

## WPŁYW DZIAŁANIA SOLI WAPNIOWYCH NA STRUKTURĘ MIĘSA WOŁOWEGO

*Halina Ostoja, Marek Cierach*

Katedra Technologii i Chemii Mięsa, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski  
Pl. Cieszyński 1, 10-726 Olsztyn  
e-mail: halina.ostoja@uwm.edu.pl

**Streszczenie.** Określono parametry tekstury i zmiany strukturalne zachodzące w mięsie wołowym (*m. semitendinosus*), po wystąpieniu *rigor mortis*, przechowywanym w warunkach chłodniczych bez i z dodatkiem soli wapniowych. Wykorzystano wodne roztwory 0,3 M chlorku lub mleczanu wapnia. Aplikacji soli dokonano nastrzykując mięśnie lub marynując je w roztworach soli. Zastosowane zabiegi przyczyniły się do znaczącej poprawy kruchości (około 50%) mięsa, nie wykazano istotnych różnic pomiędzy zastosowanymi sposobami aplikacji soli i rodzajem użytej soli. Wprowadzenie dodatkowych jonów wapnia w struktury tkanki mięśniowej spowodowało wcześniejszą degradację budowy cytoszkieletu mięśniowego w porównaniu do mięśni dojrzewających tylko w warunkach chłodniczych. Zbliżone działanie chlorku i mleczanu wapnia pozwala na zamienne ich zastosowanie, ze wskazaniem na mleczan wapnia.

**Słowa kluczowe:** mięso wołowe, sole wapniowe, struktura, kruchość

### WSTĘP

Kruchość dla konsumenta to ważny wyróżnik oceny jakościowej mięsa, zwłaszcza wołowego. Może ona być kształtowana przez czynniki genetyczne, środowiskowe, przez właściwe postępowanie ze zwierzętami przed ubojem, decyduje także właściwe dojrzewanie i przechowywanie mięsa (Harper 1999, Hopkins i Thompson 2002, Ruiz de Huidobro i in. 2003, Scherurs 1997, Tornberg 1996). Wykorzystywanych jest wiele metod do poprawy kruchości mięsa, jednak stosowane techniki nie są pozbawione wad, a przemysł mięsny często odnosi się do nich z dużą rezerwą (Ferguson i in. 2000, Hwang i in. 2003, Kolle i in. 2004, Tarrant 1998). Popularną metodą, w ostatnich latach, jest zastosowanie soli wapniowych ze względu na rolę jaką jony wapnia odgrywają w procesie przed – i poubojowym (Geesink i in. 2001). Liczne badania wskazują, że marynowanie, iniekcja, czy infuzja w struktury tkanki

mięśniowej roztworów soli wapniowych przyspiesza pośmiertne zmiany poprzez aktywację kalpain oraz wzrost wewnątrzkomórkowej siły jonowej (Dikeman i in. 2003, Morgan i in. 1991, Boleman i in. 1995, Lansdell i in. 1995, Perez i in. 1998).

Kruchość mięsa ocenić można organoleptycznie, instrumentalnie lub wykorzystując technikę mikroskopową. Zmiany strukturalne są dobrze skorelowane z innymi ocenami procesu tenderyzacji (Taylor 1995).

Celem pracy było określenie parametrów tekstury oraz zmian strukturalnych zachodzących w mięsie wołowym, po wystąpieniu *rigor mortis*, w zależności od sposobu aplikacji soli w struktury tkanki mięśniowej – nastrzyk, marynowanie – i rodzaju użytej soli – chlorek lub mleczan wapnia.

#### MATERIAŁ I METODY

Do badań wykorzystano mięsień półścięgnisty (*m. semitendinosus*) pozyskiwany z wychłodzonych do temperatury  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$  półtuszy wołowych. Mięsień dzielono na około 3 cm steki. Jeden był próbą kontrolną, pozostałe poddawano działaniu soli wapniowych. W doświadczeniu wykorzystano wodne roztwory 0,3 M chlorku wapnia lub 0,3 M mleczanu wapnia. Aplikacji soli wapniowych w struktury tkanki mięśniowej dokonywano 48 godzin *post mortem* poprzez nastrzyk lub marynowanie. Steki nastrzykiwano ręcznie, 10% w stosunku do masy próbki, wielopunktowo w równych odstępach i przechowywano, zapakowane w woreczki foliowe, przez 24 godziny w warunkach chłodniczych (temperatura  $6\pm 1^{\circ}\text{C}$ ). Kawałki mięsa przeznaczone do marynowania zalewano w szklanych naczyniach wodnymi roztworami soli w ilości 2:1 (sól : mięso) i przechowywano przez 24 godziny w warunkach chłodniczych takich jak podano wyżej. Po jednym dniu od aplikacji soli wapniowych, próbki mięsa po osuszeniu i zważeniu poddawano analizie.

Określono wydajność zabiegów, wartość pH, pobrano próbki do badania ultrastruktury tkanki mięśniowej. Po obróbce cieplnej steków, gotowane w wodzie o temperaturze  $85^{\circ}\text{C}$  przez jedną godzinę, określono ubytki masy oraz dokonano pomiaru siły cięcia i wykonano test TPA – profilowa analiza tekstury.

Wydajność zabiegów nastrzyku i marynowania obliczono z różnicy mas próbek mięsa przed i po zabiegu wprowadzenia roztworów soli. Wartość pH mięsa mierzono pehametrem PHM – 80 stosując elektrodę sztyletową GK2401 umieszczaną bezpośrednio w próbkach mięsa. Pobrane wycinki mięśni do badań ultrastruktury po utwardzeniu, wypłukaniu i odwodnieniu zatapiano w żywicy epoksydowej EPON 812, bloczki krojono na ultracienkie skrawki używając ultramikrotomu LKB. Otrzymane preparaty przeglądano i fotografowano w TEM Tesla BS 500 przy napięciu 60 kV. Ubytek masy po obróbce cieplnej oznaczano z różnicy mas mięsa przed i po obróbce i wyrażono w procentach. Próbki mięsa po obróbce cieplnej wykorzystano do określenia siły cięcia i pozostałych parametrów

tekstury. Posłużono się w tym celu uniwersalną maszyną testującą INSTRON TA – XT2i i programem komputerowym TEXTURE EXPERT EXCEED. Do określenia siły cięcia (N) próbki mięsa wycinano w kształcie prostopadłościanu o przekroju poprzecznym 10 x 10 mm, wzdłuż włókien. Kierunek przesuwania się noża Warnera-Bratzlera, typ HDP/BS był prostopadły do włókien mięśniowych, a prędkość ruchu głowicy wynosiła 1 mm·s<sup>-1</sup>. Próbki mięsa do testu TPA wycinano o wymiarach 10 x 10 x 10 mm i umieszczano je między dwiema równoległymi płaszczyznami. Tłok aluminiowy typ P/75 poruszał się ze stałą prędkością 5 mm·s<sup>-1</sup> i dwukrotnie ścisnął próbki mięsa do 50% ich pierwotnej wysokości, prostopadle do kierunku ułożenia włókienek mięśniowych, w odstępach co 5 sekund. Określono następujące parametry tekstury: twardość (N), kohezynność, sprężystość, gumowatość, żujność. Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej. Istotność różnic obliczono przy pomocy testu *q* Studenta – Newman – Keuls przy poziomie istotności *p*<0,05.

#### WYNIKI I DYSKUSJA

Wartość pH użytego w doświadczeniu surowca mięsnego wynosiła 5,94. Aplikacja wodnych roztworów 0,3 M chlorku lub 0,3 M mlecyanu wapnia nie wpłynęła istotnie na wartość omawianego wyróżnika i kształtowała się na poziomie 5,92-6,01 (tab. 1). Wydajność zastosowanych zabiegów nieznacznie różniła się, dla nastrzyku wynosiła około 106%, a dla próbek po marynowaniu od 101% do 104% (tab. 1). Oceniając zdolność utrzymywania wody przez mięso wykazano nieznaczne zróżnicowanie w wielkości wycieku cieplnego z próbek po ich ogrzaniu. Wykorzystanie chlorku wapnia lub mlecyanu wapnia do nastrzyku spowodowało istotny wzrost wycieku cieplnego w porównaniu do kontrolnej próbki mięsa odpowiednio o 3,5% i 2,1% (tab. 1). Natomiast zabieg marynowania w roztworach soli wapniowych w stopniu nieznacznym wpłynął na wyciek, kształtował się on na poziomie 42,0-42,3%. Wartość maksymalnej siły cięcia mięsa wołowego uległa istotnemu obniżeniu pod wpływem działania użytych roztworów soli wapniowych (tab. 1). Zabieg nastrzyku 0,3 M CaCl<sub>2</sub> obniżył wartość maksymalnej siły cięcia o 53,10%, a zastosowanie 0,3 M mlecyanu wapnia o 54,88%. Nieznacznie mniejszą poprawę kruchości mięsa wołowego wykazano po marynowaniu w roztworach soli, a wynosiła ona dla CaCl<sub>2</sub> 49,91% i 50,35% w przypadku mlecyanu wapnia. Wyniki profilowej analizy tekstury przeprowadzonej na mięsie po wprowadzeniu roztworów soli zestawiono w tabeli 2. Twardość jest parametrem, którego wartość istotnie uległa zmniejszeniu zarówno, gdy wykonano zabieg nastrzyku jak i marynowania w wodnych roztworach chlorku wapnia lub mlecyanu wapnia, kształtowała się ona na poziomie 52,6-46,9 N, a maksymalna siła podczas ściskania próbek odniesienia wynosiła 104,9 N. Nie odnotowano znaczącego wpływu zastosowanych roztworów soli

wapniowych na spoistość i sprężystość próbek mięsa po zabiegu nastrzyku i marynowania. Natomiast stwierdzono istotne obniżenie wartości parametrów żujności i gumowatości po aplikacji w struktury tkanki mięśniowej obu rodzajów rozтворów soli podczas nastrzyku i marynowania.

**Tabela 1.** Właściwości mięsa wołowego (*m. semitendinosus*) po aplikacji 0,3 M chlorku wapnia lub 0,3 M mleczanu wapnia w struktury tkanki mięśniowej (n = 6)

**Table 1.** Properties of beef meat (*m. semitendinosus*) after the application of 0.3 M calcium chloride and 0.3 M calcium lactate in the structure of muscle tissue (n = 6)

Wyróżnik Specification	Kontrolna Control	0,3 M chlorek wapnia 0.3 M calcium chloride		0,3 M mleczan wapnia 0.3 M calcium lactate	
		Marynowanie Soaking	Nastrzyk Injection	Marynowanie Soaking	Nastrzyk Injection
Wydajność Efficiency (%)		104,5 <sup>a</sup>	105,9 <sup>a</sup>	101,5 <sup>a</sup>	105,7 <sup>a</sup>
Wartość pH pH value	5,94 <sup>a</sup>	5,92 <sup>a</sup>	5,97 <sup>a</sup>	5,95 <sup>a</sup>	6,01 <sup>a</sup>
Ubytek masy Cooking losses (%)	42,7 <sup>a</sup>	42,3 <sup>a</sup>	46,2 <sup>b</sup>	42,0 <sup>a</sup>	44,8 <sup>b</sup>
Maksymalna siła cięcia Shear force, maximum (N)	112,6 <sup>a</sup>	56,4 <sup>b</sup>	52,8 <sup>b</sup>	55,9 <sup>b</sup>	50,8 <sup>b</sup>

a, b – wartości w wierszu oznaczone różnymi literami różnią się istotnie (p<0,05).

a, b – means in a line marked with various letters are significantly different (p<0.05).

**Tabela 2.** Parametry tekstury mięsa wołowego (*m. semitendinosus*) – test TPA po aplikacji 0,3 M chlorku wapnia lub 0,3 M mleczanu wapnia w struktury tkanki mięśniowej (n = 6)

**Table 2.** Texture parameters of beef meat (*m. semitendinosus*) – TPA test after the application of 0.3 M calcium chloride or 0.3 M calcium lactate in the structure of muscle tissue (n = 6)

Parametry tekstury Texture parameters	Kontrolna Control	0,3 M chlorek wapnia 0.3 M calcium chloride		0,3 M mleczan wapnia 0.3 M calcium lactate	
		Marynowanie Soaking	Nastrzyk Injection	Marynowanie Soaking	Nastrzyk Injection
Twardość Hardness (N)	104,9 <sup>a</sup>	48,2 <sup>b</sup>	46,9 <sup>b</sup>	48,0 <sup>b</sup>	52,6 <sup>b</sup>
Spoistość Cohesiveness	0,496 <sup>a</sup>	0,547 <sup>a</sup>	0,500 <sup>a</sup>	0,532 <sup>a</sup>	0,507 <sup>a</sup>
Sprężystość Springiness	0,606 <sup>a</sup>	0,610 <sup>a</sup>	0,588 <sup>a</sup>	0,583 <sup>a</sup>	0,567 <sup>a</sup>
Gumowatość Gumminess	52,1 <sup>a</sup>	27,0 <sup>b</sup>	23,9 <sup>b</sup>	25,7 <sup>b</sup>	26,9 <sup>b</sup>
Żujność Chewiness	31,6 <sup>a</sup>	17,1 <sup>b</sup>	14,2 <sup>b</sup>	15,1 <sup>b</sup>	15,3 <sup>b</sup>

a, b – wartości w wierszu oznaczone różnymi literami różnią się istotnie (p<0,05).

a, b – means in a line marked with various letters are significantly different (p<0.05).

Wykorzystane w doświadczeniu zabiegi aplikacji roztworów chlorku lub mleczanu wapnia przyczyniły się do znaczącej poprawy kruchości mięsa, które charakteryzowało się wyjściową wysoką twardością (około 112 N).

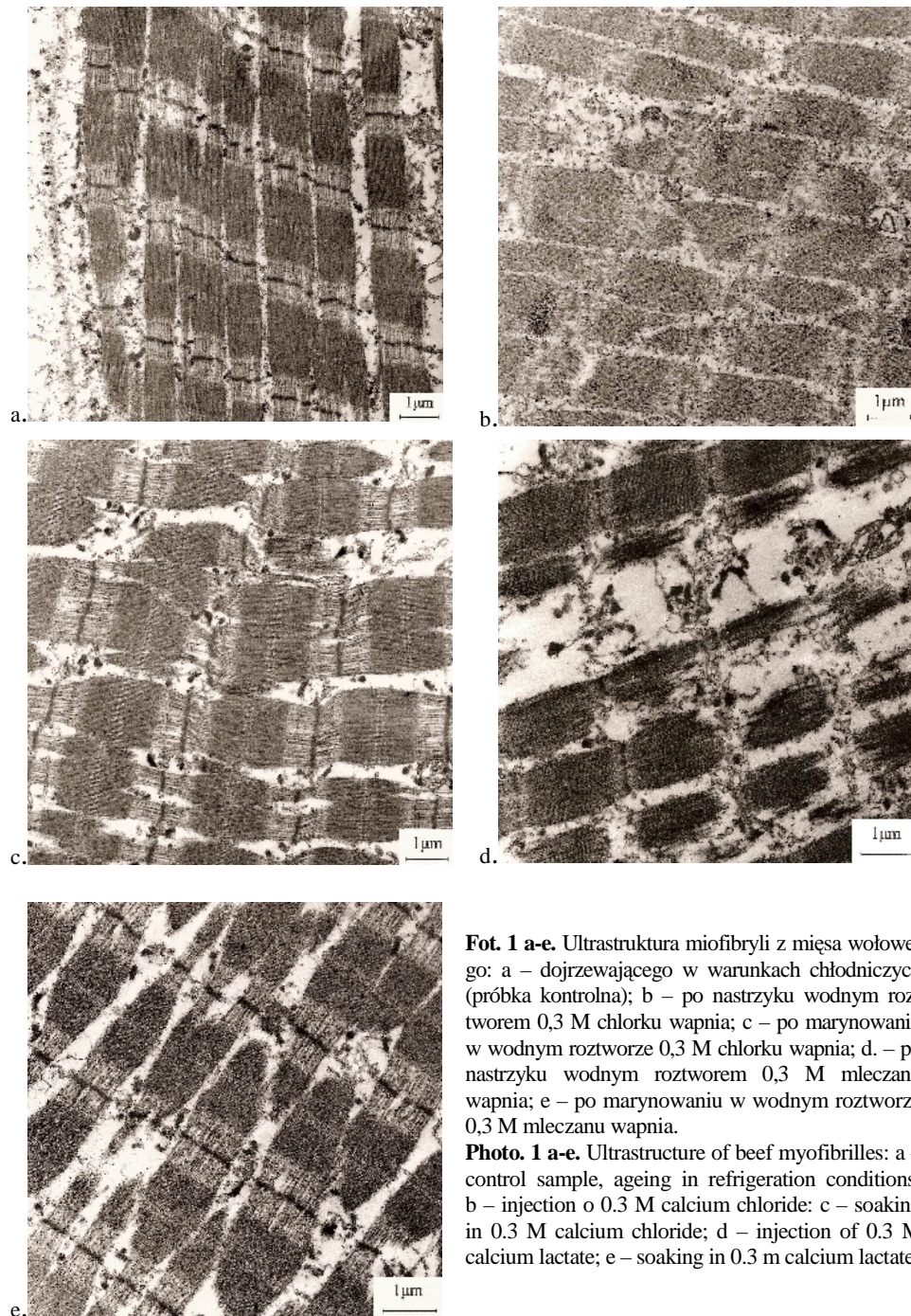
Korzystny wpływ chlorku wapnia (5%, 0,2 M) na kruchość mięsa wykazali Lansdell i in. (1995), redukcja siły cięcia wynosiła około 25%. Również Geesing i in. (1994) osiągnęli znaczącą poprawę kruchości mięsa wołowego. Nastrzyk *post mortem* 0,3 M roztworem chlorku wapnia spowodował poprawę kruchości mięsa wołowego o około 35%. Got i in. (1996) wykazali, że 10% nastrzyk 0,1 M roztworem mleczanu zastosowany po stężeniu pośmiertnym był skuteczniejszy od iniekcji chlorkiem wapnia.

Większość badań nad poprawą kruchości w wyniku aplikacji jonów wapnia jest prowadzonych z zastosowaniem chlorku wapnia. Jednak ze względu na metaliczny posmak jaki powoduje ta sól zaczęto stosować sól organiczną – mleczan wapnia (Lawrence i in. 2003 a, Lawrence i in. 2003 b, Lawrence i in. 2003 c). Jest ona łatwo przyswajalna przez organizm człowieka, posiada właściwości przeciwutleniające, ponadto stabilizuje wartość pH i ogranicza namnażanie się mikroflory bakteryjnej (Bogoczek i Napierała 1998).

Uzupełnieniem obiektywnego pomiaru tekstury mięsa wołowego było określenie zmian zachodzących w strukturze włókna. Przeanalizowano zmiany ultrastruktury wołowej tkanki mięśniowej dojrzewającej tradycyjnie w warunkach chłodniczych i ze zwiększonym poziomem jonów wapnia wprowadzonych do tkanki w procesie immersji lub nastrzyku.

Zmiany ultrastruktury włókna mięśniowego zachodzące podczas dojrzewania chłodniczego przedstawia fotografia 1 a. Widoczne są uszkodzenia aparatu kurczliwego – przerwanie ciągłości włókien, zaburzenia równoległego przebiegu miofilamentów w obrębie prążka jasnego sarkomeru, zmiany w obrębie sarkoplazmy to widoczne przestrzenie i gruz komórkowy.

Iniekcja chlorku wapnia (fot. 1 b) spowodowała zanik typowej struktury sarkomeru – rozpad linii M, zanik liniowego charakteru miofilamentów grubych, miofilamenty cienkie nie miały równoległego przebiegu, nastąpiła deformacja sarkoplazmy, zaobserwowano fragmentację miofibryli oraz mechaniczne uszkodzenia włókna spowodowane kluciem i przechodzeniem strumienia roztworu. Część włókienek zawierała mitochondria zachowujące swoją integralność. Działanie mleczanu wapnia (fot. 1 d) było bardzo zbliżone. Zaobserwowano obecność włókien o daleko posuniętej fragmentacji, zanik linii Z, prążka H oraz pasma M, zachowana została struktura siateczki sarkoplazmatycznej, w wolnych przestrzeniach pojawiły się wakuole z osmofilną zawartością i gruz komórkowy. Zaobserwowano fragmentację miofilamentów aktynowych i włókienka podlegające rozpadowi przebiegającemu na poziomie prążka I.



**Fot. 1 a-e.** Ultrastruktura miofibryli z mięsa wołowego: a – dojrzewającego w warunkach chłodniczych (próbka kontrolna); b – po nastrzyku wodnym roztworem 0,3 M chlorku wapnia; c – po marynowaniu w wodnym roztworze 0,3 M chlorku wapnia; d – po nastrzyku wodnym roztworem 0,3 M mleczanu wapnia; e – po marynowaniu w wodnym roztworze 0,3 M mleczanu wapnia.

**Photo. 1 a-e.** Ultrastructure of beef myofibrilles: a – control sample, ageing in refrigeration conditions; b – injection of 0.3 M calcium chloride; c – soaking in 0.3 M calcium chloride; d – injection of 0.3 M calcium lactate; e – soaking in 0.3 M calcium lactate

Marynowanie w roztworze chlorku wapnia (fot. 1 c) spowodowało przerwanie włókienek mięśniowych, widoczne były skupiska gruzu komórkowego o bardzo zróżnicowanej strukturze, pojawiły się drobne pęcherzyki i wakuole. Zaobserwowano różne etapy rozpadu prążka jasnego oraz charakterystyczną drobnoziarnistą strukturę w obszarze prążka I będącą prawdopodobnie wynikiem rozpadu miofilamentów aktynowych. Podobne zmiany zaobserwowano po zastosowaniu mleczanu wapnia (fot. 1 e), widoczne były uszkodzenia lub rozpad włókienek w okolicach prążka jasnego, zaburzenia budowy linii Z oraz widoczny był rozpad większości elementów błoniastych.

Aplikacja jonów wapniowych spowodowała większy stopień rozerwania włókienek mięśniowych, istotne zmiany w miejscach uszkodzenia aparatu kurczliwego i degradacji sarkoplazmy w porównaniu do próbek kontrolnych. Zmiany były nieznacznie większe w próbkach nastrzykniętych roztworami soli (fot. 1 b, d) niż marynowanych (fot. 1 c, e). Podobne zmiany uzyskali Gerelt i in. (2002), obejmowały one zanik linii M i zaburzenia w prążku jasnym sarkomeru. Złamanie linii Z, wzrost bocznego rozciągnięcia miofibryli to efekt działania chlorku wapniowego jaki otrzymali Lawrence i in. (2003a). Zaobserwowane zmiany w strukturze cytoszkieletu są istotną przyczyną pośmiertnej tenderyzacji. Podczas kruszenia mięsa degradowane są desmina, wiązanie linii Z i pasma A do sarkolemmy oraz elastyczny filament titiny (Koohmaraie i Geesink 2006). Zwiększona zawartość jonów wapnia w strukturach tkanki mięśniowej doprowadziła do wcześniejszej degradacji budowy cytoszkieletowej mięśnia, a tym samym wpłynęła na znaczną poprawę tekstury mięsa wołowego. Szczególnie istotne zmiany wystąpiły w kostamerach i linii Z, prowadząc do fragmentacji miofibryli. W mięśniach dojrzewających w warunkach chłodniczych bez dodatku soli wapniowych zmiany strukturalne zachodziły wolniej. Kończak i in. (2003) podają, że zmiany strukturalne obejmujące częściową degradację linii M i Z zachodzą po 6 dniach dojrzewania chłodniczego, natomiast degradację linii Z, fragmentację miofibryli i uszkodzenie pasma A i I otrzymali cytowani autorzy po 12 dniach dojrzewania. Zbliżone działanie chlorku i mleczanu wapnia pozwala na zamienne ich zastosowanie, ze wskazaniem na mleczan wapnia ze względu na lepszą przyswajalność tej soli, właściwości przeciwutleniające i przeciwbakteryjne oraz pozytywny wpływ na cechy organoleptyczne mięsa.

#### WNIOSKI

1. Aplikacja poprzez nastryk lub imersję, roztworów soli wapniowych w struktury tkanki mięśniowej, powoduje poprawę kruchości mięsa wołowego.
2. Przyczyną wcześniejszej pośmiertnej tenderyzacji mięsa są zaobserwowane zmiany w strukturze cytoszkieletu obejmujące uszkodzenia aparatu kurczliwego i degradację sarkoplazmy wywołane zwiększoną zawartością jonów wapnia.

3. Zbliżone działanie chlorku wapnia i mleczanu wapnia pozwala na zamienne ich zastosowanie

#### PIŚMIENNICTWO

- Bogoczek R., Napierała W., 1998. Mleczan, jakość, właściwości i kierunki zastosowań. Przem. Spoż., 52(4), 46-50.
- Boleman S.J., Boleman S.L., Bidner T.D., Mc Milin K.W., Monlezen C.J., 1995. Effect of postmortem time of calcium chloride injection on beef tenderness and drip cooking and total loss. Meat Sci., 39, 35-41.
- Dikeman M.E., Hunt M.C., Addis P.B., Schoenbeck H.J., Pullen M., Katsanidis E., Yancey E.J., 2003. Effects of postexsanguination vascular infusion of cattle with solution of saccharides, sodium chloride, and phosphates or with calcium chloride on quality and sensory traits of steaks and ground beef. J. Anim. Sci., 81(1), 156-166.
- Ferguson D.M., Jiang S-T., Hearnshaw H., Rymill S.R., Thompson J.M., 2000. Effect of electrical stimulation on protease activity and tenderness of *m. longissimus* from cattle with different proportion of *Bos indicus* content. Meat Sci., 55, 265-272.
- Geesink G.H., Taylor R.G., Bekhit A.E.D., Bickerstaffe R., 2001. Evidence against the non-enzymatic calcium theory of tenderization. Meat Sci., 59, 417-422.
- Geesink G.H., Smulders F.J.M., Van Laack R.L.J.M., 1994. The effects of calcium-, sodium-, and zinc-chloride treatment on the quality of beef. Sciences des Aliments, 14, 485-502.
- Gerelt B., Ikeuchi Y., Nishiumi T., Suzuki A., 2002. Meat tenderization by calcium chloride after osmotic dehydration. Meat Sci., 60, 237-244.
- Got F., Rousset-Akrim S., Bayle M.C., Culioli J., 1996. Interet du lactate de calcium sur la tendreté et la flaveur de la viande bovine. Viandes Prod. Carnes, 17(6), 328-330.
- Harper G.S., 1999. Trends in skeletal muscle biology and the understanding of toughness in beef. Aust. J. Agric. Res., 50, 1105-29.
- Hopkins D.L., Thompson J.M., 2002. Factors contributing to proteolysis and disruption of myofibrillar proteins and the impact on tenderisation in beef and sheep meat. Aust. J. Agric. Res., 53, 149-166.
- Hwang I.H., Devine C.E., Hopkins D.L., 2003. The biochemical and physical effects of electrical stimulation on beef and sheep meat tenderness. Meat Sci., 65, 677-691.
- Kończak T., Pospiech E., Palka K., Łącki J., 2003. Changes in structure of psoas major and minor and semitendinous muscle of calves, heifers and cows during postmortem ageing. Meat Sci., 64, 77-86.
- Kolle B.K., McKenna D.R., Savell J.W., 2004. Methods to increase tenderness of individual muscles from beef rounds when cooked with dry or moist heat. Meat Sci., 68, 145-154.
- Koohmaraie M., Geesink G.H., 2006. Contribution of postmortem muscle biochemistry to the delivery of consistent meat quality with particular focus on the calpain system. Meat Sci., 74, 34-43.
- Lansdell J.L., Miller M.F., Wheeler T.L., Koohmaraie M., Ramsey C.B., 1995. Postmortem injection of calcium chloride effects on beef quality traits. J. Anim. Sci., 73, 1735-1740.
- Lawrence T.E., Dikeman M.E., Stephens J.W., Obuz E., Davis J.R., 2003a. In situ investigation of the calcium-induced proteolytic and salting – in mechanisms causing tenderization in calcium-enhanced muscle. Meat Sci., 66, 69-75.
- Lawrence T.E., Dikeman M.E., Hunt M.C., Kastner C.L., Johnson D.E., 2003b. Effects of calcium salts on beef longissimus quality. Meat Sci., 64, 299-308.



- Lawrence T.E., Dikeman M.E., Hunt M.C., Kastner C.L., Johnson D.E., 2003c. Staged injection marination with calcium lactate, phosphate and salt may improve beef water-binding ability and palatability traits. *Meat Sci.*, 65, 967- 972.
- Morgan J.B., Miller R.K., Mendez F.M., Hade D.S., Savell J.W., 1991. Using calcium chloride injection to improve tenderness of beef from mature cows. *J. Anim. Sci.*, 69, 4469-4476.
- Perez M.L., Escalona H., Guerrero I., 1998. Effect of calcium chloride marination on calpain and quality characteristics of meat from chicken, horse, cattle and rabbit. *Meat Sci.*, 48, 125-135.
- Ruiz de Huidobro F., Miguel E., Onega E., Blazquez B., 2003. Changes in meat quality characteristics of bovine meat during the first 6 days post mortem. *Meat Sci.*, 65, 1439-1446.
- Scherurs F.J.G., 1997. Tenderness changes during the conversion of muscle to meat. Proceedings of the XIII European Symposium on the Quality of Poultry Meat. Poland, 257-269.
- Tarrant P.V., 1998. Some recent advances and future priorities in research for the meat industry. 44<sup>th</sup> ICoMST. L1, 2-13
- Taylor R.G., Geesink G.H., Thompson V.F., Koohmaraie M., Goll D.E., 1995. Is Z – disk degradation responsible for postmortem tenderization? *J. Anim. Sci.*, 73, 1351- 1367.
- Tornberg E., 1996. Biophysical aspects of meat tenderness. *Meat Sci.*, 43,S, S175 -S191.

## EFFECT OF CALCIUM SALTS TREATMENT ON STRUCTURE OF BEEF

*Halina Ostoja, Marek Cierach*

Chairs Meat Technology and Chemistry, University of Warmia and Mazury  
Pl. Cieszyński 1, 10-726 Olsztyn  
e-mail: halina.ostoja@uwm.edu.pl

**Abstract.** The texture parameters and structural changes occurring in meat beef (*m. semidendinosus*) after appearance of *rigor mortis*, which was stored in refrigeration conditions without and with calcium salts, are presented. Water solutions with 0.3 M chloride or calcium lactate were used. The application of salt was made by injecting muscles or soaking them in salt solutions. All these procedures contributed to significant improvement of tenderness (about 50%). It was proved that there were no significant differences between aforesaid manners of applications and sorts of used salts. The application of additional calcium ions in the muscle tissue caused prior degradation of cytoskeleton in comparison with muscle aging only in refrigeration conditions. Similar action of chloride and calcium lactate allows their interchangeable use with the indication on calcium lactate.

**Keywords:** beef meat, calcium salts, structure, tenderness