

MIKROSTRUKTURA MIĘŚNIA NAJDŁUŻSZEGO GRZBIETU ŚWIŃ KILKU RAS Z UWZGLĘDNIENIEM GENOTYPU ODPORNOŚCI NA STRES (RYR1)

Joanna Bogucka

Zakład Histologii Zwierząt, Katedra Biotechnologii Zwierząt, Akademia Techniczno-Rolnicza, Bydgoszcz

1 WPROWADZENIE

Mięsność świń jest aktualnie jednym z najważniejszych problemów zarówno krajowej, jak i zagranicznej hodowli. Stanowi o ekonomicznie prowadzonego chowu i spełnia oczekiwania rynku zorientowanego na chudą, delikatną i dobrej jakości wieprzowinę. Ukierunkowało to prace hodowców, które sprawiły, że dzisiejszy producent żywca wieprzowego ma do dyspozycji zwierzęta – czystorasowe lub mieszańce – mające zdolność odkładania nawet powyżej 60% mięsa w tuszy. Należy zaznaczyć, że standard europejski określa średnią mięsność tuczników na poziomie ok. 55%.

Poprawa mięsności świń jest zadaniem dla hodowli niezwykle ważnym, ale w ostatnich latach dużego znaczenia nabiera także problematyka jakości i przydatności technologicznej wieprzowiny. Coraz bardziej bowiem zaznaczają się negatywne zależności między ilością i jakością odkładanego mięsa w tuszy. Przyczyny i uwarunkowania takich zależności są jednak jeszcze słabo poznane. Wymaga to więc szybkich działań i stosownych rozwiązań. Jak ważny jest to problem świadczą badania i opinie Pospiecha i wsp. [11], z których wynika, że straty ekonomiczne z powodu pogarszającej się jakości mięsa mogą być niekiedy większe niżeli zysk ze zwiększonej mięsności tusz.

Pewne oczekiwania związane z wyjaśnieniem problematyki zwiększania mięsności świń i obniżającej się jakości mięsa wiąże się z badaniami mikrostruktury tkanki mięśniowej oraz intensywnym rozwojem genetyki na poziomie molekularnym (cytogenetyki), sięgającej do analizy struktur DNA. Powiązania mikrostruktury

mięśni z jego fizjologiczno-biochemicznymi właściwościami, takimi jak m.in. aktywność enzymów oksydacyjnych lub glikolitycznych, a także kinetyka skurczu włókien mięśniowych – oprócz dużego znaczenia poznawczego – może mieć istotne znaczenie praktyczne. Może bowiem wyjaśniać podłoże kształtowania się mięsności i występowania niepożądanych właściwości mięsa (wad), a w konsekwencji wypracowania metod ograniczających przyczyny ich występowania. Pomocne mogą tu być metody wykorzystywane w badaniach właśnie genetyki molekularnej. Pierwszym sukcesem w tej dziedzinie była możliwość identyfikacji zmutowanej formy genu RYR1, określanej jako gen podatności na stres – RYR1^T lub Halⁿ. Stało się to istotnym krokiem na drodze poznania genetycznych uwarunkowań mięsności i jakości mięsa. Praktyczne wykorzystanie tego genu w hodowli stało się faktem.

Znajomość mikrostruktury tkanki mięśniowej, przy wykorzystaniu możliwie prostych metod jej różnicowania, może stać się także ważnym elementem właściwej i obiektywnej oceny jakości mięsa lub też metodą weryfikującą bądź wspomagającą dotychczasowe sposoby oceny.

Celem niniejszej pracy było porównanie mikrostrukturalnej budowy mięśnia *longissimus lumborum* świń czystorasowych i mieszańców o zróżnicowanym potencjale genetycznym w zakresie zdolności odkładania mięsa w tuszy, z uwzględnieniem oddziaływania genu warunkującego podatność świń na stres (RYR1^T). Podjęto również próbę wykazania powiązań między poszczególnymi typami włókien mięśniowych i ich wzajemnymi proporcjami w mięśniu,

a niektórymi cechami jakości mięsa, określanymi przy pomocy metod tradycyjnych.

2 MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Badaniami objęto 190 sztuk świń należących do 4 grup: polska biała zwisłoucha – pbz (30 szt.), pietrain – P (30 szt.), złotnicka pstra – zlp (30 szt.) oraz mieszańce trójrasowe ♂pietrain x ♀F₁ (wielka biała polska x polska biała zwisłoucha) – P x (wbp x pbz) (100 szt.).

Po uzyskaniu masy ciała ok. 105 kg wszystkie zwierzęta ubijano, zgodnie ze standardami obowiązującymi w przemyśle mięsny. W trakcie uboju, od każdej sztuki pobrano próbki krwi, a następnie przy pomocy metody PCR/RFLP oznaczono występowanie polimorficznych form genu RYR1 (Zakład Immunogenetyki IGIHZ PAN w Jastrzębcu). Po upływie 45 minut od uboju dokonywano pomiaru stopnia zakwaszenia mięśnia *m. longissimus lumborum* (pH₄₅) przy pomocy przenośnego pH-metru. Pobierano także próby mięśnia z odcinka lędźwiowego, między 4 i 5 kręgiem lędźwiowym. Bezpośrednio po pobraniu próby mrożono w ciekłym azocie. Zamrożone próbki mięśni przenoszono do kriostatu i ścinano na skrawki o grubości 10 µm. Następnie skrawki umieszczano na szkiełku podstawowym i poddawano procesom barwienia (Zakład Histologii Zwierząt ATR w Bydgoszczy). Przeprowadzono następujące reakcje histochemiczne:

- kombinowana reakcja na aktywność NADH-TR i ATP-azy miofibrylarniej dla wyróżnienia trzech typów włókien mięśniowych (STO – włókna wolno kurczące się, oksydacyjne – odpowiednik włókien czerwonych; FTO – włókna szybko kurczące się, oksydacyjne – odpowiednik włókien pośrednich i FTG – włókna szybko kurczące się, glikolityczne (odpowiednik włókien białych),
- reakcja PAS (*Periodic Acid Schiff*) – na wykazanie zawartości glikogenu we włóknach mięśniowych,
- barwienie czerwienią oleistą (*Oil Red*) dla określenia zawartości tłuszczu śródmięśniowego.

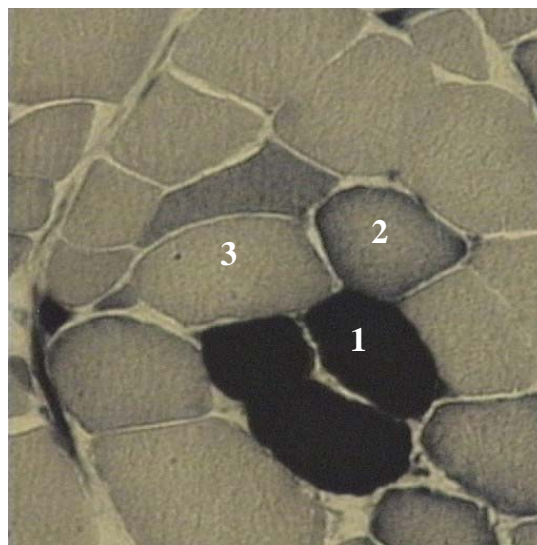
Pomiary średnic włókien mięśniowych, określenie procentowego udziału włókien STO, FTO i FTG oraz liczby włókien na powierzchni 1,089 mm² przeprowadzono przy zastosowaniu Systemu Analizy Obrazu Q 500 MC firmy

Leica. Przy pomocy tego samego systemu określono procentową zawartość tłuszczu śródmięśniowego na powierzchni 2,178 mm². Oceny zawartości glikogenu w tkance mięśniowej na powierzchni 1,089 mm² dokonano przy pomocy programu komputerowego autorstwa Śrutka i Kłosowskiej [13].

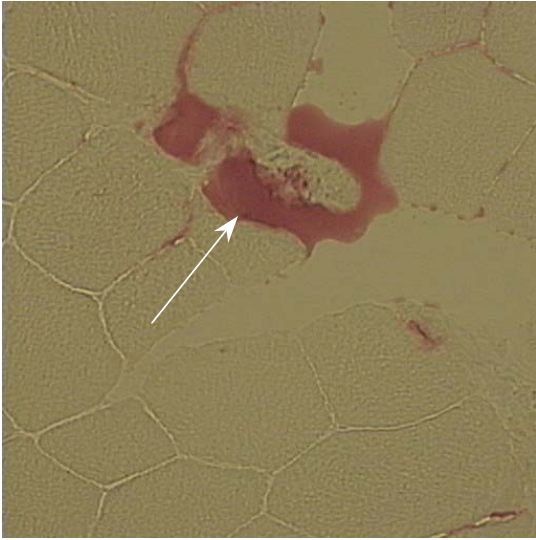
W trakcie dysekcji jednej półtuszy, zgodnie z metodyką opracowaną dla SKURTC, pobierano próby mięsa z części lędźwiowej mięśnia najdłuższego, celem wykonania analiz jakości mięsa (Katedra Hodowli Trzody Chlewnej ATR w Bydgoszczy). Obejmowały one:

- ocenę sensoryczną barwy, wodnistości i konsystencji mięsa. Dokonywał jej zespół 5 sędziów, według skali 5 punktowej. Wartość punktowej oceny 3 uznano za optymalną, a zakres 2,0 do 3,2 jako odpowiadającą mięsu dobrej jakości,
- ocenę fizykochemiczną: wodochłonności mięsa wyrażonej jako procentową zawartość wody luźnej w mięsie oraz nasycenie i jasność barwy mięsa oznaczonej przy użyciu spektrofotometru,
- 24 godziny po uboju określono ponownie stopień zakwaszenia mięsa – tzw. pH końcowe (pH_k).

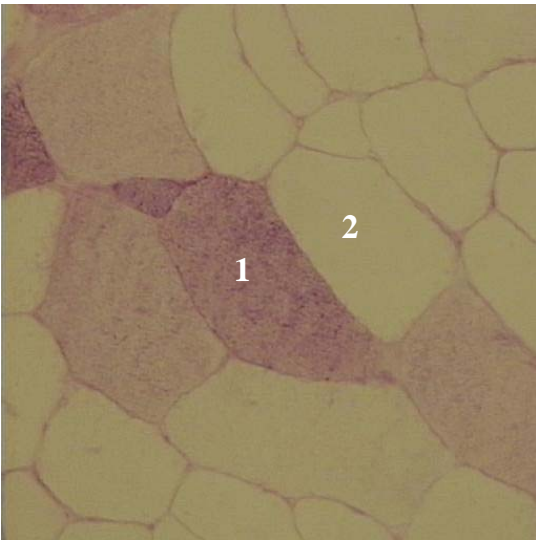
Dla wszystkich badanych cech sporządzono opis statystyczny, obliczając dla każdej z nich średnią arytmetyczną (\bar{x}) i odchylenie standardowe (s). Istotność różnic między grupami badano przy pomocy analizy wariancji oraz testu Duncana. Wszystkie obliczenia uzyskano przy użyciu programu komputerowego *STATISTICA*.



Rys. 1. Przekrój poprzeczny *m. longissimus lumborum*. Typy włókien mięśniowych: 1 – STO, 2 – FTO, 3 – FTG. Pow. 12,5 x 10.



Rys. 2. Przekrój poprzeczny *m. longissimus lumborum*. Tłuszcz śródmięśniowy (strzałka). Pow. 12,5 x 10.



Rys. 3. Przekrój poprzeczny *m. longissimus lumborum*. Glikogen (1 – duża zawartość, 2 – brak glikogenu). Pow. 12,5 x 10.

3 WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Przyrosty dobowe badanych grup świń wynosiły od 690 do 849 g. Najwyższe przyrosty osiągnęły mieszańce P x (wbp x pbz). Urbańczyk i wsp. [14] uzyskali nieco niższe przyrosty mieszańców po knurach pietrain i lochach F₁ (wbp x pbz) – 799 g. Przyrosty dobowe świń pietrain i pbz (690 i 703 g/dzień) były zbliżone do wyników osiągniętych w SKURTCh (695 i 794 g/dzień) [2].

Najlepszymi cechami rzeźnymi charakteryzowały się świnię rasy pietrain, które wykazały najcieńszą słoninę (1,71 cm), największą powierzchnię oka poledwicy (57,3 cm²) oraz najwięcej mięsa zarówno w szynce (81,8%), jak

i w całej tuszy (63,2%). Potwierdzono tym samym wyniki badań innych autorów [4, 12]. Najmniej korzystne wartości tych cech uzyskano u świń rasy złotnickiej pstrej (odpowiednio: 3,25 cm, 33,9 cm², 64,8% i 44,5%). Bardziej korzystnie kształtowały się wyniki oceny wartości rzeźnej świń rasy złotnickiej pstrej w badaniach Wajdy i Ratajszczaka [15].

Spośród wszystkich badanych grup świń najmniej korzystne cechy określające jakość mięsa wykazano u świń rasy pietrain. Mięso to charakteryzowało się znacznym zakwaszeniem w 45 minut po uboju (pH₁=5,73), najjaśnieszą barwą (27,35%) oraz najmniej korzystną wodochłonnością wyrażoną jako procentową zawartość wody luźnej w mięsie (23,97%). Niskie pH₁ mięsa świń rasy pietrain wykazali też inni autorzy [10, 11]. Ponadto Orzechowska i wsp. [10] najjaśnieszą barwę mięsa obserwowali także u świń rasy pietrain.

Klasyfikacja ogólna jakości mięsa wypadła również najmniej korzystnie u świń rasy pietrain. Wartości średnie klasyfikacji nie informują o częstości występowania osobników wykazujących wady mięsa w badanych grupach, dlatego wyliczono odsetek świń mających mięso normalne lub wadliwe. Mięso dobrej jakości występowało u 100% świń pbz, 93,33% świń rasy złp, 85% mieszańców i 53,33% świń rasy pietrain.

Genetycznie uwarunkowana podatność świń na stres wiąże się z istniejącym polimorfizmem genu RYR1, którego allele mogą tworzyć trzy rodzaje genotypów – RYR1^{CC} (homozygoty dominujące), RYR1^{CT} (heterozygoty) i RYR1^{TT} (homozygoty recesywne). Negatywne skutki obciążeń stresowych objawiają się głównie u osobników będących homozygotami recesywnymi (RYR1^{TT}). Rola recesywnego genu RYR1^T w kształtowaniu cech użytkowych świń, w tym jakości tusz i mięsa, jest już udowodniona i ze względu na stosunkowo duże możliwości ich kształtowania nie powinna być pomijana przy rozważaniu innych czynników, determinujących cechy produkcyjne świń, a w szczególności ilość i jakość pozyskiwanego mięsa.

Badania polimorfizmu genu RYR1 wykazały, że w badanej populacji zwierząt było 32,63% NN, 42,11% Nn i 25,26% nn. Zmutowany gen RYR1^T z największą częstotliwością występował u świń rasy pietrain. Dane z piśmiennictwa oceniają częstość występowania tego genu w populacji świń czystorasowych pietrain na 31-

100% [8]. Obecność genu RYR1^T wpływa na dobrą mięsność knurów, a dziedziczenie umożliwia uzyskiwanie z dużą pewnością bardzo dobrej mięsności potomstwa. Wraz ze wzrostem mięsności związanej z genem RYR1^T może dojść do pogorszenia jakości mięsa [8, 9].

W przypadku cech tucznych i rzeźnych wpływ genotypu RYR1 zaznaczył się w niewielkim stopniu. Nieco inaczej było w przypadku niektórych cech jakości mięsa, gdzie wykazano wyraźny wpływ genotypu RYR1 na pH₁ i wodochłonność mięsa. Najwyższą wartość pH₁ stwierdzono w mięsie świń o genotypie NN (6,62), a najniższą u świń podatnych na stres nn (5,86). Podobną zależność uzyskano w przypadku wodochłonności wyrażonej jako % wody luźnej w mięsie. Najmniej korzystny wynik zanotowano u świń nn (26,26%).

W niniejszych badaniach określono także częstość występowania wad jakości mięsa u zwierząt o różnych genotypach w stosunku do RYR1. Stwierdzono, że mięso dobrej jakości występowało u 93,54% osobników NN, 86,25% osobników Nn i u 66,67% osobników nn.

Tabela 1. Cechy mikrostruktury *musculus longissimus lumborum* świń badanych grup [1].

Badana cecha			Grupa			
			pbz	P	złp	P x (wbp x pbz)
Udział włókien [%]	STO	x	15,41 ^{ab}	12,84 ^{bc}	13,83 ^{bc}	16,53 ^{Aa}
		s	3,40	3,89	3,60	4,67
	FTO	x	14,43 ^B	16,66 ^B	23,71 ^A	16,55 ^B
s		4,44	5,48	3,01	5,75	
FTG	x	70,16 ^{Aa}	70,50 ^{Aa}	62,46 ^{Bc}	66,92 ^{Ab}	
	s	4,56	5,93	4,15	7,52	
Średnica włókien [%]	STO	x	44,30 ^B	44,25 ^B	47,85 ^A	48,16 ^A
		s	4,14	6,60	3,62	5,94
	FTO	x	42,03 ^B	43,00 ^B	41,56 ^B	47,92 ^A
s		3,56	4,95	3,34	6,49	
FTG	x	55,89 ^B	56,96 ^B	57,43 ^B	62,63 ^A	
	s	4,96	6,52	4,89	7,25	
L. włókien [pow. 1,089 mm ²]		x	259,93 ^A	227,40 ^B	258,33 ^A	193,17 ^C
		s	26,30	39,97	25,24	36,05
Udział tłuszczu [%]		x	3,22	2,09	3,48	2,26
		s	2,09	3,48	2,36	2,57
Udział glikogenu [%]		x	40,48	39,09	43,12	36,31
		s	16,11	21,26	13,97	17,14

Wartości oznaczone różnymi literami różnią się od siebie istotnie; duże litery przy p≤0,01, małe litery przy p≤0,05.

Analiza cech mikrostruktury (tabela 1) wykazała, że najczęściej włókien STO (czerwonych), najbardziej korzystnych z punktu widzenia cech jakości mięsa, stwierdzono u mieszańców P x

(wbp x pbz) (16,53%), a najmniej u świń rasy pietrain (12,84%). Niska zawartość włókien czerwonych u świń rasy pietrain jest zgodna z obserwacjami Kłosowskiej [5].

Udział włókien FTO (pośrednich) największy był u świń złp (23,71%), a najmniejszy u świń pbz (14,43%). Włókien o glikolitycznym charakterze przemian metabolicznych – FTG (białych) najwięcej odnotowano u świń pietrain (70,50%), a najmniej u świń złp (62,46%). Mniejszy udział włókien glikolitycznych wiąże się z korzystniejszymi cechami jakościowymi mięsa, co zauważyła Kłosowska [5], prowadząc badania na swniach rasy złotnickiej pstrej, pietrain oraz ich mieszańcach.

Pomiary średnic włókien mięśniowych wykazały, że największe średnice wszystkich typów włókien występowały w mięśniu najdłuższym łądźwi mieszańców (STO-48,16µm, FTO-47,92µm, FTG-62,63µm), a co się z tym wiąże zwierzęta te miały najmniej włókien na jednostkę powierzchni badanego mięśnia (193,17). Najdrobniejszą strukturą mięśnia charakteryzowały się swnie rasy pbz i złotnickiej pstrej. Średnica włókien FTG, znacznie przekraczająca pozostałe typy włókien oraz istotny wpływ rasy świń na grubość włókien mięśniowych wykazali w swoich pracach także inni autorzy [5, 6, 7].

Poziom tłuszczu śródmięśniowego ocenianego histochemicznie był niski we wszystkich grupach świń i średnio nie przekraczał 3,07%.

Udział glikogenu w mięśniu wahał się od 36,31% u mieszańców do 43,12% u świń rasy złotnickiej pstrej.

Porównanie mikrostruktury tkanki mięśniowej świń o odmiennych genotypach nie wykazało ich wpływu na udziały procentowe i średnicę włókien mięśniowych (STO, FTO i FTG) oraz na zawartość tłuszczu śródmięśniowego i glikogenu w *m. longissimus lumborum*. Analiza wykazała jedynie istotnie większą liczbę włókien mięśniowych u homozygot dominujących (204,17) w porównaniu z homozygotami recesywnymi (179,11) w grupie mieszańców P x (wbp x pbz). Brak różnic w proporcjach poszczególnych typów włókien mięśniowych między zwierzętami o genotypach RYR1^{CC} i RYR1^{TT} wykazali również Essen-Gustavson i wsp. [3].

Przedstawione współczynniki korelacji między przyrostami dobowymi a liczbą włókien przypadających na jednostkę powierzchni przekroju mięśnia ($r=-0,342^{xx}$) wskazują, że większe tempo wzrostu zwierząt powiązane było

z budową mięśnia o grubszych włóknach, mających większe średnice. Bardzo wyraźnie zależność ta ujawniła się w grupie mieszańców, które charakteryzowały się najszybszym tempem wzrostu i miały największe średnice wszystkich typów włókien mięśniowych. Niniejsze badania podkreślają ujemne zależności między cechami umięśnienia tuszy a liczbą włókien przypadającą na jednostkę powierzchni mięśnia ($r=-0,238^{xx}$ dla powierzchni oka poledwicy, $r=-0,202^x$ dla procentowej zawartości mięsa w szynce) i potwierdzają, że zróżnicowanie mięsności świń spowodowane było zjawiskiem hipertrofii włókien mięśniowych. Na podstawie wysoko istotnej korelacji między udziałem włókien FTG a jasnością barwy mięsa ($r=0,207^{xx}$) wywnioskowano, że świnię rasy pietrain, u których stwierdzono największy udział włókien FTG wykazywały najmniej korzystną barwę mięsa. Współczynniki korelacji między cechami mikrostruktury a cechami jakości mięsa okazały się być niskie, a zaskoczeniem był brak istotnych współzależności między udziałem poszczególnych typów włókien mięśniowych oraz poziomem glikogenu we włóknach a stopniem zakwaszenia mięsa w 45 minut po uboju.

4 WNIOSKI

- ◆ Badany materiał zwierzęcy charakteryzował się dobrą użytkowością tuczną i rzeźną. Najwyższe przyrosty dobowe osiągały mieszańce P x (wbp x pbz). Najlepszymi cechami rzeźnymi charakteryzowały się świnię rasy pietrain, mające najcieńszą słoninę, największą powierzchnię oka poledwicy oraz najwięcej mięsa w szynce i w całej tuszy. Najmniej korzystny wynik tych cech odnotowano u świń rasy złotnickiej pstrej.
- ◆ Najmniej korzystne cechy jakości mięsa wykazywały świnię rasy pietrain. Mięso to charakteryzowało się znacznym zakwaszeniem w 45 minut po uboju, najjaśniejszą barwą i najmniej korzystną wodochłonnością.
- ◆ Analiza cech mikrostruktury mięśnia najdłuższego łądźwi wykazała, że świnię rasy pietrain miały największy udział włókien FTG (70,50%) i najmniejszy udział włókien STO (12,84%), najbardziej korzystnych z punktu widzenia cech jakości mięsa.

- ◆ Największe średnice wszystkich typów włókien mięśniowych występowały w mięśni mieszańców trójrasowych (STO-48,16 μ m, FTO-47,92 μ m, FTG-62,63 μ m), a co się z tym wiąże zwierzęta te miały najmniej włókien na jednostkę powierzchni przekroju mięśnia (193,17). Większe tempo wzrostu związane było zatem z budową mięśnia o grubszych włóknach, mających większe średnice.
- ◆ Uzyskane wyniki wskazują, że zróżnicowanie mięsności świń było spowodowane zjawiskiem hipertrofii włókien mięśniowych.
- ◆ Porównanie cech mikrostrukturalnych tkanki mięśniowej świń o odmiennych genotypach w odniesieniu do RYR1 nie wykazało ich wpływu na udziały procentowe i średnicę włókien STO, FTO i FTG oraz na zawartość tłuszczu śródmięśniowego i glikogenu w badanym mięśni.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Bogucka J., Kapelański W., 2005: Microstructure of *longissimus lumborum* muscle in pigs of several breeds as related to some meat quality traits. *Folia biol.*, 53, 85-90.
- 2) Eckert R., Szyndler-Nęcza M., Tyra M., 2001: Zależności między przyrostem dziennym i mięsnością a wykorzystaniem paszy u świń żywionych *ad libitum*. *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu* 405, 37-42.
- 3) Essen-Gustavsson B., Karlström K., Lundström K., 1992: Muscle fibers characteristics and metabolic response at slaughter in pigs of different halothane genotypes and their relation to meat quality. *Meat Sci.* 31, 1-11.
- 4) Kapelański W., Rak B., 1999: Growth performance carcass traits of pietrain and złotniki spotted pigs and their crossbreds evaluated in 1969 and 1997. *Adv. Agric. Sci.* 6, 2, 46-50.
- 5) Kłosowska D., 1973: Czerwone i białe włókna w mięśniach różnych ras świń. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 139, 199-205.
- 6) Kłosowska D., Grześkowiak E., Elminowska-Wenda G., Walasik K., Bogucka J., 2002: Microstructural characteristics of *M. longissimus lumborum* of the pigs synthetic line (Naïma x P-76) in relation with meatiness and some meat quality parameters. *Ann. Anim. Sci.*, 2, 305-309.
- 7) Kłosowska D., Grześkowiak E., Luther R., Elminowska-Wenda G., 1998: Microstructural characteristics of longissimus muscle in synthetic hybrid line (PIC) pigs and meat quality. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 7/48, 4, 167-172.
- 8) Koćwin-Podsiadła M., Kurył J., Przybylski W., 1993: Fizjologiczne i genetyczne tło występowania wad wieprzowiny indukowanych stresem. *Pr. i Mat. Zoot.* 44, 5-31.
- 9) Kurył J., Wróblewski T., 1992: The effect of halothane-sensitivity gene (HALⁿ) in pigs on litter size, piglets live weight and rate of piglets survival to the age of 9-11 weeks. *Anim. Sci. Pap. Rep.* 9, 47-52.
- 10) Orzechowska B., Różycki M., Tyra M., 1996a: Porównanie cech jakościowych mięsa różnych ras świń. *Rocz. Nauk. Zoot.* 23, 3, 17-26.

- 11) Pospiech E., Borzuta K., Łyczyński A., Plókarz W., 1998: Meat defects and their economic importance. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 7/48, 4 (S), 7-20.
- 12) Rak B., Kapelański W., Bocian M., Grajewska S., 1999: Porównanie wartości tucznej i rzeźnej świń rasy pietrain oraz złotnickiej pstrej ocenianych w latach 1969 i 1997. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie* 352, 67, 251-256.
- 13) Śrutek M., Kłosowska D., 2002: Metoda oceny zawartości glikogenu, wykazanego na podstawie reakcji histochemicznej (PAS) w tkance mięśniowej indyków przy wykorzystaniu systemu analizy obrazów mikroskopowych. *Rocz. Nauk. Zoot.* 16, 31-36.
- 14) Urbańczyk J., Hanczakowska E., Świątkiewicz M., 2000: Wpływ knurów rasy pietrain na cechy tuczne i rzeźne oraz wskaźniki biochemiczne krwi świń. *Rocz. Nauk. Zoot. Supl.* 5, 131-135.
- 15) Wajda S., Ratajszczak M., 1988: Wyniki tuczu i wartość rzeźna świń rasy wielkiej białej polskiej i złotnickiej pstrej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 335, 227-232.