

BARBARA ORYL

## WPLYW PŁCI NA ZRÓŻNICOWANIE WŁAŚCIWOŚCI REOLOGICZNYCH I STRUKTURY WYBRANYCH MIĘŚNI BUHAJKÓW I JAŁÓWEK RASY CZARNO-BIAŁEJ

### Streszczenie

Badaniami objęto 18 mięśni pobranych z jałówek i buhajków rasy czarno-białej. Oceny struktury (powierzchnia włókna, grubość perimysium, grubość endomysium i zawartość tłuszczu śródmięśniowego) dokonano za pomocą komputerowej analizy obrazu MultiScan. Właściwości reologiczne badano aparatem Instron 1140, stosując test relaksacji. Stwierdzono, że mięśnie buhajków cechowały większe niż u jałówek średnie: sum modułów sprężystości, powierzchni włókna mięśniowego i grubości perimysium. Mięsień przywodziciel uda, m. półścięgnisty, m. dwugłowy uda oraz m. szeroki przyśrodkowy okazały się mięśniami statystycznie istotnie różnicującymi właściwości lepko-sprężyste mięsa jałówek i buhajków. Spośród badanych wskaźników reologicznych i struktury, płęć zwierząt wywarła największy wpływ na zróżnicowanie grubości perimysium oraz sum modułów sprężystości. Natomiast niewielkie międzypłciowe zróżnicowanie wystąpiło pod względem: sum modułów lepkości, grubości endomysium, powierzchni włókna mięśniowego i zawartości tłuszczu śródmięśniowego.

**Słowa kluczowe:** mięśnie bydła, właściwości reologiczne, struktura.

### Wprowadzenie

Tekstura określa mechaniczne właściwości produktów, które mogą być rejestrowane przez zmysły człowieka lub mierzone w sposób obiektywny za pomocą metod instrumentalnych, gdzie imitowane są warunki, jakim podlega badany materiał w czasie jego spożycia [3]. Mimo, że większość stosowanych obecnie parametrów definiujących teksturę wywodzi się z ocen sensorycznych (np. twardość, spoistość czy żuwalność), jednak u ich podstaw leżą właściwości lepkie i sprężyste mięsa. A zatem, odnosząc to do metod instrumentalnych, reakcję każdego produktu na naprężenia lub odkształcenia można opisać za pomocą modeli reologicznych pozwalających na wyliczenie takich parametrów, jak moduły sprężystości i lepkości [14].

Z kolei mechaniczne właściwości mięsa są pochodną jego budowy strukturalnej [16, 30]. Rozmiar pęczków i włókien mięśniowych, ilość i struktura wewnątrzmięśniowego kolagenu oraz zawartość tłuszczu śródmięśniowego i jego rozmieszczenie w tkance mięśniowej nie pozostają bez wpływu na teksturę [1, 12, 17, 20, 25]. Jednak mięśnie mogą znacznie różnić się parametrami struktury i tekstury, zarówno pomiędzy poszczególnymi zwierzętami, jak i w obrębie tuszy, a nawet pomiędzy fragmentami każdego z nich [18, 21, 29]. Płeć, obok wieku i rasy, wskazywana jest jako jeden z istotnych czynników tego zróżnicowania [5, 13, 24, 28].

Analizując dostępną literaturę należy zauważyć, że badania wpływu płci na teksturę i strukturę zbyt rzadko obejmują większą liczbę mięśni. Zwraca także uwagę brak porównań dotyczących właściwości reologicznych mięśni bydła.

Celem pracy było zbadanie wpływu płci na zróżnicowanie właściwości reologicznych i struktury 18 mięśni pobranych z jałówek i buhajków rasy czarno-białej

### Materiał i metody badań

Badaniami objęto 10 sztuk bydła (5 jałówek i 5 buhajków) rasy czarno-białej, pogłowia masowego w kategorii wiekowej 20-22 miesiące. Bydło zakupiono od indywidualnego hodowcy. Ubój i obróbkę wstępną tusz przeprowadzono w Ubojni „Delicjusz” Sp.j., w woj. zachodniopomorskim, zgodnie z przepisami obowiązującymi w przemyśle mięsnym. Po 48 godzinach chłodzenia w temp. 4°C, mięso w formie ćwierćtuszy dostarczano do Zakładu Doświadczalno-Produkcyjnego „MAS-AR” Sp. z o.o., gdzie dokonywano rozbioru na części zasadnicze, z których wypreparowano następujące mięśnie: m. trójgłowy ramienia (*m. triceps brachii*) – TB, m. podgrzebieniowy (*m. infraspinatus*) – INF, m. najdłuższy grzbietu (*m. longissimus dorsi*) – LD, m. lędźwiowy większy (*m. psoas major*) – PM, m. półbłoniasty (*m. semimembranosus*) – SM, m. smukły (*m. gracilis*) – GRA, m. przywodziiciel uda (*m. adductor*) – ADD, m. grzebieniowy (*m. pectineus*) – PEC, m. półścięgnisty (*m. semitendinosus*) – ST, m. dwugłowy uda (*m. biceps femoris*) – BF, m. pośladkowy średni (*m. gluteus medius*) – GM, m. pośladkowy głęboki (*m. gluteus profundus*) – GP, m. pośladkowy dodatkowy (*m. gluteus accessorius*) – ACC, m. szeroki przyśrodkowy (*m. vastus medialis*) – VM, m. prosty uda (*m. rectus femoris*) – RF, m. szeroki boczny (*m. vastus lateralis*) – VL.

Mięsień najdłuższy grzbietu podzielono dodatkowo na trzy elementy:

- 1) LD 1-6 – cięty między ostatnim kręgiem szyjnym i pierwszym piersiowym a szóstym i siódmym kręgiem piersiowym,
- 2) LD 7-12 – cięty między szóstym i siódmym kręgiem piersiowym a ostatnim i przedostatnim kręgiem piersiowym,
- 3) LD 13-6 – cięty między ostatnim i przedostatnim kręgiem piersiowym a ostatnim kręgiem lędźwiowym i pierwszym krzyżowym.

## Struktura

Do badań struktury pobierano próby z centralnej części każdego mięśnia. Preparaty histologiczne sporządzano metodą parafinową, barwiąc je hematoksyliną i eozyną [4]. Oceny struktury dokonywano za pomocą komputerowej analizy obrazu Multi Scan. Wykonywano pomiary histometryczne: powierzchni włókna, grubości perimysium, grubości endomysium oraz powierzchni złogów tłuszczowych w całym preparacie (po zliczeniu średniej powierzchni złogów wynik podawano w promilach).

## Właściwości reologiczne

Próby o jednakowej masie owijano folią termokurczliwą „Polyolefin” i poddawano obróbce cieplnej w kuchence mikrofalowej, do uzyskania temp. 75°C w centrum próby. Po wychłodzeniu i 12-godzinnym przechowywaniu w warunkach chłodniczych, każdą z nich cięto na 3 plastry o grubości  $20 \pm 1$  mm. Pomiaru właściwości reologicznych dokonywano aparatem Instron 1140, stosując test relaksacji. Włókna próbek znajdowały się w pozycji równoległej do działania siły. Zastosowano trzpień o  $\varnothing$  13,3 mm, ściskając próbkę do osiągnięcia 10% deformacji, pozostawiając ją w tym stanie przez 180 s. Zmiany naprężeń w czasie były rejestrowane przez komputer w ciągu pierwszych 15 s testu, co 1 s, a następnie co 15 s. Prędkość głowicy ściskającej wynosiła 50 mm/min. Oznaczenia wykonano w 8 powtórzeniach na każdym mięśniu. Do wyliczenia modułów sprężystości i lepkości zastosowano uogólniony model Maxwella [14] złożony z ciała Hooke'a połączonego równoległe z dwoma ciałami Maxwella, opisanego równaniem:

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

gdzie:  $\sigma$  – naprężenie [kPa],  $\varepsilon$  – odkształcenie,  $E_0$  – moduł sprężystości ciała Hooke'a [kPa],  $E_1$  i  $E_2$  – moduły sprężystości odpowiednio I i II ciała Maxwella [kPa],  $\mu_1$  i  $\mu_2$  – moduły lepkości odpowiednio I i II ciała Maxwella [kPa·s],  $t$  – czas [s].

Do wyrażenia właściwości reologicznych mięsa posłużono się sumą średnich wartości modułów sprężystości ciała Hooke'a I i II ciała Maxwella [ $E_0 + E_1 + E_2$ ] oraz sumą średnich wartości modułów lepkości I i II ciała Maxwella ( $\mu_1 + \mu_2$ ). Uzyskane wyniki zaprezentowano w pracy podając wartości średnie poszczególnych pomiarów.

Wyniki opracowano statystycznie przy zastosowaniu jednoczynnikowej analizy wariancji (ANOVA) z wykorzystaniem pakietu statystycznego Statgraphics [22].

## Wyniki i dyskusja

Mięśnie buhajków cechowały sumy modułów sprężystości większe niż u jałówek średnio o ponad 25%. Porównując odpowiadające sobie pary mięśni jałówek i buhaj-

ków stwierdzono, że statystycznie istotnie większa  $\Sigma E$  cechowała każdy z elementów mięśnia LD, a także PEC, ST, GM, i RF buhajków (tab. 1). Z kolei w przypadku jałówek istotnie większą sprężystością odznaczały się mięśnie: ADD, BF i VM. Natomiast średnie wartości sum modułów lepkości były w przypadku obu płci bardzo zbliżone. Międzypłciowe zróżnicowanie  $\Sigma\mu$  wystąpiło jednak pomiędzy kilkoma mięśniami. ADD, BF, ACC i VM jałówek odznaczały się lepkością istotnie większą niż u buhajków. Sumy modułów lepkości istotnie większe od żeńskich odpowiedników cechowały natomiast ST i VL buhajków.

Tabela 1

Właściwości reologiczne mięśni jałówek i buhajków.  
Rheological properties of young bull and heifer muscles.

Mięśnie Muscles	Suma modułów sprężystości $\pm$ SD The sum of elastic moduli [kPa]		Suma modułów lepkości $\pm$ SD The sum of viscous moduli [kPa·s]	
	♀	♂	♀	♂
TB	423,9 $\pm$ 34,3	397,8 $\pm$ 22,8	78237 $\pm$ 7845	66707 $\pm$ 6690
INF	165,5 $\pm$ 36,9	112,6 $\pm$ 18,3	43483 $\pm$ 4457	5157 $\pm$ 5256
LD 1-6	257,9* $\pm$ 23,7	440,7* $\pm$ 31,5	88043 $\pm$ 8894	78842 $\pm$ 7892
LD 7-12	529,4* $\pm$ 49,8	862,0* $\pm$ 74,2	120177 $\pm$ 12190	122152 $\pm$ 12210
LD 13-6	663,8* $\pm$ 55,2	892,3* $\pm$ 77,9	161973 $\pm$ 16672	168942 $\pm$ 16867
PM	196,2 $\pm$ 31,4	137,7 $\pm$ 28,7	24541 $\pm$ 4624	17129 $\pm$ 2790
SM	240,8 $\pm$ 21,3	267,6 $\pm$ 25,9	52727 $\pm$ 5992	41621 $\pm$ 4965
GRA	278,3 $\pm$ 23,8	297,0 $\pm$ 26,5	49385 $\pm$ 6967	37471 $\pm$ 4947
ADD	438,0* $\pm$ 41,9	324,9* $\pm$ 30,9	105162* $\pm$ 10412	67047* $\pm$ 6001
PEC	459,2* $\pm$ 43,2	733,9* $\pm$ 69,7	104718 $\pm$ 10985	95960 $\pm$ 9581
ST	307,0* $\pm$ 28,4	764,3* $\pm$ 69,5	64472* $\pm$ 6133	109556* $\pm$ 9978
BF	837,4* $\pm$ 83,4	622,4* $\pm$ 56,4	100797* $\pm$ 6210	88302* $\pm$ 5991
GM	254,4* $\pm$ 23,9	762,5* $\pm$ 67,0	123859 $\pm$ 12258	116767 $\pm$ 11543
GP	232,5 $\pm$ 24,8	293,7 $\pm$ 39,9	36743 $\pm$ 3794	46519 $\pm$ 5982
ACC	176,7 $\pm$ 34,1	254,2 $\pm$ 43,6	34666* $\pm$ 3527	22075* $\pm$ 2121
VM	785,0* $\pm$ 74,9	574,5* $\pm$ 53,8	97611* $\pm$ 7191	84067* $\pm$ 5012
RF	365,0* $\pm$ 39,1	804,9* $\pm$ 72,7	124209 $\pm$ 12440	116769 $\pm$ 11872
VL	796,5 $\pm$ 73,1	829,6 $\pm$ 82,3	88886* $\pm$ 8221	152700* $\pm$ 14213
Wartości średnie Mean values	411,5	520,7	83316	82456

Wartości średnie oznaczone \* różnią się w sposób statystycznie istotny przy poziomie  $\alpha = 0,05$ ,  
The differences between mean values denoted by a \* superscript are statistically significant  $\alpha = 0,05$ ,  
SD – odchylenie standardowe / standard deviation.

A zatem czynnik płci powodował większe zróżnicowanie sprężystości niż lepkości badanych mięśni, zaś ADD, ST, BF i VM okazały się mięśniami różnicującymi w sposób istotny właściwości lepko-sprężyste mięsa jałówek i buhajków. Dane pi-

śmiennictwa na temat wpływu płci na zróżnicowanie właściwości reologicznych mięśni bydła są nieliczne. W dostępnej literaturze trudno jest znaleźć doniesienia, z którymi można bezpośrednio skonfrontować powyższe wyniki. Badania właściwości reologicznych najczęściej prowadzone były na farszach i kiełbasach drobno rozdrobnionych [27]. Równie sporadycznie spotyka się doniesienia, gdzie prezentowane są wyniki badań reologii mięśni, najczęściej wieprzowych [15], ale też i wołowych [19].

Tabela 2

Struktura mięśni jałówek i buhajków.

The structure of examined young bulls and heifers muscles.

Mięśnie Muscles	Powierzchnia włókna mięśniowego Fibre surface [ $\mu\text{m}^2$ ]		Grubość perimysium Perimysium thick- ness [ $\mu\text{m}$ ]		Grubość endomy- sium Endomysium thickness [ $\mu\text{m}$ ]		Zawartość tłuszczu śródmięśniowego Content of intramus- cular Fat [%]	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
TB	666,8	663,6	13,93*	17,93*	1,90	1,65	6,74	7,90
INF	605,5	662,1	11,46	13,59	1,68	1,57	21,53	21,04
LD 1-6	765,1*	665,6*	12,90*	19,65*	1,74	1,71	23,26	23,12
LD 7-12	1140,0	1179,9	18,89	22,00	1,96	1,84	10,06	9,20
LD 13-6	1154,1	1241,2	21,99*	32,40*	2,05	1,88	4,69*	2,79*
PM	522,1	618,5	11,45	11,98	1,65	1,62	28,96*	25,82*
SM	776,3	855,0	12,67*	20,19*	1,75	1,67	5,20	5,02
GRA	848,9	858,8	16,19	14,11	1,74	1,72	6,47*	9,31*
ADD	861,4	775,8	16,04	19,24	1,85	1,80	5,84*	7,89*
PEC	874,3*	1008,1*	16,57*	20,44*	1,95	1,66	5,10	6,12
ST	798,0	755,0	13,68*	34,43*	1,93	1,71	15,61	13,92
BF	973,8	1071,1	16,59*	20,21*	1,89	1,70	8,99	8,00
GM	899,1*	1092,2*	15,76*	26,44*	1,91	1,77	12,86	12,41
GP	877,2	932,1	15,29*	27,81*	1,74	1,62	18,76	18,71
ACC	656,7*	999,3*	12,74*	17,69*	1,73	1,60	8,75	7,89
VM	846,8	826,2	16,54	17,48	1,94*	1,53*	7,45	7,92
RF	1078,6*	1361,8*	16,91	18,69	2,07*	1,75*	2,45	1,76
VL	976,7*	1127,4*	20,89*	30,51*	1,97	1,80	6,46	6,32
Wartości średnie	851,2±SD	927,4	15,58	21,38	1,86	1,70	11,07	10,84

Oznaczenia jak w tab. 1. / Denotation as in Tab. 1.

Analizując wpływ płci na zróżnicowanie struktury mięśni, zauważono niewielkie różnice pomiędzy średnimi ogólnymi powierzchni włókna mięśniowego (tab. 2). Istotnie statystycznie międzypłciowe zróżnicowanie stwierdzono natomiast pomiędzy niektórymi mięśniami. PEC, GM, ACC, RF oraz VL buhajków cechowały się istotnie

większą powierzchnią włókna niż w przypadku jałówek. Wśród mięśni jałówek jedynie element LD1-6 miał włókna istotnie większe od swego męskiego odpowiednika. Inaczej niż utrzymuje Kozak [13], który badając wymiary włókien LD (pomiędzy 12. i 13. żebrem) stwierdził, że w porównaniu z jałówkami, średnia przekątna włókien byczków jest większa. Ta rozbieżność może jednak wynikać z faktu, że wspomniany autor badał inny niż w niniejszej pracy, element LD. A wymiary włókien tego najdłuższego mięśnia mogą się znacznie różnić, zależnie od badanego odcinka [21, 29]. Natomiast stwierdzona, w wyniku badań własnych, niewielka różnica pomiędzy średnimi ogólnymi powierzchniami włókien, potwierdza opinię Kłosowskiej i wsp. [11], że płeć była nie ma istotnego wpływu na średnicę włókien.

Większe różnice międzypłciowe stwierdzono natomiast w grubości perimysium. Średnia mięśni buhajków, w porównaniu z jałówkami, była większa o 37%. W tym przypadku większość odpowiadających sobie par mięśni samic i samców różniła się statystycznie istotnie. Jedynie pomiędzy INF, a także między LD7-12, PM, GRA, ADD, VM i RF nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic.

Wyniki badań własnych nie przeczą ogólnej tendencji wynikającej z badań Prosta i wsp. [23], którzy, porównując 7 mięśni samic i samców bydła w różnym wieku, stwierdzili większą zawartość tkanki łącznej w mięśniach samców. Nie wykazali jednak istotnych różnic międzypłciowych pomiędzy poszczególnymi mięśniami. Należy jednak podkreślić, że zawartość tkanki łącznej w każdym z mięśni określano średnią z przedziału wiekowego: 8 tyg. – 5 lat, a jak podają Bocard i wsp. [2] oraz Shorthose i Harris [26], ilość tkanki łącznej w mięśniach była zmieniać się w miarę dorostania zwierząt.

Natomiast wpływ płci na zróżnicowanie grubości endomysium jałówek i buhajków okazał się niewielki. Endomysia mięśni buhajków były cieńsze średnio tylko o około 10%. Statystycznie istotny wpływ czynnika płci stwierdzono jedynie w odniesieniu do mięśni VM i RF, które u buhajków miały endomysium istotnie cieńsze niż u jałówek.

Płeć nie okazała się również czynnikiem różnicującym zawartość tłuszczu śródmięśniowego badanych zwierząt. Mięśnie buhajków cechowała nieznacznie tylko mniejsza średnia omawianej cechy. Jednak i tu pomiędzy czterema parami odpowiadających sobie mięśni stwierdzono statystycznie istotne różnice międzypłciowe. Istotnie większą zawartością tłuszczu odznaczał się element 13-6LD oraz PM jałówek, a także GRA i ADD buhajków. W literaturze przeważają wprawdzie opinie, że więcej tłuszczu zawierają mięśnie jałówek, ale jednocześnie płeć uważana jest za istotny czynnik zróżnicowania tej cechy struktury [6, 7, 9].

Odmienne natomiast wynika z rezultatów uzyskanych przez Kłosowską i wsp. [11], którzy badając mięśnie LL jałówek i byków stwierdzili, że jałówki wykazywały mniejszą zawartość tłuszczu śródmięśniowego. Rozbieżności, zarówno pomiędzy cytowanymi autorami, a także w porównaniu z rezultatami badań własnych, mogą wyni-

kać z różnych przedziałów wiekowych badanych zwierząt. Jak wykazali Kozak [13], a także Gerhardy [8], zawartość tłuszczu w mięśniach zmienia się wraz z wiekiem. Zmiany te, o podłożu fizjologicznym, mogą wiązać się z różnymi fazami dojrzałości płciowej [10], co dodatkowo komplikuje adekwatność ewentualnych porównań.

Podsumowując wyniki badań własnych można stwierdzić, że z omawianych wskaźników struktury, płęć zwierząt wywarła największy wpływ na zróżnicowanie grubości perimysium i to zarówno pomiędzy średnimi ogólnymi, jak i pomiędzy odpowiadającymi sobie mięśniami. Statystycznie istotne międzypłciowe różnice parametrów struktury najczęściej występowały pomiędzy mięśniami LD1-6, a także między LD13-6, PEC, GM, ACC, RF i VL.

## Wnioski

1. Mięśnie buhajków cechowały większe niż u jałówek średnie: sum modułów sprężystości, powierzchni włókna mięśniowego i grubości perimysium.
2. ADD, ST, BF i VM okazały się mięśniami statystycznie istotnie różnicującymi właściwości lepkosprężyste mięsa jałówek i buhajków.
3. Spośród badanych wskaźników reologicznych i struktury, płęć zwierząt wywarła największy wpływ na zróżnicowanie grubości perimysium oraz sum modułów sprężystości.
4. Stwierdzono niewielkie międzypłciowe zróżnicowanie: sum modułów lepkości, grubości endomysium, powierzchni włókna mięśniowego i zawartości tłuszczu śródmięśniowego.

## Literatura

- [1] Albrecht E., Wegner J., Ender K.: Eine neue Methode zur objektiven Bewertung der Marmorierung von Rindfleisch. *Fleischwit.*, 1996, **76(1)**, 95-98.
- [2] Boccard R.L., Naude R.T., Cronje D.E., Smit M.C., Venter H. J., Rossouw E.J.: The influence of age, sex and breed of cattle on their muscle characteristics. *Meat Sci.*, 1979, **3**, 261-280.
- [3] Bourne M.C.: *Food Texture and Viscosity*. Academic Press Inc., NY. 1982.
- [4] Burck H.Ch.: *Technika histologiczna*. PZWŁ, Warszawa 1975.
- [5] Cross H.R., Schanbacher B.D., Crouse J.D.: Sex, age and breed related changes in bovine testosterone and intramuscular collagen. *Meat Sci.*, 1984, **10**, 187-195.
- [6] Dasiewicz K., Słowiński M., Banaszek A.: Wpływ płci młodego bydła rzeźnego na jakość mięsa. *Materiały XXXII.Sesji Nauk. KTChŻ PAN*, Warszawa 2001, s.1-6.
- [7] Garrett W.N., Hinman N.: Fat content of trimmed beef muscles as influenced by quality grade, yield grade, marbling score, and sex. *J. Animal Sci.*, 1971, **35/5**, 948-957.
- [8] Gerhardy H.: Quality of beef from commercial fattening systems in northern Germany. *Meat Scie.*, 1995, **40**, 103-120.
- [9] Grześkowiak E., Borzuta K., Wichłacz H.: Zmiany wartości rzeźnej i jakości mięsa młodego bydła ze skupu rynkowego. *Gosp. Mięś.*, 1994, **2**, 34-36.
- [10] Horoszczaruk F., Raczyk W., Żebrowski Z.: *Zootechnika*, tom 2, PWRiL, Warszawa 1984.

- [11] Kłowska D., Kłowski B., Kotlik T.: Effect of sex on fibre characteristics and meat quality traits of *musculus longissimus lumbrum* in young cattle slaughtered under industrial conditions. *Anim. Sci. Papers Rep.*, 1992, **9**, 69-79.
- [12] Kłowska D.: O związku między strukturą mięśnia a właściwościami mięsa. *Przegl. Hod.*, 1975, **20**, 14-15.
- [13] Kozak W.L.: Gistologiczeskije pokazateli gowiadiny w zawisimosti od poła wozrasta, upitannosti i massy żywotnych. *Mjasn. Indust. SSSR* 1986, **4**, 12-13.
- [14] Lachowicz K.: Reologiczna charakterystyka tekstury mięsa ryb za pomocą modelu ciała Maxwella. *Praca habilitacyjna*, Zesz. Nauk. AR w Szczecinie. Seria Rozprawy, 1992, 145.
- [15] Lachowicz K., Gajowiecki L., Oryl B., Czarniecki R., Dworak J.: Comparison of structure texture and their crosses with Czech breeds. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 1998, **7/48**, 645-654.
- [16] Lepetit J., Culioli J.: Mechanical properties of meat. *Meat Sci.*, 1994, **36**, 203-237.
- [17] Light N., Champion A.E., Voyle Ch., Bailey A.J.: The role of epimysial, perimysial and endomysial collagen in determining texture in six bovine muscles. *Meat Sci.*, 1985, **13**, 137-149.
- [18] Oryl B.: The structure and hardness of selected muscles in young bulls. *Pol. J. Food Nut. Sci.*, 2003, praca w druku.
- [19] Oryl B.: Zróżnicowanie tekstury i struktury wybranych mięśni bydła w zależności od grupy wiekowej, rasy i płci. *Praca doktorska*. AR, Szczecin 2001.
- [20] Palka K.: Strukturalne podstawy tekstury mięsa. *Żywność. Technologia. Jakość*. 1995, **1(2)**, 8-16.
- [21] Pełczyńska E.: Zmienność składu i kruchości poszczególnych odcinków mięśnia najdłuższego grzbietu świń. *Med. Wet.*, 1975, **3**, 170-174.
- [22] Podgórski J.: *Statystyka z komputerem. Statgraphics*, wersja 5 i 6. Wydawnictwo ZNI „Mikom”, Warszawa. 1995.
- [23] Prost E., Pełczyńska E., Kotula A.W.: Quality characteristics of bovine meat. I. Content of connective tissue in relation to individual muscles, age and sex of animals and carcass quality grade. *J. Anim. Sci.*, 1975, **41/2**, 534-540.
- [24] Prost E.: Zawartość tkanki łącznej w mięsie owiec w zależności od różnych mięśni, wieku i płci zwierząt oraz klasy jakościowej tusz. *Med. Wet.*, 1975, **6**, 336-338.
- [25] Seideman S.C.: Methods of expressing collagen characteristics and their relationship to meat tenderness and muscle fiber types. *J. Food Sci.*, 1986, **51/2**, 273-276.
- [26] Shorthose W.R., Harris P.V.: Effect of animal age on the tenderness of selected beef muscles. *J. Food Sci.*, 1990, **55(1)**, 1-8.
- [27] Skrabka-Błotnicka T.: Właściwości reologiczne drobno rozdrobnionego farszu przed i po ogrzaniu. *Gosp. Mięs.*, 1990, **8**, 12-14.
- [28] Spindler A.A., Mathias M.M., Cramer D.A.: Growth changes in bovine muscle fiber types as influenced by breed and sex. *J. Food Sci.*, 1980, **45/ 1**, 29-31.
- [29] Swanson L.A., Kline E.A., Gool D.E.: Variability of muscle fiber size in bovine *longissimus dorsi*. *J. Anim. Sci.*, 1965, **24**, 97-101.
- [30] Tornberg E., Seth G., Goeransson A.: Influence of ageing time, storage temperature and percentage lean on the eating quality of pork and its relationship to instrumental and structural parameters. *Sciences des Aliments*, 1994, **14(4)**, 373-385.



**THE INFLUENCE OF SEX ON THE DIVERSIFICATION OF RHEOLOGICAL PROPERTIES  
AND STRUCTURE OF SELECTED YOUNG BULL AND HEIFER MUSCLES  
FROM BLACK AND WHITE BREED**

**S u m m a r y**

Eighteen muscles of young bulls and heifers, both from black and white breed, have been examined. The structure (i.e. the traits: fibre surface, perimysium thickness, endomysium thickness, and the contents of intramuscular fat) was evaluated by means of a computer analysis of a MultiScan picture. Rheological properties were examined using a relaxation test; an Instron 1140 device was applied to carry out the test. It was stated that as for the young bull muscles, the following parameters had higher average values if compared with the corresponding muscle parameters of heifers: the sums of elastic moduli, the fibre surface, and the perimysium thickness. ADD, ST, BF and VM were found to be those muscles, which essentially differentiated the visco-elastic properties of young bull and heifer meat. From among rheological and structure indicators examined, the animal sex had the highest influence on the diversification of perimysium thickness, and the sums of elastic moduli. However, there was a low diversification between sexes with regard to the following parameters: the sums of viscous moduli, the endomysium thickness, the muscle fibre surface, and the intramuscular fat concretions.

**Key words:** muscles cattle, rheological properties, structure. ☒