

DOROTA CYGAN-SZCZEGIELNIAK, BOGDAN JANICKI

WPLYW WIEKU I PŁCI SAREN NA KRUCHOŚĆ ORAZ INNE CECHY JAKOŚCI MIĘŚNIA *LONGISSIMUS LUMBORUM*

Streszczenie

Kruchość jest jedną z najważniejszych cech jakości mięsa, a jej wartość zależy od rodzaju włókien mięśniowych, ilości i typu tkanki łącznej oraz od innych czynników, takich jak: wiek i płeć zwierząt.

Celem pracy była ocena wpływu wieku i płci saren na kruchość oraz inne cechy jakości ich mięsa. Badania przeprowadzono na mięśniu *longissimus lumborum* (LL). Najwyższą kruchością, a zarazem najniższą wartością siły cięcia (20,37 N/cm) charakteryzowało się mięso 2 ÷ 3-letnich kóz. Najniższą zaś kruchością charakteryzowało się mięso 2 ÷ 3-letnich kozłów (38,2 N/cm). Kwasowość mięsa osiągnęła zbliżone wartości we wszystkich badanych grupach: pH₂₄ wynosiło od 5,53 do 5,57, a pH₄₈ od 5,40 do 5,46. Wodochłonność mięsa kóz była większa, a równocześnie mniejsza była w nim zawartość wody wolnej tj. od 18,96 % w mięsie 2 ÷ 3-letnich zwierząt do 19,54 % w mięsie osobników 4 ÷ 5-letnich. W przypadku kozłów zawartość wody wolnej w mięsie 2 ÷ 3-letnich samców wynosiła 20,74 %, a w mięsie osobników najstarszych (6 ÷ 7-letnich) 22,43 %. Uzyskane wyniki wskazują na zróżnicowanie wartości niektórych cech pomiędzy rozpatrywanymi grupami. Ponadto stwierdzono dodatnią zależność pomiędzy wodochłonnością a kruchością mięsa ($r = 0,54$; $p < 0,05$).

Słowa kluczowe: mięso saren, wiek, płeć, kruchość, pH, wodochłonność

Wprowadzenie

Mięso dostarcza wielu składników niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania organizmu: wysokiej jakości białka, niezbędnych mikroelementów, witamin z grupy B i in. Dziczyzna bogata jest w te składniki, a dzięki walorom smakowym uważana jest za mięso delikatesowe [13]. Kształtowanie jakości konsumpcyjnej i przetwórczej mięsa zwierząt wolno żyjących jest dużo trudniejsze niż w przypadku zwierząt gospodarskich. Jakość mięsa zwierząt łownych zależy w dużym stopniu od warunków środowiskowych, w których żyją, na które człowiek ma ograniczony wpływ.

Dr inż. D. Cygan-Szczegielniak, prof. dr hab. B. Janicki, Katedra Biologii Małych Przeżuwaczy i Biochemii Środowiska, Wydz. Hodowli i Biologii Zwierząt, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, ul. Mazowiecka 28, 85-084 Bydgoszcz

Kruchość jest jednym z najważniejszych parametrów determinujących konsumencką ocenę jakości mięsa. Zależy od rodzaju włókien mięśniowych oraz ilości i typu tkanki łącznej [4, 27], a także w dużym stopniu od intensywności przemian proteolitycznych *post mortem* [15, 23, 28]. Na kruchość wpływa również wartość końcowego pH [21] oraz ściśle z tym związana wodochłonność mięsa (WHC – Water Holding Capacity). Charakteryzuje ona zdolność utrzymania odpowiedniej ilości wody przez białka i włóknikowe struktury tkankowe i jest dodatkowo skorelowana z kruchością mięsa [14, 20].

Duży wyciek soku mięśniowego wskazuje na nieodpowiednią strukturę i konsystencję mięsa, co może zniechęcać konsumenta do jego zakupu. W wielu badaniach [1, 8, 12, 18, 19, 21, 28] potwierdzono występowanie współzależności pomiędzy wartością końcową pH mięsa a jego kruchością. Niewiele jest natomiast prac dotyczących oceny jakości konsumpcyjnej dziczyzny, a szczególnie sarniny.

Celem pracy była ocena wpływu wieku i płci saren na kruchość i inne cechy jakości mięsa.

Material i metody badań

Badaniami objęto 67 saren (*Capreolus capreolus* L.) pochodzących z regionu kujawsko-pomorskiego, pozyskanych w dwóch sezonach łowieckich 2006/2007 oraz 2007/2008. Zwierzęta zostały odstrzelone z ich naturalnego środowiska przez indywidualnych myśliwych i podzielone na 6 grup: I – 2- ÷ 3-letnie ♂ (n = 12), II – 4- ÷ 5-letnie ♂ (n = 10), III – 6- ÷ 7-letnie ♂ (n = 10), IV – 2- ÷ 3-letnie ♀ (n = 14), V – 4- ÷ 5-letnie ♀ (n = 12) i VI – 6- ÷ 7-miesięczne ♀ (n = 9). Wiek zwierząt określono na podstawie zużycia zębów przedtrzonowych i trzonowych. Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Ochrony Środowiska Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 16 marca 2005 r. (Dz. U. Nr 48, poz. 459) kozły zostały odstrzelone w okresie od 11 maja do 30 września, zaś kozy i kozłeta od początku października do połowy stycznia.

Po odstrzale zwierząt pobierano próby mięśnia najdłuższego grzbietu (z odcinka odpowiadającego trzem pierwszym kręgom lędźwiowym – *m. longissimus lumborum*), a następnie umieszczano je w sterylnych, szczelnie zamkniętych woreczkach strunowych w warunkach chłodniczych i do 8 h przewożono do laboratorium. Mięśnie podzielono na próby o określonej masie w zależności od dalszej procedury badawczej. Na badania uzyskano zgodę Lokalnej Komisji Etycznej nr 4/2006.

W celu oznaczenia kruchości próby przechowywano przez 48 h w warunkach chłodniczych (temp. 4 °C), a następnie zamrażano i przechowywano do czasu analizy w temperaturze -40 °C, (czas przechowywania prób w stanie zamrożonym oraz warunki rozmrażania tj. w temperaturze pokojowej były identyczne dla wszystkich prób).

Kruchość oznaczano metodą instrumentalną przy użyciu aparatu INSTRON 3342 z przystawką tnącą Warnera-Bratzlera, rejestrującą maksymalną siłę w [N/cm] potrzebną do przecięcia kawałków mięsa o przekroju poprzecznym 10×10 mm. Cięcia dokonywano prostopadle do przebiegu włókien mięśniowych, przy szybkości głowicy 150 mm/min. Przed pomiarem kruchości mięso poddawano obróbce termicznej w łaźni wodnej w temp. 75 °C przez 1 h, następnie chłodzono pod bieżącą wodą i przechowywano w chłodziarce w temp. 4 °C przez jedną dobę. Z tak przygotowanych prób wycinano słupki mięśnia równoległe do przebiegu włókien mięśniowych – co najmniej 5 sztuk z każdej próby.

Obliczenia dotyczące kruchości mięsa wykonywano przy użyciu programu komputerowego Bluehill. Badania wykonano w Katedrze Hodowli Trzody Chlewnej UTP w Bydgoszczy według metody stosowanej przez Szalotę i wsp. [24].

Stopień zakwaszenia tkanki mięśniowej mierzono przy użyciu pH-metru (pH STAR pistole) po upływie 24 i 48 h od odstrzału zwierzęcia, tzw. pH₂₄ i pH₄₈. Ze względu na brak możliwości przebadania mięśni natychmiast po odstrzale zwierząt nie oznaczono pH₁. Pomiary pH wykonywano w wodnych ekstraktach mięsa przygotowanych w proporcji 1 : 1.

Oznaczenie wodochłonności wykonywano metodą Grau'a i Hamma w modyfikacji Pohja i Niinivaary [17]. Z każdej próbki zmielonego mięsa odważano do oznaczenia trzykrotnie po 300 mg. Próbę mięsa umieszczano na bibule Whatman nr 1 pod stałym naciskiem 2 kg przez 5 min. Z wielkości powierzchni nacieku wyliczano procentową zawartość wody luźnej w mięsie, przyjmując, że 1 cm² nacieku odpowiada 10 mg wody. Mniejsza powierzchnia nacieku (ilość wody luźnej) oznacza większą wodochłonność prób.

Plastyczność mięsa charakteryzowano przez podanie wielkości rozgniecionej na bibule próbki mięsa [7]. Wartości IN (indeks nacieku) obliczano z proporcji między powierzchnią zajmowaną przez rozgniecioną próbkę mięsa a powierzchnią nacieku soku na bibule [10].

Wyniki badań spełniały założenia o normalności rozkładu i jednorodności wariancji, co zostało wykazane przy użyciu testu Shapiro-Wilka, dlatego też do zbadania różnic pomiędzy grupami zastosowano parametryczny test Anova. Przeprowadzono także dwuczynnikową analizę wariancji, a uzyskane wyniki opracowano przy użyciu programu Statistica 8.0 (StatSoft, USA).

Wyniki i dyskusja

Wyniki badań kruchości *m. longissimus lumborum* (LL) saren przedstawiono w tab. 1.

Tabela 1

Kruchość i ubytki cieplne mięśnia LL saren.
Tenderness and thermal drip of roe deer LL muscle.

Badana cecha Characteristic studied		Grupy badawcze / Research groups					
		I	II	III	IV	V	VI
Wiek zwierząt Age of animals		2 ÷ 3-letnie 2-to-3-year-old ♂	4 ÷ 5-letnie 4-to-5-year-old ♂	6 ÷ 7-letnie 6-to-7-year-old ♂	2 ÷ 3-letnie 2-to-3-year-old ♀	4 ÷ 5-letnie 4-to-5-year-old ♀	6 ÷ 7-mies. 6-to-7-month-old ♀
Siła cięcia Cutting force [N/cm]	\bar{x}	38,20 ^a	32,44 ^{bd}	24,17 ^{bd}	20,37 ^{bd}	28,39 ^{cad}	20,49 ^b
	s SD	1,60	0,74	1,59	1,81	1,64	0,57
Ubytek masy podczas obróbki cieplnej Mass loss during thermal processing [%]	\bar{x}	23,66	23,96	22,04	21,47	22,04	22,42
	s SD	1,20	1,09	0,86	1,19	1,35	1,12

Objaśnienia: / Explanatory notes:

Wartości średnie oznaczone różnymi małymi literami w tym samym wierszu różnią się statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$) / Mean values denoted by different small letters in the same line vary statistically significantly ($p \leq 0,05$).

Największą kruchością, a zarazem najniższą wartością siły cięcia (20,37 N/cm) charakteryzowało się mięso 2 ÷ 3-letnich kóz. Najmniejszą kruchością natomiast charakteryzowało się mięso 2 ÷ 3-letnich kozłów (38,2 N/cm). W obrębie badanego parametru stwierdzono statystycznie istotne różnice ($p \leq 0,05$) pomiędzy mięsem: 2 ÷ 3-letnich kozłów i pozostałych zwierząt (z wyjątkiem 4 ÷ 5-letnich kóz) oraz między mięsem: 4 ÷ 5-letnich samic i 6 ÷ 7-miesięcznych kozłat. Należy podkreślić, że podczas obróbki cieplnej mięsa i denaturacji białka ubytek masy mięsnej wynosił od 21,47 do 23,96 %, a różnice pomiędzy badanymi grupami były statystycznie nieistotne. Wyniki badań charakteryzujące kwasowość mięśnia LL przedstawiono w tab. 2.

Najwyższe wartości pH_{24} oznaczono w mięsie 6 ÷ 7 letnich kozłów (5,57), zaś najniższe wykazano w mięśniu 2 ÷ 3 letnich kóz (5,51). Biorąc pod uwagę pH_{48} najwyższe wartości zmierzono w mięsie 2 ÷ 3 oraz 6 ÷ 7 letnich kozłów (5,46), najniższe zaś w mięsie 2 ÷ 3 letnich kóz (5,4). Pomiedzy badanymi grupami nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic pod względem pH_{24} i pH_{48} .

Tabela 2

Kwasowość mięśnia LL saren.
Acidity of roe deer's LL muscle.

Badana cecha Characteristic studied		Grupy badawcze / Research groups					
		I	II	III	IV	V	VI
Wiek zwierząt Age of animals		2 ÷ 3-letnie 2-to-3-year-old ♂	4 ÷ 5-letnie 4-to-5-year-old ♂	6 ÷ 7-letnie 6-to-7-year-old ♂	2 ÷ 3-letnie 2-to-3-year-old ♀	4 ÷ 5-letnie 4-to-5-year-old ♀	6 ÷ 7-mies. 6-to-7-month-old ♀
pH ₂₄	\bar{x}	5,56	5,53	5,57	5,51	5,53	5,54
	s SD	0,12	0,07	0,14	0,17	0,17	0,18
pH ₄₈	\bar{x}	5,46	5,42	5,46	5,4	5,42	5,43
	s SD	0,11	0,06	0,12	0,13	0,12	0,14

Wodochłonność mięsa jest ważnym wskaźnikiem jego wartości technologicznej. Wyniki badań tego parametru przedstawiono w tab. 3.

Wartości średnie wodochłonności (wyrażone w procentach wody luźnej) różniły się statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$) pomiędzy próbkami mięsa 2 ÷ 3-letnich kozłów a próbkami pozostałymi grupa zwierząt. Najwięcej wody luźnej oznaczono w mięsie 6 ÷ 7-letnich kozłów (22,43 %), najmniej zaś w próbach mięsa 2 ÷ 3-letnich kóz (18,96 %). Jednym z ważniejszych czynników określających wodochłonność mięsa jest indeks nacieku. W obrębie tej cechy najniższe wartości wykazano w próbkach grupy I (0,47 %), najwyższe zaś w próbkach grupy III (0,55 %). Najmniejszą powierzchnią rozgniecionej próbki mięsa, a tym samym najmniejszą plastycznością i konsystencją charakteryzowało się mięso 4 ÷ 5-letnich kozłów (3,47 cm²), największą zaś mięso kozłat (4,49 cm²). W przypadku omawianych cech nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic między próbkami determinowanymi wiekiem, czy płcią zwierząt (z wyjątkiem 6 ÷ 7-letnich kozłów).

Współczynniki korelacji będące miernikiem współzależności cech pozwalają na przewidywanie kształtowania się wielu ważnych parametrów jakościowych mięsa. W tab. 4. przedstawiono współczynniki korelacji pomiędzy wybranymi cechami jakości mięśnia LL saren.

Tabela 3

Wodochłonność i plastyczność mięśnia LL saren.

Water holding capacity and plasticity of roe deer's LL muscle.

Badana cecha Characteristic studied		Grupy badawcze / Research groups					
		I	II	III	IV	V	VI
Wiek zwierząt Age of animals		2 ÷ 3-letnie 2-to-3- year-old ♂	2 ÷ 3-letnie 2-to-3- year-old ♂	2 ÷ 3-letnie 2-to-3- year-old ♂	2 ÷ 3-letnie 2-to-3- year-old ♂	2 ÷ 3-letnie 2-to-3- year-old ♂	2 ÷ 3-letnie 2-to-3- year-old ♂
Wodochłonność [% wody luźnej] Water holding capacity [% of free water]	\bar{x}	20,74 ^b	21,98 ^a	22,43 ^{abcde}	18,96 ^c	19,54 ^d	22,10 ^e
	s SD	1,25	1,39	1,70	1,74	1,55	1,51
Plastyczność (pow. próbki mięsa) Plasticity (area of meat sample) [cm ²]	\bar{x}	4,05	3,47	4,0	4,08	4,14	4,49
	s SD	0,24	0,12	0,28	0,35	0,38	0,37
Indeks nacieku Drip index (IN) [-]	\bar{x}	0,47	0,48	0,55	0,53	0,52	0,48
	s SD	0,10	0,07	0,13	0,08	0,10	0,06

Objaśnienia: / Explanatory notes:

Wartości średnie oznaczone różnymi małymi literami w tym samym wierszu różnią się statystycznie istotnie na poziomie $p \leq 0,05$, a oznaczone dużymi literami różnią się statystycznie istotnie na poziomie $p \leq 0,01$ / Mean values denoted by different small letters in the same line differ statistically significantly at $(p \leq 0.05)$, and those denoted by capital letters differ statistically significantly at $(p \leq 0.01)$.

Wykazano statystycznie istotne ($p < 0,01$) dodatnie korelacje pomiędzy: pH_{24} i pH_{48} ($r = 0,64$), indeksem nacieku i zawartością wody wolnej ($r = 0,87$), plastycznością i pH_{24} ($r = 0,33$) oraz między WHC a kruchością mięsa ($r = 0,54$). Statystycznie istotne ($p < 0,05$) ujemne korelacje wystąpiły pomiędzy: wodochłonnością i pH_{24} ($r = -0,58$), wodochłonnością i plastycznością ($r = -0,53$), a także indeksem nacieku i plastycznością mięsa ($r = -0,54$; $p < 0,05$).

W badaniach własnych kruchość mięsa, mierzona instrumentalnie po 48 h od odstrzału zwierząt, wykazywała statystycznie istotne zróżnicowanie pomiędzy grupą najmłodszych samców a pozostałymi grupami (z wyjątkiem najstarszych samic). W grupie samic stwierdzono zmniejszanie się kruchości mięsa wraz z wiekiem osobników. Nieco odmiennie kształtowały się wyniki w grupie badanych samców. Pomimo niewielkiej różnicy w wartości siły cięcia mięso osobników starszych charakteryzowało się statystycznie istotnie mniejszą kruchością w porównaniu z mięsem osobników

Tabela 4

Współczynniki korelacji (r_{xy}) pomiędzy wybranymi cechami jakości mięśnia LL saren.
Coefficients (r_{xy}) of correlation between selected quality characteristics of roe deer's LL muscle.

Badana cecha Characteristic studied	pH ₄₈	WHC [%]	Plastyczność Plasticity [cm ²]	Indeks nacieku Drip index	Kruchość Tenderness [N/cm ²]
pH ₂₄	0,64**	-0,58*	0,33*	-0,22	-0,13
pH ₄₈	1	0,17	0,18	-0,09	-0,09
WHC [%]	0,17	1	-0,53*	0,87**	0,54*
Plastyczność Plasticity [cm ²]	0,18	-0,53*	1	-0,54*	-0,13
Indeks nacieku Drip index [-]	-0,09	0,87**	-0,54*	1	-0,08

Objaśnienia: / Explanatory notes:

Współczynniki korelacji statystycznie istotne przy: $p < 0,05^*$, $p < 0,01^{**}$ / Correlation coefficients that are statistically significant at: $p < 0,05^*$, $p < 0,01^{**}$.

młodszych. Podobną tendencję zmniejszania się kruchości wraz ze starzeniem się zwierząt wykazano w stosunku do wybranych mięśni bydła, a wartość siły cięcia kształtowała się od 36 do 39 N/cm w przypadku *m. longissimus dorsi* oraz od 40 do 46 N/cm w *m. semitendinosus* [9]. Również w pracy Wójcika i wsp. [26] wiek badanych danieli wpływał statystycznie istotnie na twardość mięsa. Kruchość mięsa osobników starszych (3 ÷ 5-letnie byki) była mniejsza (47 N/cm) w porównaniu z mięsem osobników 18-miesięcznych (37 N/cm) [26]. Podobną tendencję, zmniejszania się kruchości *m. biceps femoris* saren wraz z wiekiem zwierząt, uzyskali Żochowska-Kujawska i wsp. [29]. W badaniach własnych zdecydowanie większą kruchością charakteryzowało się mięso samic tj. kóz i koźląt. Jelenikova i wsp. [11] potwierdziły powyższe zależności w stosunku do homologicznego mięśnia świń. Niezależnie od rasy zwierząt mięso osobników płci żeńskiej charakteryzowało się większą kruchością, która wynosiła od 29 do 44 N/cm, podczas gdy samców od 36 do 48 N/cm [11]. Zbliżoną zależność stwierdzili Wójcik i wsp. [26], którzy wykazali, że mięso łań charakteryzowała mniejsza twardość, co mogło być spowodowane ich delikatniejszą strukturą [26]. Międygatunkowe różnice kruchości mięsa obserwuje się głównie podczas pierwszych 24 h od uboju. Dłuższego okresu dojrzewania wymaga mięso pochodzące ze zwierząt starszych oraz mięśnie czerwone. W niniejszych badaniach, mimo istnienia pewnych statystycznie istotnych różnic, wszystkie grupy charakteryzowały się dużą

kruchością mięsa. Była ona większa niż kruchość *m. longissimus* świń badanych przez Szalaty i wsp. [24], gdzie wartość ta, mierzona również po 48 h, wynosiła od 43,64 do 72,75 N/cm. Należy zaznaczyć, że kruchość mięsa, w doświadczeniu Szalaty i wsp. [24], zmierzona po siedmiu dobach przechowywania wahała się od 38,97 do 46,10 N/cm, co było porównywalne z wartościami odnoszącymi się do mięsa saren już po 48 h jego przechowywania. Ponadto mięso saren charakteryzowało się dużo większą kruchością (średnio o 50 %) niż mięso bydła opasowego [3], czy 4 ÷ 8-tygodniowych cieląt [6]. Uzyskana w badaniach własnych duża kruchość mięsa mogła być wynikiem zabiegu mrożenia, który prawdopodobnie spowodował rozbicie struktur tkankowych, a w związku z tym zwiększył ich podatność na proces kruszenia. Drugim czynnikiem, który mógł potencjalnie wpłynąć na uzyskanie tak korzystnej kruchości był 48-godzinny okres przechowywania prób do momentu ich zamrożenia.

Wartość pH ma duży wpływ na kształtowanie wodochłonności mięsa [5]. W niżej wymienionych badaniach stwierdzono występowanie ujemnej, statystycznie istotnej korelacji wodochłonności z pH_{24} . Niektórzy autorzy twierdzą, że wodochłonność jest niezależna od wieku, a tym samym od masy ciała zwierząt [22]. Inni zaś są zdania, że masa ciała, wiek oraz płęć mają wpływ na tę cechę mięsa [5]. W badaniach własnych sarniny wodochłonność *m. longissimus lumborum* kóz była większa, czego potwierdzeniem była mniejsza zawartość wody wolnej. Wyniki oznaczania wodochłonności były zbliżone do uzyskanych przez Diaza i wsp. [5], którzy analizowali *m. longissimus lumborum* jagniąt. Potwierdzono także wpływ wieku i płęci saren na wodochłonność mięsa. Wyższą WHC charakteryzowało się mięso samców w porównaniu z mięsem samic oraz osobników młodszych w obrębie badanych grup. Wyjątek stanowiły koźlęta – wodochłonność ich mięsa kształtowała się na poziomie zbliżonym do WHC mięsa 6 ÷ 7-letnich koźłów i wynosiła 22,1 %. Pieniak-Lendzion [16], badając *m. longissimus lumborum* kóz, również stwierdziła zwiększanie zawartości wody wolnej w mięsie wraz z wiekiem badanych zwierząt. Cechą kształtowaną przez wodochłonność mięsa jest jego plastyczność (konsystencja). Nie wykazano jednak statystycznie istotnych różnic plastyczności determinowanych płęcią lub wiekiem. Dodatnia zależność między wodochłonnością mięsa oraz końcowym pH a kruchością została wykazana przez innych autorów [2; 25]. Również wyniki badań własnych potwierdziły tę zależność, czego przykładem może być dodatnia, statystycznie istotna korelacja ($p < 0,05$) pomiędzy WHC a kruchością ($r = 0,54$).

Reasumując, można stwierdzić, że mięso saren charakteryzowała duża kruchość, niezależnie od badanych grup zwierząt, dlatego też może być ono atrakcyjne dla konsumenta. Wiek i płęć zwierząt wpływały statystycznie istotnie na kruchość (pomiędzy wskazanymi grupami) oraz wodochłonność mięsa. Nie wykazano natomiast wpływu tych czynników na stopień jego zakwaszenia.

Wnioski

1. Mięso saren charakteryzowało się dobrą kruchością we wszystkich grupach zwierząt.
2. Wykazano wpływ wieku i płci saren na kruchość oraz wodochłonność ich mięsa. Pomimo niewielkiej różnicy pod względem wartości siły cięcia, mięso osobników starszych charakteryzowało się statystycznie istotnie mniejszą kruchością w porównaniu z mięsem osobników młodszych. Mięso samic (kóz) i kozłat było bardziej kruche niż mięso samców.

Praca finansowana w ramach stypendium doktorskiego "Krok w przyszłość – stypendia dla doktorantów".

Literatura

- [1] Bouton P.E., Carroll F.D., Harris P.V., Shorthose W.R.: Influence of pH and fibre contraction state upon factors affecting the tenderness of bovine muscle. *J. Food Sci.*, 1973, **38**, 404-407.
- [2] Bryhni E.A., Byrne D.V., Rodbotten M.: Consumer and sensory investigations in relation to physical/chemical aspects of cooked pork in Scandinavia. *Meat Sci.*, 2003, **65**, 737-748.
- [3] Denoyelle C., Lebihan E.: Intramuscular variation in beef tenderness. *Meat Sci.*, 2003, **66**, 241-247.
- [4] Destefanis G., Brugiapaglia A., Barge M.T., Dal Molin E.: Relationship between beef consumer tenderness perception and Warner-Bratzler shear force. *Meat Sci.*, 2008, **78**, 153-156.
- [5] Díaz M.T., Velasco S., Pérez C., Lauzurica S., Huidobro F., Cañeque V.: Physico-chemical characteristics of carcass and meat Manchego-breed suckling lambs slaughtered at different weights. *Meat Sci.*, 2003, **65**, 1247-1255.
- [6] Domaradzki P., Skąlecki P., Florek M., Litwińczuk Z.: Związek kolagenu z wybranymi parametrami technologicznymi mięsa cielęcego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2005, **4 (71)**, 50-62.
- [7] Grajewska S., Kapelański W., Bocian M.: Usefulness of meat plasticity measurements to assess the meat quality. *Proc. Conf. Influence of genetic and non-genetic traits on carcass and meat quality of pigs. Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 1998, **7 (48)**, 141-144.
- [8] Guignot F., Touraille C., Ouali A., Renner M.: Relationships between post-mortem pH changes and some traits of sensory quality in veal. *Meat Sci.*, 1994, **37**, 315-325.
- [9] Gullett E.A., Battenham S., Hore T.: Effect on age and cut on consistency of tenderness and leanness of beef. *Food Quality and Preference*, 1996, **7**, 37-45.
- [10] Honikel K.O.: The water binding of meat. *Fleischwirtschaft*, 1987, **67 (9)**, 1098-1102.
- [11] Jeleníková J., Pipek P., Miyahara M.: The effects of breed, sex, intramuscular fat and ultimate pH on pork tenderness. *Eur. Food Res. Technol.*, 2008, **227**, 989-994.
- [12] Jeremiah L.E., Tong A.K. W., Gibson L.L.: The usefulness of muscle color and pH for segregating beef carcasses into tenderness groups. *Meat Sci.*, 1991, **30**, 97-114.
- [13] Korzeniowski W., Żmijewski T.: Charakterystyka chemiczna mięsa dzików. *Gosp. Mięś.*, 2001, **3**, 24-25.
- [14] Lawrie R.: *Meat Science*. (6th ed.). Woodhead Publishing Ltd. Cambridge, UK, 1998.
- [15] Parr T., Sensky P.L., Scothern G.P., Bardsley R.G., Buttery P.J., Wood J.D., Warkup C.: Relationship between skeletal muscle specific calpain and tenderness of conditioned porcine *longissimus muscle*. *J. Anim. Sci.*, 1999, **77**, 661-668.

- [16] Pieniak-Lendzion K.: Podstawowe parametry jakości mięsa koźlęcego. Roczn. Inst. Przem. Mięsn. I Tł., 2002, T. XXXIX, 119-128.
- [17] Pohja M.S., Niinivaara F.P.: Die Bestimmung der Wasserbindung des Fleisches mittels der Konstantdruckmethode. Fleischwirtschaft, 1957, 9, 193-195.
- [18] Purchas R.W.: An assessment of the role of pH differences in determining the relative tenderness of meat from bulls and steers. Meat Sci., 1990, 27, 129-140.
- [19] Purchas R.W., Aungsupakorn R.: Further investigations into the relationship between ultimate pH and tenderness for beef samples from bulls and steers. Meat Sci., 1993, 34, 163-178.
- [20] Schäfer A., Rosenfold K., Purslow P.P., Andersen H.A., Henckel P.: Physiological and structural events post mortem of importance for drip loss in pork. Meat Sci., 2002, 61, 355-366.
- [21] Silva J.A., Patarata L., Martins C.: Influence of ultimate pH on bovine meat tenderness during ageing. Meat Sci., 1999, 52, 453-459.
- [22] Solomon M.B., Kemp J.D., Moody W.G., Ely D.G., Fox J.D.: Effect of breed and slaughter weight on physical, chemical and organoleptic properties of lamb carcasses. J. Anim. Sci., 1980, 51, 1102-1107.
- [23] Steen D., Claeys E., Uytterhaegen L., De Smet S., Demeyer D.: Early post-mortem conditions and the calpain/calpastatin system in relation to tenderness of double-muscled beef. Meat Sci., 1997, 45, 307-319.
- [24] Szalata M., Pospiech E., Łyczyński A., Urbaniak M., Frankiewicz A., Mikołajczak B., Medyński A., Rzosińska E., Bartkowiak Z., Danyluk B.: Kruchość mięsa świń o zróżnicowanej mięsności. Roczn. Inst. Przem. Mięsn. I Tł., 1999, T. XXXVI, 61-76.
- [25] Tornberg E.: Biophysical aspects of meat tenderness. Meat Sci., 1996, 43, 175-191.
- [26] Wójcicki K., Sobczak M., Żochowska-Kujawska J., Zieliński K.: Porównanie tekstury i struktury oraz podatności na proces masowania mięśni danieli (*Dama dama*) w zależności od płci i wieku. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2010, 1 (68), 93-104.
- [27] Van Oeckel M.J., Warnants N., Boucqué Ch.V.: Pork tenderness estimation by taste panel. Warner-Bratzler shear force and on-line methods. Meat Sci., 1999, 53, 259-267.
- [28] Yu L.P., Lee Y.B.: Effects of postmortem pH and temperature on bovine muscle structure meat tenderness. J. Food Science, 1996, 51, 774-780.
- [29] Żochowska-Kujawska J., Lachowicz K., Sobczak M., Gajowiecki L., Kotowicz M., Żych A., Mądrała D.: Effects of massaging on hardness, rheological properties and myofibre characteristics of deer. EJPAA Food Sci. Technol., 2007, 10 (4).

EFFECT OF AGE AND SEX OF ROE DEER ON TENDERNESS AND OTHER QUALITY CHARACTERISTICS OF *LONGISSIMUS LUMBORUM* MUSCLE

S u m m a r y

Tenderness is one of the most important characteristics of meat quality and its value depends on the muscle fibre types, amount and type of connective tissue, as well as many on other factors, such as age and sex of animals.

The objective of the research study was to assess the effect of age and sex of roe deer on tenderness and other quality characteristics of their meat. The research was conducted on a *m. longissimus lumborum* muscle (LL). The meat of 2 to 3-year-old does was characterized by the highest level of tenderness, and, at the same time, by the lowest cutting force value (20.37 [N/cm]). The meat of 2 to 3-year-old bucks was characterized by the lowest tenderness level (38.2 [N/cm]). The acidity of meat reached similar values in all groups analyzed: pH₂₄ was between 5.53 to 5.57, and pH₄₈ between 5.4 and 5.46. The water holding capac-

ity of does' meet was higher, and, at the same time, the free water content therein was lower, i.e. from 18.96 % in the meat of 2-to-3 year old animals to 19.54 % in 4-to-5-year-old specimens. As for the bucks, the free water content in the meat of 2-to-3-year old male deer was 20.74 % and 22.43 % in the meat of the oldest specimens (6-to-7-year old). The results obtained prove that variations exist in the values of some characteristics in the groups under research. Moreover, a positive dependence was found between the water holding capacity and tenderness of meat ($r = 0.54$; $p < 0.05$).

Key words: roe deer meat, age, sex, tenderness, pH, water holding capacity, pH 