

WPLYW PRZECHOWYWANIA MIĘSA WOŁOWEGO W STANIE
ZAMROŻONYM NA WIELKOŚĆ WYCIEKÓW ROZMRAŻALNICZYCH
I CIEPLNYCH ORAZ TEKSTURĘ MIĘSA*

Julia Marchel, Tomasz Żmijewski, Marek Cierach, Ewa Malczyk

Katedra Technologii i Chemii Mięsa, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
Plac Cieszyński 1, 10-719 Olsztyn
e-mail: julia.marchel@uwm.edu.pl

Streszczenie. Celem pracy było określenie wpływu przechowywania mięsa wołowego w stanie zamrożonym na wielkość wycieków rozmrażalniczych w warunkach zmiennej temperatury rozmrażania. Kolejnym celem badań było określenie tekstury oraz wielkości ubytków masy mięsa poddanego obróbce cieplnej w różnej temperaturze. Materiał badawczy stanowił mięsień półścięgnisty pozyskany z bydła mieszańców ras czarno-biała x limousine. Mięśnie poddane zostały zamrażaniu i przechowywaniu. Następnie próbki rozmrażano w powietrzu w temperaturach 4°C, 10°C lub 20°C oraz poddawano obróbce cieplnej w wodzie w temperaturach 70°C lub 90°C. Oznaczano wielkość wycieków rozmrażalniczych i cieplnych, teksturę mięsa metodami instrumentalnymi, a także przeprowadzono ocenę organoleptyczną kruchości i soczystości. Temperatura rozmrażania mięsa miała istotny wpływ na wielkość wycieków rozmrażalniczych. Zwiększenie temperatury obróbki cieplnej z 70°C do 90°C spowodowało wystąpienie istotnie większych wycieków cieplnych o około 10% w przypadku wszystkich wariantów temperatur rozmrażania. Pomimo wzrostu wielkości wycieku rozmrażalniczego w miarę wzrostu temperatury rozmrażania, wystąpił także wzrost wielkości wycieku cieplnego przy wzroście temperatury ogrzewania z 70°C do 90°C. Wynika z tego, że temperatura rozmrażania i obróbki cieplnej mają decydujące znaczenie dla wydajności uzyskiwanych przetworów i potraw z mięsa wołowego. Suma wielkości wycieków rozmrażalniczych i cieplnych wpływała istotnie na kruchość i soczystość mięsa.

Słowa kluczowe: wołowina, rozmrażanie, obróbka cieplna, kruchość

*Praca powstała w ramach Projektu WND-POIG.01.03.01-00-204/09 *Optymalizacja produkcji wołowiny w Polsce zgodnie ze strategią „od widelca do zagrody”*, współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka 2007-2013 (Umowa nr UDA-POIG.01.03.01-00-204/09-03).

WSTĘP

Kruchość i soczystość są – obok smaku i zapachu – najważniejszymi wyróżnikami jakości mięsa wołowego. Około 50% konsumentów postrzega kruchość jako najważniejszą cechę jakościową wołowiny kulinarnej (Miller i in. 2001, Destefanis i in. 2008, Brewer i Novakofski 2008). Czynniki wpływające na kruchość wołowiny zostały poznane już w latach 50-, 60-tych ubiegłego stulecia, a możemy wśród nich wymienić m.in. rasę, płęć, wiek, system utrzymania zwierząt, cechy osobnicze i masę przedubojową (Hiner i in. 1953, Jacobson i Fenton 1956, Zinn i in. 1970, Bramblett i in. 1971, Hunsley i in. 1971) oraz metody uboju, wychładzania, dojrzewania i przechowywania mięsa (Bouton i in. 1963, Marsh i Leet 1966, Webb i in. 1964, Hostetler i in. 1970, Olson i in. 1976). Nie bez znaczenia dla kruchości mięsa wołowego pozostaje również lokalizacja danego mięśnia w tuszy, co ma bezpośredni związek z jego aktywnością przyżyciową i składem tkankowym (Hiner i Hankins 1950, McKeith i in. 1985). Podobne prawidłowości dotyczące wpływu rasy, wieku, żywienia czy rodzaju mięśnia, na ogólnie rozumianą jakość mięsa zostały odnotowane w badaniach prowadzonych nad mięsem wieprzowym i króliczym (Combes i in. 1997, Gondret i in. 2002).

Kruchość wołowiny można kształtować, stosując różnego rodzaju zabiegi technologiczne takie jak kondycjonowanie mięsa w półtuszach, działanie czynnikami fizycznymi, mechanicznymi, chemicznymi i enzymatycznymi, np. odpowiednie podwieszanie tusz, nastrzyk solami wapnia lub preparatami enzymów proteolitycznych (Bendall i in. 1976, Savell i in. 1977a,b, Foegeding i Larick 1986, Cronlund i Woychik 1986). Kształtowanie wysokiej jakości wołowiny kulinarnej jest więc możliwe tylko przy kompleksowym uwzględnieniu wyżej wymienionych czynników, które występują na wszystkich etapach produkcji żywca oraz mięsa. Dlatego bardzo istotnym jest, aby na etapie obrotu handlowego wołowiną oraz wskutek prowadzonej obróbki kulinarnej, nie obniżyć jej jakości sensorycznej oraz wartości odżywczej.

Znaczna ilość kulinarnego mięsa wołowego, znajdującego się w krajowym obrocie handlowym, jest oferowana w postaci zamrożonej. Zamrażanie mięsa stanowi dobrą metodę na jego zagospodarowanie w okresie nadwyżek produkcyjnych. Korzyścią wynikającą z mrożenia, w porównaniu z dystrybucją mięsa schłodzonego, jest także możliwość dłuższego przechowywania oraz większa elastyczność w handlu hurtowym i detalicznym. Wskutek zamrażania mięsa spowolnieniu lub zahamowaniu ulegają procesy poubojowego dojrzewania. Intensywnie natomiast przebiegają procesy związane z wymrażaniem wody i tworzeniem się kryształów lodu wewnątrz struktur mięśniowych (Pietrasik i Janz 2009, Muela i in. 2010). W wyniku mrożenia mięsa następuje rozluźnienie struktur kapilarnych tkanki mięśniowej, co w konsekwencji prowadzi do zmniejszenia zdolności utrzymywania wody własnej w czasie rozmrażania oraz wyższych ubytków podczas obróbki cieplnej, tym

samym obniża się soczystość mięsa (Lagerstedt i in. 2008). W przebiegu rozmrażania najważniejszą rolę odgrywają parametry procesu, tj.: czas, temperatura, wilgotność względna i szybkość ruchu powietrza. Kluczowe znaczenie ma tu fakt, czy upłynniony sok mięsny zostanie w całości wchłonięty przez tkankę mięśniową. Ta część soku mięsnego, która pozostanie nie wchłonięta, stanowi tzw. wyciek rozmrażalniczy (Kopeć 2003, Chwastowska i Kondratowicz 2005).

Dla kruchości i soczystości finalnego wyrobu ogromne znaczenie, poza metodą rozmrażania, ma też metoda obróbki cieplnej. Dotyczy to zarówno przygotowania potraw w gospodarstwach domowych jak i w gastronomii. Ciepło wywołuje istotne zmiany właściwości składników mięsa, a efekt uzyskania korzystnych cech teksturalnych w dużym stopniu zależy od parametrów i metody obróbki cieplnej. Jednocześnie oddziaływanie ciepła na mięso powoduje jego kurczenie się i dalsze ubytki soku mięsnego (Tornberg 2005, Garcí'a-Segovia i in. 2007, Vasanthi i in. 2007). Wysokie wartości wycieków rozmrażalniczych i cieplnych są nie tylko przyczyną strat ekonomicznych, powodują także nieatrakcyjny wygląd wołowiny, jej obniżoną kruchość i soczystość, a co za tym idzie, zmniejszoną akceptację ze strony konsumentów.

Celem pracy było określenie wpływu przechowywania mięsa wołowego w stanie zamrożonym na wielkość wycieków rozmrażalniczych w warunkach zmiennej temperatury rozmrażania. Kolejnym celem badań było określenie tekstury oraz wielkości ubytków masy mięsa poddanego obróbce cieplnej w różnej temperaturze.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowił mięsień półścięgnisty (*m. semitendinosus*) pozyskany z 25 sztuk bydła mieszańców rasy czarno-białej x limousine, w wieku około 24 miesięcy, o masie przedubojowej w granicach 600-700 kg. Mięśnie poddane zostały zamrażaniu w temperaturze -20°C i przechowywaniu w warunkach zamrażalniczych przez 3 miesiące. Każdy mięsień dzielono wstępnie na 3 części. Każda z części była rozmrażana w powietrzu w różnej temperaturze, tj. 4°C , 10°C oraz 20°C . Następnie rozmrożone próbki dzielono na dwie części, a każdą z nich pakowano próżniowo i poddawano obróbce cieplnej w wodzie w temperaturze 70°C lub 90°C , przez 40 minut. Próbki studzono w wodzie z lodem przez 1 godzinę i przechowywano w chłodziarce do czasu wykonania oznaczenia.

Wielkość wycieku rozmrażalniczego oznaczano umieszczając próbkę na kuwecie wyposażonej w kratkę dystansową o grubości 5 mm, aby uniemożliwić stykanie się wycieku z mięsem. Wielkość wycieku rozmrażalniczego wyliczano z różnicy masy próbki przed i po rozmrożeniu wg wzoru:

$$W_r (\%) = \left(\frac{M_1 - M_2}{M_1} \right) \cdot 100 \% \quad (1)$$

gdzie: W_r – wielkość wycieku rozmrażalniczego (%), M_I – masa próbki przed rozmrożeniem (g), M_2 – masa próbki po rozmrożeniu (g).

Wartość pH mięsa mierzono w rozdrobnionej próbce rozmrożonego mięsa za pomocą pH-metru Hanna Instruments (HI 99161) wyposażonego w elektrodę sztyletową Hanna Instruments (FC232D). Przed pomiarem wykonywano kalibrację pH-metru względem buforów o wartościach pH = 5,01 i pH = 7,01.

Analizę podstawowego składu chemicznego, obejmującą określenie zawartości wody, białka i tłuszczu, wykonywano za pomocą aparatu Food Check 22FC906080 (Bruins Instruments Spectrophotometer), wyskalowanego dla mięsa wołowego.

Wielkość wycieku cieplnego wyliczano z różnicy mas przed obróbką i po wychłodzeniu wg wzoru:

$$W_c (\%) = \left(\frac{M_I - M_{II}}{M_I} \right) \cdot 100 \% \quad (2)$$

gdzie: W_c – wielkość wycieku cieplnego (%), M_I – masa próbki przed obróbką cieplną (g), M_{II} – masa próbki po wychłodzeniu (g).

Siłę cięcia F_{max} określano w następujący sposób: z mięsa poddanego obróbce cieplnej wycinano za pomocą korkoboru wzdłuż włókien mięśniowych próbki w kształcie walca o średnicy 10 mm i wysokości 40 mm. Test cięcia przeprowadzono w urządzeniu Instron 5965 wyposażonym w głowicę 1 kN oraz przystawkę Warnera-Bratzlera (sNo: s16429). Przy pomiarze zastosowano prędkość przesuwu noża równą $120 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$. Ocenę organoleptyczną mięsa po obróbce cieplnej wykonywał 5-osobowy zespół, stosując 9-punktową skalę ocen: 9 – ocena bardzo dobra, 1 – ocena bardzo zła. Oceniano kruchość i soczystość.

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej. Obliczono wartości średnie i współczynnik zmienności. Istotność różnic obliczono przy pomocy testu Duncana przy poziomie istotności $p \leq 0,05$. Analiza przeprowadzona była z wykorzystaniem programu komputerowego Statistica 9.0 (Stantsoft Inc.).

WYNIKI I DYKUSJA

W pierwszym etapie przeprowadzonych badań określono podstawowe parametry charakteryzujące surowiec badawczy. Średnia wartość pH mięsa doświadczalnego wynosiła 5,59 przy wartości współczynnika zmienności $V = 1,07\%$, co świadczy o tym, że dobrano odpowiednio dojrzały surowiec, o normalnej jakości, bez odchylenia typu DFD. Niski poziom wartości współczynnika zmienności świadczy o jednorodności surowca pod względem wartości pH i jego prawidłowym doborze do przeprowadzonego doświadczenia.

Średnia zawartość wody w badanych mięśniach wynosiła 75,29% i była podobna we wszystkich mięśniach. Zawartość białka wynosiła 21,21%, a tłuszczu 2,48%

(tab. 1). Zaobserwowana duża zmienność w zawartości tłuszczu ($V = 28,30$) wynika z bardzo niskiej zawartości tego składnika i nawet niewielkie jego wahania ilościowe mogą wpływać na dużą liczbowo statystyczną zmienność.

Tabela 1. Wartość pH i podstawowy skład chemiczny wołowych mięśni *m. semitendinosus* ($n = 25$)
Table 1. Basic composition and pH value of beef muscles *m. semitendinosus* ($n = 25$)

| Wyróżnik Indicator | Wartość pH pH value | Woda Water (%) | Białko Protein (%) | Tłuszcz Fat (%) |
|-----------------------|------------------------|-------------------|-----------------------|--------------------|
| \bar{x} | 5,59 | 75,29 | 21,21 | 2,48 |
| V (%) | 1,07 | 0,66 | 0,78 | 28,30 |

\bar{x} – wartość średnia – mean value,

V – współczynnik zmienności – variation coefficient,

n – liczebność mięśni w doświadczeniu – number of experimental muscles.

W przeprowadzonym eksperymencie badano także wielkości wycieków rozmrażalniczych i ciepłych z mięsa wołowego oraz ich wpływ na soczystość i kruchość wołowiny. Zamrażanie próbek przebiegało w jednakowych warunkach, co umożliwiło ocenę, jaki wpływ na wielkość wycieków rozmrażalniczych ma temperatura rozmrażania. Wielkość wycieków rozmrażalniczych kształtowała się na poziomie od 5,41% do 10,04% i była najwyższa w przypadku mięsa rozmrażanego w temperaturze 20°C, a najniższa przy rozmrażaniu w temperaturze 4°C. Analiza statystyczna wykazała istotne różnice w wielkościach wycieków w poszczególnych grupach temperaturowych. Wraz ze wzrostem temperatury rozmrażania zwiększała się wielkość wycieków rozmrażalniczych (tab. 2).

Obróbka cieplna mięsa wołowego przeprowadzona w temperaturze 70°C spowodowała wystąpienie wycieków ciepłych w granicach od 28,65% do 30,22%. Zaobserwowano, że wielkość wycieków ciepłych w tej temperaturze zmniejszała się w miarę wzrostu temperatury rozmrażania mięsa. Obróbka cieplna mięsa w temperaturze 90°C spowodowała wystąpienie większych wycieków, gdyż ich wielkość kształtowała się w przedziale od 38,33% do 40,16%. Podobnie jak w temperaturze 70°C stwierdzono tendencję malejącą wielkości wycieków w miarę wzrostu temperatury rozmrażania mięsa. W obu wariantach temperaturowych 70°C i 90°C zanotowano statystycznie istotną zmienność wielkości wycieków (tab. 2). Podobne prawidłowości zaobserwowali w swoich badaniach Vasanthi i in. (2007), Combes i in. (2003) badając mięso królicze oraz Crawford i in. (2010) badając mięso wieprzowe. Wynika z powyższego, że temperatura rozmrażania i temperatura obróbki cieplnej miały decydujące znaczenie dla wydajności uzyskiwanych przetworów i potraw z mięsa wołowego.

Tabela 2. Wielkości wycieków rozmrażalniczych i ciepłych z wołowych mięśni *m. semitendinosus* (n = 25)**Table 2.** Thawing and heating losses of beef muscles *m. semitendinosus* (n = 25)

| Temperatura rozmrażania Thawing temperature (°C) | Temperatura obróbki cieplnej Heating temperature (°C) | Wyciek rozmrażalniczy Thawing loss (%) | V (%) | Wyciek ciepły Heating loss (%) | V (%) |
|---|--|---|-------|-----------------------------------|-------|
| 4 | 70 | 5,41 ^A | 35,92 | 30,22 ^a | 5,93 |
| | 90 | | | 40,16 ^{*x} | 2,58 |
| 10 | 70 | 8,73 ^B | 16,75 | 29,21 ^{ab} | 6,42 |
| | 90 | | | 38,53 ^{*y} | 2,80 |
| 20 | 70 | 10,04 ^C | 15,01 | 28,65 ^b | 8,24 |
| | 90 | | | 38,33 ^{*y} | 2,85 |

V – współczynnik zmienności – variation coefficient,

^{A, B, C} wartości średnie wycieków rozmrażalniczych oznaczone różnymi literami w kolumnach różnią się istotnie ($p \leq 0,05$) dla poszczególnych temperatur rozmrażania – means of thawing losses with different letters in the same column are significantly different ($p \leq 0,05$) for individual thawing temperatures,

* wartości średnie wycieków ciepłych oznaczone symbolem * w kolumnach różnią się istotnie ($p \leq 0,05$) dla poszczególnych temperatur rozmrażania – means of heating losses marked with * are significantly different ($p \leq 0,05$) for individual thawing temperatures,

^{a, b} wartości średnie wycieków ciepłych oznaczone różnymi literami w kolumnach różnią się istotnie ($p \leq 0,05$) dla obróbki cieplnej w temperaturze 70°C – means of heating losses with different letters in the same column are significantly different ($p \leq 0,5$) for heat treatment at a temperature of 70°C,

^{x, y} wartości średnie wycieków ciepłych oznaczone różnymi literami w kolumnach różnią się istotnie ($p \leq 0,05$) dla obróbki cieplnej w temperaturze 90°C – means of heating losses with different letters in the same column are significantly different ($p \leq 0,05$) for heat treatment at a temperature of 90°C.

Wielkości wycieków ciepłych miały istotny wpływ na właściwości jakościowe mięsa kulinarnego. Cechą w największym stopniu preferowaną przez konsumentów jest kruchość wołowiny. We współczesnych badaniach analizuje się ją w instrumentalnych testach cięcia i badaniach organoleptycznych. Dlatego też kolejnym ważnym etapem przeprowadzonych badań stało się określenie i przeanalizowanie zmian wartości maksymalnej siły cięcia F_{max} . Wartości maksymalnej siły cięcia F_{max} mieściły się w przedziałach od 36,23 N do 37,15 N przy zastosowaniu obróbki cieplnej w temperaturze 70°C oraz od 37,38 N do 41,06 N przy zastosowaniu obróbki cieplnej w temperaturze 90°C. Wartości maksymalnej siły cięcia wykazywały

podobną tendencję jak wielkości wycieków cieplnych, tj. wzrost temperatury rozmrażania mięsa wywoływał poprawę jego kruchości, ponieważ wielkość maksymalnej siły cięcia wykazywała tendencję spadkową, zarówno w przypadku temperatury obróbki cieplej 70°C jak i 90°C. Stwierdzono również, że korzystniejsza była kruchość wołowiny kulinarnej poddanej obróbce cieplnej w niższej temperaturze. Różnica pomiędzy wartościami F_{max} dla temperatur 70°C i 90°C wynosiły od około 1 N do około 4 N. Największą różnicę wartości siły cięcia odnotowano dla temperatury rozmrażania 4°C (tab. 3). Podobne wyniki badań uzyskali Christensen i inni (2000), Combes i in. (2003) oraz Crawford i in. (2010).

Tabela 3. Wartość maksymalnej siły cięcia oraz wyniki punktowej oceny organoleptycznej wołowych mięśni *m.semitendinosus* (n = 25)

Table 3. Peak shear force value and the results of sensory assessment of fragility and succulence (n = 25)

| Temperatura rozmrażania Thawing temperature (°C) | Temperatura obróbki cieplnej Heating temperature (°C) | Maksymalna siła cięcia Peak shear force (N) | V (%) | Kruchość – Fragility (pkt/points) | V (%) | Soczystość – Succulence (pkt/points) | V (%) |
|---|--|--|-------|-----------------------------------|-------|--------------------------------------|-------|
| 4 | 70 | 37,15 ^a | 8,77 | 4,59 ^a | 27,46 | 5,18 ^a | 15,90 |
| | 90 | 41,06 ^{*x} | 10,94 | 5,04 ^x | 18,59 | 4,09 ^{*x} | 13,68 |
| 10 | 70 | 36,61 ^a | 11,06 | 4,91 ^a | 17,80 | 4,76 ^a | 10,41 |
| | 90 | 39,76 ^{*xy} | 10,39 | 5,57 ^{*y} | 9,91 | 3,92 ^{*x} | 16,89 |
| 20 | 70 | 36,23 ^a | 8,18 | 4,99 ^a | 19,86 | 4,97 ^a | 10,85 |
| | 90 | 37,38 ^y | 8,00 | 5,16 ^{xy} | 14,63 | 4,19 ^{*x} | 10,27 |

V – współczynnik zmienności – variation coefficient,

* wartości średnie poszczególnych parametrów oznaczone symbolem * w kolumnach różnią się istotnie ($p \leq 0,05$) dla poszczególnych temperatur rozmrażania – means of individual parameters marked with * in the same column are significantly different ($p \leq 0,05$) for individual thawing temperatures,

^{a, b} wartości średnie poszczególnych parametrów oznaczone różnymi literami w kolumnach różnią się istotnie ($p \leq 0,05$) dla obróbki cieplnej w temperaturze 70°C – means of individual parameters with different letters in the same column are significantly different ($p \leq 0,5$) for heat treatment at a temperature of 70°C,

^{x, y} wartości średnie poszczególnych parametrów oznaczone różnymi literami w kolumnach różnią się istotnie ($p \leq 0,05$) dla obróbki cieplnej w temperaturze 90°C – means of individual parameters with different letters in the same column are significantly different ($p \leq 0,05$) for heat treatment at a temperature of 90°C.

W części doświadczenia, dotyczącej organoleptycznej oceny parametrów tekstury, zespół oceniający określił soczystość próbek w przedziale od 3,92 do 5,18 punktów. Niżej ocenione zostały próbki poddane obróbce cieplnej w temperaturze 90°C w porównaniu z próbkami poddanymi obróbce cieplnej w temperaturze 70°C. Wykazano więc, że wzrost sumy wielkości wycieków rozmrażalniczych i ciepłych, które są bezpośrednim efektem zastosowanych temperatur rozmrażania i obróbki cieplnej, obniża w istotny sposób soczystość mięsa. Parametr kruchości mięsa nie został natomiast oceniony przez zespół oceniający jednoznacznie, na co wskazuje wysoka wartość współczynnika zmienności dla tych ocen. Oceny wahały się w wąskim zakresie od 4,59 do 5,57 punktów i nie były to różnice istotne statystycznie (tab. 3). Destefanis i in. (2008) tłumaczą, że uzyskane wyniki pomiarów maksymalnej siły cięcia nie zawsze obrazują przewidywane noty kruchości otrzymane przez ocenę panelową konsumentów. Prawdopodobnie 9-stopniowa skala jest zbyt rozległa dla oceniających, stąd precyzyjne określenie noty za kruchość mogło być utrudnione.

WNIOSKI

1. Temperatura rozmrażania mięsa miała istotny wpływ na wielkość wycieków rozmrażalniczych. Zwiększenie temperatury obróbki cieplnej z 70°C do 90°C spowodowało wystąpienie istotnie większych wycieków ciepłych o około 10% w przypadku wszystkich wariantów temperatur rozmrażania. Pomimo wzrostu wielkości wycieku rozmrażalniczego w miarę wzrostu temperatury rozmrażania, wystąpił także wzrost wielkości wycieku ciepłego przy wzroście temperatury ogrzewania z 70°C do 90°C. Wynika z tego, że temperatura rozmrażania i temperatura obróbki cieplnej mają decydujące znaczenie dla wydajności uzyskiwanych przetworów i potraw z mięsa wołowego. Suma wielkości wycieków rozmrażalniczych i ciepłych wpływała w istotny sposób na kruchość i soczystość mięsa.

2. Uzyskane wyniki są dowodem na znaczący wpływ stopnia uwodnienia mięsa na jego kruchość, co formułowane jest często jako tzw. teoria kruchości nieproteolitycznej, nie związana z destrukcją struktur tkanki mięśniowej i łącznej.

PIŚMIENNICTWO

- Bendall J.R., Ketteridge C.C., George A.R., 1976. The electrical stimulation of beef carcasses. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 27 (12), 1123-1131.
- Bouton P.E., Fisher A.L., Harris P.V., Baxter R.I., 1963. A comparison of the effects of some post-slaughter treatments on the tenderness of beef. *International Journal of Food Science and Technology*, 8 (1), 39-49.
- Bramblett V.D., Martin T.G., Harrington R.B., Evans G.J., 1971. Breed, vitamin A supplementation and position effects on quality characteristics of beef short loin steaks. *Journal of Animal Science*, 33 (2), 349-354.

- Brewer S., Novakofski J., 2008. Consumer sensory evaluations of aging effects on beef quality. *Journal of Food Science*, 73 (1), 78-82.
- Christensen M., Purslow P., Larsen L.M., 2000. The effect of cooking temperature on mechanical properties of whole meat, single muscle fibres and perimysial connective tissue. *Meat Science*, 55 (3), 301-307.
- Chwastowska I., Kondratowicz J., 2005. Właściwości technologiczne mięsa wieprzowego w zależności od czasu zamrażalniczego przechowywania i metody rozmrażania. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 3 (44) Supl., 11-20.
- Combes S., Lepetit J., Darchea B., Lebas F., 2003. Effect of cooking temperature and cooking time on Warner-Bratzler tenderness measurement and collagen content in rabbit meat. *Meat Science*, 66 (1), 91-96.
- Combes S., Louveau I., Bonneau M., 1997. Moderate food restriction affects skeletal muscle and liver growth hormone receptors differently in pigs. *The Journal of Nutrition*, 127 (10), 1944-1949.
- Crawford S.M., Moeller S.J., Zerby H.N., Irvin K.M., Kuber P.S., Velleman S.G., Leeds T.D., 2010. Effects of cooked temperature on pork tenderness and relationships among muscle physiology and pork quality traits in loins from Landrace and Berkshire swine. *Meat Science*, 84 (4), 607-612.
- Cronlund A.L., Woychik J.H., 1986. Effect of microbial rennets on meat protein fractions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 34 (3), 502-505.
- Destefanis G., Brugiapaglia A., Barge M.T., Dal Molin E., 2008. Relationship between beef consumer tenderness perception and Warner-Bratzler shear force. *Meat Science*, 78 (3), 153-156.
- Foegeding A. E., Larick, D.K., 1986. Tenderization of beef with bacterial collagenase. *Meat Science*, 18(3), 201-214.
- García-Segovia P., Andre's-Bello A., Martínez-Monzo J., 2007. Effect of cooking method on mechanical properties, color and structure of beef muscle (M. pectoralis). *Journal of Food Engineering*, 80 (3), 813-821.
- Gondret F., Combes S., Larzul C., H de Rochambeau, 2002. Effects of divergent selection for body weight at a fixed age on histological, chemical and rheological characteristics of rabbit muscles. *Livestock Production Science*, 76 (1-2), 81-89.
- Hiner R.L., Hankins O.G., 1950. The tenderness of beef in different muscles and age in the animal. *Journal of Animal Science*, 9 (3), 347-353.
- Hiner R.L., Hankins O.G., Sloane H.S., Fellers C.R., Anderson E.E., 1953. Fiber diameter in relation to tenderness of beef muscle. *Journal of Food Science*, 18 (1-6), 364-376.
- Hostetler R.L., Landmann W.A., Link B.A., Fitzhugh H.A. Jr., 1970. Influence of carcass position during rigor mortis on tenderness of beef muscles: comparison of two treatments. *Journal of Animal Science*, 31 (1), 47-50.
- Hunsley R.E., Vetter R.L., Kline E.A., Burroughs W., 1971. Effects of age and sex on quality, tenderness and collagen content of bovine *Longissimus* muscle. *Journal of Animal Science*, 33 (5), 933-938.
- Jacobson M., Fenton F., 1956. Effects of three levels of nutrition and age of animal on the quality of beef. I. Palatability, cooking data, moisture, fat and nitrogen. *Journal of Food Science*, 21(4), 415-426.
- Kopeć A., 2003. Czy swobodny wyciek rozmrażalniczy może być obiektywnym wskaźnikiem zmian jakości mięsa w czasie przechowywania zamrażalniczego. *Gospodarka Mięсна*, 6, 18-20.
- Lagerstedt A., Enfalt L., Johansson L., Lundstrom K., 2008. Effect of freezing on sensory quality, shear force and water loss in beef M. longissimus dorsi. *Meat Science*, 80 (2), 457-461.
- Marsh B.B., Leet N.G., 1966. Studies in meat tenderness III. The effects of cold shortening on meat tenderness. *Journal of Food Science*, 31 (3), 450-459.

- McKeith F.K., DeVol D.L., Miles R.S., Bechtel P.J., Carr T.R., 1985. Chemical and sensory properties of thirteen major beef muscles. *Journal of Food Science*, 50 (4), 869-872.
- Miller, M. F., Carr, M. A., Ramsey, C. B., Crockett, K. L., & Hoover, L.C., 2001. Consumer thresholds for establishing the value of beef tenderness. *Journal of Animal Science*, 79 (12), 3062-3068.
- Muela E., Sañudo C., Campo M.M., Medel I., Beltrán J.A., 2010. Effect of freezing method and frozen storage duration on instrumental quality of lamb throughout display. *Meat Science*, 84 (4), 662-669.
- Olson, G.D., Parrish, C.F., Stromer H.M., 1976. Myofibril fragmentation and shear resistance of 3 bovine muscles during postmortem storage. *Journal of Food Science*, 41(5), 1036-1041.
- Pietrasik Z., Janz J.A.M., 2009. Influence of freezing and thawing on the hydration characteristics, quality, and consumer acceptance of whole muscle beef injected with solutions of salt and phosphate. *Meat Science*, 81 (3), 523-532.
- Savell J.W., Smith G.C., Dutson T.R., Carpenter Z.L., Suter D.A., 1977(a). Effect of electrical stimulation on palatability of beef, lamb and goat meat. *Journal of Food Science*, 42 (3), 702-706.
- Savell J.W., Smith G.C., Carpenter Z.L., 1977(b). Blade tenderization of four muscles from three weight-grade groups of beef. *Journal of Food Science*, 42 (4), 866-871.
- Tornberg E., 2005. Effects of heat on meat proteins – Implications on structure and quality of meat products. *Meat Science*, 70 (3), 493-508.
- Vasanthi C., Venkataramanujam V., Dushyanthan K., 2007. Effect of cooking temperature and time on the physico-chemical, histological and sensory properties of female carabeef (buffalo) meat. *Meat Science*, 76 (2), 274-280.
- Webb N.B., Kahlenberg O.J., Naumann H.D., 1964. Factors influencing beef tenderness. *Journal of Animal Science*, 23 (4), 1027-1031.
- Zinn D.W., Gaskins C.T., Gann G.L., Hedrick H.B., 1970. Beef muscle tenderness as influenced by days on feed, sex, maturity and anatomical location. *Journal of Animal Science*, 31(2), 307-309.

INFLUENCE OF STORING BEEF MEAT IN FROZEN STATE ON THE AMOUNT OF THAWING AND HEATING LOSSES AND ON THE MEAT TEXTURE

Julia Marchel, Tomasz Żmijewski, Marek Cierach, Ewa Malczyk

Chair of Meat Technology and Chemistry, University of Warmia and Mazury in Olsztyn
Plac Cieszyński 1, 10-719 Olsztyn
e-mail: julia.marchel@uwm.edu.pl

Abstract. The aim of the study was to determine the effects of storing beef meat in a frozen state on the thawing loss in conditions of differentiated thawing temperature. Another aim was to determine the texture and the amount of heat losses of the meat being heat treated at different temperatures. The research material consisted of *musculus semitendinosus* taken from mixed cattle race – Black-and-White x Limousine. Muscles were frozen and stored, then the samples were thawed in the air at temperatures of 4°C, 10°C or 20°C, and heat treated in water at temperatures of 70°C or 90°C. The amount of thaw and heat losses was determined, as well as the shear force value, and sensory assessment of fragility and succulence was performed. The meat thaw temperature had a relevant impact on the amount of thaw losses. The increase of temperature in the process of heat treatment from 70°C to 90°C resulted in the occurrence of substantial heating losses increased by 10% in all defrosting temperatures. Despite the increasing amount of thaw losses during raising the

thawing temperature, an increase of the amount of heating losses occurred also while raising the temperature from 70°C to 90°C. The results indicate that thawing temperature and heat treatment have a crucial effect on the productivity of processed food products and dishes prepared from beef meat. The total amount of the thaw and heating losses has a vital influence on the fragility and succulence of the meat.

Keywords: beef, thawing, heat treating, fragility