

KRZYSZTOF WÓJCIK, MAŁGORZATA SOBCZAK,  
JOANNA ŻOCHOWSKA-KUJAWSKA, KAROL ZIELIŃSKI

## **PORÓWNANIE TEKSTURY I STRUKTURY ORAZ PODATNOŚCI NA PROCES MASOWANIA MIĘŚNI DANIELI (*DAMA DAMA*) W ZALEŻNOŚCI OD PŁCI I WIEKU**

### Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływ płci i wieku na wartość parametrów tekstury i struktury mięśni danieli oraz sprawdzenie, w jaki sposób te czynniki biologiczne wpływają na podatność mięśni na proces masowania.

Materiał badawczy stanowiły mięśnie BF (*m. biceps femoris*), SM (*m. semimembranosus*) i L (*m. longissimus*) pochodzące z danieli (*Dama dama*) w różnym wieku (18 i 42 miesiące) oraz różnej płci (byki i łanie).

Stwierdzono, że mięśnie zwierząt w wieku 18 miesięcy charakteryzowały się najdelikatniejszą strukturą (najmniejsze włókna mięśniowe i najcieńsza tkanka łączna), najniższymi parametrami tekstury oraz największą podatnością na proces masowania. Mięśnie byków 42-miesięcznych odznaczały się włóknami o dużym polu powierzchni, najgrubszą tkanką łączną, a proces mechanicznego oddziaływania miał na nie najmniejszy wpływ. Mięśnie łań danieli w wieku 42 miesięcy charakteryzowały się pośrednią, między szpicakami a bykami, wielkością elementów struktury, wartością parametrów tekstury oraz podatnością na proces masowania.

**Słowa kluczowe:** danielę, płęć, wiek, tekstura, struktura, masowanie

### **Wprowadzenie**

Dziczyzna dzięki charakterystycznym cechom i właściwościom może być bardzo cennym uzupełnieniem i urozmaiceniem diety. Mięso pozyskane z dzikich zwierząt jest poszukiwanym i cenionym surowcem kulinarnym ze względu na wyjątkowy smak, aromat i inne cechy sensoryczne odróżniające je od mięsa zwierząt domowych [11]. Dzięki dużej zawartości cennego białka bogatego w aminokwasy egzogenne [2, 5], małej zawartości dobrze przyswajalnego tłuszczu [7, 19] oraz obecności i korzystnej

---

*Mgr inż. K. Wójcik, dr inż. M. Sobczak, dr inż. J. Żochowska-Kujawska, mgr inż. K. Zieliński, Katedra Technologii Mięsa, Wydz. Nauk o Żywności i Rybactwa, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, ul. Kazimierza Królewicza 3, 71-550 Szczecin*

proporcji nienasyconych kwasów tłuszczowych [8] dziczyzna może stanowić bardzo cenny składnik diety pod względem żywieniowym.

O wyborze produktu przez konsumenta, poza wartością odżywczą, decydują także cechy jakościowe związane z jego teksturą, która jest wyrazem struktury mięsa, tj. wielkości jej elementów [3, 17]. Poznanie wzajemnych relacji pomiędzy budową histologiczną a teksturą mięsa doprowadziło do wzrostu zainteresowania procesami, dzięki którym można poprawić teksturę wyrobu gotowego. Jednym z podstawowych procesów ingerujących w mikrostrukturę mięsa jest masowanie, czyli proces mechanicznego oddziaływania na tkankę mięśniową. W wyniku masowania następuje naruszenie struktury mięśnia i ekstrakcja białek, a w konsekwencji zwiększenie kruchości mięsa [6, 17, 18, 23]. Na zmiany struktury, a tym samym tekstury, może wpływać również wiek i płeć zwierząt, a nawet rodzaj mięśnia [10], dlatego istotne wydaje się sprawdzenie, w jaki sposób czynniki te wpływają na cechy jakościowe mięśni danieli poddanych procesowi masowania.

Celem niniejszej pracy było określenie wpływ płci i wieku na wartość parametrów tekstury i struktury mięśni danieli oraz sprawdzenie, w jaki sposób czynniki te wpływają na podatność mięśni na proces masowania.

### **Material i metody badań**

Badania przeprowadzono w grudniu 2007 r. na mięśniach danieli (*Dama dama*) pochodzących z ekologicznego chowu fermowego. Badano 3 grupy zwierząt, po 3 sztuki z każdej. Pierwszą grupę stanowiły daniela szpicaki w wieku około 18 miesięcy - najpopularniejszy materiał rzeźny w produkcji i przetwórstwie. Do drugiej grupy wytypowano dorosłe byki łopatacze w wieku 42 miesięcy – główny materiał rozrodczy. Trzecią grupę porównawczą stanowiły łanie w wieku około 42 miesięcy, stanowiące zaplecze i zapewniające remont stada. Z uwagi na półdziki charakter hodowli, wszystkie zwierzęta zostały pozyskane w drodze odstrzału, po uprzednim rozpoznaniu ich płci oraz wieku. Bezpośrednio po odstrzale zwierzęta patroszono i umieszczano w pozycji wiszącej w celu jak najlepszego wykrwawienia. Wypatroszone i wykrwawione tusze transportowano do Katedry Technologii Mięsa na Wydziale Nauk o Żywności i Rybactwa Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie, gdzie pozostawiano je do wystudzenia na 24 h w temp. 3 °C. Po wystudzeniu, z odpowiednio przygotowanych elementów, wykrawano wybrane do badań mięśnie. Do badań pobierano trzy mięśnie: dwugłowy uda – *m. biceps femoris* (BF), półbłoniasty – *m. semimembranosus* (SM) – oba z udźca oraz najdłuższy grzbietu – *m. longissimus* (L). Z każdego wypreparowanego mięśnia wycinano cięciem prostopadłym do przebiegu włókien mięśniowych po 3 prostopadłościany o równej masie ok. 100 g. Z każdego z trzech mięśni pozostawiano po jednym prostopadłościanie stanowiącym próbę kontrolną. Resztę nastrzykiwano solanką pekującą (11 % NaCl, 1,5 % mieszan-

ki peklującej, 87,5 % wody) w ilości 20 % w stosunku do masy. Po nastrzyku próby znakowano nićmi w różnych kolorach, w celu późniejszego ich rozróżnienia, w zależności od czasu masowania. Tak przygotowane próby poddawano masowaniu cyklicznemu w układzie 10 min masowania/5 min odpoczynku w masownicy próżniowej własnej konstrukcji o objętości 5 l. Czas masowania wynosił 3 h, a próby do badań tekstury, struktury i oceny sensorycznej pobierano w odstępach godzinnych, odpowiednio po 1, 2 i 3 h. Bezpośrednio po procesie masowania próby ważono, umieszczano w workach foliowych i poddawano obróbce termicznej w wodzie o temp. 85 °C aż do osiągnięcia 68 °C w środku geometrycznym. Po obróbce termicznej próby schładzano do temp. około 12 °C, ważono i po zabezpieczeniu folią przed wysychaniem składowano w warunkach chłodniczych w temp. 3 °C przez 12 h, aż do rozpoczęcia analiz.

Pomiaru tekstury dokonywano przy użyciu aparatu Instron 1140 sprzężonego z komputerem PC. Z każdej próby wykonano 5 powtórzeń.

Teksturę badano przy zastosowaniu testu TPA, polegającego na podwójnym zagłębieniu się trzpienia o średnicy 9,6 mm w próbę o wysokości  $20 \pm 1$  mm, na głębokość 70 % (14 mm) jej wysokości. Z uzyskanej krzywej obliczano następujące parametry: twardość, spoistość, sprężystość i żuwalność [3].

Do badań histologicznych wycinano próbki z niemasowanych i masowanych mięśni BF, SM i L danieli. Wycinki te zostały utrwalone płynem Sannomiya, odwodnione alkoholem i benzenem, a następnie zatopione w parafinowych bloczkach. Bloczki ścinano na mikrotomie na skrawki grubości 10  $\mu$ m, a następnie naklejano na szkiełka, barwiono hematoksyliną i eozyną [4] i zamykano w balsamie kanadyjskim. Ocenę struktury tkanki mięśniowej prowadzono za pomocą komputerowej analizy obrazu MultiScanBase v. 13. W przypadku każdego mięśnia i czasu masowania oceniano po 3 preparaty, w każdym z nich dokonując 100 pomiarów pola powierzchni włókien mięśniowych oraz grubości perimysium i endomysium. Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej z wykorzystaniem programu Microsoft Excel. Za pomocą testu t-Studenta na poziomie  $\alpha = 0,05$  zweryfikowano istotność różnic parametrów tekstury i struktury pomiędzy niemasowanymi i masowanymi mięśniami w obrębie każdej grupy oraz między porównywanymi grupami.

Uzyskane wyniki stanowią wstęp do szerszych badań dotyczących przydatności mięsa danieli do przetwórstwa.

## **Wyniki i dyskusja**

Spośród parametrów tekstury (tab. 1 - 4) wiek zwierząt miał największy wpływ na twardość i żuwalność badanych mięśni. Największe różnice zaobserwowano pod względem twardości i żuwalności mięśnia BF, który wśród mięśni byków był o ok. 25 % twardszy i charakteryzował się o 30 % większą żuwalnością niż w mięśniach

szpicaków. Podobne wyniki uzyskali Żochowska-Kujawska i wsp. [20] w badaniach przeprowadzonych na mięśniach pochodzących z saren w różnym wieku, którzy wykazali, że mięsień BF starszych zwierząt charakteryzował się większą twardością i żuwalnością w porównaniu z młodszymi osobnikami.

Za wyjątkiem sprężystości (tab. 3), w której różnice były niewielkie, mięśnie byków w porównaniu z mięśniami szpicaków charakteryzowały się większą twardością, spoistością i żuwalnością.

Tabela 1

Średnia twardość [N] wybranych mięśni danieli nie poddanych procesowi masowania oraz poddanych procesowi masowania w ciągu 1, 2 i 3 h.

Mean values of hardness [N] of the selected muscles of fallow deers, that were non-massaged and massaged for 1, 2 and 3 hours.

Mięsień Muscle	Czas masowania Massaging time [h]	Daniele w wieku: Fallow deer at the age of:		
		18 miesięcy (szpicaki) 18 months (fawns)	42 miesięcy (byki) 42 months (bucks)	42 miesięcy (łanie) 42 months (does)
BF	0	37,53 ± 4,24 <sup>a</sup> <sub>1</sub>	46,83 ± 3,19 <sup>b</sup> <sub>1</sub>	46,65 ± 4,58 <sup>b</sup> <sub>1</sub>
	1	24,85 ± 3,73 <sup>a</sup> <sub>2</sub>	31,71 ± 4,08 <sup>a</sup> <sub>2</sub>	33,67 ± 4,58 <sup>ab</sup> <sub>2</sub>
	2	20,57 ± 3,46 <sup>a</sup> <sub>23</sub>	28,98 ± 3,17 <sup>b</sup> <sub>23</sub>	27,53 ± 3,81 <sup>a</sup> <sub>2</sub>
	3	18,28 ± 2,27 <sup>a</sup> <sub>3</sub>	29,42 ± 2,42 <sup>a</sup> <sub>3</sub>	29,10 ± 3,71 <sup>b</sup> <sub>2</sub>
SM	0	42,06 ± 7,07 <sup>a</sup> <sub>1</sub>	50,23 ± 5,08 <sup>a</sup> <sub>1</sub>	45,81 ± 5,27 <sup>a</sup> <sub>1</sub>
	1	29,29 ± 1,91 <sup>a</sup> <sub>2</sub>	42,42 ± 5,64 <sup>b</sup> <sub>12</sub>	26,53 ± 4,04 <sup>ab</sup> <sub>2</sub>
	2	27,62 ± 5,31 <sup>a</sup> <sub>2</sub>	39,34 ± 4,72 <sup>a</sup> <sub>2</sub>	25,09 ± 2,06 <sup>a</sup> <sub>2</sub>
	3	25,91 ± 4,84 <sup>a</sup> <sub>2</sub>	32,22 ± 2,08 <sup>b</sup> <sub>3</sub>	25,29 ± 2,13 <sup>a</sup> <sub>2</sub>
L	0	34,89 ± 0,66 <sup>a</sup> <sub>1</sub>	42,09 ± 10,85 <sup>a</sup> <sub>1</sub>	38,60 ± 2,24 <sup>a</sup> <sub>1</sub>
	1	16,16 ± 1,61 <sup>a</sup> <sub>2</sub>	33,24 ± 3,22 <sup>b</sup> <sub>2</sub>	21,05 ± 3,84 <sup>a</sup> <sub>2</sub>
	2	17,09 ± 3,37 <sup>a</sup> <sub>2</sub>	26,93 ± 4,96 <sup>b</sup> <sub>23</sub>	18,32 ± 2,95 <sup>a</sup> <sub>2</sub>
	3	17,27 ± 3,02 <sup>ab</sup> <sub>2</sub>	26,47 ± 2,66 <sup>b</sup> <sub>3</sub>	18,31 ± 2,50 <sup>a</sup> <sub>2</sub>

Objaśnienia: Explanatory notes:

a - liczby w wierszach oznaczone tym samym indeksem górnym nie różnią się istotnie pomiędzy grupami zwierząt przy  $P \geq 0,05$

1 - liczby w kolumnach oznaczone tym samym indeksem dolnym nie różnią się istotnie pomiędzy czasami masowania w obrębie tej samej grupy zwierząt przy  $P > 0,05$

Wpływ wieku na wartości parametrów struktury był jednakowy, zarówno jeżeli chodzi o pole powierzchni włókna, jak i o grubość peri- i endomysium. Największe różnice zaobserwowano mierząc pole powierzchni włókna (tab. 5), zwłaszcza mięśnia BF, którego włókna na przekroju miały średnio o 77 % większą powierzchnię niż włókna tego samego mięśnia szpicaków. Równie duże różnice stwierdzono pod względem grubości endomysium, które w mięśniach byków było grubsze nawet o 65 % (tab.

7). Najmniejsze różnice występowały w przypadku grubości perimysium (tab. 6). W mięśniach byków było ono 22 - 33 % grubsze niż u zwierząt 18-miesięcznych. W podobnych badaniach obejmujących mięśnie byków jeleni w różnym wieku, Żochowska-Kujawska i wsp. [22] zaobserwowali, że mięśnie zwierząt starszych charakteryzują się większym polem powierzchni włókna oraz grubością peri- i endomysium.

Tabela 2

Średnia spoistość [-] wybranych mięśni danieli nie poddanych procesowi masowania oraz poddanych procesowi masowania w ciągu 1, 2 i 3 h.

Mean value of cohesiveness [-] of the selected muscles of fallow deer that were not massaged and massaged for 1, 2 and 3 hours.

Mięsień Muscle	Czas masowania Massaging time [h]	Daniele w wieku: Fallow deer at the age of:		
		18 miesięcy (szpicaki) 18 months (fawns)	42 miesięcy (byki) 42 months (bucks)	42 miesięcy (łanie) 42 months (does)
BF	0	0,411 ± 0,038 <sup>a</sup> <sub>1</sub>	0,482 ± 0,048 <sup>ab</sup> <sub>1</sub>	0,476 ± 0,014 <sup>b</sup> <sub>1</sub>
	1	0,384 ± 0,035 <sup>a</sup> <sub>1</sub>	0,384 ± 0,020 <sup>a</sup> <sub>2</sub>	0,292 ± 0,017 <sup>b</sup> <sub>2</sub>
	2	0,419 ± 0,025 <sup>a</sup> <sub>1</sub>	0,419 ± 0,011 <sup>a</sup> <sub>3</sub>	0,349 ± 0,029 <sup>b</sup> <sub>3</sub>
	3	0,330 ± 0,025 <sup>a</sup> <sub>2</sub>	0,421 ± 0,036 <sup>b</sup> <sub>123</sub>	0,369 ± 0,028 <sup>ab</sup> <sub>3</sub>
SM	0	0,479 ± 0,018 <sup>a</sup> <sub>1</sub>	0,390 ± 0,016 <sup>b</sup> <sub>1</sub>	0,442 ± 0,006 <sup>a</sup> <sub>1</sub>
	1	0,319 ± 0,023 <sup>a</sup> <sub>2</sub>	0,331 ± 0,013 <sup>a</sup> <sub>2</sub>	0,358 ± 0,019 <sup>a</sup> <sub>2</sub>
	2	0,340 ± 0,034 <sup>a</sup> <sub>2</sub>	0,341 ± 0,006 <sup>a</sup> <sub>2</sub>	0,350 ± 0,029 <sup>a</sup> <sub>2</sub>
	3	0,332 ± 0,025 <sup>a</sup> <sub>2</sub>	0,333 ± 0,018 <sup>a</sup> <sub>2</sub>	0,367 ± 0,017 <sup>a</sup> <sub>2</sub>
L	0	0,393 ± 0,031 <sup>ab</sup> <sub>1</sub>	0,409 ± 0,025 <sup>b</sup> <sub>1</sub>	0,354 ± 0,026 <sup>a</sup> <sub>1</sub>
	1	0,340 ± 0,014 <sup>a</sup> <sub>2</sub>	0,364 ± 0,024 <sup>a</sup> <sub>1</sub>	0,355 ± 0,017 <sup>a</sup> <sub>1</sub>
	2	0,393 ± 0,022 <sup>a</sup> <sub>1</sub>	0,388 ± 0,021 <sup>a</sup> <sub>1</sub>	0,364 ± 0,035 <sup>a</sup> <sub>1</sub>
	3	0,357 ± 0,033 <sup>a</sup> <sub>12</sub>	0,381 ± 0,020 <sup>a</sup> <sub>1</sub>	0,384 ± 0,013 <sup>a</sup> <sub>1</sub>

Objaśnienia jak pod tab. 1.

Explanatory notes as in Tab. 1.

Wyniki uzyskane w badaniach wskazują, że różnice tekstury pomiędzy mięśniami danieli były konsekwencją ich struktury. Daniele byki, w porównaniu ze szpicakami, charakteryzowały się większym polem powierzchni włókna, grubszym perimysium i endomysium, a jednocześnie włókna były twardsze, bardziej sprężyste i trudniej żuwalne. Dotychczasowe prace dotyczące podobnych zagadnień wskazują, że wyższa twardość mięśni może być spowodowana większą powierzchnią włókna mięśniowego [12, 14] lub grubszym perimysium [10].

Tabela 3

Średnia sprężystość [cm] wybranych mięśni danieli nie poddanych procesowi masowania oraz poddanych procesowi masowania w ciągu 1, 2 i 3 h.

Mean value of springiness [cm] of the selected muscles of fallow deer that were not massaged and massaged for 1, 2 and 3 hours.

Mięsień Muscle	Czas masowania Massaging time [h]	Daniele w wieku: Fallow deer at the age of:		
		18 miesięcy (szpicaki) 18 months (fawns)	42 miesięcy (byki) 42 months (bucks)	42 miesięcy (łanie) 42 months (does)
BF	0	1,26 ± 0,16 <sup>a</sup> <sub>1</sub>	1,27 ± 0,09 <sup>a</sup> <sub>13</sub>	1,12 ± 0,15 <sup>a</sup> <sub>1</sub>
	1	1,45 ± 0,10 <sup>a</sup> <sub>1</sub>	1,23 ± 0,04 <sup>b</sup> <sub>12</sub>	1,35 ± 0,06 <sup>a</sup> <sub>2</sub>
	2	1,39 ± 0,06 <sup>a</sup> <sub>1</sub>	1,40 ± 0,11 <sup>ab</sup> <sub>3</sub>	1,52 ± 0,04 <sup>b</sup> <sub>3</sub>
	3	1,46 ± 0,05 <sup>a</sup> <sub>1</sub>	1,40 ± 0,15 <sup>a</sup> <sub>123</sub>	1,47 ± 0,03 <sup>a</sup> <sub>3</sub>
SM	0	1,08 ± 0,08 <sup>a</sup> <sub>1</sub>	1,15 ± 0,05 <sup>a</sup> <sub>1</sub>	1,23 ± 0,12 <sup>a</sup> <sub>1</sub>
	1	1,36 ± 0,04 <sup>a</sup> <sub>2</sub>	1,16 ± 0,02 <sup>b</sup> <sub>1</sub>	1,29 ± 0,07 <sup>a</sup> <sub>1</sub>
	2	1,40 ± 0,02 <sup>a</sup> <sub>2</sub>	1,36 ± 0,04 <sup>a</sup> <sub>2</sub>	1,44 ± 0,06 <sup>a</sup> <sub>2</sub>
	3	1,38 ± 0,02 <sup>a</sup> <sub>2</sub>	1,36 ± 0,04 <sup>a</sup> <sub>2</sub>	1,42 ± 0,01 <sup>b</sup> <sub>2</sub>
L	0	1,21 ± 0,06 <sup>a</sup> <sub>1</sub>	1,16 ± 0,10 <sup>a</sup> <sub>1</sub>	1,15 ± 0,12 <sup>a</sup> <sub>1</sub>
	1	1,38 ± 0,04 <sup>a</sup> <sub>2</sub>	1,37 ± 0,10 <sup>a</sup> <sub>23</sub>	1,46 ± 0,05 <sup>a</sup> <sub>2</sub>
	2	1,40 ± 0,10 <sup>a</sup> <sub>2</sub>	1,34 ± 0,06 <sup>a</sup> <sub>2</sub>	1,44 ± 0,04 <sup>a</sup> <sub>2</sub>
	3	1,49 ± 0,06 <sup>a</sup> <sub>2</sub>	1,48 ± 0,04 <sup>a</sup> <sub>3</sub>	1,45 ± 0,05 <sup>a</sup> <sub>2</sub>

Objaśnienia jak pod tab. 1.

Explanatory notes as in Tab. 1.

Masowanie niezależnie od długości trwania procesu spowodowało zmniejszenie twardości i żuwalności, a wzrost sprężystości. Po pierwszej godzinie masowania w obu badanych grupach wiekowych największym zmianom uległa twardość i żuwalność – w mięśniach szpicaków do 64 %, a w mięśniach byków do 48 % (tab. 1 - 4). Zatem jak wynika z uzyskanych danych, proces masowania miał większy wpływ na zmianę parametrów tekstury mięśni szpicaków niż dorosłych zwierząt. Może być to spowodowane tym, że nie poddane mechanicznemu oddziaływaniu mięśnie byków były bardziej twarde i żuwalne w porównaniu z mięśniami szpicaków, a jak wykazali wcześniej m.in. Lachowicz i wsp. [13], Shackelford i wsp. [15] oraz Sobczak [16] mięśnie takie są mniej podatne na proces masowania.

Tabela 4

Średnia żuwalność [N cm] wybranych mięśni danieli nie poddanych procesowi masowania oraz poddanych procesowi masowania w ciągu 1, 2 i 3 h.

Mean value of chewiness [N cm] of the selected muscles of fallow deer that were not massaged and massaged for 1, 2 and 3 hours.

Mięsień Muscle	Czas masowania Massaging time [h]	Daniele w wieku: Fallow deer at the age of:		
		18 miesięcy (szpicaki) 18 months (fawns)	42 miesięcy (byki) 42 months (bucks)	42 miesięcy (łanie) 42 months (does)
BF	0	20,72 ± 2,28 <sup>a</sup> <sub>1</sub>	23,67 ± 2,19 <sup>a</sup> <sub>1</sub>	21,72 ± 1,65 <sup>a</sup> <sub>1</sub>
	1	17,65 ± 0,51 <sup>a</sup> <sub>2</sub>	12,18 ± 0,56 <sup>b</sup> <sub>2</sub>	17,71 ± 0,76 <sup>a</sup> <sub>2</sub>
	2	15,58 ± 0,84 <sup>ab</sup> <sub>3</sub>	13,38 ± 1,52 <sup>a</sup> <sub>2</sub>	17,18 ± 1,21 <sup>b</sup> <sub>2</sub>
	3	7,92 ± 0,82 <sup>a</sup> <sub>4</sub>	12,36 ± 1,22 <sup>b</sup> <sub>2</sub>	10,57 ± 1,44 <sup>b</sup> <sub>3</sub>
SM	0	16,85 ± 1,21 <sup>a</sup> <sub>1</sub>	20,65 ± 0,93 <sup>b</sup> <sub>1</sub>	22,52 ± 1,02 <sup>b</sup> <sub>1</sub>
	1	13,97 ± 0,27 <sup>a</sup> <sub>2</sub>	17,55 ± 1,24 <sup>b</sup> <sub>23</sub>	14,77 ± 1,53 <sup>a</sup> <sub>2</sub>
	2	13,41 ± 1,25 <sup>a</sup> <sub>2</sub>	16,90 ± 0,45 <sup>b</sup> <sub>2</sub>	11,85 ± 0,97 <sup>a</sup> <sub>3</sub>
	3	11,23 ± 0,39 <sup>a</sup> <sub>3</sub>	15,52 ± 0,82 <sup>b</sup> <sub>3</sub>	10,65 ± 0,70 <sup>a</sup> <sub>3</sub>
L	0	17,23 ± 1,69 <sup>a</sup> <sub>1</sub>	19,57 ± 2,63 <sup>a</sup> <sub>1</sub>	18,25 ± 1,34 <sup>a</sup> <sub>1</sub>
	1	7,61 ± 1,18 <sup>a</sup> <sub>2</sub>	17,80 ± 0,25 <sup>b</sup> <sub>1</sub>	12,44 ± 1,65 <sup>c</sup> <sub>2</sub>
	2	8,94 ± 0,84 <sup>a</sup> <sub>2</sub>	12,12 ± 0,71 <sup>b</sup> <sub>2</sub>	9,50 ± 1,02 <sup>a</sup> <sub>3</sub>
	3	8,22 ± 0,99 <sup>a</sup> <sub>2</sub>	10,26 ± 0,54 <sup>b</sup> <sub>2</sub>	9,55 ± 0,50 <sup>b</sup> <sub>3</sub>

Objaśnienia jak pod tab. 1.

Explanatory notes as in Tab. 1

Wraz z postępem procesu masowania, w obu badanych grupach rosło pole powierzchni włókna oraz grubość perimysium, natomiast grubość endomysium zmniejszała się (tab. 5 - 7). Zmiany te mogły być spowodowane uszkodzeniem śródmięśniowej tkanki łącznej, czego następstwem może być wzrost powierzchni włókien mięśniowych. Elementy struktury mięśni byków uległy mniejszym zmianom w porównaniu ze szpicakami, co mogło być spowodowane grubszą tkanką łączną w mięśniach zwierząt starszych, a tym samym mniejszą możliwością penetracji mięśni przez solankę [9].

Wpływ płci na wartości parametrów tekstury także był zróżnicowany i zależał od badanego mięśnia (tab. 1 - 4), jednak ogólnie mięśnie łań były mniej twarde i żuwalne. Różnice te kształtowały się na poziomie od 10 do 21 %. Mniejsza twardość i żuwalność mięśni łań mogła być spowodowana ich delikatną strukturą, na co w swojej pracy wskazywał Albrecht i wsp. [1]. Pole powierzchni włókna (tab. 5), jak i grubość perimysium i endomysium (tab. 6 - 7) były mniejsze w mięśniach łań, a największe różnice zaobserwowano porównując grubości peri- i endomysium mięśni SM i L. Grubość tych elementów w mięśniach byków była o około 14 - 36 % większa niż w tych samych mięśniach łań.

Tabela 5

Średnie pole powierzchni włókna [ $\mu\text{m}^2$ ] wybranych mięśni danieli nie poddanych procesowi masowania oraz poddanych procesowi masowania w ciągu 1, 2 i 3 h.

Mean cross-section area of muscle fibre [ $\mu\text{m}^2$ ] of the selected muscles of fallow deer that were not, massaged and massaged for 1, 2 and 3 hours.

Mięsień Muscle	Czas masowania Massaging time [h]	Daniele w wieku: Fallow deer at the age of:		
		18 miesięcy (szpicaki) 18 months (fawns)	42 miesięcy (byki) 42 months (bucks)	42 miesięcy (łanie) 42 months (does)
BF	0	415,36 ± 9,43 <sup>a</sup> <sub>1</sub>	733,34 ± 17,37 <sup>b</sup> <sub>1</sub>	700,37 ± 14,46 <sup>c</sup> <sub>1</sub>
	1	433,38 ± 10,80 <sup>a</sup> <sub>12</sub>	791,74 ± 18,19 <sup>b</sup> <sub>2</sub>	722,55 ± 11,93 <sup>c</sup> <sub>1</sub>
	2	441,53 ± 8,91 <sup>a</sup> <sub>23</sub>	862,34 ± 16,90 <sup>b</sup> <sub>3</sub>	935,74 ± 13,48 <sup>c</sup> <sub>2</sub>
	3	556,20 ± 10,53 <sup>a</sup> <sub>3</sub>	888,76 ± 14,61 <sup>b</sup> <sub>3</sub>	1007,32 ± 18,62 <sup>c</sup> <sub>3</sub>
SM	0	399,99 ± 18,41 <sup>a</sup> <sub>1</sub>	570,32 ± 15,83 <sup>b</sup> <sub>1</sub>	530,93 ± 18,87 <sup>c</sup> <sub>1</sub>
	1	412,45 ± 14,05 <sup>a</sup> <sub>1</sub>	577,80 ± 15,42 <sup>b</sup> <sub>1</sub>	688,29 ± 18,28 <sup>c</sup> <sub>2</sub>
	2	429,00 ± 16,84 <sup>a</sup> <sub>1</sub>	692,35 ± 18,73 <sup>b</sup> <sub>2</sub>	802,04 ± 19,58 <sup>c</sup> <sub>3</sub>
	3	531,13 ± 15,18 <sup>a</sup> <sub>1</sub>	747,75 ± 15,07 <sup>b</sup> <sub>3</sub>	829,49 ± 23,67 <sup>c</sup> <sub>3</sub>
L	0	355,89 ± 11,94 <sup>a</sup> <sub>1</sub>	528,46 ± 16,76 <sup>b</sup> <sub>1</sub>	471,62 ± 14,67 <sup>c</sup> <sub>1</sub>
	1	371,77 ± 8,66 <sup>a</sup> <sub>1</sub>	557,97 ± 17,65 <sup>b</sup> <sub>12</sub>	721,32 ± 21,96 <sup>c</sup> <sub>2</sub>
	2	557,29 ± 19,71 <sup>a</sup> <sub>2</sub>	571,32 ± 13,98 <sup>a</sup> <sub>2</sub>	733,38 ± 11,79 <sup>b</sup> <sub>2</sub>
	3	685,27 ± 13,38 <sup>a</sup> <sub>3</sub>	629,12 ± 14,66 <sup>b</sup> <sub>3</sub>	979,65 ± 24,55 <sup>c</sup> <sub>3</sub>

Objaśnienia jak pod tab. 1.

Explanatory notes as in Tab. 1.

Przeprowadzony proces masowania mięśni obu badanych grup różniących się płcią (tab. 1 - 4) spowodował zmniejszenie się twardości, spoistości i żuwalności oraz wzrost sprężystości – mięśni byków średnio o 20 %, a mięśni łań średnio o 40 %. Zmiany wartości parametrów tekstury w obu grupach były podobne pod względem kierunku zmian, natomiast zaobserwowano, że większym zmianom ulegały mięśnie łań. Może to być spowodowane tym, że twardość i żuwalność ich mięśni przed rozpoczęciem masowania była mniejsza niż byków [13, 15, 16].

Kierunek zmian struktury mięśni byków i łań był jednakowy, zwiększało się pole powierzchni włókna byków średnio o 25 %, łań o 70 %, natomiast grubość peri- i endomysium malała (odpowiednio o 15 i 30 %). Porównując proces masowania mięśni danieli różnej płci można zauważyć, że zdecydowanie większym zmianom ulegała struktura mięśni łań, co może być wynikiem ich cieńszej śródmięśniowa tkanki łącznej, a więc solanka miała „łatwiejszy” dostęp do włókien mięśniowych [9].



Tabela 6

Średnia grubość perimysium [ $\mu\text{m}$ ] wybranych mięśni danieli nie poddanych masowaniu oraz poddanych procesowi masowania w ciągu 1, 2 i 3 h.

Mean value of perimysium thickness [ $\mu\text{m}$ ] of the selected muscles of fallow deer that were not massaged and massaged for 1, 2 and 3 hours.

Mięsień Muscle	Czas masowania Massaging time [h]	Daniele w wieku: Fallow deer at the age of:		
		18 miesięcy (szpicaki) 18 months (fawns)	42 miesięcy (byki) 42 months (bucks)	42 miesięcy (łanie) 42 months (does)
BF	0	11,59 $\pm$ 0,83 <sup>a</sup> <sub>1</sub>	14,30 $\pm$ 0,90 <sup>b</sup> <sub>1</sub>	9,90 $\pm$ 0,81 <sup>c</sup> <sub>1</sub>
	1	11,37 $\pm$ 0,98 <sup>a</sup> <sub>1</sub>	15,89 $\pm$ 1,07 <sup>b</sup> <sub>12</sub>	9,61 $\pm$ 0,70 <sup>c</sup> <sub>1</sub>
	2	12,42 $\pm$ 0,95 <sup>a</sup> <sub>12</sub>	16,21 $\pm$ 0,85 <sup>b</sup> <sub>2</sub>	11,94 $\pm$ 0,64 <sup>a</sup> <sub>2</sub>
	3	13,81 $\pm$ 0,87 <sup>a</sup> <sub>2</sub>	17,49 $\pm$ 0,75 <sup>b</sup> <sub>2</sub>	12,22 $\pm$ 0,52 <sup>c</sup> <sub>2</sub>
SM	0	11,83 $\pm$ 1,05 <sup>a</sup> <sub>1</sub>	14,40 $\pm$ 0,94 <sup>b</sup> <sub>1</sub>	10,94 $\pm$ 0,74 <sup>a</sup> <sub>12</sub>
	1	13,47 $\pm$ 0,80 <sup>a</sup> <sub>12</sub>	14,68 $\pm$ 0,71 <sup>a</sup> <sub>1</sub>	10,45 $\pm$ 0,44 <sup>b</sup> <sub>1</sub>
	2	14,09 $\pm$ 0,78 <sup>a</sup> <sub>2</sub>	15,01 $\pm$ 0,74 <sup>a</sup> <sub>1</sub>	11,88 $\pm$ 0,61 <sup>b</sup> <sub>2</sub>
	3	14,18 $\pm$ 0,82 <sup>a</sup> <sub>2</sub>	15,27 $\pm$ 0,86 <sup>a</sup> <sub>1</sub>	12,06 $\pm$ 0,69 <sup>b</sup> <sub>2</sub>
L	0	9,64 $\pm$ 0,64 <sup>a</sup> <sub>1</sub>	11,58 $\pm$ 0,72 <sup>b</sup> <sub>1</sub>	8,73 $\pm$ 0,75 <sup>a</sup> <sub>1</sub>
	1	11,02 $\pm$ 0,65 <sup>a</sup> <sub>2</sub>	11,65 $\pm$ 0,79 <sup>a</sup> <sub>1</sub>	8,66 $\pm$ 0,80 <sup>b</sup> <sub>1</sub>
	2	11,16 $\pm$ 0,54 <sup>a</sup> <sub>2</sub>	11,67 $\pm$ 0,66 <sup>a</sup> <sub>1</sub>	11,26 $\pm$ 1,01 <sup>a</sup> <sub>2</sub>
	3	12,19 $\pm$ 0,45 <sup>a</sup> <sub>3</sub>	12,80 $\pm$ 0,93 <sup>a</sup> <sub>1</sub>	11,56 $\pm$ 0,75 <sup>a</sup> <sub>2</sub>

Objaśnienia jak pod tab. 1.

Explanatory notes as in Tab. 1.

Podsumowując można powiedzieć, że zarówno czas masowania, jak i wiek oraz płeć miały istotny wpływ na wielkość elementów struktury mięśni oraz wartość badanych parametrów tekstury. Najdelikatniejszą strukturą oraz najniższymi wartościami parametrów tekstury charakteryzowały się mięśnie szpicaków danieli w wieku 18 miesięcy. Mięśnie byków w wieku 42 miesięcy odznaczały się włóknami o dużym polu powierzchni oraz najgrubszą tkanką łączną, natomiast mięśnie łan danieli w wieku 42 miesięcy charakteryzowały się pośrednią, między szpicakami a bykami, wielkością elementów struktury oraz wartościami parametrów tekstury.

Tabela 7

Średnia grubość endomysium [ $\mu\text{m}$ ] wybranych mięśni danieli nie poddanych masowaniu oraz poddanych procesowi masowania w ciągu 1, 2 i 3 h.

Mean value of endomysium thickness ( $\mu\text{m}$ ) of the selected muscles of fallow deer that were not massaged and massaged for 1, 2 and 3 hours.

Mięsień Muscle	Czas masowania Massaging time [h]	Daniele w wieku: Fallow deer at the age of:		
		18 miesięcy (szpicaki) 18 months (fawns)	42 miesięcy (byki) 42 months (bucks)	42 miesięcy (łanie) 42 months (does)
BF	0	$0,93 \pm 0,06^{a_1}$	$1,26 \pm 0,07^{b_1}$	$1,18 \pm 0,10^{b_1}$
	1	$0,82 \pm 0,08^{a_{12}}$	$1,20 \pm 0,07^{b_1}$	$0,94 \pm 0,08^{a_2}$
	2	$0,81 \pm 0,07^{a_{12}}$	$1,15 \pm 0,04^{b_1}$	$0,87 \pm 0,05^{c_2}$
	3	$0,76 \pm 0,08^{a_2}$	$1,14 \pm 0,04^{b_1}$	$0,85 \pm 0,08^{a_2}$
SM	0	$0,99 \pm 0,06^{a_1}$	$1,38 \pm 0,04^{b_1}$	$1,11 \pm 0,10^{a_1}$
	1	$0,96 \pm 0,08^{a_1}$	$1,27 \pm 0,03^{b_2}$	$0,87 \pm 0,07^{a_2}$
	2	$0,77 \pm 0,05^{a_2}$	$1,10 \pm 0,05^{b_3}$	$0,70 \pm 0,08^{a_3}$
	3	$0,68 \pm 0,05^{a_2}$	$1,05 \pm 0,06^{b_3}$	$0,72 \pm 0,08^{a_{23}}$
L	0	$0,82 \pm 0,08^{a_1}$	$1,35 \pm 0,06^{b_1}$	$0,99 \pm 0,10^{a_1}$
	1	$0,73 \pm 0,06^{a_{12}}$	$1,14 \pm 0,08^{b_2}$	$0,81 \pm 0,07^{ab_2}$
	2	$0,67 \pm 0,04^{a_2}$	$1,07 \pm 0,06^{b_2}$	$0,71 \pm 0,07^{a_{23}}$
	3	$0,56 \pm 0,06^{a_3}$	$1,00 \pm 0,07^{b_2}$	$0,58 \pm 0,06^{a_3}$

Objaśnienia jak pod tab. 1.

Explanatory notes as in Tab. 1.

## Wnioski

1. Masowanie spowodowało naruszenie struktury mięśni danieli, co w konsekwencji doprowadziło do zmniejszenia ich twardości, spoistości i żuwalności oraz wzrostu sprężystości.
2. Wiek i płeć miały istotny wpływ na cechy tekstury i struktury badanych mięśni danieli oraz na wielkość zmian tych parametrów w trakcie procesu masowania.
3. Mięśnie szpicaków i łan, w porównaniu z mięśniami byków, charakteryzowały się delikatniejszą strukturą oraz mniejszą twardością i żuwalnością, przez co były zdecydowanie bardziej podatne na proces masowania.

## Literatura

- [1] Albrecht E., Wegner J., Ender K.: A new technique for objective evaluation of marbling in beef. *Fleischwirtsch.*, 1996, **76 (11)**, 1145-1147.
- [2] Anonim: Dziczyzna jako żywność. *Mięso i Wędliny*, 1997, **5**, 64-66, 68.
- [3] Bourne M.C.: *Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement*. Academic Press, INC, New York 1982.

- [4] Burck H.: Technika histologiczna. PZWL, Warszawa 1975.
- [5] Drozd L., Karpiński M.: Fermowy chów jeleni i danieli. *Przegl. Hod.*, 1998, **8**, 29-31.
- [6] Gajowiecki L., Lachowicz K., Żych A., Sobczak M., Kotowicz M., Żochowska J., Kłós B.: Porównanie przydatności technologicznej wybranych mięśni kurcząt do produkcji wyrobów masowanych. *Folia Univ. Agric. Stetin* 2001, **220**, *Scienta Alimentaria*, 1, 29-34.
- [7] Górska I.: Morfotyczna charakterystyka tkanki tłuszczowej w mięsie dziczyzny. *Zesz. Nauk. AR Wrocław, Zootechnika*, 1975, 20, **111**, 79-85.
- [8] Hoffman L.C., Wiklund E.: Game and venison – meat for the modern consumer. *Meat Sci.*, 2006, **74**, 197-208.
- [9] Knight P., Elsey J., Hedges N.: The role of endomysium in the salt-induced swelling of muscle fibres. *Meat Sci.*, 1989, **26**, 209-232.
- [10] Kołczak T., Palka K., Zarzycki A.: Wpływ kolagenu śródmięśniowego na kruchość i inne cechy sensoryczne mięśni bydła. *Acta Agr. Silvestra Ser. Zootechnica*, 1992, **XXX**, 75-85.
- [11] Korzeniowski W., Żmijewski T.: Charakterystyka chemiczna mięsa dzików. *Gosp. Mięś.*, 2001, **3**, 24-25.
- [12] Lachowicz K., Gajowiecki L., Żych A., Żochowska J., Sobczak M., Kotowicz M.: Effect of massaging time and drum speed on texture of two beef muscles. *EJPAU, Food Sci. Technol.* 2003, **6 (2)**, <http://www.ejpau.media.pl/series/volume6/issue2/food/art-06.html>
- [13] Lachowicz K., Sobczak M., Gajowiecki L., Żych A.: Effects of massaging time on texture, rheological properties, and structure of three pork ham muscles. *Meat Sci.*, 2003, **63**, 225-233.
- [14] Lachowicz K., Kamieniecki H., Gajowiecki L., Wójcik J., Szarkowski K., Sobczak M., Żochowska-Kujawska J., Kotowicz M., Żych A.: Comparison of texture and structure of ST (semitendinosus) muscle of Black-White cattle crossbreds with Charolaise, Marchigiana, Piemontese and Chianina and its susceptibility to massaging. *Pol. J. Food. Nutr. Sci.* 2007, **1 (57)**, 63-68.
- [15] Shackelford S.D., Reagan J.O., Mann T.F., Lyon C.E., Miller M.F.: Effect of blade tenderization, vacuum massage time and salt level on chemical, textural and sensory characteristics of precooked roast. *J. Food Sci.*, 1989, **4 (54)**, 843-845.
- [16] Sobczak M.: Zmiany struktury i tekstury wybranych mięśni tuczników mieszańcowych poddanych procesowi masowania. Praca doktorska. Akademia Rolnicza, Szczecin 2001.
- [17] Tyszkiewicz I.: Technologiczna ingerencja w mikrostrukturę mięsa. *Mięso i Wędliny* 1995, **7**, 19-21.
- [18] Wajdzik J.: Wpływ cyklu masowania na wydajność produkcyjną szynki wołowej. *Gosp. Mięś.* 2002, **11**, 38-41.
- [19] Zin M., Znamirska A., Stanisławczyk R.: Znaczenie dziczyzny. *Gosp. Mięś.* 2002, **4**, 28-30.
- [20] Żochowska-Kujawska J., Lachowicz K., Sobczak M., Gajowiecki L.: Effects of carcass weight on texture, structure, rheological properties and myofibre characteristics of roe deer. *Am. J. Anim. Vet. Sci.* 2007, **2 (4)**, 114-120.
- [21] Żochowska-Kujawska J., Lachowicz K., Sobczak M., Gajowiecki L., Kotowicz M., Żych A., Mędrała D.: Effects of massaging on hardness, rheological properties, and structure of four wild boar muscles of different fibre type content and age. *Meat Sci.*, 2007, **75**, 595-602.
- [22] Żochowska-Kujawska J., Lachowicz K., Sobczak M., Gajowiecki L.: Effect of carcass weight and muscle on texture, structure, rheological properties and myofibre characteristics of deer. *EJPAU Food Sci. Technol.* 2007, **10 (4)**, <http://www.ejpau.media.pl/series/volume10/issue4/food/art-33.html>
- [23] Żych A., Gajowiecki L., Lachowicz K., Sobczak M., Kotowicz M., Żochowska J.: Wpływ procesu masowania na zamiany tekstury mięśni udowych indyków i mięśnia półbłoniastego bydła. *Folia Univ. Agric. Stetin.* 2005, *Scienta Alimentaria* **246 (4)**, 321-328.

**COMPARISON OF SEX- AND AGE-RELATED TEXTURE AND STRUCTURE OF FALLOW DEER (*DAMA DAMA*) MUSCLES, AND OF THEIR RESPONSIVENESS TO MASSAGING****S u m m a r y**

The objective of the study was to determine the impact of age and sex on the texture and structure of fallow deer muscles, as well as to verify in what way those biological factors impacted the responsiveness of muscles to the process of massaging.

The research material consisted of the fallow deer (*Dama Dama*) muscles: BF (*m. biceps femoris*), SM (*m. semimembranosus*), and L (*m. longissimus*); the age of the animals investigated was different (18 and 42 months), as was their sex (bucks and does).

It was found that the muscles of 18 month old deer had the most delicate structure (the smallest muscle fibres and the thinnest perimysium and endomysium), the best texture profile, and the highest responsiveness to massaging. The muscles of 42 month old deer were characterized by fibres having a big cross-section area, the thickest perimysium and endomysium; the process of massaging had the poorest impact thereon. As for the muscles of 42 month old fallow deer does, their values of structure elements and texture parameters were in between the respective values characteristic for fawns and bucks, as was their responsiveness to massaging.

**Key words:** fallow deer, sex, age, texture, structure, massaging ☒