

Jacek NIEDŹWIEDŹ, Tomasz ŻMIJEWSKI, Halina OSTOJA, Marek CIERACH

e-mail: jacek.niedzwiedz@uwm.edu.pl

Katedra Technologii i Chemii Mięsa, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Olsztyn

Porównanie wartości maksymalnej siły cięcia wybranych mięśni z tylnej ćwierćtuszy wołowej

Wstęp

Wartość maksymalnej siły cięcia w ocenie jakości mięsa jest parametrem mówiącym o jego kruchości. Kruchość mięsa wołowego z kolei jest uznawana przez konsumentów za najważniejszą cechę jego jakości [1]. Na wartość siły cięcia wpływa szereg czynników przyżyciowych i poubojowych takich jak: gatunek, rasa, płeć, wiek, cechy osobnicze, system utrzymania zwierząt [2–4]. Hwang i in. [5], Bratcher i in. [6] oraz White i in. [7] zaobserwowali znaczący wpływ warunków prowadzenia uboju i wychładzania tusz, a także przechowywania i dojrzewania mięsa na jego oporność mechaniczną. Kruchość wołowiny można także kształtować poprzez stosowanie różnego rodzaju zabiegów technologicznych, między innymi iniekcji roztworami soli wapniowych [8, 9].

Konformacja tuszy [10], a także lokalizacja w niej poszczególnych mięśni również wpływa odmiennie na wartości maksymalnej siły cięcia, czego przyczyną jest różny stopień intensywności pracy tych mięśni za życia zwierzęcia i związana z tym różna zawartość kolagenu w tych mięśniach [11–14]. Generalnie, najbardziej cenne elementy kulinarnego mięsa wołowego pozyskuje się z części zadniej tuszy, natomiast mięso z części przedniej tuszy stanowi głównie surowiec przerobowy. Celem pracy jest analiza i porównanie maksymalnych wartości siły cięcia jedenastu mięśni z tylnej ćwierćtuszy wołowej.

Materiał badawczy i metodyka

W badaniach wykorzystano tylne ćwierćtusze wołowe. Ćwierćtusze pochodziły z mieszańców ras czarno-biała \times *limousin* w wieku około 26 miesięcy i masie przedubojowej 610±10 kg. Ćwierćtusze zostały sklasyfikowane w systemie EUROP pod względem umięśnienia jako R. Bydło poddawano ubojowi zgodnie z obowiązującymi normami i wychładzaniu do temperatury <7°C. Następnie z ćwierćtuszy pobierano 11 mięśni: *longissimus thoracis et. lumborum*, *psaos major*, *biceps femoris*, *gluteus medius*, *tensor fasciae latae*, *semitendinosus*, *semimembranosus*, *adductor femoris*, *vastus lateralis*, *vastus intermedius*, *extensor digitorum*. Mięśnie dzielono na kawałki o masie około 300 g, pakowano próżniowo i przechowywano w temp. 1°C przez 24 h lub 216 h. Próbkę te posłużyły do pomiaru wartości siły cięcia, wartości pH, wycieku swobodnego, wycieku cieplnego.

Wartość pH mierzono bezpośrednio w mięśniach 48 h oraz 240 h *post mortem*. Pomiar przeprowadzono za pomocą pehametru *Hanna instruments HI 99161* wyposażonego w elektrodę sztyletową *Hanna instruments FC232D*. Przed pomiarem wykonano kalibrację pehametru względem buforów o wartości pH = 4,01 i 7,01.

Wielkość wycieku swobodnego oszacowano na podstawie różnicy mas próbek przed przechowywaniem i po przechowywaniu w temp. 1°C przez 24 h lub 8 dni. Wielkość wycieku cieplnego oznaczono z różnicy mas próbek przed obróbką cieplną i po obróbce. Zapakowane próżniowo próbki mięsa o masie około 300 g poddawano obróbce cieplnej w środowisku wodnym w temp. 80°C, trwającej 60 min. Po tym czasie próbki ochładzano do temp. 7°C, rozpakowywano, a następnie osuszano i ważono.

Pomiar maksymalnej wartości siły cięcia wykonano na próbkach, które poddano obróbce cieplnej w środowisku wodnym w temp. 80°C przez 60 min. Z poddanych obróbce cieplnej kawałków mięśni wycinano wzdłuż włókien prostopadłością o wymiarach 1 ×

1 × 5 cm ($n = 10$). Pomiar wartości siły cięcia wykonano urządzeniem *Instron 5965* wyposażonym w głowicę 1 kN oraz przystawkę *Warner-Bratzler* (sNo: s16429). Przy pomiarze zastosowano prędkość przesuwu noża równą 120 mm/min.

Przeprowadzono także ocenę organoleptyczną kruchości i soczystości badanych mięśni. Do tego celu wykorzystano próbki, które wcześniej posłużyły do oznaczenia wycieku cieplnego. Ocenę organoleptyczną mięsa wykonał 5-osobowy zespół posługujący się 9-punktową skalą ocen: 9 – ocena bardzo dobra, 1 – bardzo zła.

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej. Istotność różnic obliczono za pomocą testu *Duncana* przy poziomie istotności $p \leq 0,05$. Analiza przeprowadzona była za pomocą programu komputerowego *Statistica 9.0 (Statsoft Inc.)*.

Omówienie wyników

Tab. 1. Wartość pH, wyciek swobodny i cieplny z wybranych mięśni 48 i 240 h *post mortem* (wartości średnie ± odchylenie standardowe)

Mięsień (<i>musculus</i>)	Wartość pH		Wyciek swobodny (%)		Wyciek cieplny (%)	
	48	240	48	240	48	240
<i>longissimus thoracis et. lumborum</i>	5,59 ^{c,x} ±0,01	5,62 ^{a,d,y} ±0,02	1,11 ±0,10	3,08 ±0,97	32,18 ±0,80	34,49 ±0,65
<i>psaos major</i>	5,64 ^{a,d,x} ±0,06	5,66 ^{d,e,x} ±0,06	1,77 ±0,88	2,96 ±0,45	29,84 ±0,88	30,60 ±0,91
<i>biceps femoris</i>	5,64 ^{a,d,e,x} ±0,02	5,67 ^{c,e,y} ±0,01	0,57 ±0,04	1,57 ±0,54	31,81 ±1,80	33,86 ±1,31
<i>gluteus medius</i>	5,61 ^{c,d,x} ±0,02	5,64 ^{a,d,e,y} ±0,02	1,49 ±0,04	2,27 ±1,07	36,18 ±0,57	33,88 ±1,11
<i>tensor fasciae latae</i>	5,58 ^{c,x} ±0,03	5,63 ^{a,d,e,y} ±0,04	0,53 ±0,01	1,00 ±0,01	27,14 ±11,03	35,78 ±0,99
<i>semitendinosus</i>	5,67 ^{a,x} ±0,05	5,71 ^{c,x} ±0,07	2,05 ±0,66	4,37 ±0,18	36,04 ±0,52	35,82 ±0,89
<i>semimembranosus</i>	5,58 ^{c,x} ±0,03	5,61 ^{a,x} ±0,03	2,07 ±0,52	3,24 ±0,51	39,44 ±0,40	36,03 ±3,51
<i>adductor femoris</i>	5,60 ^{c,x} ±0,01	5,65 ^{a,d,e,y} ±0,02	2,86 ±0,76	5,13 ±0,52	39,29 ±0,16	38,07 ±0,33
<i>vastus lateralis</i>	5,61 ^{c,d,x} ±0,03	5,64 ^{a,d,e,x} ±0,02	1,53 ±0,08	3,13 ±1,34	40,13 ±0,59	37,10 ±1,80
<i>vastus intermedius</i>	5,60 ^{c,d,x} ±0,02	5,63 ^{a,d,e,y} ±0,01	1,77 ±0,64	3,87 ±0,04	33,24 ±0,71	34,37 ±0,38
<i>extensor digitorum</i>	5,79 ^{b,x} ±0,04	5,83 ^{b,x} ±0,03	0,35 ±0,06	0,91 ±0,05	24,06 ±0,76	29,25 ±0,04

^{a,b,c,d,e} – wartości poszczególnych parametrów w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $p \leq 0,05$

^{x,y} – wartości w wierszach oznaczone różnym indeksem w obrębie danego wyróżnika różnią się istotnie przy $p \leq 0,05$

Wartość pH badanych mięśni kształtowała się na poziomie od 5,58 do 5,79 po 48 h i po okresie dojrzewania uległa niewielkim zmianom od 5,61 do 5,83 (Tab. 1).

Nieznaczną ilością wycieku swobodnego w granicach 0,35–0,57%, 48 h p.m., odznaczały się mięśnie: *biceps femoris*, *tensor fasciae latae*, *extensor digitorum*. W przypadku pozostałych mięśni ilość wycieku swobodnego wynosiła około 2% (Tab.1). Przedłużenie czasu dojrzewania wpłynęło w sposób znaczący na zwiększenie ilości wycieku swo-

bodnego. W zależności od mięśnia zaobserwowano dwu-, trzykrotny procentowy wzrost jego ilości.

Wyciek cieplny 48 h p.m. kształtował się na poziomie 24–40% w zależności od rodzaju mięśnia i nie uległ znaczącym zmianom po dziesięciodniowym okresie dojrzewania. Najmniejszą ilością wycieku cieplnego, podobnie jak wycieku swobodnego, odznaczał się mięsień *extensor digitorum*. Mniejszą ilość wycieku cieplnego mięśni: *biceps femoris*, *tensor fasciae latae*, *extensor digitorum* można prawdopodobnie tłumaczyć większą zawartością kolagenu w tych mięśniach [11, 12], a co za tym idzie większą zdolnością wiązania wody. Zawartość wody w mięsie wpływa w znaczący sposób, zarówno na jego soczystość jak i kruchość [15].

Tab. 2. Wartości siły cięcia [N] oraz wyniki punktowej oceny organoleptycznej 11 wołowych mięśni 48 i 240 h *post mortem* (wartości średnie±odchylenie standardowe)

Mięsień (<i>musculus</i>)	Ocena instrumentalna		Ocena organoleptyczna			
	Maksymalna siła cięcia (N)		Kruchość (pkt.)		Soczystość (pkt.)	
	48	240	48	240	48	240
<i>Longissimus thoracis et. lumborum</i>	45,62 ^{b,c,e,x} ±9,01	35,97 ^{a,c,y} ±8,08	3,30 ^{a,c,x} ±1,95	7,00 ^{a,c,y} ±1,49	3,40 ^{a,c,e,x} ±1,51	4,40 ^{a,x} ±1,51
<i>psaos major</i>	39,83 ^{a,d,x} ±6,86	38,86 ^{a,c,x} ±6,53	6,20 ^{b,x} ±1,03	7,10 ^{a,x} ±1,79	4,50 ^{b,x} ±0,71	5,00 ^{a,x} ±0,94
<i>biceps femoris</i>	39,35 ^{a,d,x} ±8,06	28,44 ^{b,y} ±4,75	3,30 ^{a,c,x} ±1,16	5,20 ^{b,d,y} ±0,79	4,10 ^{b,e,x} ±0,74	4,50 ^{a,x} ±0,97
<i>gluteus medius</i>	43,99 ^{c,d,e,x} ±7,44	35,20 ^{e,y} ±7,80	5,80 ^{b,x} ±0,42	6,20 ^{a,c,d,x} ±1,62	4,40 ^{b,x} ±0,97	4,80 ^{a,x} ±0,92
<i>tensor fasciae latae</i>	46,62 ^{b,c,x} ±6,78	40,35 ^{a,y} ±2,96	3,80 ^{c,x} ±0,79	5,40 ^{b,c,d,y} ±1,84	3,50 ^{a,e,x} ±0,53	3,90 ^{a,x} ±1,45
<i>semi-tendinosus</i>	40,02 ^{a,d,e,x} ±7,52	38,67 ^{a,c,x} ±3,07	2,50 ^{a,x} ±0,53	5,10 ^{b,d,y} ±0,99	3,50 ^{b,e,x} ±1,18	4,20 ^{a,x} ±1,23
<i>semimembranosus</i>	49,84 ^{b,x} ±5,62	39,17 ^{a,c,y} ±6,35	3,60 ^{a,c,x} ±0,97	4,40 ^{b,x} ±1,65	2,80 ^{a,d,x} ±0,63	4,70 ^{b,y} ±1,16
<i>adductor femoris</i>	35,45 ^{a,x} ±6,21	35,86 ^{a,c,x} ±5,41	2,90 ^{a,c,x} ±1,45	5,40 ^{b,c,d,y} ±1,26	2,30 ^{d,x} ±0,48	4,10 ^{b,y} ±0,99
<i>vastus lateralis</i>	44,26 ^{c,d,e,x} ±7,84	37,51 ^{a,c,y} ±4,96	3,40 ^{a,c,x} ±0,97	4,20 ^{b,x} ±2,25	2,60 ^{b,c,x} ±0,70	4,00 ^{b,y} ±1,49
<i>vastus intermedius</i>	43,65 ^{c,d,e,x} ±6,58	35,85 ^{a,c,y} ±5,82	4,80 ^{d,x} ±1,03	5,90 ^{a,b,c,d,x} ±1,91	4,50 ^{b,x} ±0,97	4,50 ^{a,x} ±1,18
<i>extensor digitorum</i>	40,51 ^{a,d,e,x} ±13,96	30,50 ^{b,y} ±11,18	3,60 ^{a,c,x} ±1,07	5,70 ^{a,b,c,d,y} ±2,11	4,40 ^{b,x} ±0,70	4,80 ^{a,x} ±1,69

a,b,c,d,e – wartości poszczególnych parametrów w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $p \leq 0,05$

^{x,y} – wartości w wierszach oznaczone różnym indeksem w obrębie danego wyróżnika różnią się istotnie przy $p \leq 0,05$

Stwierdzono, że rodzaj mięśnia i czas dojrzewania miały istotny wpływ ($p \leq 0,05$) na wartości maksymalnej siły cięcia. Mięsień *adductor femoris* charakteryzował się najmniejszą opornością mechaniczną (35,45 N), natomiast mięsień *semimembranosus* największą (49,84 N). Na skutek zastosowania dziesięciodniowego okresu dojrzewania wartość siły cięcia badanych mięśni uległa istotnemu obniżeniu w stosunku do wartości wyjściowej nawet o ponad 10 N.

Zespół oceniający stosunkowo nisko ocenił kruchość badanych mięśni 48 h p.m., przyznając im noty od 2,5 do 6,2 pkt. (Tab. 2). Dziesięciodniowy okres dojrzewania przyczynił się do poprawy kruchości wszystkich mięśni, a istotnie wyżej oceniono mięśnie: *longissimus thoracis et. lumborum*, *biceps femoris*, *tensor fasciae latae*, *semitendinosus*, *adductor femoris*, *ex tensor digitorum*.

Teye i Okutu, [16] podają, że wołowina twarda w większym stopniu ulega tenderyzacji podczas dojrzewania aniżeli wołowina z natury krucha. Cytowani autorzy dodają, że dojrzewanie przyczynia się do znacznej poprawy kruchości i soczystości steków, a nie wpływa na ilość wycieku. Miller i in. [17] sugerują, że konsumenci postrzegają wołowinę

z wartością siły cięcia poniżej 4,3 kg jako kruchą i powyżej 4,9 kg jako twardą. Odnosząc się do tej klasyfikacji w omawianym doświadczeniu 48 h p.m. do grupy mięśni twardych należałoby zaliczyć mięsień *semimembranosus*, a do grupy mięśni kruchych: *psaos major*, *biceps femoris*, *gluteus medius*, *semitendinosus*, *adductor femoris*, *vastus lateralis*, *extensor digitorum* (64% badanych mięśni), podczas gdy pozostałe mięśnie zostałyby uznane za umiarkowanie kruche. Natomiast po okresie chłodniczego dojrzewania wszystkie badane mięśnie można było zaliczyć do grupy mięśni kruchych (wartość siły cięcia poniżej 41 N). Belew i in. [18] podzielili mięśnie na grupy: bardzo kruche (<3,2 kg), kruche (3,2–3,9 kg), średniokruche (3,9–4,6 kg), twarde (>4,6 kg). Ich zdaniem kruchość mierzona instrumentalnie różni się między mięśniami w zależności od tego czy są to mięśnie dynamiczne, wspierające czy podtrzymujące. Generalnie uważają oni, że mięśnie podtrzymujące są bardziej kruche aniżeli mięśnie dynamiczne. Hildrum i in. [19] mięśnie udźca takie jak: *biceps femoris*, *semimembranosus*, *vastus lateralis*, zaliczają do mięśni twardych.

Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że rodzaj mięśnia i czas dojrzewania w znaczącym stopniu wpływają na wartość maksymalnej siły cięcia. Na skutek zastosowania dziesięciodniowego okresu dojrzewania wartość siły cięcia uległa istotnemu obniżeniu w stosunku do wartości wyjściowej, jednakże dojrzewanie nie wpływa w znaczący sposób na poprawę kruchości mięśni z natury miękkich. Można również wnioskować, że do oceny profilu mięśniowego ćwierc-tuszy wołowej nie powinno się używać jednego mięśnia.

LITERATURA

- [1] S. Brewer, J. Novakowski: J. Food Sci. **73**, 78 (2008).
- [2] M. Cierach, M. Borzyszkowski, J. Niedźwiedź: Przem. Spoż. nr 8, 58 (2009).
- [3] M. Cierach, J. Niedźwiedź, M. Borzyszkowski: Przem. Spoż. nr 9, 34 (2009).
- [4] H. Ostojka, M. Cierach: Inż. Rol. 10(30), 261 (2001).
- [5] I. H. Hwang, B. Y. Park, S. H. Cho, J. M. Lee: Meat Sci. **68**, 497 (2004).
- [6] C. L. Bratcher, D. D. Johnson, R. C. Littell, B. L. Gwartney: Meat Sci. **70**, 279 (2005).
- [7] A. White, A. O'Sullivan, D. J. Troy, E. E. O'Neill: Meat Sci. **73**, 196 (2006).
- [8] H. Ostojka, M. Cierach: Inż. Maszyn XIX, 105 (2002).
- [9] H. Ostojka, M. Cierach: Acta Agrophysica 11(2), 465 (2008).
- [10] S. L. Gruber, J. A. Tatum, I. A. Scanga, P. L. Chapman, G. C. Smith, K. E. Belk: J. Anim. Sci. **84**, 3387 (2006).
- [11] L. E. Jeremiah, M. E. R. Dugan, J. L. Aalhus, L. L. Gibson: Meat Sci. **65**, 1013 (2003).
- [12] L. E. Jeremiah, M. E. R. Dugan, J. L. Aalhus, L. L. Gibson: Meat Sci. **65**, 985 (2003).
- [13] L. E. Jeremiah, M. E. R. Dugan, J. L. Aalhus, L. L. Gibson: Meat Sci. **65**, 949 (2003).
- [14] G. D. Stolorski, B. E. Baird, R. K. Miller, J. W. Savell, A. R. Sams, J. F. Taylor, J. O. Sanders, S. B. Smith: Meat Sci. **73**, 475 (2006).
- [15] M. Zell, J. G. Lyng, D. A. Cronin, D. J. Morgan: Meat Sci. **86**, 258 (2010).
- [16] G. Teye, I. Okutu: A.J.F.A.N.D. 9, 1901 (2009).
- [17] M. F. Miller, M. A. Carr, C. B. Ramsey, K. L. Crockett, L. C. Hoover: J. Anim. Sci. **79**, 3062 (2001).
- [18] J. B. Belew, J. C. Brooks, D. R. McKenna, J. W. Savell: Meat Sci. **64**, 507 (2003).
- [19] K. I. Hildrum, R. Rodbotten, M. Hoy, J. Berg, B. Narum, J. P. Wold: Meat Sci. **83**, 302 (2009).

Pracę wykonano w ramach projektu *Optymalizacja produkcji wołowyń w Polsce zgodnie ze strategią „od widelca do zagrody”, współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka, lata 2007-2013 – Priorytet I „Badania i rozwój nowoczesnych technologii”, Działanie 1.3 „Wsparcie projektów B+R na rzecz przedsiębiorców realizowanych przez jednostki naukowe”, Poddziałanie 1.3.1 „Projekty rozwojowe”, nr umowy: UDA-POIG.01.03.01-00-204/09-03.*