

PIOTR DOMARADZKI, PIOTR SKAŁECKI, MARIUSZ FLOREK,  
ZYGUNT LITWIŃCZUK

## ZWIĄZEK KOLAGENU Z WYBRANYMI PARAMETRAMI TECHNOLOGICZNYMI MIĘSA CIEŁĘCEGO

### Streszczenie

Celem pracy było określenie związku pomiędzy zawartością kolagenu a wybranymi parametrami technologicznymi mięśni szkieletowych cieląt. Materiał badawczy stanowiły losowo pobrane próby mięśnia najdłuższego grzbietu (odcinek lędźwiowy) – LL i półścięgnistego uda – ST ze 116 tusz cieląt w wieku od 4 do 8 tygodni. W próbach oznaczono podstawowy skład chemiczny, wyciek naturalny i termiczny, instrumentalnie siłę cięcia i pracę oraz sensorycznie kruchość i soczystość. Mięsień ST w porównaniu z LL zawierał istotnie więcej białka kolagenowego i wody. Charakteryzował się również większą kruchością, ocenioną zarówno sensorycznie, jak i instrumentalnie. Poziom kolagenu ogólnego w obu ocenianych mięśniach był ujemnie skorelowany z zawartością tłuszczu ( $-0,22 \leq r \leq -0,25$ ). Stwierdzono istotnie ujemny związek między zawartością kolagenu w mięśniu LL a jego soczystością oraz siłą i energią cięcia. W przypadku mięśnia ST wykazano natomiast istotnie dodatnią zależność pomiędzy kolagenem a siłą cięcia. Kolagen, jako podstawowy składnik tkanki łącznej ocenianych mięśni cieląt, mimo niewielkiej zawartości (0,95 - 1,20 %), wpływał istotnie na niektóre parametry technologiczne mięsa kształtując jego jakość.

**Słowa kluczowe:** cielęcina, skład chemiczny, kolagen, kruchość, wodochłonność

### Wprowadzenie

Jednym z podstawowych wyróżników oceny konsumenckiej mięsa jest jego kruchość. Uważana jest za jedną z najistotniejszych cech jakościowych, kształtujących teksturę mięsa wołowego, stanowi również istotne kryterium w ocenie jakości wołowiny kulinarnej [3, 16].

Kruchość wołowiny zależy od wielu właściwości mięsa, takich jak: udział i jakość tkanki łącznej, zawartość tłuszczu, struktura włókien i pęczków mięśniowych, zmiany enzymatyczne podczas dojrzewania. Wpływ na kruchość mięsa ma również

---

*Mgr inż. P. Domaradzki, dr inż. P. Skalecki, dr hab. inż. M. Florek, Katedra Towaroznawstwa i Przetwórstwa Surowców Zwierzęcych, prof. dr hab. Z. Litwińczuk, Katedra Hodowli Bydła, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin*

wiele czynników przyżyciowych, m.in. wiek, płeć, żywienie, postępowanie przedubojowe [21]. Mechaniczne cechy mięsa determinujące jego kruchość bezpośrednio uzależnione są od struktury dwóch podstawowych składników białkowych tkanki mięśniowej: śródmięśniowej tkanki łącznej i miofibryli [5]. Ich oddziaływanie na kruchość zależy od rodzaju mięśnia, jego lokalizacji w tuszy, składu i struktury oraz metody i temperatury ogrzewania [11, 18].

Kruchość, jako podstawowy wyróżnik wołowiny, kształtowana jest podczas procesu dojrzewania mięsa. Jego mechanizm jest złożony i nie do końca wyjaśniony. Wyróżnia się w nim dwie fazy (szybką i wolną). W pierwszej fazie skutek osłabienia struktur miofibryli następuje szybki wzrost kruchości. Kolejna faza (wolna) charakteryzuje się osłabieniem struktur łącznotkankowych, tzn. omięsnej wewnętrznej i śródmięsnej [24].

Ilość, skład i rozmieszczenie śródmięśniowej tkanki łącznej są najbardziej widocznymi i wymiernymi fenotypowymi cechami różnicującymi mięśnie tuszy zwierzęcej. Jakkolwiek śródmięśniowa tkanka łączna stanowi stosunkowo niewielki składnik tkanki mięśniowej, tzn. od 2 do 6 % całkowitej zawartości białek w mięsie [21], jej wpływ na kruchość jest istotny [12]. Podstawowym składnikiem mięśniowej tkanki łącznej jest kolagen [13], a jego zawartość zależy od rodzaju mięśnia i lokalizacji w tuszy [5].

Mięśnie zawierające dużą ilość tkanki łącznej, zbudowanej przede wszystkim z kolagenu i elastyny, wykazują na ogół większą twardość, tzn. mniejszą kruchość. Niemniej jednak wpływ zawartości kolagenu na kruchość mięsa jest znacznie silniejszy w mięśniach zwierząt dojrzałych somatycznie niż w mięśniach zwierząt młodych. Wraz z fizjologicznym wiekiem zwierząt kruchość mięsa zmniejsza się, chociaż ilość śródmięśniowej tkanki łącznej w mięśniach maleje [9]. Wzrasta bowiem ilość i zmienia się charakter wiązań poprzecznych wewnątrz- i międzycząsteczkowych, zwiększa się mechaniczna stabilność oraz odporność termiczna śródmięśniowej tkanki łącznej. Są one wskaźnikami stopnia dojrzałości biologicznej kolagenu, odpowiedzialnymi za zmniejszającą się z wiekiem zwierząt kruchość mięsa. Różnice kruchości mięsa bydła do wieku 40 miesięcy są znaczne, natomiast zmiany kruchości mięsa bydła starszego są niewielkie [15].

Istnieje wiele metod pomiaru kruchości. Najczęściej kruchość ocenia się instrumentalnie na podstawie wielkości siły wymaganej do przecięcia kawałka mięsa prostopadle do przebiegu włókien mięśniowych, określając tzw. wartość szerometryczną [22]. Niektórzy badacze stwierdzają istotne korelacje między zawartością kolagenu w tkance mięśniowej a kruchością gotowanego mięsa wołowego [19, 23] oraz między kruchością mięsa i rozpuszczalnością kolagenu, zarówno w mięsie wołowym [6], jak i wieprzowym [2]. Wielu autorów wskazuje również na dużą rolę, jaką odgrywa kolagen nierozpuszczalny w kształtowaniu kruchości mięsa [7, 23].

Celem pracy było określenie związku pomiędzy zawartością kolagenu a wybranymi parametrami technologicznymi mięsa cielęcego.

### **Materiał i metody badań**

Materiał badawczy stanowiły próby dwóch mięśni szkieletowych pobrane losowo ze 116 tusz cieląt z chowu masowego zróżnicowanych rasowo, w wieku od 4 do 8 tygodni. Średnia masa cieląt przed ubojem wynosiła  $84,3 \pm 12,6$  kg. Ubój i obróbkę poubojową cieląt przeprowadzano zgodnie z przepisami obowiązującymi w przemyśle mięsnym i pod nadzorem inspektorów weterynaryjnych. W trakcie rozbioru technologicznego prawych półtuszy, po 24 h wychłodzeniu, pobierano próby mięśni najdłuższego grzbietu z odcinka lędźwiowego (*m. longissimus lumborum* – LL) i półścięgnistego (*m. semitendinosus* – ST). Próby po zważeniu pakowano próżniowo w worki z folii PE i przechowywano w warunkach chłodniczych (w temp. około 4 °C) do momentu wykonania analiz. Wyciek naturalny (WN) określano 48 h od uboju, wyrażając go procentowo w odniesieniu do masy początkowej próby (przed zapakowaniem).

Próby mięsa (o jednakowej masie) do oceny sensorycznej i pomiarów instrumentalnych poddawano obróbce termicznej w łaźni wodnej w szczelnie zamkniętych workach foliowych w temp. 70 °C przez 60 min. Po wystudzeniu przechowywano je w temp. 4 °C przez 24 h, po czym ponownie ważono, obliczając procentowy wyciek termiczny (WT). Kruchość i soczystość oceniano sensorycznie metodą skalowania wg PN-ISO 4121 [26] wykorzystując skalę 5-punktową (5 – bardzo kruche/soczyste, 1 – bardzo twarde/suche). Za pomocą wieloczynnościowej maszyny wytrzymałościowej Zwick/Roell Proline B0.5 z przystawką szerometryczną Warner-Bratzler rejestrowano maksymalną siłę cięcia (Fmax. w N) – SF i energię cięcia (W/Fmax. w J), przy prędkości głowicy 150 mm/min. Cięciu poddawane były słupki mięśnia o powierzchni przekroju 10 mm<sup>2</sup> i długości 50 mm (minimum 5 z każdej próby), wycinane równolegle do kierunku włókien mięśniowych. Wyniki pomiarów opracowano z wykorzystaniem programu TestXpert II.

W próbach mięśni niepoddanych obróbce termicznej określano podstawowy skład chemiczny, tj. zawartość wody metodą suszenia (103 °C) wg PN-ISO 1442:2000 [27], związków mineralnych w postaci popiołu metodą spalania wg PN-ISO 936:2000 [28], białka ogólnego metodą Kjeldahla przy użyciu aparatu Büchi B-324 wg PN-75/A 04018, tłuszczu wolnego metodą Soxhleta przy użyciu aparatu Büchi B-811 wg PN-ISO 1444:2000 [29]. Ilość białka kolagenowego określano na podstawie zawartości hydroksyproliny (współczynnik przeliczeniowy 8) wg PN-ISO 3496:2000 [30], wykorzystując spektrofotometr Varian Cary 300 Bio.

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie za pomocą jednoczynnikowej analizy wariancji, wykorzystując program STATISTICA ver. 6 (StatSoft, 2003), podając średnią wartość poszczególnych cech oraz odchylenie standardowe. Obliczono również

(niezależnie dla mięśni) współczynniki korelacji liniowej Pearsona pomiędzy zawartością kolagenu i wyróżnikami technologicznymi mięsa.

### Wyniki i dyskusja

O wartości odżywczej i przydatności przetwórczej mięsa decyduje jego skład chemiczny. Istotnie większą zawartość białka kolagenowego i jego udział w białku ogólnym ( $p \leq 0,01$ ) oraz udział wody ( $p \leq 0,05$ ) stwierdzono w mięśniu półścięgnistym uda. Mięśnie cieląt zawierały dużo białka ogólnego (średnio 22,06 %) i mało tłuszczu śródmięśniowego (średnio 1,03 %) (tab. 1).

Woda jako jeden z podstawowych składników mięsa odgrywa istotną rolę w procesie obróbki kulinarnej. Zdolność jej zatrzymywania przez tkankę mięśniową jest ważnym wskaźnikiem przydatności technologicznej. Do najważniejszych metod oceny wodochłonności mięsa zalicza się określenie wycieku naturalnego i termicznego. Istotnie wyższy ( $p \leq 0,01$ ) wyciek naturalny stwierdzono w przypadku mięśnia LL w porównaniu z ST. Zbliżony wyciek termiczny oznaczono w obu mięśniach szkieletowych cieląt (średnio 32,04 %) (tab. 1).

Uzyskane wyniki dotyczące mięsa cielęcego są zbliżone do podawanych przez innych autorów [4, 14]. Florek i wsp. [4] wskazują na dużą zawartość białka ogólnego i jednocześnie małą tłuszczu śródmięśniowego w mięśniach różnych ras cieląt. Wykazali ponadto wyższą zawartość kolagenu w mięśniu półbłoniastym uda w porównaniu z mięśniem najdłuższym grzbietu z odcinka lędźwiowego. W zależności od rasy cieląt wartości te wahały się w granicach 1,2 - 1,9 % w mięśniu półbłoniastym oraz 0,8 - 0,9 % w mięśniu najdłuższym lędźwi.

Mięśnie intensywnie pracujące za życia zwierzęcia, jak np. *biceps*, zawierają więcej kolagenu niż mięśnie odpowiedzialne za utrzymanie postawy np. *psaos* [25]. Kołczak i wsp. [8], analizując zawartość kolagenu w dwóch mięśniach cieląt, wykazali zdecydowanie większą jego zawartość w *m. semitendinosus* (ST) w porównaniu z *m. psaos major* (PM). Zawartość białka kolagenowego w mięśniu ST wynosiła 0,73 % zaś w mięśniu PM 0,47 %. Autorzy ci podkreślają również zdecydowanie lepszą rozpuszczalność kolagenu mięśnia PM w porównaniu z ST. W trakcie dwunastodniowego dojrzewania mięsa kolagen rozpuszczalny w PM stanowił aż 68 % kolagenu ogólnego, podczas gdy w mięśniu ST – tylko 40 %. Z kolei Litwińczuk i wsp. [14], oceniając wyciek naturalny po 48 h i wyciek termiczny w mięsie cieląt o różnej masie przedubojowej, uzyskali w przypadku mięśni LL wartość WN od 1,64 do 2 %; WT od 34,43 do 36,27 %, natomiast w odniesieniu do mięśni ST odpowiednio od 0,76 do 1,40 % – WN i od 33,67 do 35,48 % – WT.

Tabela 1

Skład chemiczny, tekstura, ocena sensoryczna oraz wodochłonność analizowanych mięśni cieląt.  
Chemical composition, texture, sensory evaluation, and water-holding capacity of the analyzed muscles of calves.

Wyszczególnienie Specification	<i>M. longissimus lumborum</i> n=116	<i>M. semitendinosus</i> n=116	Ogółem Total
Woda [%] Water	75,36 ± 1,23*	75,79 ± 1,42*	75,55 ± 1,33
Białko ogółem [%] Total protein	22,19 ± 1,20	21,90 ± 1,30	22,06 ± 1,25
Tłuszcz [%] Fat	1,02 ± 0,65	1,05 ± 0,61	1,03 ± 0,63
Popiół [%] Ash	1,15 ± 0,26	1,13 ± 0,26	1,14 ± 0,26
Kolagen ogólny [%] Total collagen	0,95 ± 0,23**	1,20 ± 0,28**	1,08 ± 0,29
B/K#	4,31 ± 1,10**	5,51 ± 1,34**	4,92 ± 1,37
Tekstura Siła cięcia – SF [N] Shear force	78,15 ± 31,61**	47,80 ± 20,10**	64,99 ± 31,07
Energia cięcia – W [J] Ahear energy	0,28 ± 0,11**	0,17 ± 0,04**	0,25 ± 0,11
Ocena sensoryczna Sensory evaluation Kruchość [pkt] Tenderness	3,44 ± 0,71**	3,81 ± 0,47**	3,58 ± 0,65
Soczystość [pkt] Juiciness	3,95 ± 0,51	3,94 ± 0,50	3,94 ± 0,50
Wyciek naturalny – WN [%] Drip loss - DL	1,42 ± 0,91**	1,07 ± 0,88**	1,26 ± 0,91
Wyciek termiczny – WT [%] Cooking loss - CL	31,52 ± 6,22	32,70 ± 5,30	32,04 ± 5,85

Objaśnienia: / Explanatory notes:

w tabeli podano wartości średnie ± odchylenia standardowe /In the Table, mean values ± standard deviation are indicated;

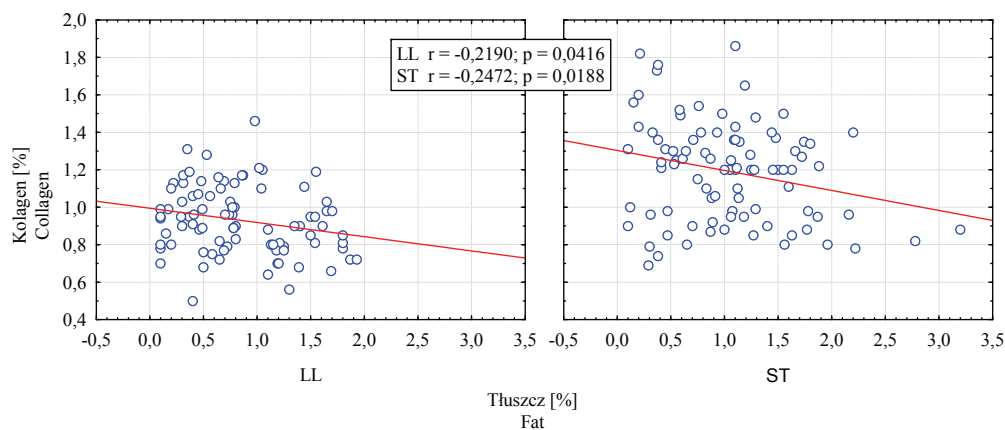
# - Procentowy udział białek łącznotkankowych w białku ogólnym / Percent content of protein of connective tissue in the total protein;

Wartości średnie oznaczone \* w wierszach różnią się istotnie: \*p ≤ 0,05; \*\* p ≤ 0,01 / Mean values marked by \* in the same rows differ significantly: \*p ≤ 0,05; \*\* p ≤ 0,01;

Istotnie niższą wartość siły cięcia (47,80 N), jak i energii cięcia (0,17 J) (tzn. większą kruchość) stwierdzono w przypadku mięśni ST w porównaniu z mięśniem LL (odpowiednio 78,15 N i 0,28 J) ( $p \leq 0,01$ ). Podobną zależność we wcześniejszych badaniach uzyskali Litwińczuk i wsp. [14]. Interesujące wyniki podają Kołczak i wsp. [10], którzy wykazali, że mięsień półścięgnisty cieląt w 6. dniu przechowywania chłodniczego charakteryzował się kruchością (SF) zbliżoną do mięśnia *psoas major*, który jest uważany za najdelikatniejszy mięsień szkieletowy ssaków.

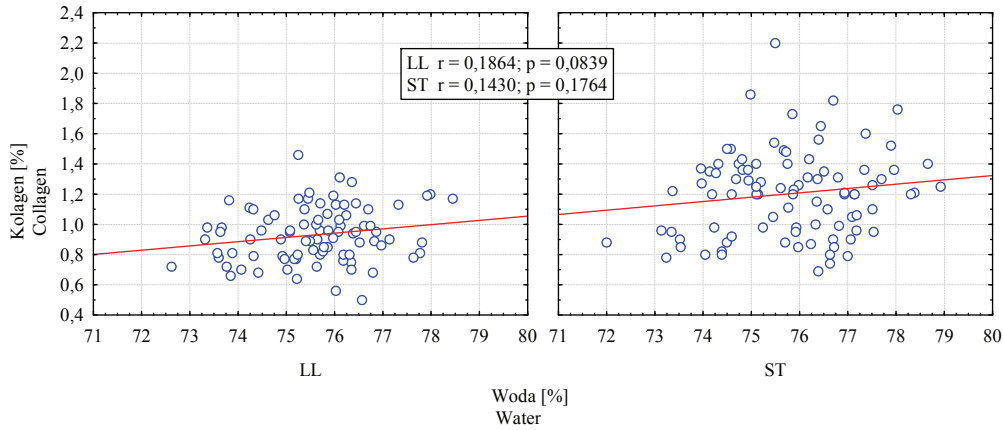
Przeprowadzona ocena sensoryczna potwierdziła istotnie ( $p \leq 0,01$ ) większą kruchość mięśnia ST (3,81 pkt) w porównaniu z LL (3,44 pkt). Jakość mięsa wołowego jest oceniana w dużym stopniu na podstawie jego właściwości sensorycznych. Spośród wielu wyróżników, kruchość mięsa uważana jest, zwłaszcza w ocenie konsumenckiej za najważniejszą [20].

Korelacje jako wskaźnik siły zmian cech zależnych względem siebie pozwalają na przewidywanie kształtowania się wielu parametrów jakościowych wołowiny. Współczynniki korelacji liniowej Pearsona przedstawiono na rys. 1 - 9. Stwierdzono, że poziom kolagenu w obu mięśniach był istotnie ujemnie skorelowany ( $p \leq 0,05$ ) z zawartością tłuszczu ( $-0,22 \leq r \leq -0,25$ ) (rys. 1). Nieistotny związek (choć dodatni) wykazano natomiast w przypadku udziału wody (rys. 2). Poziom kolagenu był niezależny od zawartości białka ogólnego (rys. 3).



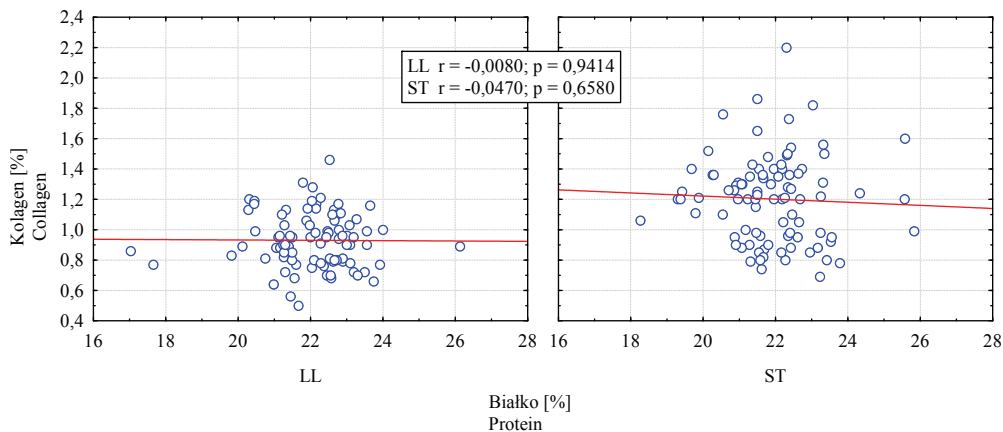
Rys. 1. Zależność pomiędzy zawartością kolagenu ogólnego i tłuszczu śródmięśniowego w mięśniach cieląt.

Fig. 1. Relationship between content of total collagen and intramuscular fat in muscles of calves.



Rys. 2. Zależność pomiędzy zawartością kolagenu ogólnego i wody w mięśniach cieląt.

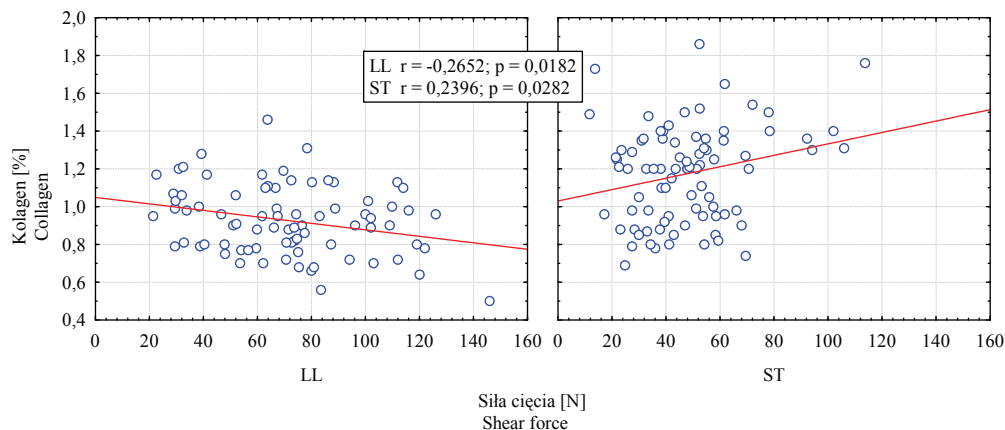
Fig. 2. Relationship between content of total collagen and water in muscles of calves.



Rys. 3. Zależność pomiędzy zawartością kolagenu ogólnego i białka w mięśniach cieląt.

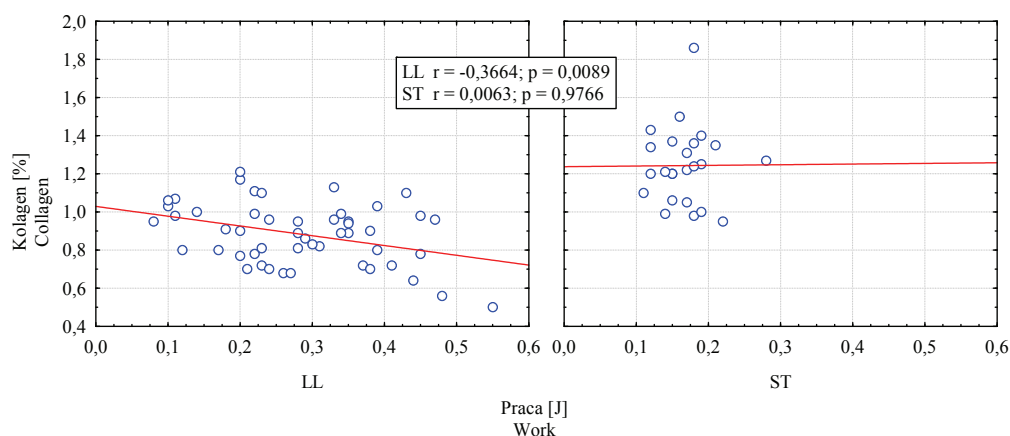
Fig. 3. Relationship between content of total collagen and protein in muscles of calves.

Istotnie ujemny związek między zawartością kolagenu a siłą cięcia ( $r = -0,27$ ) i energią cięcia ( $r = -0,37$ ), wykazano jedynie w przypadku mięśnia LL. W przypadku mięśnia ST potwierdzono natomiast istotnie dodatnią zależność pomiędzy kolagenem i instrumentalną siłą cięcia ( $r = 0,24$ ) (rys. 4 i 5).



Rys. 4. Zależność pomiędzy zawartością kolagenu ogólnego i siłą cięcia mięśni cieląt.

Fig. 4. Relationship between content of total collagen and shear force in muscles of calves.



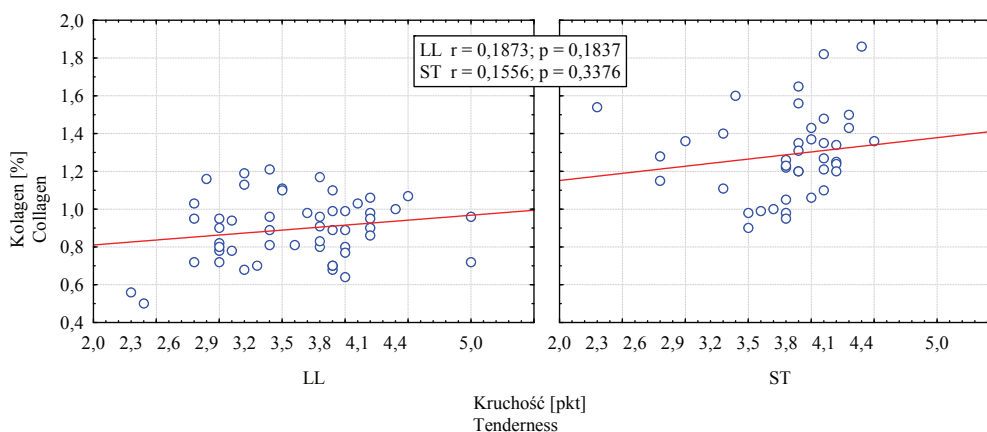
Rys. 5. Zależność pomiędzy zawartością kolagenu ogólnego w mięśniach cieląt i energią cięcia potrzebną do osiągnięcia siły maksymalnej.

Fig. 5. Relationship between content of total collagen in muscles of calves and shear energy required to achieve maximum force.

Light i wsp. [12] stwierdzili ujemną korelację pomiędzy zawartością kolagenu śródmięśniowego a kruchością mięsa ogrzewanego. Podobnie Kołczak i wsp. [9], traktując sześć analizowanych mięśni pięciu badanych grup bydła jako jedną populację (korelacja ogólna) wykazali, że poziom kolagenu w mięśniach był ujemnie skorelowany z ocenianą sensorycznie kruchością i soczystością. Natomiast w przypadku kruchości ocenianej instrumentalnie związek ten był dodatni. Autorzy ci uzasadniają powyższe współzależności zmienną zawartością kolagenu w różnych typach mięśni.

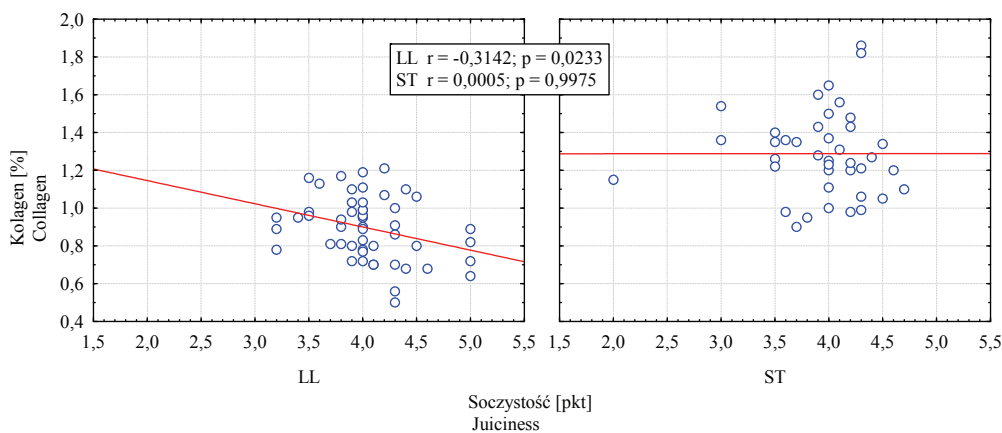


Analizując związek kolagenu z ocenioną sensorycznie kruchością mięsa (rys. 6), uzyskano dodatni, lecz niski współczynnik korelacji ( $0,16 \leq r \leq 0,19$ ) w przypadku obu mięśni. Soczystość była natomiast ujemnie i istotnie ( $r = -0,31$ ) skorelowana z zawartością kolagenu w mięśniu LL (rys. 7).



Rys. 6. Zależność pomiędzy zawartością kolagenu ogólnego i kruchością mięśni cieląt.

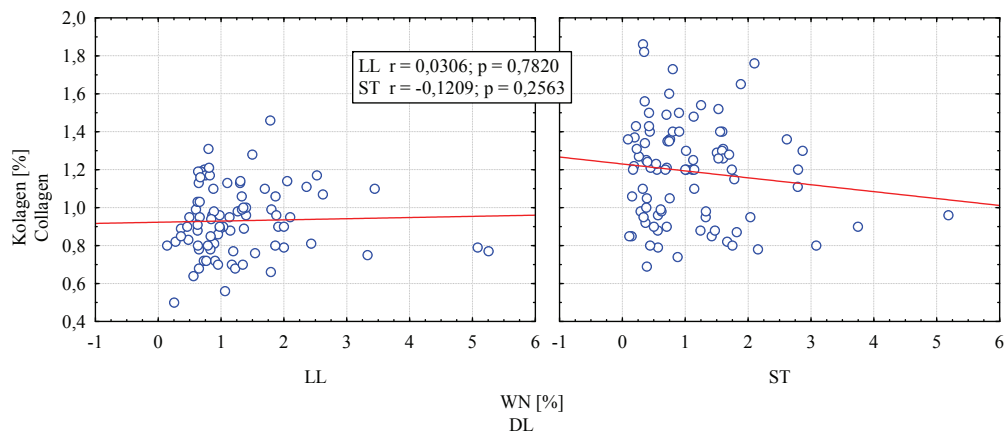
Fig. 6. Relationship between content of total collagen and tenderness in muscles of calves.



Rys. 7. Zależność pomiędzy zawartością kolagenu ogólnego i soczystością mięśni cieląt.

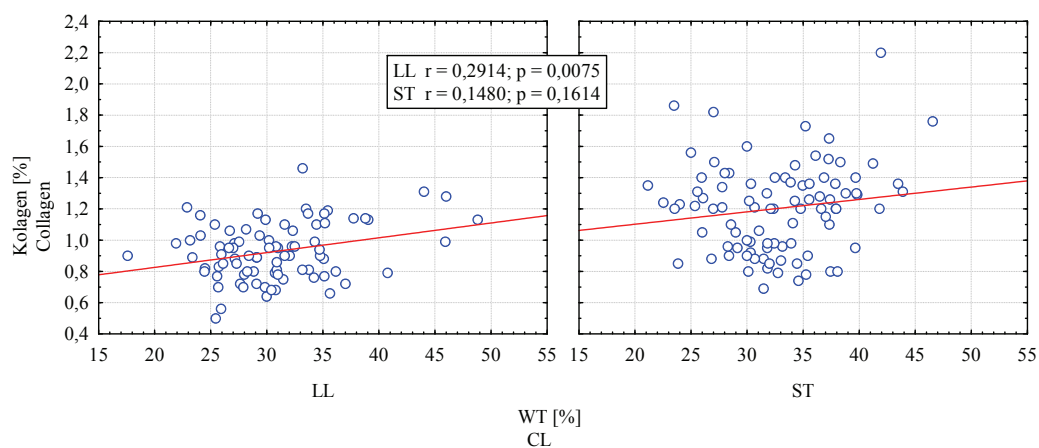
Fig. 7. Relationship between content of total collagen and juiciness in muscles of calves

Rozpatrując zależność pomiędzy kolagenem a dwoma wyróżnikami wodochłonności, stwierdzono jego istotną ( $p \leq 0,01$ ) i dodatnią wartość ( $r = 0,29$ ) jedynie w przypadku wycieku termicznego z mięśnia LL (rys. 8 i 9). W odniesieniu do mięśnia ST był on również dodatni, ale dwukrotnie niższy i nieistotny.



Rys. 8. Zależność pomiędzy zawartością kolagenu ogólnego i wyciekami naturalnymi w mięśniach cieląt.

Fig. 8. Relationship between content of total collagen and drip loss in muscles of calves.



Rys. 9. Zależność pomiędzy zawartością kolagenu ogólnego i wyciekami termicznymi w mięśniach cieląt.

Fig. 9. Relationship between content of total collagen and cooking loss in muscles of calves.

Zawartość kolagenu i stopień jego hydrolizy podczas ogrzewania jest jednym z czynników decydujących o przydatności kulinarnej surowca. Należy zauważyć, że w przypadku kolagenu rozpuszczalnego jego udział w dużym stopniu wpływa na teksturę mięsa, m.in. przez zdolność zatrzymywania wody podczas obróbki cieplnej [17]. Niektórzy badacze sugerują, że mięśnie z wyższym poziomem kolagenu są mniej kruche niż te, które zawierają go mniej [1, 13]. Ponadto potwierdzają wpływ kolagenu rozpuszczalnego na poprawę kruchości mięsa [2, 6, 13].

## Wnioski

1. Mięsień ST charakteryzował się istotnie wyższą zawartością kolagenu ogólnego i jednocześnie większą kruchością ocenianą zarówno instrumentalnie, jak i sensorycznie w porównaniu z mięśniem LL.
2. Kolagen ocenianych mięśni cieląt, mimo niewielkiej zawartości (0,95 – 1,20 %), wpływał istotnie na niektóre parametry technologiczne mięsa, kształtując jego jakość.
3. W mięśniu LL wykazano silniejsze zależności pomiędzy zawartością kolagenu a wybranymi parametrami technologicznymi cieleciny.
4. Współczynniki korelacji między zawartością kolagenu a wybranymi parametrami technologicznymi mięsa cieleciny mogą być przydatnym wskaźnikiem do przewidywania kształtowania się jego cech jakościowych, przy uwzględnieniu typu mięśnia.

## Literatura

- [1] Dransfield E.: Intramuscular composition and texture of beef muscles. *J. Sci. Food Agric.*, 1977, **28**, 833-842.
- [2] Fang S.H., Nishimura T., Takahashi K.: Relationship between development of intramuscular connective tissue and toughness of pork during growth of pigs. *J. Anim. Sci.*, 1999, **77**, 120-130.
- [3] Florek M., Litwińczuk M., Skąlecki P., Ryszkowska-Siwko M.: Changes of physicochemical properties of bullocks and heifers meat during 14 days of ageing under vacuum. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2007, **3** (57), 281-288
- [4] Florek M., Skąlecki P., Kędzierska-Matyssek M., Ryszkowska-Siwko M., Domaradzki P.: Wartość rzeźna i jakość mięsa cieląt różnych ras. *Rocz. Nauk. PTZ*, 2009, **1** (5), 87-96.
- [5] Gajewska-Szczerba H., Kucharski M.: Changes in the intramuscular collagen content and degree of its thermohydrolysis in bovine muscles under the influence of curing and pasteurization. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2007, **57**, 339-344.
- [6] Herring, H.K., Cassens, R.G., Briskey, E.J.: Factors affecting collagen solubility in bovine muscles. *J. Food Sci.*, 1967, **32**, 534-538.
- [7] Jeremiah L.E., Dugan M.E.R., Aalhus J.L., Gibson L.L.: Assessment of the relationship between chemical components and palatability of major beef muscles and muscle groups. *Meat Sci.*, 2003, **65**, 1013-1019.
- [8] Kołczak T., Palka K., Pospiech E.: Changes in collagen solubility of raw and roasted bovine psoas major and minor and semitendinosus muscles during cold storage. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2003, **3** (12/53), 57-61
- [9] Kołczak T., Palka K., Zarzycki A.: Wpływ kolagenu śródmięśniowego na kruchość i inne cechy sensoryczne mięśni bydła. *Acta Agr. Silv., ser. zootech.*, 1992, **30**, 76-85.
- [10] Kołczak T., Pospiech E., Palka K., Łącki J.: Changes of myofibrillar and centrifugal drip proteins and shear force of psoas major and minor and semitendinosus muscles from calves, heifers and cows during post-mortem ageing. *Meat Sci.*, 2003, **64**, 69-75.
- [11] Kołczak T.: Kruchość mięsa. *Gosp. Mięs.*, 2007, **11**, 8-11.
- [12] Light N.D., Champion A.E., Voyle C., Bailey A.J.: The role of epimysial, perimysial and endomysial collagen in determining texture of six bovine muscles. *Meat Sci.*, 1985, **30**, 1-12.

- [13] Listrat A., Hocquette J.F.: Analytical limits of total and insoluble collagen content measurements and of type I and III collagen analysis by electrophoresis in bovine muscles. *Meat Sci.*, 2004, **68**, 127-136.
- [14] Litwińczuk Z., Florek M., Litwińczuk A., Skałeczki P.: Slaughter value and quality of meat from calves slaughtered at various body weight. *Proc. of the 9<sup>th</sup> Int. Commodity Sci. Conf. (IGWT) Poznań 2007, 27-29 September*, pp.896-902.
- [15] McCornick R.J.: The flexibility of the collagen compartment of muscle. *Meat Sci.*, 1994, **36**, 79-91.
- [16] Miciński J., Klupczyński J., Ostoja H., Cierach M., Dymnicka M., Łozicki A., Daszkiewicz T.: Wpływ rasy i żywienia buhajków na wyniki klasyfikacji ich tusz w systemie EUROP oraz na ocenę tekstury mięsa. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2005, **3 (44)**, 147-156.
- [17] Młynek K.: Struktura i metabolizm włókien mięśniowych u krajowego bydła czarno-białego i mieszańców po buhajach ras mięsnych oraz ich związek z cechami wartości rzeźnej i jakością mięsa. *Wyd. Akademii Podlaskiej, Siedlce 2009*.
- [18] Nakamura Y.N., Iwamoto H., Ono Y., Shiba N., Nishimura S., Tabata S.: Relationship among collagen amount, distribution and architecture in *M. longissimus thoracis* and *M. pectoralis profundus* from pigs. *Meat Sci.*, 2003, **64**, 43-50.
- [19] Ngapo T.M., Berge P., Culioli J., Dransfield E., de Smet S., Claeys E.: Perimysial collagen crosslinking and meat tenderness in Belgian Blue doublemuscle cattle. *Meat Sci.*, 2002, **61**, 91-102.
- [20] Palka K., Kołczak T.: Wpływ wieku bydła na wyciek cieplny, kruchość i właściwości sensoryczne mięśni. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie*, 1998, **342**, 91-98
- [21] Pospiech E., Grześ B., Łyczyński A., Borzuta K., Szalata M., Mikołajczak B., Iwańska E.: Białka mięśniowe, ich przemiany a kruchość mięsa. *Mięso i Wędliny*, 2003, **1**, 26-33.
- [22] Purslow P.P.: Intramuscular connective tissue and its role in meat quality. *Meat Sci.*, 2005, **70**, 435-447.
- [23] Riley D.G., Johnson D.D., Chase C.C.J., West R.L., Coleman S.W., Olson T.A.: Factors influencing tenderness in steaks from Brahman cattle. *Meat Sci.*, 2005, **70**, 347-356.
- [24] Takahashi K.: Structural weakening of skeletal muscle tissue during post-mortem ageing of meat; the non-enzymatic mechanism of meat tenderization. *Meat Sci.*, 1996, **43 (S)**, 67-80.
- [25] Taylor R.G.: Connective tissue structure, function and influence on meat quality In: Jensen W.K., Devine C., Dikeman M. (eds). *Encyclopedia of Meat Science*, Elsevier Academic Press, Amsterdam 2004, pp. 306-313.
- [26] PN-ISO 4121:1998. Analiza sensoryczna. Metodologia. Ocena produktów żywnościowych przy użyciu metod skalowania.
- [27] PN-ISO 1442:2000. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości wody (metoda odwoławcza).
- [28] PN-ISO 936:2000. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie popiołu całkowitego.
- [29] PN-ISO 1444:2000. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości tłuszczu wolnego.
- [30] PN-ISO 3496:2000. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości hydroksyproliny.

#### RELATIONSHIP BETWEEN COLLAGEN AND SELECTED TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF CALF MEAT

##### S u m m a r y

The objective of the research was to determine the relationship between the content of collagen and the selected technological parameters of skeletal muscles in calves. The research material constituted random samples taken from *m. longissimus dorsi* (lumbar region) – LL and *m. semitendinosus* – ST of 116

carcasses of calves aged 4 to 6 weeks. In the samples, the following was determined: chemical composition, drip loss, cooking loss; shear force and shear energy were determined using an instrumental analysis, whereas tenderness and juiciness were determined by a sensory analysis. Compared to the LL muscle, the ST muscle contained significantly more collagen and water. It was also characterized by a better tenderness assessed using both the sensory and the instrumental analysis. The level of total collagen was negatively correlated with the content of fat ( $-0,22 \leq r \leq -0,25$ ) in the two muscles assessed. A significantly negative relationship was found between the content of total collagen in LL and its juiciness, shear force, and shear energy. As for the ST muscle, a significantly positive relationship was evidenced between the content of collagen and the shear force. The content of collagen, a main component of connective tissue, was low (0.95 – 1.20 %), however, it significantly impacted some technological parameters of meat and, therefore, it moulded the quality of meat.

**Key words:** veal, chemical composition, collagen, tenderness, water holding capacity 