięśniowych białych dodatkowo koreluje z kruchością, a ujemnie z soczystością mięsa, natomiast większa grubość włókien mięśniowych czerwonych dodatkowo koreluje z soczystością, a ujemnie z kruchością. Wzrost grubości włókien mięśniowych pośrednich może być związany z wielkością przyrostów dziennych masy ciała [26, 29].

Tabela 1

Zawartość oraz średnica włókien mięśniowych w mięśniu najdłuższym klatki piersiowej (*m. longissimus thoracis*) i mięśniu najdłuższym lędźwi (*m. longissimus lumborum*) tuczników.

Content and diameter of muscle fibres in *m. longissimus thoracis* and in *m. longissimus lumborum* in fatteners.

Typy włókien Fibre types	Wieprzki / Bars				Loszki / Gilts			
	<i>m. longissimus thoracis</i>		<i>m. longissimus lumborum</i>		<i>m. longissimus thoracis</i>		<i>m. longissimus lumborum</i>	
	\bar{x}	s / SD	\bar{x}	s / SD	\bar{x}	s / SD	\bar{x}	s / SD
Zawartość włókien mięśniowych [%] / Per cent content of muscle fibres [%]								
Czerwone / Red (I)	18,66	1,56	22,18	3,52	19,84	1,52	21,81	2,65
Pośrednie Intermediate IIA	11,97	1,26	14,29	3,43	15,66	1,24	15,83	1,83
Białe / White (IIB)	69,37	2,19	63,53	5,59	64,50	2,22	62,36	3,91
Średnica włókien mięśniowych [μm] / Diameter of muscle fibres [μm]								
Czerwone / Red (I)	52,14 ^{ax}	1,94	78,11 ^{bx}	3,15	52,77 ^{ax}	1,77	62,91 ^{by}	2,06
Pośrednie Intermediate (IIA)	59,31 ^{ax}	2,14	93,45 ^{bx}	3,29	61,64 ^{ax}	2,01	69,25 ^{by}	1,59
Białe / White (IIB)	72,64 ^{ax}	1,81	100,67 ^{bx}	3,09	68,72 ^{ax}	1,65	78,99 ^{by}	2,22

Objaśnienia: / Explanatory notes:

\bar{x} – wartość średnia / mean value; s – odchylenie standardowe / SD – standard deviation;

a, b – (w obrębie płci) – wartości średnie odnoszące się do mięśni, oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy $p < 0,05$;

a, b – (within each gender) – mean values referring to muscles and denoted by different letters differ statistically significant at $p < 0,05$;

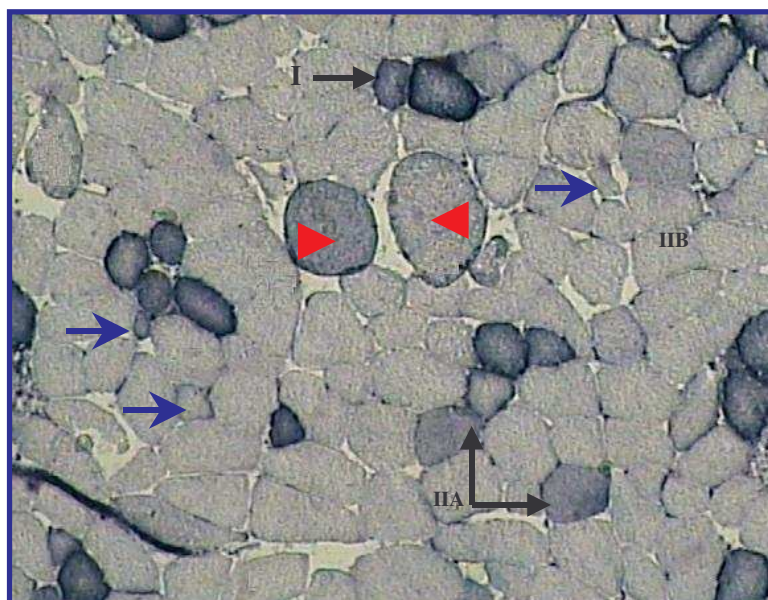
x, y – (w obrębie mięśni) – wartości średnie odnoszące się do płci, oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy $p < 0,05$;

x, y – (within the muscles) – mean values referring to genders and denoted by different letters differ statistically significant at $p < 0,05$.

Wyniki uzyskane w doświadczeniu II wskazują na wpływ genotypu (rasy knura) na profil histochemiczny mięśnia najdłuższego (*m. longissimus*) (tab. 2). Tuczники mieszańce po knurach rasy pietrain charakteryzowały się największym udziałem włókien mięśniowych białych, a najmniejszym udziałem włókien czerwonych w porównaniu z tucznikami mieszańcami po knurach rasy duroc. Ponadto średnica włókien mięśniowych białych i czerwonych tuczników po knurach rasy pietrain była

statystycznie istotnie większa w porównaniu z tucznikami po knurach rasy duroc i hampshire. Brocks i wsp. [3] oraz Kłosowska i Fiedler [25] uważają, że udział poszczególnych włókien mięśniowych jest uwarunkowany genetycznie i jest charakterystyczny dla poszczególnych ras i mieszańców. Ruusunen i Puolanne [30] stwierdzili, że mięśnie świń rasy hampshire mają charakter oksydatywny (przewaga włókien czerwonych) w porównaniu z mięśniami świń rasy landrace czy yorkshire. Kłosowska i Fiedler [25] sugerują, że większy udział włókien typu glikolitycznego, włókien angulanych oraz olbrzymich wiąże się z genetyczną predyspozycją do występowania wodnistości mięsa u świń.

Na fot. 1. przedstawiono przekrój wiązki mięśniowych *m. longissimus lumborum* tuczników po knurze rasy pietrain. Na uwagę zasługuje występowanie zmian wielkości i kształtu włókien – włókna olbrzymie oraz zniekształcone.



(I) – włókna czerwone - red fibres; (IIA) - włókna pośrednie - intermediate fibres;
 (IIB) - włókna białe - white fibres; (▶) – włókna olbrzymie – giant fibres; (→) – włókna zniekształcone
 – angular fibres

Fot. 1. Struktura włókien mięśniowych *m. longissimus lumborum* tuczników.
 Phot. 1. Structure of muscle fibres of *m. longissimus lumborum* in fatteners.

W tab. 3. przedstawiono wpływ masy ciała w dniu uboju na profil histochemiczny włókien mięśniowych tuczników mieszańców po knurach rasy pietrain. Wraz ze zwiększeniem masy ciała tuczników zwiększał się udział włókien mięśniowych

białych, a zmniejszał włókien czerwonych. Zwiększała się również średnica wszystkich

Tabela 2

Udział oraz średnica włókien mięśniowych *m. longissimus* tuczników mieszańców ($\bar{x} \pm s$).
Content and diameter of muscle fibres in *m. longissimus* in fatteners - crossbreeds ($\bar{x} \pm SD$).

Typy włókien / Fibre types	♀ rasy pbz / ♀ Polish landrace ×		
	♂ Duroc	♂ Hampshire	♂ Pietrain
Udział włókien mięśniowych [%] / Per cent content of muscle fibres [%]			
Czerwone / Red (I)	13,8 ± 1,6 ^a	7,8 ± 1,4 ^b	6,3 ± 2,1 ^b
Pośrednie / Intermediate (IIA)	10,4 ± 2,1	12,1 ± 1,7	10,3 ± 2,2
Białe / White (IIB)	76,8 ± 1,7 ^a	80,1 ± 1,4 ^b	83,4 ± 1,5 ^c
Średnica włókien mięśniowych [µm] / Diameter of muscle fibres [µm]			
Czerwone / Red (I)	72,1 ± 2,1 ^a	83,1 ± 1,6 ^b	90,8 ± 1,9 ^c
Pośrednie / Intermediate (IIA)	80,9 ± 1,4	79,6 ± 2,1	80,3 ± 1,2
Białe / White (IIB)	72,1 ± 2,1 ^a	83,1 ± 1,6 ^b	90,8 ± 1,9 ^c

Objaśnienia: / Explanatory notes:

a, b, c (w rzędach) – wartości średnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy $p < 0,05$ / mean values denoted by different letters differ statistically significant at $p < 0,05$.

Tabela 3

Udział oraz średnica włókien mięśniowych *m. semimembranosus* tuczników mieszańców w zależności od masy ciała ($\bar{x} \pm s$).

Content and diameter of muscle fibres in *m. semimembranosus* in fatteners - crossbreeds depending on the body weight ($\bar{x} \pm SD$).

Typy włókien / Fibre types	Masa ciała / Body weight [kg]	
	100 kg	130 kg
Udział włókien mięśniowych [%] / Per cent content of muscle fibres [%]		
Czerwone / Red (I)	24,18 ± 1,01 ^{bx}	15,6 ± 1,1 ^{cy}
Pośrednie / Intermediate (IIA)	14,11 ± 0,99 ^{bx}	13,8 ± 1,4 ^{bx}
Białe / White (IIB)	61,56 ± 1,24 ^{ax}	70,6 ± 1,9 ^{ay}
Średnica włókien mięśniowych [µm] / Diameter of muscle fibres [µm]		
Czerwone / Red (I)	57,22 ± 2,53 ^{cx}	74,8 ± 2,4 ^{by}
Pośrednie - intermediate (IIA)	68,49 ± 2,77 ^{bx}	82,6 ± 3,4 ^{ay}
Białe - white (IIB)	80,69 ± 3,2 ^{ax}	88,4 ± 3,4 ^{ay}

Objaśnienia: / Explanatory notes:

x, y (w rzędach) – wartości średnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy $p < 0,05$ / mean values denoted by different letters differ statistically significant at $p < 0,05$.

a, b, c (w kolumnach) – wartości średnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy $p < 0,05$ / mean values denoted by different letters differ statistically significant at $p < 0,05$.

analizowanych włókien mięśniowych. Jarmuż [17], w badaniach prowadzonych na buhajkach, wykazał, że wraz z wiekiem i wzrostem masy ciała zmniejsza się liczba włókien mięśniowych czerwonych na korzyść włókien mięśniowych białych. Zmiany te autor tłumaczy możliwością transformacji włókien mięśniowych pośrednich o wyższej aktywności oksydacyjnej we włókna o niższej aktywności oksydacyjnej, tj. włókna białe. Zwiększanie się średnicy włókien mięśniowych u ciężkich tuczników (120–130 kg) wpływa korzystnie na zdolności przetwórcze mięsa [29]. Mięśnie składające się z grubszych włókien łatwiej poddają się zabiegowi masowania.

Tabela 4

Zawartość oraz średnica włókien mięśniowych *m. semimembranosus* w badanych grupach zwierząt żywionych paszą z dodatkiem: grupa I - oleju kukurydzianego, grupa II - oleju słonecznikowego i grupa III - izomerów CLA ($\bar{x} \pm s$).

Content and diameter of muscle fibres in *m. semimembranosus* in examined groups of animals fed with a feed supplemented with: corn oil – in group I; sunflower oil - in group II; and CLA - in group III ($\bar{x} \pm SD$).

Typy włókien / Fibre types	Grupy żywieniowe / Feeding group		
	Grupa I / Group I	Grupa II / Group II	Grupa III / Group III
Zawartość włókien mięśniowych [%] / Per cent content of muscle fibres [%]			
Czerwone / Red (I)	24,3 ± 1,1 ^{ax}	15,6 ± 1,2 ^{ay}	15,0 ± 1,4 ^{ay}
Pośrednie / Intermediate (IIA)	14,1 ± 1,0 ^{bx}	13,8 ± 1,4 ^{ax}	15,1 ± 2,2 ^{ax}
Białe / White (IIB)	61,6 ± 1,2 ^{cx}	70,6 ± 1,9 ^{by}	69,9 ± 2,6 ^{by}
Średnica włókien mięśniowych [µm] / Diameter of muscle fibres [µm]			
Czerwone / Red (I)	57,2 ± 2,5 ^{ax}	74,8 ± 2,4 ^{ay}	81,4 ± 4,0 ^{ay}
Pośrednie / Intermediate (IIA)	68,5 ± 2,8 ^{ax}	82,6 ± 3,4 ^{by}	93,9 ± 2,9 ^{bz}
Białe / White (IIB)	80,7 ± 3,2 ^{bx}	88,4 ± 3,4 ^{by}	96,7 ± 3,0 ^{bz}

Objaśnienia: / Explanatory notes:

a, b, c – wartości średnie (w kolumnach) oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie $p \leq 0,05$ / mean values (in column) denoted by different letters differ statistically significantly at $p \leq 0,05$.
x, y, z – wartości średnie (w rzędach) oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie $p \leq 0,05$ / mean values (in rows) denoted by different letters differ statistically significantly at $p \leq 0,05$.

W tab. 4. przedstawiono wpływ żywienia (dodatku różnych olejów roślinnych) tuczników na profil histochemiczny włókien mięśniowych. Stwierdzono zwiększenie się średnicy włókien mięśniowych tuczników żywionych paszą z dodatkiem oleju słonecznikowego (grupa II) i izomerów CLA (grupa III). W mięśniu półbłoniastym tuczników otrzymujących dodatek oleju kukurydzianego stwierdzono przewagę włókien czerwonych. Jednocześnie włókna te charakteryzowały się najmniejszą średnicą. Nuernberg i wsp. [28] nie stwierdzili wpływu 5-procentowego dodatku oliwy

z oliwek lub oleju lnianego na skład tuszy i jakość mięsa loszek i wieprzków. Loszki charakteryzowały się większą powierzchnią przekroju poprzecznego (CSA) *m. longissimus* w porównaniu z wieprzkami, będącą efektem zwiększonej średnicy wszystkich typów włókien. Zwiększenie grubości włókien mięśniowych korzystnie wpływa na zdolności przetwórcze mięsa [29]. Essen-Gustavsson i wsp. [11] wykazali większe nagromadzenie lipidów we włóknach mięśniowych czerwonych. Większy udział procentowy włókien mięśniowych czerwonych w grupie I mógł poprawiać kruchość wieprzowiny. Dodatek izomerów CLA w paszy dla tuczników zwiększył średnicę wszystkich rodzajów włókien mięśniowych, wzbogacając jednocześnie tłuszcz w izomery CLA.

Tabela 5

Zawartość oraz średnica włókien mięśniowych w mięśni półścięgnistym *m. semitendinosus* tuczników JSR ($\bar{x} \pm s$).

Content and diameter of muscle fibres in *m. semitendinosus* in JSR fatteners ($\bar{x} \pm SD$).

Typy włókien / Fibre types	Części <i>m. semitendinosus</i> / Part of <i>m. semitendinosus</i>		
	Początkowa / Initial	Środkowa Middle	Końcowa End
Zawartość włókien mięśniowych [%] / Per cent content of muscle fibres [%]			
Czerwone / Red (I)	30,36±3,02 ^{ax}	25,09±2,20 ^{ay}	38,37±4,13 ^{axz}
Pośrednie / Intermediate (IIA)	15,39±1,36 ^{bx}	10,26±0,41 ^{by}	11,18±0,53 ^{bz}
Białe / White (IIB)	54,08±6,31 ^{cx}	64,3± 8.98 ^{cy}	50,45±5,24 ^{acxy}
Średnica włókien mięśniowych [µm] / Diameter of muscle fibres [µm]			
Czerwone / Red (I)	65,18±3,42 ^{ax}	68,42±2,69 ^{ax}	68,04±1,98 ^{ax}
Pośrednie / Intermediate (IIA)	87,27±2,17 ^{bx}	82,56±3,04 ^{bx}	81,03±3,34 ^{bx}
Białe / White (IIB)	96,41±2,21 ^{cx}	95,19±3,82 ^{cx}	99,06±3,49 ^{cx}

Objaśnienia: / Explanatory notes:

a, b, c – wartości średnie (w kolumnach) oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie $p \leq 0,05$ / mean values (in column) denoted by different letters differ statistically significantly at $p \leq 0,05$

x, y, z – wartości średnie (w rzędach) oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie $p \leq 0,05$ / mean values (in rows) denoted by different letters differ statistically significantly at $p \leq 0,05$

W tab. 5. przedstawiono profil histochemiczny włókien mięśniowych części początkowej, środkowej i końcowej mięśnia półścięgnistego (*m. semitendinosus*) tuczników z programu hodowlanego JSR. Część środkowa *m. semitendinosus* charakteryzowała się większym udziałem włókien białych, natomiast części skrajne większym udziałem włókien czerwonych. Miejsca przyczepu mięśnia są narażone na większe zmęczenie, dlatego też w tych częściach mięśnia przeważają czerwone włókna mięśniowe. Nie obserwowano istotnych różnic w średnicy włókien mięśniowych w

poszczególnych częściach *m. semitendinosus*. Wykazano natomiast statystycznie istotne różnice w średnicy poszczególnych typów włókien mięśniowych pomiędzy mięśniem najdłuższym lędźwi (*m. longissimus lumborum*) a mięśniem najdłuższym klatki piersiowej (*m. longissimus thoracis*) (tab. 1). Mięsień najdłuższy lędźwi zarówno loszek, jak i wieprzków charakteryzował się większą średnicą wszystkich typów włókien mięśniowych w porównaniu z mięśniem najdłuższym klatki piersiowej. Stwierdzono jednocześnie, zarówno u loszek jak i u wieprzków, większą liczbę włókien czerwonych w mięśniu najdłuższym lędźwi w porównaniu z mięśniem najdłuższym klatki piersiowej. We wcześniejszych badaniach mięśni bydła [28], świń [16] oraz królików [34] wykazano również zróżnicowanie średnicy i kompozycji włókien mięśniowych w różnych częściach *m. longissimus*.

Wnioski

1. Liczba włókien mięśniowych jest określona genetycznie, a występujące w niej zmiany mogą być warunkowane różnicami rasowymi (schematem krzyżowania), rodzajem mięśnia lub miejscem pobrania próby.
2. Średnica włókien mięśniowych uzależniona jest od rasy, żywienia (modyfikacja paszy dodatkami, np. izomerami CLA), masy ciała oraz rodzaju mięśnia.
3. Wielkość i liczba poszczególnych typów włókien mięśniowych decydują o „charakterze czynnościowym” mięśnia, a w konsekwencji o jego jakości oraz wartości technologicznej i kulinarnej.
4. Płeć nie ma wpływu na kompozycję poszczególnych typów włókien mięśniowych, wpływa natomiast na ich średnicę.

Literatura

- [1] Bogucka J., Kapelański W.: Histopathological changes in *longissimus lumborum* muscle of Polish Landrace and crossbred Stamboek and Torhyb pigs. Anim. Sci. Pap. Rep., 2004, **22**, supp. **3**, 67-72.
- [2] Brooke M.H., Kaiser K.: Muscle fibre type: how many and what kind? Archives of Neurology, 1970, **23**, 369-370.
- [3] Brocks L., Hulsegge B., Merkus G.: Histochemical characteristic in relation to meat quality properties in the Longissimus Lumborum of fast and lean growing lines of large White pigs. Meat Sci., 1998, **50** (4), 441-420.
- [4] Candek-Potokar M., Lefaucheur L., Zlender B., Bonneau M.: Effect of slaughter weight and/or age on histological characteristics of pigs longissimus dorsi muscle as related to meat quality. Meat Sci., 1999, **52**, 195-203.
- [5] Cameron N.D., Oksbjerg N. and Henckel P.: Muscle fibre characteristics of pigs selected for components of efficient lean growth rate. BSAS Annual Meeting, 1997, 32.
- [6] Cameron N.D., Oksbjerg N., Henckel P., Nute G., Brown S., Wood J.D.: Relationships between muscle fibre traits with meat and eating quality in pigs. BSAS Annual Meeting, 1998, 123.
- [7] Cameron N.D., Nute G.R., Brown S.N., Enser M., Wood J.D.: (1999). Meat quality of Large White pig genotype selected for components of efficient lean growth rate. Animal Sci., 1999, **68**, 115-127.

- [8] Dietl G., Groeneveld E., Fiedler I.: Genetic parameters of muscle structure traits in pigs. 44th Annu. Meeting EAAP, Aarhus, Denmark 1993.
- [9] Dubovitz V., Brooke M.H., Neville H.E.: Muscle biopsy. A Modern Approach. W.B. Saunders Company LTD London, Philadelphia, Toronto 1973.
- [10] Ender K.: Future demands on meat quality. Proc. 2nd Dummerstorf Muscle Workshop Muscle Growth and Meat Quality, Rostock, Germany 1995, p. 58.
- [11] Essén-Gustavsson B., Karlsson A., Lundström K., Enfält A.C.: 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., 1994, **38**, 269-277.
- [12] Fiedler I., Nurnberg K., Hardge T., Nurnberg G., Ender K.: Phenotypic variation of muscle fibres and intramuscular fat traits in longissimus muscle of F₂ population Duroc x Berlin Miniature Pig and its relationship to meat quality. Meat Sci., 2003, **63**, 131-139.
- [13] Greaser M.L., Okachi H., Sośnicki A.: Role of fiber types in meat quality. Proc. of the 47th Int. Congress of Meat Sci. and Technol., Kraków 2001, I, pp. 34-37.
- [14] Harrison A.P., Rowleson A.M., Dauncey M.J.: Selective regulation of myofiber differentiation by energy status during post-natal development. Am. J. Phys., 1996, **270**, R667.
- [15] Henckel P., Oksbjerg N., Erlandsen E., Barton-Gade P. and Bejerholm C.: Histo- and biochemical characteristics of the *longissimus dorsi* muscle in pigs and their relationships to performance and meat quality. Meat Sci., 1997, **47**, 311-321.
- [16] Iwamoto H., Ono Y., Kawaida H., Takahara H.: Histochemical fiber composition of *longissimus* muscle in the Berkshire pigs bred in Kagoshima prefecture. Jap. J. Zoot. Sci., 1989, **60**, 261-272.
- [17] Jarmuż W.: Ocena histologiczna włókien mięśniowych mięśnia najdłuższego grzbietu u buhajków rasy NCB. Roczn. Nauk Rol. ser. B, 1991, **107**, 4, 201-207.
- [18] Jurie C., Picard B., Geay Y.: Influences of the method of housing bulls on their body composition and muscle fibre types. Meat Sci., 1998, **50** (4), 457-469.
- [19] Karlsson A.H., Enfält A., Essen-Gustavsson B., Lundstrom K., Rydhmer I., Stern S.: Muscle histochemical and biochemical properties in relation to meat quality during selection for increased lean tissue growth rate in pigs. J. Anim. Sci., 1993, **71**, 930-938.
- [20] Karlsson A.H., Klont R.E., Fernandez J.A.: Skeletal muscle fibres as factor for pork quality. In: Quality of meat and fat in pigs affected by genetics and nutrition. EAAP Publication, 2000, **100**, 47-67.
- [21] Kiessling K., Lundstrom K., Petersson H., Stalhammar H.: Age and feed related changes of fibre composition. Swed. J. Agric. Res., 1982, **12**, 69-75.
- [22] Kłosowska D.: Kongress, Bern 1975. Das histologische Bild des Musculus longissimus dorsi des Schweines ante and post mortem. 21st Eur. Fleischforsch
- [23] Kłosowska D.: Cechy histologiczne i histochemiczne mięśni świń, bydła i drobiu a jakość mięsa. Prace Wydz. Nauk Przyrodniczych Bydgoskiego Towarzystwa Naukowego, Seria B, 1984, **31**, 1-129.
- [24] Kłosowska D., Kłosowski B., Kapelański W., Wegner J.: Muscle composition and fibre characteristics in M. longissimus lumborum of the pigs different breeds. Proc. of the 2nd Int. Conference „The influence of genetic and non genetic traits on carcass and meat quality”, Siedlce 1994, pp. 218-223.
- [25] Kłosowska D., Fiedler I.: Muscle fibre types in pigs of different genotypes in relations to meat quality. Anim. Sci. Pap. Rep., 2003, **21**, Supp. 1, 49-60.
- [26] Larzul C., Lefaucheur L., Ecolan P., Gogué J., Talmant A., Le Roy P., Monin G.: Phenotypic and genetic parameters for longissimus muscle fiber characteristics in relation to growth, carcass, and meat quality traits in Large White Pigs. J. Anim. Sci., 1997, **75**, 3126-3137.

- [27] Morita S., Iwamoto H., Fukumitsu Y., Gotoh T., Nishimura S., Ono Y.: Heterogeneous composition of histochemical fibre types in the different parts of *m. longissimus thoracis* from Mishima (Japanese native) steers. *Meat Sci.*, 2000, **54**, 59-63.
- [28] Nuernberg K., Fischer K., Nuernberg G., Kuechenmeister U., Kłosowska D., Eliminowska-Wenda G., Fiedler I., Ender K.: Effects of dietary olive and linseed oil on lipid composition, meat quality, sensory characteristics and muscle structure in pigs. *Meat Sci.*, 2005, **70**, 1, 63-74.
- [29] Oksbjerg N., Petersen J.S., Sorensen I.L., Hencsek P., Vestergaard M., Ertbjerg P., Moller A.J., Bejerholm C., Stoier S.: Long-term changes in performance and meat quality of Danish Landrace pigs: a study on a current compared with an unimproved genotype. *Animal Sci.*, 2000, **71**, 81-92.
- [30] Ruusunen M., Puolanne E.: Comparison of histochemical properties of different pig breeds. *Meat Sci.*, 1997, **45**, 119-125.
- [31] Solomon M.B., Campbell R.G., Steele N.C., Caperna T.J., McMurtry J.P.: Effect of feed intake and exogenous porcine somatotropin on longissimus dorsi muscle fiber characteristics of pigs weighing 55 kg live weights. *J. Anim. Sci.*, 1988, **66**, 3279-3284.
- [32] Solomon M.B., Campbell R.G., Steele N.C.: Effect of sex and exogenous porcine somatotropin on longissimus muscle fiber characteristics of growing pigs. *J. Anim. Sci.*, 1990, **68**, 1176-1181.
- [33] Swatland H.J.: Histochemical changes during muscle growth in pigs. *Zentralblatt fur Veterinarmedizin, seria A*, 1997, **24**, 248-251.
- [34] Vigeneron R., Bacou F., Ashmore C.R.: Distribution heterogeneity of muscle fiber types in the rabbit *longissimus* muscle. *J. Anim. Sci.*, 1976, **43**, 483-490.
- [35] Warriss P.D.: *Meat Science – an introductory text*. Cabi Publishing, England 2000.

**THE HISTOCHEMICAL PROFILE OF FATTENERS' MUSCLES DEPENDING
ON THE TYPE OF MUSCLES, GENDER AND BREED OF FATTENERS,
THEIR BODY WEIGH, AND FEEDING**

S u m m a r y

The pigs' skeletal muscles have a specific profile of muscle fibres, and this profile determines not only a functional character of each muscle, but, also, its technological and culinary properties. Five (5) experiments were performed during which samples of the muscles were taken upon the completed slaughter of fatteners, (not later than 20 minutes at the latest), and frozen in a liquid nitrogen. A histochemical reaction to determine the activity of NADH₂ (diaphorase) was performed, and three (3) types of muscle fibres were distinguished: I – red fibres; IIA – intermediate fibres, and IIB – white fibres. It was stated that the number of muscle fibres was genetically determined, and changes occurring in this number could be caused by breed differences (cross-breeding scheme). The fatteners cross-bred with Pietrain boars were characterized by the highest per cent content of white fibres of muscles, and by the lowest per cent content of red fibres compared with the fatteners cross-bred with Duroc boars. In the muscles of the latter fatteners, changes in the size of fibres occurred most frequently. The diameter of muscle fibres depended on the breed, feeding (or supplements, for example CLA isomers), body weight, and muscles type. The gender had no effect on the composition of individual types of muscle fibres, however, it impacted the diameter of white and intermediate fibres of muscles. Together with the increase in the body weight, there was an increase in the diameter of muscle fibres. The per cent content of muscle fibres, as well as their diameter depended not only on the muscle type, but, also, on the place within the muscle itself from which a sample was taken.

Key words: fatteners, breed, gender, body weight, feeding, muscle, histochemical profile 