Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego, t. 2 (2006), nr 4

Porównanie struktury, tekstury i właściwości reologicznych wybranych mięśni dzików i świń

Joanna Żochowska-Kujawska, Kazimierz Lachowicz, Małgorzata Sobczak, Leszek Gajowiecki

Akademia Rolnicza w Szczecinie, Zakład Technologii Mięsa,
ul. Królewicza 3, 71-550 Szczecin

Porównano teksturę, budowę histologiczną i właściwości reologiczne wybranych mięśni: *biceps femoris* (BF), *semimembranosus* (SM), *quadriceps femoris* (QF), *longissimus* (L) świń i dzików. Badanie tekstury i właściwości reologicznych przeprowadzono na aparacie Instron 1140, stosując odpowiednio test TPA i relaksacji. Na próbach mięśni dokonano pomiaru elementów struktury (powierzchnia włókien mięśniowych, grubość peri- i endomysium, ilość tłuszczu śródmięśniowego) przy pomocy komputerowej analizy obrazu. Stwierdzono, że mięśnie dzików wykazywały wyższe wartości parametrów tekstury, większe moduły sprężystości oraz niższą lepkość. Ich mięso charakteryzowało się także mniejszą powierzchnią włókien, mniejszą ilością tłuszczu śródmięśniowego oraz grubszym peri- i endomysium w stosunku do mięsa świń. Spośród badanych mięśni świń i dzików najwyższą twardość, sprężystość, żuwalność oraz moduł lepkości wykazywał BF, dla którego jednocześnie stwierdzono większe pole przekroju poprzecznego, grubsze peri- i endomysium oraz mniejszą zawartość tłuszczu śródmięśniowego w porównaniu do mięśni QF, SM i L. Najwyższą ocenę ogólnej pożądalności tekstury stwierdzono dla mięśni SM i L, zarówno świń jak i dzików, najniższą zaś dla mięśnia BF. Najbardziej soczystym mięśniem był także SM, zaś najniższą soczystością cechował się mięsień o najbardziej delikatnej budowie histologicznej – L. Mięśnie dzików charakteryzowały się niższą kruchością i soczystością w porównaniu z mięśniami trzody chlewnej, ale jednocześnie wyższą – według zespołu oceniającego – pożądalnością tekstury.

SŁOWA KLUCZOWE: **dziki / świnie / struktura / tekstura**

Tekstura stanowi wieloparametryczny wyróżnik ważny dla jakości mięsa i jego przetworów, istotnie wpływający na akceptację produktu przez konsumenta [27, 28] i z definicji związany z naturą i wzajemnym uporządkowaniem elementów strukturalnych produktu [1].

Wielu autorów stwierdziło, że mięśnie zwierząt rzeźnych są zróżnicowane zarówno pod względem wartości parametrów tekstury [3, 4, 6, 23], jak i struktury [4, 18]. Za teksturę mięsa, a szczególnie za jego kruchość, odpowiadają przede wszystkim dwa podstawowe komponenty strukturalne mięśnia: miofibrylarny i łącznotkankowy [9, 24]. Istnienie korelacji pomiędzy średnicą włókien, ilością kolagenu lub grubością perimysium a twardością mięsa wykazali m.in. Kołczak i wsp. [9], Lepetit i Culioli [16], Liu i wsp. [18], Lachowicz i wsp. [12] oraz Żochowska i wsp. [32, 33].

Skład chemiczny oraz budowa strukturalna mięsa dzików różni się nieco od przeciętnego składu histochemicznego mięsa wieprzowego, co wynika m.in. z odmiennych warunków bytowania tych zwierząt [10, 19, 21]. Można zatem przyjąć, że mięśnie dzików i trzody chlewnej będą się różniły zarówno pod względem wielkości parametrów tekstury i właściwości reologicznych, jak i budowy histologicznej.

Celem podjętych badań było porównanie tekstury, struktury i właściwości reologicznych wybranych mięśni świń i dzików.

Materiał i metody

Próby mięśni. Materiał do badań stanowiły wybrane elementy zasadnicze dzików odstrzelonych w okresie zimowym na terenie województwa zachodniopomorskiego oraz tuczników pogłowia masowego. Z tusz świń i dzików o masie 65 ±3 kg każda, przechowywanych przez 48 godzin w chłodni w temperaturze 4°C, wyselekcjonowano po 10 schabów i 10 szynek o pH 5,7-5,9. Każdy element odskórzano, odkostniano i usuwano z niego tłuszcz zewnętrzny. Z szynek wypreparowano: mięsień dwugłowy uda – *biceps femoris* (BF), mięsień półbłoniasty – *semimembranosus* (SM) oraz mięsień czworogłowy uda – *quadriceps femoris* (QF), natomiast ze schabu – mięsień najdłuższy grzbietu – *longissimus* (L). Po docięciu waga pojedynczych mięśni wynosiła około 700-750 g.

Z każdego pojedynczego mięśnia, z części środkowej wycinano prostopadle do kierunku przebiegu włókien mięśniowych plastry o grubości około 2 cm, z których następnie wycinano próby do badań struktury. Pozostałe dwie części łączono ze sobą w miejscu przecięcia, wkładano w elastyczną, termokurczliwą siatkę, szczelnie owijano w odporną na działanie wysokich temperatur folię i poddawano obróbce cieplnej w wodzie o temperaturze 85°C do chwili uzyskania w centrum geometrycznym próby 68°C. Następnie próby mięśni chłodzono bieżącą wodą do temperatury około 12°C, wyciągano z opakowań i po zabezpieczeniu folią przed wysychaniem składowano w warunkach chłodniczych przez 12 godzin do chwili przeprowadzenia analiz.

Struktura. Do badań histologicznych wycinano próbki ze środkowej części mięśni BF, SM, QF i L świń i dzików, pobierając po trzy wycinki z każdego rodzaju mięsa. Zostały one odwodnione alkoholem, utrwalone płynem Sannomiya i zatopione w parafinie w formie bloczków. Bloczki ścinano na mikrotomie na skrawki, a następnie umieszczano je na szkiełkach i barwiono kontrastowo hematoksyliną i eozyną [2]. Ocenę struktury tkanki mięśniowej, takich elementów jak: pole powierzchni przekroju włó-

kien, grubość peri- i endomysium oraz ilość tłuszczu śródmięśniowego przeprowadzono przy pomocy komputerowej analizy obrazu Multi Scan.

Tekstura. Badanie tekstury przeprowadzono na mięśniach po obróbce cieplnej, po doprowadzeniu ich do temperatury ok. 18°C. Z poszczególnych prób usuwano osłonkę z folii i wycinano plaster o grubości 20 ±2 mm. Na tak przygotowanych próbach oznaczano teksturę za pomocą aparatu Instron 1140 sprzężonego z komputerem PC. Używano ogniwa obciążnikowego 50N. Szybkość działania siły wynosiła 50 cm/min.

Teksturę badano stosując test TPA (podwójnego przebijania), polegający na podwójnym zagłębieniu się trzpienia o średnicy 0,61 cm w próbę o wysokości 20 ±2 mm, na głębokość 80% (16 mm) jej wysokości. Z uzyskanej krzywej siła-deformacja, obliczano parametry: twardość, spoistość, sprężystość i żuwalność [1]. Dla każdej partii badanych prób wykonano 9-14 powtórzeń.

Właściwości reologiczne. W teście relaksacji, w próby mięśni na głębokość 2 mm (deformacja 10%) wbijano trzpień o średnicy 1,26 cm, rejestrując przez 90 s zmiany naprężeń. Dla każdej próby wykonano po 4 powtórzenia. Do wyliczenia modułów sprężystości i lepkości zastosowano uogólniony model Maxwella, złożony z 3 elementów połączonych równolegle: ciała Hooke'a i dwóch ciał lepko-sprężystych Maxwella. Równanie modelu ma postać:

$$\delta = \varepsilon \cdot \left[E_0 + E_1 \cdot \exp\left(\frac{-E_1 \cdot t}{\mu_1}\right) + E_2 \cdot \exp\left(\frac{-E_2 \cdot t}{\mu_2}\right)\right],$$

gdzie:
δ – naprężenie (kPa);
ε – odkształcenie;
E_0 – moduł sprężystości ciała Hooke'a (kPa);
E_1, E_2 – moduły sprężystości, odpowiednio 1 i 2 ciała Hooke'a (kPa);
μ_1, μ_2 – moduły lepkości, odpowiednio 1 i 2 ciała Maxwella (kPa x s);
t – czas.

Dla bardziej czytelnej interpretacji wyników dla każdej próby wyliczano sumę modułów sprężystości ($E_0 + E_1 + E_2$) oraz sumę modułów lepkości ($\mu_1 + \mu_2$).

Analiza sensoryczna. Równolegle z instrumentalną oceną tekstury 4-osobowy przeszkolony zespół przeprowadził ocenę sensoryczną prób mięśni. Do określenia kruchości, soczystości i ogólnej pożądalności tekstury posłużono się 7-punktową skalą (1 – bardzo twardy, nie soczysty, nie pożądalny; 7 – bardzo kruchy, soczysty, pożądalny).

Statystyka. Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej przy pomocy programu Statistica v. 5.5A, wyliczając dla każdego z badanych mięśni wartości średnie. Testem t-Studenta na poziomie α=0.05 sprawdzono istotność różnic wszystkich badanych parametrów pomiędzy mięśniami w obrębie grupy doświadczalnej oraz pomiędzy grupami.

Wyniki i dyskusja

Spośród mięśni świń największą twardością, sprężystością i żuwalnością charakteryzował się mięsień *biceps femoris* (BF), natomiast najniższymi, a zarazem podobnymi do siebie wartościami parametrów tekstury cechowały się mięśnie *quadriceps femoris* (QF) i *longissimus* (L) – tabela 1. Nieznacznie niższe, w porównaniu z BF, wartości tych parametrów i jednocześnie najniższą spoistość stwierdzono w mięśniu *semimembranosus* (SM). Także spośród mięśni dzików najwyższą twardością, sprężystością i żuwalnością charakteryzował się BF, podczas gdy dla mięśnia L stwierdzono najniższe (z wyjątkiem spoistości) wartości tych parametrów (tab. 1). Z kolei pośrednie wartości parametrów tekstury wykazywały mięśnie QF i SM. A zatem, niezależnie od badanego gatunku zwierząt, najbardziej twardym mięśniem okazał się BF, a najbardziej miękkim – L.

Podobne uszeregowanie tych samych mięśni szynki dzików według twardości podawane jest przez Lachowicza i wsp. [14] oraz Żochowską i wsp. [32, 33], natomiast inni badacze, m.in. Shackelford i wsp. [23], Carmac i wsp. [3] oraz Lachowicz i wsp. [13] wykazali, że mięśnie BF zwierząt rzeźnych są bardziej twarde niż QF lub SM.

Z porównania tych samych mięśni trzody chlewnej i dzików wynika, że wyższymi wartościami parametrów tekstury charakteryzują się mięśnie dzików. Na przykład twardość mięśni BF i L dzików była odpowiednio o ok. 21 i 19% wyższa w porównaniu z tymi samymi mięśniami świń, co jest zgodne z badaniami Lachowicza i wsp. [14], którzy zaobserwowali wyższą twardość mięsa młodych dzików niż prosiąt. Także Townsend i wsp. [29, 30] wykazali, że bardziej twarde są szynki i schaby z dzików niż ze świń lub ich mieszańców z dzikami.

Porównując właściwości reologiczne mięśni dzików i trzody chlewnej (tab. 2) można zauważyć, że największą sumą modułów lepkości cechował się BF, co dla mięśni świń wykazali również Lachowicz i wsp. [12] oraz Sobczak [25], a dla mięśni dzików – Żochowska i wsp. [33]. Największym modułem sprężystości cechował się generalnie SM. Z kolei najmniejszą lepkością charakteryzowały się QF oraz L. Mięśnie BF i QF cechowały się podobną sprężystością, natomiast mięśnie QF i L – podobną lepkością.

Z porównania właściwości reologicznych mięśni świń i dzików wynika, że wyższą sprężystością (o ok. 2-49% w zależności od rodzaju mięśnia) cechowało się mięso dzików, natomiast bardziej lepkie (o ok. 2-12%) były mięśnie trzody chlewnej.

Potwierdzeniem wyników pomiarów tekstury i właściwości reologicznych są dane przedstawiające wyniki analizy sensorycznej mięśni dzików i świń (tab. 3). Także i w tym przypadku zaobserwowano, że niezależnie od porównywanego gatunku zwierząt najmniej kruchym, soczystym oraz cechującym się najmniej pożądaną tekturą był mięsień BF, podczas gdy najwyższą ocenę uzyskał mięsień SM. Z kolei mięśnie dzików, w porównaniu do mięsa trzody chlewnej, cechowały się mniejszą kruchością i soczystością, ale jednocześnie wyższą – według zespołu oceniającego – pożądalnością tekstury.

Analiza histologiczna (tab. 4) wykazała, że niezależnie od rodzaju zwierzęcia, mięsień BF charakteryzował się największą średnią powierzchnią włókna oraz najgru-

Tabela 1 – Table 1
Parametry tekstury mięśni dzików i świń
Textural parameters of wild boars and pigs' muscles

Mięsień Muscle	Dziki – Wild boars				Świnie – Pigs			
	twardość hardness (N)	spoistość cohesiveness (-)	sprężystość springiness (cm)	żuwalność chewiness (N)	twardość hardness (N)	spoistość cohesiveness (-)	sprężystość springiness (cm)	żuwalność chewiness (N)
m. biceps femoris	$57{,}62^{c}_{2}$	$0{,}471^{b}_{1}$	$0{,}97^{c}_{1}$	$26{,}43^{c}_{1}$	$45{,}86^{c}_{1}$	$0{,}567^{c}_{2}$	$0{,}93^{ab}_{1}$	$24{,}28^{c}_{1}$
m. semimembranosus	$46{,}67^{b}_{2}$	$0{,}472^{b}_{2}$	$0{,}92^{bc}_{1}$	$20{,}21^{b}_{2}$	$38{,}49^{bc}_{1}$	$0{,}302^{a}_{1}$	$0{,}87^{ab}_{1}$	$15{,}33^{b}_{1}$
m. quadriceps femoris	$44{,}08^{ab}_{2}$	$0{,}363^{a}_{1}$	$0{,}84^{ab}_{1}$	$12{,}23^{a}_{1}$	$32{,}10^{ab}_{1}$	$0{,}451^{b}_{2}$	$0{,}90^{b}_{2}$	$13{,}05^{ab}_{1}$
m. longissimus	$38{,}75^{a}_{2}$	$0{,}456^{b}_{1}$	$0{,}85^{a}_{1}$	$15{,}01^{a}_{2}$	$31{,}34^{a}_{1}$	$0{,}442^{b}_{1}$	$0{,}84^{a}_{1}$	$11{,}63^{a}_{1}$

Liczby w kolumnach oznaczone tym samym indeksem górnym nie różnią się istotnie pomiędzy mięśniami w obrębie tej samej grupy zwierząt przy P≥0,05 – Numbers in columns, marked with identical superscripts are not significantly different within an animal group (P≥0.05)
Liczby w kolumnach oznaczone tym samym indeksem dolnym nie różnią się istotnie pomiędzy grupami zwierząt przy P≥0,05 – Numbers in columns, marked with identical subscripts are not significantly different among animal groups (P≥0.05)

Tabela 2 – Table 2
Właściwości reologiczne wybranych mięśni dzików i świń
Rheological properties of wild boars and pigs' muscles

Mięsień Muscle	Dziki – Wild boars		Świnie – Pigs	
	suma modułów sprężystości sum of elasticity moduli (kPa)	suma modułów lepkości sum of viscous moduli (kPa x s)	suma modułów sprężystości sum of elasticity moduli (kPa)	suma modułów lepkości sum of viscous moduli (kPa x s)
m. biceps femoris	$230{,}0^{a}_{1}$	37354^{c}_{1}	$209{,}0^{b}_{1}$	41344^{d}_{2}
m. semimembranosus	$295{,}6^{b}_{2}$	32828^{b}_{1}	$234{,}1^{b}_{1}$	36839^{c}_{2}
m. quadriceps femoris	$217{,}4^{a}_{1}$	25288^{a}_{1}	$212{,}4^{b}_{1}$	28584^{b}_{2}
m. longissimus	$300{,}7^{c}_{2}$	25671^{a}_{1}	$154{,}5^{a}_{1}$	26148^{a}_{1}

Objaśnienia jak w tabeli 1– Marks as in Table 1

bszym peri- i endomysium. Wartości badanych elementów struktury w pozostałych mięśniach były niższe niż w BF. Najbardziej delikatną strukturą, tj. najmniejszymi włóknami i najcieńszą tkanką łączną, cechował się mięsień L. Porównując ilość tłuszczu śródmięśniowego stwierdzono, że mięsień QF charakteryzuje się najwyższą, a mięsień BF najniższą jego zawartością. Większe różnice w zawartości tłuszczu pomiędzy mięśniami zaobserwowano w przypadku trzody chlewnej (od 21 do 59%), mniejsze natomiast (od 6 do 36%) pomiędzy mięśniami dzików.

Z uzyskanych danych wynika zatem, że spośród badanych mięśni świń i dzików BF charakteryzował się najmniej delikatną budową histologiczną.

Porównując wielkość elementów struktury mięśni w obu grupach zwierząt zaobserwowano, że mięso dzików charakteryzuje się mniejszą (o ok. 7-24% w zależności od badanego mięśnia) średnicą włókien, grubszym peri- i endomysium (odpowiednio o 10-30 i 13-16%) oraz mniejszą (o ok. 30-111%) ilością tłuszczu śródmięśniowego w porównaniu do mięsa trzody chlewnej.

W dostępnym piśmiennictwie znajdują się prace, których autorzy, porównując mięso prosiąt i młodych dzików [14] czy też dzików o różnej masie tuszy [32, 33], jak również różne gatunki zwierząt rzeźnych [4, 13, 20, 26], także stwierdzili, że BF charakteryzuje się grubszą tkanką łączną oraz większą średnicą włókien. Uzyskane w pracy wyniki potwierdzają Light i wsp. [17], wykazując, że spośród porównywanych mięśni bydła LD charakteryzuje się najcieńszym perimysium. Obserwowane w niniejszej pracy zróżnicowanie mięśni zwierząt pod względem zawartości tłuszczu śródmięśniowego podobne jest do wyników uzyskanych przez Sobczak [25], która wykazała, że mięsień BF trzody chlewnej w porównaniu do LD charakteryzuje się mniejszą jego ilością.

Zaobserwowane w pracy i omówione wcześniej różnice pomiędzy parametrami tekstury i właściwościami reologicznymi badanych mięśni mogą wynikać z różnic w ich budowie histologicznej, co także częściowo potwierdzają dane uzyskane przez Żochowską i wsp. [32, 33] oraz Lachowicza i wsp. [13] dla dzików, a także Whipple i wsp. [31], Kołczaka i wsp. [9] oraz Liu i wsp. [18] dla mięśni zwierząt hodowlanych. Może to wynikać również z funkcji, jaką mięsień pełnił w organizmie zwierzęcia [15]. Mięśnie, zwłaszcza zwierząt wolno żyjących, wykonujące większą pracę za życia zwierzęcia cechują się bardziej „zgrubną" strukturą i są uznawane za twardsze [5]. Różnice w wielkościach elementów struktury, zdaniem Kuhna i wsp. [11], mogą być spowodowane także różną zawartością włókien białych i czerwonych w poszczególnych mięśniach, co w istotny sposób może także wpływać na teksturę mięsa badanych zwierząt [8, 22, 32].

Na podstawie uzyskanych wyników dotyczących tekstury, właściwości reologicznych i sensorycznych oraz budowy histologicznej mięśni trzody chlewnej i dzików można stwierdzić, że niezależnie od rodzaju badanego zwierzęcia, mięsień jest tym bardziej twardy, sprężysty, lepki i trudniej żuwalny oraz mniej soczysty, im jego powierzchnia włókna, grubość peri- i endomysium jest większa, a ilość tłuszczu śródmięśniowego mniejsza. Podobne zależności dla mięśni dzików stwierdzili również Lachowicz i wsp. [14] oraz Żochowska i wsp. [32, 33], a dla mięsa bydła i trzody chlewnej

Tabela 3 – Table 3
Analiza sensoryczna mięśni dzików i świń
Sensory properties of wild boars and pigs' muscles

Mięsień Muscle	Dziki – Wild boars			Świnie – Pigs		
	kruchość (pkt.) tenderness (pts)	soczystość (pkt.) juiciness (pts)	ogólna pożądalność tekstury (pkt.) texture desirability (pts)	kruchość (pkt.) tenderness (pts)	soczystość (pkt.) juiciness (pts)	ogólna pożądalność tekstury (pkt.) texture desirability (pts)
m. biceps femoris	$2{,}75^{a}_{1}$	$3{,}25^{a}_{1}$	$4{,}25^{a}_{1}$	$3{,}50^{a}_{2}$	$4{,}25^{a}_{2}$	$4{,}00^{a}_{1}$
m. semimembranosus	$4{,}00^{b}_{1}$	$6{,}00^{c}_{1}$	$6{,}50^{d}_{2}$	$5{,}00^{b}_{2}$	$6{,}00^{c}_{1}$	$6{,}00^{c}_{1}$
m. quadriceps femoris	$5{,}25^{c}_{1}$	$4{,}50^{b}_{1}$	$5{,}25^{b}_{1}$	$5{,}75^{c}_{1}$	$5{,}25^{b}_{2}$	$5{,}75^{c}_{2}$
m. longissimus	$5{,}00^{c}_{1}$	$3{,}00^{a}_{1}$	$6{,}00^{c}_{2}$	$5{,}75^{c}_{2}$	$4{,}50^{a}_{2}$	$5{,}00^{b}_{1}$

Objaśnienia jak w tabeli 1– Marks as in Table 1

Tabela 4 – Table 4
Średnie wartości elementów struktury mięśni dzików i świń
Mean values of structural elements of wild boars and pigs' muscles

Mięsień Muscle	Dziki – Wild boars				Świnie – Pigs			
	pole powierzchni włókna mięśniowego muscle fibre cross sectional area (μm^2)	grubość perimysium perimysium thickness (μm)	grubość endomysium endomysium thickness (μm)	zawartość tłuszczu amount of fat (μm^2)	pole powierzchni włókna mięśniowego muscle fibre cross sectional area (μm^2)	grubość perimysium perimysium thickness (μm)	grubość endomysium endomysium thickness (μm)	zawartość tłuszczu amount of fat (μm^2)
m. biceps femoris	$1531{,}3^{c}_{1}$	$22{,}70^{b}_{1}$	$2{,}50^{b}_{2}$	193042^{a}_{1}	$1899{,}4^{c}_{2}$	$20{,}40^{c}_{1}$	$2{,}15^{c}_{1}$	263281^{a}_{2}
m. semimembranosus	$1439{,}7^{c}_{1}$	$19{,}59^{ab}_{1}$	$2{,}25^{ab}_{2}$	283216^{c}_{1}	$1620{,}8^{b}_{2}$	$17{,}51^{bc}_{1}$	$1{,}89^{bc}_{1}$	366672^{b}_{2}
m. quadriceps femoris	$1298{,}4^{b}_{1}$	$17{,}29^{a}_{1}$	$2{,}03^{a}_{2}$	301596^{c}_{1}	$1389{,}7^{a}_{1}$	$15{,}62^{b}_{1}$	$1{,}77^{ab}_{1}$	636840^{d}_{2}
m. longissimus	$1150{,}6^{a}_{1}$	$17{,}00^{a}_{2}$	$1{,}92^{a}_{2}$	252234^{b}_{1}	$1237{,}1^{a}_{1}$	$11{,}83^{a}_{1}$	$1{,}62^{a}_{1}$	504830^{c}_{2}

Objaśnienia jak w tabeli 1– Marks as in Table 1

m.in. Dransfield [4], Kołczak i wsp. [9], Kłosowska i wsp. [7], Lepetit i Culioli [16], Lachowicz i wsp. [12].

Uzyskane w niniejszej pracy wyniki pozwalają na stwierdzenie, że mięsień BF obu grup zwierząt, charakteryzując się większą powierzchnią włókien i grubszym peri- i endomysium jest jednocześnie bardziej twardy, sprężysty i lepki niż QF, SM i L. Z kolei obserwowana w pracy wyższa twardość i sprężystość mięśni dzików, w porównaniu z tymi samymi mięśniami świń, może być spowodowana grubszym peri- i endomysium, pomimo istotnie mniejszego pola powierzchni włókien w mięsie dzików i mniejszej zawartości tłuszczu śródmięśniowego.

PIŚMIENNICTWO

1. BOURNE M.C., 1982 – Food texture and viscosity: concept and measurement. Academic press, New York, London.
2. BURCK H.CH., 1975 – Technika histologiczna. PZWL, Warszawa.
3. CARMAC C.F., KASTNER C.L., DIKEMANN M.E., SCHWENKE J.R., GARCIA ZEPEDA C.M., 1995 – Sensory evaluation of beef-flavor-intensity, tenderness and jouciness among major muscles. ***Meat Science*** 39, 143-147.
4. DRANSFIELD E., 1977 – Intramuscular composition and texture of beef muscles. ***Journal of the Sciences of Food and Agriculture*** 28, 833-842.
5. DZIERŻYŃSKA-CYBULKO B., FRUZIŃSKI B., 1997 – Dziczyzna jako źródło żywności. PWRiL, Poznań.
6. HARRIS P.V., SHORTHOSE W.R., 1988 – Meat texture. In: R. Lawrie (Ed.), Development in meat science (pp. 245-290). London and New York: Elsevier Applied Science.
7. KŁOSOWSKA D., KŁOSOWSKI B., ROSIŃSKI A., ELMINOWSKA-WENDA G., SKRABKA-BŁOTNICKA T., 1994 – Microstructure of geese pectorialis muscle as related to some meat characteristic. 40th ICoMST S-IVB 45, The Hague.
8. KŁOSOWSKA D., FIEDLER I., 2003 – Muscle fibre types in pigs of different genotypes in relation to meat quality. ***Animal Science Paper and Reports*** 21, 49-60.
9. KOŁCZAK T., PALKA K., ZARZYCKI A., 1992 – Wpływ kolagenu śródmięśniowego na kruchość i inne cechy sensoryczne mięśni bydła. ***Acta Agriculture et Silvestra Series Zootechnica***, XXX, 75-85.
10. KORZENIOWSKI W., BOJARSKA U., CIERACH M., 1991 – Wartość odżywcza mięsa dzików. ***Medycyna Weterynaryjna*** 47, 6, 279-281.
11. KUHN G., FIEDLER J., KUCHENMEISTER U., ENDER K., 1993 – Untersuchung zum nährwert und zur Fleischbeschaffenheit verschiedener Schweineineherkünfte. ***Fleischwirtschaft*** 73, 1180-1182.
12. LACHOWICZ K., GAJOWIECKI L., DVORAK J., CZARNECKI R., ORYL B., 1998 – Texture and rheological properties of meat from pigs of different halothane genotypes. ***Journal of the Sciences of Food and Agriculture*** 77, 373-380.
13. LACHOWICZ K., SOBCZAK M., GAJOWIECKI L., ŻYCH A., 2003 – Effects of massaging time on texture, rheological properties, and structure of three pork ham muscles. ***Meat Science*** 63, 225-233.
14. LACHOWICZ K., ŻOCHOWSKA J., SOBCZAK M., 2004 – Comparison of the texture and structure of selected muscles of piglets and wild boar juveniles. ***Polish Journal of Food and Nutrition Science*** 1, 13/54, 75-79.

15. LAWRIE R.A., 1998 – The structure and growth of muscles. In: Lawrie's Meat Science, 6th Edition, 31-50.
16. LEPETIT J., CULIOLI J., 1994 – Mechanical properties of meat. *Meat Science* 36, 203-237.
17. LIGHT N., CHAMPION A.-E., VOLYE CH., BAILEY A.J., 1985 – The role of epimysial, perimysial and endomysial collagen in determining texture in six bovine muscles. *Meat Science* 13, 137-149.
18. LIU A., NISHIMURA T., TAKAHASHI K., 1996 – Relationship between structural properties of intramuscular connective tissue and toughness of various chicken skeletal muscles. *Meat Science* 43, 1, 93-96.
19. PROST E., PEŁCZYŃSKA E., LIBELT K., 1985 – Wpływ wieku, płci i różnych mięśni na skład chemiczny i wartość odżywczą mięsa świń. *Medycyna Weterynaryjna*, XLI, 4, 207-210.
20. RAHELIC S., MANOJLOVIC D., VICEVIC Z., 1979 – Muscle characteristics of primitive and highly selected Yugoslav pig breeds. *Acta Agriculture Scandinavica*, Supl. 21, 143-148.
21. REDE R., PRIBISCH V., REHELIĆ S., 1986 – Untersuchungen über die beschaffenheit von schlachttierkörpern und fleisch primitiver und hochselektierter schweinerassen. *Fleischwirtschaft* 66, 898-907.
22. SEIDEMAN S.C., 1986 – Methods of expressing collagen characteristics and their relationship to meat tenderness and muscle fiber types. *Journal of Food Science* 2, 273-276.
23. SHACKELFORD S.D., WHEELER T.L., KOOHMARAIE M., 1995 – Relationship between shear force and trained sensory panel tenderness ratings of 10 major muscles from *Bos indicus* and *Bos taurus* cattle. *Journal of Animal Science* 73, 3333-3340.
24. SHORTHOSE W.R., HARRIS P.V., 1990 – Effects of animal age on the tenderness of selected beef muscles. *Journal of Food Science* 55, 1, 1-8, 14.
25. SOBCZAK M., 2001 – Zmiany struktury i tekstury wybranych mięśni tuczników mieszańcowych poddanych procesowi masowania. Praca doktorska. Akademia Rolnicza, Szczecin.
26. SOBCZYK M., KRUPA P., PIETRZYK K., SAMBOR K., STOJEK P., SZUBERLA M., SZYREJ N., 1999 – Struktura, tekstura i właściwości reologiczne wybranych zespołów mięśni mieszańców WBPxPBZ z różnym udziałem rasy pietrain. XXX Sesja Naukowa KTiChŻ PAN, streszcz., Kraków, 172.
27. SURMACKA-SZCZEŚNIAK A.S., 1990 – Texture is still an overlooked food attribute. *Food Technology* 44, 9, 87-93.
28. SZCZEŚNIAK A.S., 1971 – Consumer awareness of texture and of other attributes. *Journal of Texture Studies* 2, 196-200.
29. TOWNSEND W.E., BROWN W.L., McCAMPBELL H.C., DAVIS C.E., 1978 – Comparison of chemical, physical and sensory properties of loins from Yorkshire, crossbred and wild pigs. *Journal of Animal Science* 46, 646-650.
30. TOWNSEND W.E., BROWN W.L., McCAMPBELL H.C., DAVIS C.E., 1979 – Chemical, physical and sensory properties of hams from Yorkshire, crossbred and wild pigs. *Journal of Animal Science* 49, 1219-1226.
31. WHIPPLE G., KOOHMARAIE M., DIKEMAN M.E., CROUSE J.D., 1990 – Predicting beef longissimus tenderness from various biochemical and histological muscle traits. *Journal of Animal Science* 68, 12, 4193-4199.
32. ŻOCHOWSKA J., LACHOWICZ K., SOBCZAK M., GAJOWIECKI L., KOTOWICZ M., ŻYCH A., 2005 – Effects of carcass weight and muscle on texture, structure and myofibre characteristic of wild boar meat. *Meat Science* 71, 244-248.
33. ŻOCHOWSKA J., LACHOWICZ K., SOBCZAK M., GAJOWIECKI L., KOTOWICZ M., ŻYCH A., 2006 – Growth-related changes of muscle fibre characteristic and rheological properties of wild boars meat. *Medycyna Weterynaryjna* 1, 47-50.

Joanna Żochowska-Kujawska, Kazimierz Lachowicz,
Małgorzata Sobczak, Leszek Gajowiecki

A comparison of structure, texture and rheological properties of selected muscles of wild boars and pigs

S u m m a r y

Texture, histology, rheological and sensory properties of selected muscles: *m. biceps femoris* (BF), *m. semimembranosus* (SM), *m. quadriceps femoris* (QF), and *m. longissimus* (L) of pigs and wild boars were compared. Muscle texture and rheological properties were determined by the TPA and relaxation test performed with an Instron 1140 device. Structural elements (muscle fibre cross-section area, peri- and endomysium thickness, amount of intramuscular fat) were measured in muscle samples using a computer image analysis programme. The wild boar muscles showed higher values of textural parameters and elasticity moduli as well as a lower viscosity moduli compared to pig muscles. The muscle fibre cross-section area and the amount of intramuscular fat of the wild boar muscles were lower than those in the pig meat, while the peri- and endomysium were thicker. Of the pig and wild boar muscles tested, the highest hardness, springiness, chewiness, and viscosity moduli were found in BF which, at the same time, showed the highest fibre cross-section area, the thickest peri- and endomysium and the lowest amount of intramuscular fat compared to QF, SM and L muscles. The higher texture desirability was found in SM and L muscles of both group of animals, the lower was typical of BF muscle. The most juicy was SM, the lowest juiciness being found in L, a muscle with the most delicate histological structure. The wild boar muscles showed a lower tenderness and juiciness and the same time the highest texture desirability than did the pig muscles.