

## WPLYW CHLORKU WAPNIA NA JAKOŚĆ MIĘSA KOŃSKIEGO

**Renata Stanisławczyk, Mariusz Rudy, Marian Gil**

Uniwersytet Rzeszowski, Wydział Biologiczno-Rolniczy,

Katedra Przetwórstwa i Towaroznawstwa Rolniczego,

ul. Zelwerowicza 4/D9-262, 35-601 Rzeszów

rstanisl@ur.edu.pl

### Streszczenie

Celem pracy było przeanalizowanie wpływu chlorku wapnia na jakość mięsa końskiego. Materiał badawczy stanowiły próby mięśnia najdłuższego grzbietu (*m. longissimus dorsi*) pozyskane z 14 półtuszy koni, pochodzących z regionu południowo-wschodniej Polski. Mięsień dzielono na 3 sztuki steków o grubości około 3 cm. Jeden był próbą kontrolną, a dwa pozostałe poddawano działaniu chlorku wapnia. W doświadczeniu wykorzystano wodne roztwory 0,2 M i 0,3 M chlorku wapnia (6. hydrat cz). Aplikacji soli wapniowych w struktury tkanki mięśniowej dokonywano 24 godzin *post mortem* poprzez marynowanie. Aplikacja mięsa końskiego 0,2 M i 0,3 M chlorkiem wapnia nie spowodowała różnic w zawartości podstawowych składników chemicznych. Mięso końskie poddane aplikacji 0,2 M i 0,3 M roztworem chlorku wapnia w porównaniu z próbą kontrolną mięsa charakteryzowało się istotnie ( $p < 0,05$ ) wyższą jasnością  $L^*$  barwy. Ponadto charakteryzowało się ono także istotnie niższym udziałem barwy czerwonej ( $a^*$ ) i istotnie niższą wartością składowej barwy  $b^*$  w porównaniu z próbą kontrolną mięsa. Nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic w wartościach wycieku termicznego i wymuszonego. Aplikacja roztworem 0,2 M  $CaCl_2$  nie wpływa statystycznie istotnie na parametry tekstury mięsa końskiego, natomiast 0,3 M  $CaCl_2$  spowodowała statystycznie istotne zmniejszenie się wartości twardości, sztywności i żujności badanego surowca.

**Słowa kluczowe:** mięso końskie, chlorek wapnia, tekstura, marynowanie

## THE INFLUENCE OF CALCIUM CHLORIDE ON THE QUALITY OF HORSE MEAT

### Summary

The aim of the work was to analyze the influence of calcium chloride on the quality of horse meat. The research material consisted of samples of the longest dorsal muscle (*longissimus dorsi*) obtained from 14 half-carcasses of horses from the south-eastern region of Poland. The muscle was divided into 3 pieces of steaks, each of about 3 cm in thickness. One piece was a control sample and the remaining two were treated with calcium chloride. In the experiment, water solutions of 0,2 M and 0,3 M calcium chloride (6. pure hydrate) were used. The application of calcium salts to the structure of muscle tissue was made 24 hours post-mortem through marinating. Treating horse meat with 0,2 M and 0,3 M calcium chloride it did not cause differences in the content of basic chemical components. Horse meat subjected to the application of 0,2 M and 0,3 M calcium chloride solution in comparison to the control sample of meat was characterized by a significantly ( $p < 0.05$ ) higher lightness of  $L^*$  colour. In addition, it was also characterized by a significantly lower proportion of red colour ( $a^*$ ) and a significantly lower value of  $b^*$  component colour compared to the control sample of meat. There were no statistically significant differences in the values of thermal and forced drip. The application of 0,2 M  $CaCl_2$  solution does not affect in a statistically significant way the texture parameters of horse meat, while 0,3 M  $CaCl_2$  caused statistically significant decrease in hardness, stiffness and chewiness of the analyzed raw material.

**Key words:** horse meat, calcium chloride, texture, marinating

### WPROWADZENIE

Współcześnie spożycie koniny w wielu państwach Europy odgrywa znaczącą rolę (Hiszpania, Belgia, Francja, Włochy) [Juárez i in. 2009]. Surowiec ten wyróżnia się m.in. niską zawartością tłuszczu i cholesterolu w porównaniu z drobiem, wieprzowiną czy wołowiną (około 20% mniej) [Lorenzo i in. 2014]. Wysoka ilość nienasyconych kwasów tłuszczowych (powyżej 55%) oraz wysoka zawartość żelaza wskazują, że konsumpcja mięsa końskiego może wpływać korzystnie na zdrowie człowieka [Lorenzo, Carballo 2015, Lorenzo i in. 2014]. Informacje zawarte w literaturze wskazują, że struktura mięsa końskiego jest spoista i jędrna. Jego konsystencja jest stosunkowo zwięzła (twarda). Surowiec pozyskany ze sztuk starszych cechuje zwykle niepożądana łykowatość i twardość. Jedną z przyczyn wyżej

wymienionej wady tego gatunku mięsa jest większy udział tkanki łącznej (kolagenu) w porównaniu z innymi rodzajami tego surowca [Arcos-Garcia i in. 2002, Stanisławczyk, Rudy 2010].

Współcześnie 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. Popularną metodą, w ostatnich latach, jest zastosowanie soli wapniowych ze względu na rolę jaką jony wapnia odgrywają w procesie przed – i poubojowym. 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 [Gonzalez i in. 2001, Ostoja, Cierach 2008, Pérez i in. 1998].

Uwzględniając powyższe informacje, przeprowadzono badania, których celem było przeanalizowanie wpływu chlorku wapnia na jakość mięsa końskiego.

### MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Materiał badawczy stanowiły próby mięśnia najdłuższego grzbietu (*m. longissimus dorsi*) pozyskane z 12 półtuszy koni, pochodzących od rolników indywidualnych z regionu południowo-wschodniej Polski, w wieku ok. 10 lat, o wadze przedubojowej od 500 do 560 kg. W celu określenia jakości mięsa końskiego, pobrano próby mięsa z partii mięśnia najdłuższego grzbietu o masie ok. 700 g, na wysokości 13-14 kręgu piersiowego. Następnie próbki mięsa przeznaczone do oznaczeń oczyszczono z tłuszczu zewnętrznego, tkanki łącznej i ścięgien. Mięsień dzielono na 3 sztuki steków o grubości około 3 cm. Jeden był próbą kontrolną, a dwa pozostałe poddawano działaniu chlorku wapnia. W doświadczeniu wykorzystano wodne roztwory 0,2 M i 0,3 M chlorku wapnia (6. hydrat cz). Aplikacji soli wapniowych w struktury tkanki mięśniowej dokonywano 24 godzin *post mortem* poprzez marynowanie. Kawałki mięsa przeznaczone do marynowania zalewano w szklanych naczyniach wodnymi roztworami soli w ilości 2:1 (sól:mięso) i przechowywano w warunkach chłodniczych (temperatura 6°C). Partię próbek poddano badaniom laboratoryjnym po 96 h od uboju.

W celu określenia jakości mięsa końskiego w analizowanym surowcu określono: kwasowość czynną (pH), barwę, podstawowy skład chemiczny (zawartość wody, białka i tłuszczu), właściwości hydratacyjne (wyciek wymuszony oraz wyciek termiczny), parametry tekstury (twardość, sztywność, sprężystość, żujność, gumowatość, odbojność i kohezję).

Kwasowość czynną (pH) mięsa chłodzonego oznaczono przy użyciu elektrody OSH 12-01 i pehametru CPC-411 (firmy ELMETRON) z dokładnością do 0,01.

Instrumentalny pomiar barwy w systemie CIE L\*a\*b\* wykonano na przekroju mięsa przy użyciu elektronicznego spektrofotokolorymetru HunterLab UltraScan PRO (źródło światła D65, otwór głowicy pomiarowej 8 mm, kalibracja wzorcem bieli: L\*-99,18, a\*- 0,07, b\*- 0,05). W systemie tym L\* oznacza jasność, która jest wektorem przestrzennym, natomiast a\* i b\* są współrzędnymi trójchromatyczności, gdzie dodatnie wartości a\* odpowiadają barwie czerwonej, ujemne – barwie zielonej, dodatnie b\* - żółtej, ujemne b\* - niebieskiej.

Zawartość wody oznaczono zgodnie z normą PN-ISO 1442:2000.

Białko oznaczono metodą Kjeldahla, zgodnie z którą oznaczoną zawartość azotu przeliczono na białko wg PN-75/A-04018.

Zawartość tłuszczu oznaczono metodą Soxhleta zgodnie z zaleceniami PN-ISO 1444:2000.

W celu dokonania kolejnych oznaczeń cech fizyko-chemicznych, tj. wycieku termicznego i wymuszonego, próbki mięsa dwukrotnie mielono w wilku laboratoryjnym z zastosowaniem sit o średnicy oczek 4,0 mm. Otrzymaną masę mięsną dokładnie mieszano w celu ujednoczenia próby.

Wielkość wycieku cieplnego (próbki mięsa poddawano parzeniu w temperaturze 85°C przez 10 minut) wyliczono z różnicy mas przed obróbką i po wychłodzeniu wg wzoru:

$$W_c (\%) = \frac{MI - MII}{MI} \cdot 100\%$$

gdzie:  $W_c$  – wielkość wycieku cieplnego (%),  $MI$  – masa próbki przed obróbką cieplną (g),  $MII$  – masa próbki po wychłodzeniu (g).

Wyciek wymuszony mięsa oznaczono metodą Grau'a i Hamma [Van Oeckel i in. 1999] poprzez umieszczenie zmielonej próbki (około 300 mg) na bibule Whatman nr 1. Bibulę wraz z próbką wkładano pomiędzy dwie szklane płytki i poddawano naciskowi 5 kg przez okres 5 minut. Po upływie założonego czasu wyciskania obrysowano na bibule granicę powierzchni, zajmowanej przez próbkę mięsa oraz wycieku soku mięsnego, które następnie planimetrowano. Miarą wielkości wycieku wymuszonego soku mięsnego była różnica obu powierzchni, co stanowiło wynik interpretujący wodochłonność (cm<sup>2</sup>) (większa wartość – mniejsza zdolność do utrzymywania wody).

Celem określenia parametrów tekstury badanego mięsa, z każdej partii mięsa wycinano próbki w kształcie sześciianu o boku 20 mm. Instrumentalnie parametry tekstury badanych próbek mięsa oznaczono stosując profilową analizę tekstury (TPA – Texture Profile Analysis)

wykonaną za pomocą teksturometru Texture Analyser – CT3 – 25 firmy Brookfield z przystawką o kształcie walca o średnicy 38,1 mm i długości 20 mm. Wykonano test 2-krotnego ściskania próbek do 50% ich wysokości. Prędkość przesuwu walca podczas testu wynosiła 2 mm/s, natomiast przerwa między naciskami 2 s. Za pomocą programu Texture Pro CT określono następujące parametry tekstury: twardość, sztywność, sprężystość, żujność, gumowatość odbojność i kohezynność. Podczas seryjnych pomiarów wszystkie parametry tekstury liczone były automatycznie.

Poszczególne analizy wykonano w trzech powtórzeniach. Uzyskane wyniki pogrupowano i poddano obliczeniom statystycznym, przedstawiając średnie arytmetyczne ( $\bar{x}$ ) każdej z badanych cech oraz wartości odchylenia standardowego (s). W obliczeniu zastosowano metodę jednoczynnikowej analizy wariancji (ANOVA), a istotność różnic pomiędzy średnimi ( $p < 0,05$ ) ustalono przy pomocy testu (rozsądnej istotnej różnicy) RIR Tukey'a. Wszystkie obliczenia statystyczne wykonano w programie STATISTICA, wersja 10.

## **WYNIKI I DYSKUSJA**

Mięso końskie zaliczane jest do surowców zwierzęcych charakteryzujących się niską zawartością tłuszczu (2,9%) oraz wysoką białka (22,5%) [Tonial i in. 2009]. Uzyskane w badaniach wartości liczbowe dotyczące składu chemicznego mięsa końskiego przedstawiono w tabeli 1. Wynika z nich, iż średnia zawartość wody w badanych mięśniach wynosiła 74,93%, białka 20,88%, a tłuszczu 2,11%. Dalsza analiza tych danych wskazuje, iż aplikacja badanego surowca 0,2 M chlorkiem wapnia nie spowodowała różnic w zawartości podstawowych składników chemicznych. Podobne tendencje zaobserwowano w mięsie końskim poddanym aplikacji 0,3 M chlorkiem wapnia.

W przeprowadzonych badaniach średnia wartość pH mięsa końskiego kształtowała się na poziomie 5,42 (tabela 2). Dodatek chlorku wapnia do zalewy w trakcie marynowania spowodował nieznaczny wzrost wartości pH mięsa końskiego w stosunku do pH próby kontrolnej mięsa (brak różnic statystycznie istotnych), odpowiednio o 0,08 w przypadku 0,2 M roztworu chlorku wapnia i o 0,10 w przypadku 0,3 M roztworu chlorku wapnia. W badaniach przeprowadzonych przez Klinhom i in. [2015] kwasowość mięsa krowiego poddanego marynowaniu 0,2 M roztworem  $\text{CaCl}_2$  kształtowała się na takim samym poziomie (pH 5,5) w porównaniu do pH próbki kontrolnej mięsa.

Mięso końskie poddane aplikacji 0,2 M i 0,3 M roztworem chlorku wapnia w porównaniu z próbą kontrolną mięsa charakteryzowało się istotnie ( $p > 0,05$ ) wyższą jasnością  $L^*$  barwy (tab. 2). Ponadto charakteryzowało się ono także istotnie niższym udziałem barwy czerwonej

(a\*). W przypadku składowej barwy b\* (udział barwy żółtej) stwierdzono istotne różnice zarówno pomiędzy próbą kontrolną a koniną poddaną aplikacji 0,2 M i 0,3 M roztworem CaCl<sub>2</sub>, jak również pomiędzy mięsem końskim marynowanym w 0,2 M i 0,3 M roztworze chlorku wapnia. Istotnie niższą wartością składowej barwy b\* charakteryzowało się mięso końskie poddane aplikacji CaCl<sub>2</sub>, w porównaniu z próbą kontrolną mięsa. Podwyższenie wartości jasności barwy L w próbkach mięsa końskiego poddanego marynowaniu roztworem CaCl<sub>2</sub> wykazali również Pérez i in. [1998].

**Tabela. 1.** Skład chemiczny mięsa końskiego po aplikacji 0,2 M i 0,3 M chlorkiem wapnia  
*Chemical composition of horse meat after application 0.2 M and 0.3 M calcium chloride*

| Wyszczególnienie<br><i>Specification</i> | Jednostki<br><i>Units</i> | Próbka kontrolna<br><i>Control sample</i> | 0,2 M chlorek<br>wapnia<br><i>0.2 M calcium<br/>chloride</i> | 0,3 M chlorek<br>wapnia<br><i>0.3 M calcium<br/>chloride</i> |
|--|---------------------------|---|--|--|
| Tłuszcz<br><i>Fat</i>                    | (%)                       | 2,11 <sup>A</sup> ±0,11                   | 1,74 <sup>A</sup> ±0,04                                      | 1,55 <sup>A</sup> ±0,05                                      |
| Woda<br><i>Water</i>                     | (%)                       | 74,93 <sup>A</sup> ±0,63                  | 76,71 <sup>A</sup> ±0,09                                     | 76,86 <sup>A</sup> ±0,04                                     |
| Białko<br><i>Protein</i>                 | (%)                       | 20,88 <sup>A</sup> ±0,10                  | 21,04 <sup>A</sup> ±0,03                                     | 21,28 <sup>A</sup> ±0,04                                     |

Objaśnienia:

<sup>A</sup> – wartości średnie w rzędach oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie istotnie (p<0,05)

*Explanations:*

<sup>A</sup> – average values in rows marked with the same letter do not differ statistically significantly (p<0.05)

W przypadku próbek mięsa poddanego aplikacji roztworami chlorku wapnia, wartość wycieku termicznego kształtowała się w granicach 25,78-25,98%. Zabieg marynowania mięsa końskiego w roztworach soli wapniowych nie wpłynął istotnie na wartość wycieku termicznego. O wzroście wartości wycieku termicznego mięsa różnych gatunków zwierząt poddanego marynowaniu roztworami CaCl<sub>2</sub> donoszą inne prace badawcze [Akteş i in. 2003, Klinhom i in. 2015]. Uwzględniając dane zawarte w tabeli 2. wykazano, iż proces aplikacji mięsa końskiego roztworami chlorku wapnia wpłynął istotnie na wartość wycieku wymuszonego. Wykorzystanie 0,2 M roztworu CaCl<sub>2</sub> do marynowania mięsa końskiego

spowodowało statystycznie istotny wzrost wartości wycieku wymuszonego w porównaniu do kontrolnej próbki mięsa odpowiednio o 0,94 cm<sup>2</sup> i o 1,65 cm<sup>2</sup> w przypadku aplikacji badanego surowca 0,3 M roztworem chlorku wapnia. Świadczy to o tym, że zastosowanie roztworów chlorku wapnia do marynowania mięsa końskiego przyczynia się do łatwiejszego oddawania wody po ucisku mechanicznym na to mięso.

**Tabela 2.** Właściwości hydratacyjne, barwa oraz pH mięsa końskiego po aplikacji 0,2 M i 0,3 M chlorkiem wapnia

*Hydration properties, color and pH of horse meat after application of 0.2 M and 0.3 M calcium chloride*

| Wyszczególnienie<br><i>Specification</i> | Jednostki<br><i>Units</i> | Próbka kontrolna<br><i>Control sample</i> | 0,2 M chlorek wapnia<br><i>0.2 M calcium chloride</i> | 0,3 M chlorek wapnia<br><i>0.3 M calcium chloride</i> |
|--|---------------------------|---|---|---|
| pH<br><i>pH</i>                          | -                         | 5,42±0,01                                 | 5,50±0,03   | 5,52±0,01   |
| L*                                       | -                         | 36,51 <sup>A</sup> ±3,10                  | 52,95 <sup>B</sup> ±3,57                              | 49,12 <sup>B</sup> ±0,98                              |
| a*                                       | -                         | 16,34 <sup>A</sup> ±1,02                  | 9,12 <sup>B</sup> ±2,56                               | 6,78 <sup>B</sup> ±0,65                               |
| b*                                       | -                         | 10,02 <sup>A</sup> ±0,54                  | 7,34 <sup>C</sup> ±0,87                               | 3,74 <sup>B</sup> ±0,32                               |
| Wyciek termiczny<br><i>Thermal drip</i>  | %                         | 22,55±0,98                                | 25,78±3,23  | 25,98±1,55  |
| Wyciek wymuszony<br><i>Forced drip</i>   | cm <sup>2</sup>           | 4,56 <sup>A</sup> ±0,54                   | 5,50 <sup>B</sup> ±0,45                               | 6,21 <sup>B</sup> ±0,56                               |

Objaśnienia:

A, B, C – wartości średnie w rzędach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie (p<0,05)

*Explanations:*

A, B, C – average values in rows marked with different letters differ statistically significantly (p<0.05)

Pérez-Chabela i in. [2003] badając zdolności hydratacyjne (wyciek wymuszony) mięsa końskiego poddanego marynowaniu CaCl<sub>2</sub> wykazali wzrost wartości badanego parametru. Zdaniem Pérez i in. [1998], spadek zdolności zatrzymywania wody przez mięso poddane marynowaniu CaCl<sub>2</sub> spowodowane jest zachodzącą proteolizą białek miofibrylarnych oraz obniżaniem się wartości pH badanego mięsa.

**Tabela 3.** Parametry tekstury mięsa końskiego po aplikacji 0,2 M i 0,3 M chlorkiem wapnia  
*Parameters of horse meat texture after application of 0.2 M and 0.3 M calcium chloride*

| Wyszczególnienie<br><i>Specification</i> | Jednostki<br><i>Units</i> | Próbka kontrolna<br><i>Control sample</i> | 0,2 M chlorek<br>wapnia<br><i>0.2 M calcium<br/>chloride</i> | 0,3 M chlorek<br>wapnia<br><i>0.3 M calcium<br/>chloride</i> |
|--|---------------------------|---|--|--|
| Twardość<br><i>Hardness</i>              | N                         | 161,98 <sup>A</sup> ±15,45                | 138,89±23,55   | 104,67 <sup>B</sup> ±45,34                                   |
| Sztywność<br><i>Stiffness</i>            | N                         | 30,55 <sup>A</sup> ±13,43                 | 20,21±1,54   | 15,98 <sup>B</sup> ±5,50                                     |
| Sprężystość<br><i>Elasticity</i>         | mm                        | 3,87±0,15                                 | 2,63±0,17  | 2,39±0,34  |
| Żujność<br><i>Chewiness</i>              | mJ                        | 75,22 <sup>A</sup> ±10,11                 | 69,40±6,54   | 40,02 <sup>B</sup> ±33,12                                    |
| Gumowatość<br><i>Gumminess</i>           | mm                        | 19,44±4,55                                | 26,39±2,21   | 16,75±10,02  |
| Odbojność<br><i>Resilience</i>           | –                         | 0,05±0,29                                 | 0,13±0,03  | 0,13±0,05  |
| Kohezyjność<br><i>Cohesiveness</i>       | –                         | 0,12±0,05                                 | 0,19±0,01  | 0,16±0,05  |

Objaśnienia:

<sup>A, B</sup> – wartości średnie w rzędach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ( $p < 0,05$ )

*Explanations:*

<sup>A, B</sup> – average values in rows marked with different letters differ statistically significantly ( $p < 0.05$ )

Biorąc pod uwagę wyniki zamieszczone w tabeli 3., należy stwierdzić, że wykorzystanie roztworów chlorku wapnia 0,2 M i 0,3 M do marynowania mięsa końskiego spowodowało spadek twardości badanego surowca w porównaniu do kontrolnej próbki mięsa odpowiednio o 23,09 N i 57,31 N. Zastosowanie wymienionych roztworów soli wapniowych podczas marynowania przyczyniło się również do zmniejszenia sztywności i żujności mięsa końskiego w porównaniu do kontrolnej próbki mięsa. Jednak statystycznie istotne zmniejszenie się wymienionych parametrów tekstury mięsa końskiego wykazano pomiędzy próbą kontrolną a



mięsem poddanym aplikacji 0,3 M roztworem chlorku wapnia. Analizując wpływ chlorku wapnia na pozostałe parametry tekstury mięsa końskiego należy stwierdzić, iż proces aplikacji badanego surowca roztworami 0,2 M i 0,3 M CaCl<sub>2</sub> nie wpłynął statystycznie istotnie na te cechy. Pérez i in. [2005] w przeprowadzonych badaniach wykazali znacznie niższą twardość mięsa końskiego poddanego marynowaniu w roztworze CaCl<sub>2</sub>, w porównaniu z próbkami kontrolnymi.

### WNIOSKI

1. Marynowanie mięsa końskiego w roztworach chlorku wapnia nie spowodowało różnic w zawartości podstawowych składników chemicznych.
2. W mięsie końskim poddanym aplikacji 0,2 M i 0,3 M CaCl<sub>2</sub> wykazano statystycznie istotne zmiany wartości jasności barwy, udziału barwy czerwonej i żółtej.
3. Nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic w wartościach wycieku termicznego i wymuszonego.
4. Aplikacja roztworem 0,2 M CaCl<sub>2</sub> nie wpływa statystycznie istotnie na parametry tekstury mięsa końskiego. Natomiast marynowanie 0,3 M CaCl<sub>2</sub> spowodowało statystycznie istotne zmniejszenie się wartości twardości, sztywności i żujności badanego surowca.

### PIŚMIENNICTWO

1. Aktaş N., Aksu M.Î., Kaya M. (2003). The influence of marination with different salt concentrations on the tenderness, water holding capacity and bound water content of beef. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 27, 1207–1211
2. Arcos-Garcia G., Totosaus A., Guerrero I., Perez-Chabela M.L. (2002). Physicochemical, sensory, functional and microbial characterization of horse meat. *R. bras. Agrociência*, 8, 1, 43–46
3. Gonzalez C.B., Salitto A.V., Carduza F.J., Pazos A.A., Lasta J.A. (2001). Effect of calcium chloride marination on bovine *Cutaneus trunci* muscle. *Meat Sci.*, 57, 251–256
4. Juárez M., Polvillo O., Gómez M.D., Alcalde M.J., Romero F., Valera M. (2009). Breed effect on carcass and meat quality of foals slaughtered at 24 months of age. *Meat Sci.*, 83(2), 224–228
5. Klinhom P., Klinhom J., Senapa J., Methawiwat S. (2015). Improving the quality of citric acid and calcium chloride marinated culled cow meat. *Int. Food Res. J.*, 22(4), 1410–1416

6. Lorenzo J.M., Carballo J. (2015). Changes in physico-chemical properties and volatile compounds throughout the manufacturing process of dry-cured foal loin. *Meat Sci.*, 99, 44–51
7. Lorenzo J.M., Sarries M.V., Tateo A., Polidori P., Franco D., Lanza M. (2014). Carcass characteristics, meat quality and nutritional value of horsemeat: A review. *Meat Sci.*, 96, 1478–1488
8. Ostoja H., Cierach M. (2008). Wpływ działania soli wapniowych na strukturę mięsa wołowego. *Acta Agrophysica*, 11(2), 465–474
9. Pérez 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, 1/2, 125–134
10. Pérez-Chabela M.L., Escalona-Buendia H., Guerrero-Legarreta I. (2003). Physicochemical and sensory characteristics of calcium chloride – treated horse meat. *Int. J. Food Prop.*, 6, 1, 73-85
11. Pérez-Chabela M.L., Guerrero I., Gutierrez-Ruiz M.C., Betancourt-Rule J.M. (2005). Effect of calcium chloride marination and collagen content on beef, horse, rabbit and hen meat hardness. *J. Muscle Foods*, 16, 141–154
12. PN-75/A-04018. Agricultural food products. Determination of nitrogen by the Kjeldahl method and expressing as protein
13. PN-ISO 1442:2000. Meat and meat products – Determination of moisture content (Reference method)
14. PN-ISO 1444:2000. Meat and meat products – Determination of free fat content.
15. Stanisławczyk R., Rudy M. (2010). Zmiany właściwości fizyko-chemicznych mięsa chłodzonego i mrożonego w zależności od wieku koni. *Chłodnictwo*, XLV, 12, 36–39
16. Tonial I.B., Aguiar A.C., Oliveira C.C., Bonnafé E.G., Visentainer J.V. (2009). Fatty acid and cholesterol content, chemical composition and sensory evaluation of horsemeat. *S. Afr. J. Anim. Sci.*, 39(4), 328–332
17. Van Oeckel M.J., Warnants N., Boucqueé Ch.V. (1999). Comparison of different methods for measuring water holding capacity and juiciness of pork versus online screening methods. *Meat Sci.*, 51(4), 313–320