

WPLYW KWASU CYTRYNOWEGO 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 określenie wpływu kwasu cytrynowego 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 2 sztuki steków o grubości około 3 cm. Jeden był próbą kontrolną, natomiast drugi poddawano działaniu 3% wodnemu roztworowi kwasu cytrynowego (1. hydrat czda – basic 99,4%). Marynowanie kwasem cytrynowym struktury tkanki mięśniowej dokonywano 24 godzin *post mortem*. Mięso końskie poddane marynowaniu roztworem kwasu cytrynowego w porównaniu z próbą kontrolną mięsa charakteryzowało się istotnie wyższą jasnością L* barwy oraz istotnie niższą wartością parametru barwy czerwonej (a*) i niższą wartością składowej barwy b*. Zastosowanie marynaty z wodnym roztworem kwasu cytrynowego spowodowało istotne zwiększenie się wartości wycieku termicznego i wymuszonego, co świadczy o pogorszeniu się właściwości hydratacyjnych badanego surowca. Marynowanie mięsa końskiego kwasem cytrynowym przyczyniło się istotnie do poprawy większości parametrów tekstury badanego surowca.

Słowa kluczowe: mięso końskie, marynowanie, kwas cytrynowy, tekstura

THE INFLUENCE OF CITRIC ACID ON THE QUALITY OF HORSE MEAT

Summary

The aim of the work was to determine the influence of citric acid 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 2 pieces of steaks, each of about 3 cm in thickness. One piece was

a control sample, the other one was treated with 3% citric acid solution (1. analytically pure hydrate - basic 99,4%). Marinating citric acid the structure of muscle tissue was made 24 hours post-mortem. As compared to the control sample of meat, the horse meat subjected to marinating with a citric acid solution was characterized by a significantly higher lightness of L* colour and a significantly lower value of parameter of red colour (a*), and a lower value of b* component colour. The use of citric acid water solution marinade resulted in significant increase in the value of thermal drip and forced drip, which indicates deterioration in hydration properties of the analyzed raw material. Treating horse meat with citric acid contributed in a significant way to an improvement of majority of the texture parameters of the analyzed raw material.

Key words: horse meat, marinating, citric acid, texture

WPROWADZENIE

Kwas cytrynowy stosowany jest często podczas marynowania w celu poprawy kruchości mięsa i zdolności zatrzymywania wody [Klinhom i in. 2015, Ke i in. 2009]. Zdaniem Vlahova-Vangelova i in. [2014] kruchość podczas marynowania mięsa w środowisku kwasowym może być kształtowana zmianami zachodzącymi w tkance łącznej. Z kolei Klinhom i in. [2015] wskazują, iż mechanizm poprawy kruchości mięsa podczas marynowania w kwasach organicznych polega na osłabieniu struktur z powodu obrzęku mięsa oraz zwiększonej konwersji kolagenu do żelatyny podczas gotowania przy utrzymującej się na niskim poziomie wartości pH. Nieodwracalne zmiany zachodzące przy pH poniżej 4,5 po marynowaniu w słabych kwasach organicznych lub ich solach, powodują zmniejszenie aktywności funkcjonalnej i zdolności zatrzymywania wody własnej przez mięso [Vlahova-Vangelova i in. 2014]. Ponadto, zdaniem Ke i in. [2009] oraz Kim i in. [2015] kwas cytrynowy może obniżyć pH do wartości, w której mięso będzie wykazywało nadmiernie kwaśne aromaty, które mogą powodować odrzucenie przez konsumenta. Jednym z możliwych sposobów na pokonanie tego problemu jest początkowe zmniejszenie wartości pH mięśni za pomocą kwasu cytrynowego w celu zmiany tekstury, a następnie zwiększenia pH dodając np. trójfosforan sodu, aby spowodować poprawę cech organoleptycznych mięsa [Ke i in. 2009].

Cechą charakterystyczną mięsa końskiego jest niedostateczna kruchość, co wynika z dużej zawartości tkanki łącznej (kolagenu). Niska wartość pH mięsa końskiego, wynikająca z wysokiej zawartości kwasu mlekowego, wpływa na przemiany w białkach mięśniowych i tkanki łącznej, poprawiając kruchość i rozpuszczalność kolagenu. Ze względu na to, iż

mięso końskie charakteryzuje się wysoką zawartością związków kolagenowych, zmiękczenie ich i przebieg prawidłowych przemian fizyko-chemicznych powinny zachodzić przez dłuższy czas w środowisku zakwaszonym [Stanisławczyk 2012].

Uwzględniając powyższe informacje, przeprowadzono badania, których celem było określenie wpływu kwasu cytrynowego na jakość mięsa końskiego.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Materiał badawczy stanowiły próby mięśnia najdłuższego grzbietu (*m. longissimus dorsi*) pozyskane z 14 póltusz koni, pochodzących od rolników indywidualnych z regionu południowo-wschodniej Polski, w wieku ok. 10 lat, o wadze przedubojowej od 500 do 560 kg. Uboju koni dokonywano w jednym z zakładów mięsnych w Polsce południowej, zgodnie z metodyką obowiązującą w przemyśle mięsnym. Próbki mięsa pobrano po 24 godz. od uboju (pH w zakresie 5,50-5,80). W celu określenia jakości mięsa końskiego, pobrano próbki 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 2 sztuki steków o grubości około 3 cm (masa ok. 100-120 g). Jeden był próbą kontrolną, natomiast drugi poddawano działaniu 3% wodnemu roztworowi kwasu cytrynowego (1. hydrat czda – basic 99,4%). Marynowanie kwasem cytrynowym struktury tkanki mięśniowej dokonywano 24 godziny *post mortem*. Kawalki mięsa przeznaczone do marynowania zalewano w szklanych naczyniach wodnym roztworem kwasu cytrynowego w stosunku masowym w ilości 2:1 (kwas:mięso) w warunkach chłodniczych w szafie chłodniczej marki Quality (temperatura 6°C). Mięso po 96 godz. od uboju poddano badaniom laboratoryjnym.

Ocenę jakości mięsa końskiego określono na podstawie: kwasowości czynnej, podstawowego składu chemicznego, parametrów barwy, właściwości hydratacyjnych oraz parametrów tekstury. Wszystkie oznaczenia wykonano na 14 próbkach kontrolnych i z dodatkiem kwasu cytrynowego w trzech powtórzeniach.

Kwasowość czynną (pH) mięsa chłodzonego zmierzono za pomocą pehametru CPC-411 (firmy ELMETRON) wyposażonego w elektrodę OSH 12-01, 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 HENDI Kitchen Line 12 z zastosowaniem sit o średnicy oczek 4,0 mm. Otrzymaną masę mięsną dokładnie mieszano w celu ujednoczenia próby.

Wielkość wycieku cieplnego wyliczono z różnicy masy mięsa przed i po obróbce termicznej. Określenie wycieku termicznego polegało na modelowej obróbce cieplnej próbek mięsa (o masie 20 g, uformowanego w kulkę i owiniętego w gazę) w wodzie o temperaturze 85°C przez 10 minut. Po ochłodzeniu w ciągu 30 minut w temperaturze 4°C próbki mięsa ważono ponownie. Wielkość wycieku cieplnego wyliczono wg wzoru:

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

gdzie: Wc – 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 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 (cm²). Większa wartość oznacza większy wyciek soku mięśniowego, co spowodowane jest mniejszą wodochłonnością mięsa.

Instrumentalną ocenę tekstury mięsa wykonano na próbkach mięsa wycinanych w kształcie sześcianu o boku 20 mm. Badania prowadzono za pomocą teksturometru Texture Analyser – CT3 – 25 firmy Brookfield, stosując profilowaną analizę tekstury. Test 2-krotnego ściskania próbki do 50% ich odkształcenia przeprowadzono przy użyciu przystawki w kształcie walca o średnicy 38,1 mm i długości 20 mm. 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 mierzone były automatycznie.

Uzyskane wyniki pogrupowano i poddano obliczeniom statystycznym, przedstawiając średnie arytmetyczne (\bar{x}) każdej z badanych cech oraz wartości odchylenia standardowego („SD”). Zastosowano metodę jednoczynnikowej analizy wariancji (ANOVA), a istotność różnic pomiędzy średnimi ($p \leq 0,05$) ustalono przy pomocy testu (rozsądnej istotnej różnicy) RIR Tukey’a. 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]. Podobne prawidłowości zaobserwowali Diaconu i in. [2015], Lorenzo i Pateiro [2013], De Palo i in. [2012], Franco i in. [2011], Lorenzo i in. [2013], Lorenzo i in. [2014], Lorenzo i Carballo [2015].

Biorąc pod uwagę wyniki zamieszczone w tabeli 1, należy stwierdzić, że średnia zawartość wody w badanych mięśniach wynosiła 74,98%, białka 20,89%, a tłuszczu 2,12%. Wyniki oznaczeń podstawowego składu chemicznego mięsa końskiego wykazały, że marynowanie mięsa kwasem cytrynowym nie wpływa istotnie na zmianę składu chemicznego badanego surowca. Konina poddana marynowaniu roztworem kwasu cytrynowego charakteryzowała się nieznacznie niższą o 0,17% zawartością tłuszczu oraz wyższą o 0,35% zawartością białka i o 1,79% wody.

Wyniki pomiarów pH mięsa wykazały, że marynowanie wpłynęło istotnie ($p < 0,05$) na zmniejszenie pH o ok. 1 jednostkę, do wartości 4,46. Klinhom i in. [2015] badając wpływ marynowania kwasem cytrynowym na mięso z krowy wykazał również zmniejszenie wartości pH o 1 jednostkę. Z kolei Ke i in. [2009], wykazali spadek wartości pH mięsa wołowego marynowanego kwasem cytrynowym do poziomu 3,52. O spadku wartości pH mięsa z kurczaka podczas marynowania 5% roztworem kwasu cytrynowego do poziomu 5,71 informują również inne prace badawcze [Kim i n. 2015].

Tabela 1. Wpływ marynaty z kwasu cytrynowego na zawartość ($\bar{x} \pm SD$) tłuszczu, wody i białka w mięsie końskim

Effect of marinade from citric acid on the content ($\bar{x} \pm SD$) of fat, water and protein in horse meat

Wyszczególnienie <i>Specification</i>	Próbka kontrolna <i>Control sample</i>	Mięso marynowane kwasem cytrynowym <i>Meat marinated with citric acid</i>
Tłuszcz (%) <i>Fat</i>	2,12 ^A ±0,10	1,95 ^A ±0,04
Woda (%) <i>Water</i>	74,98 ^A ±0,43	76,77 ^A ±0,07
Białko (%) <i>Protein</i>	20,89 ^A ±0,10	21,24 ^A ±0,03

Objaśnienia:

^A – wartości średnie w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie ($p < 0,05$)

Explanations:

^A – average values in columns marked with the same letter do not differ significantly ($p < 0.05$)

Mięso końskie poddane marynowaniu roztworem kwasu cytrynowego w porównaniu z próbą kontrolną mięsa charakteryzowało się istotnie wyższą jasnością L* barwy oraz istotnie niższą wartością parametru barwy czerwonej (a*) i niższą wartością składowej barwy b* (tabela 2). Także Klinhom i in. [2015], badając mięso krowie poddane marynowaniu kwasem cytrynowym wykazali istotnie wyższą jasność L* barwy oraz istotnie niższy udział barwy czerwonej (a*) i niższą wartość składowej barwy b*. Tendencje zmian parametrów barwy mięsa końskiego były takie same jak w wołowinie.

Oceniając zdolność utrzymywania wody przez mięso końskie wykazano istotne zróżnicowanie w wielkości wycieku termicznego z próbek mięsa po ich obróbce cieplnej. Wykorzystanie kwasu cytrynowego do marynowania badanego surowca spowodowało istotny wzrost wycieku termicznego w porównaniu do kontrolnej próbki mięsa odpowiednio o 13,03%. Marynowanie mięsa końskiego roztworem kwasu cytrynowego istotnie wpłynęło również na wzrost wycieku wymuszonego. Wartość omawianego wyróżnika wzrosła z poziomu 4,96 cm² do wartości 14,21 cm², co wskazuje, że zastosowanie kwasu cytrynowego do marynowania mięsa końskiego przyczynia się do łatwiejszego oddawania wody po ucisku mechanicznym na to mięso. Świadczy to o pogorszeniu cech hydratacyjnych tego surowca, co będzie powodowało większe straty w procesie przetwórczym. O spadku

zdolności zatrzymywania wody przez mięso krowie poddane marynowaniu kwasem cytrynowym, informują inne prace badawcze [Klinhom i in. 2015]. Klinhom i in. [2015] w badaniach mięsa krowiego poddawane marynowaniu kwasem cytrynowym uzyskali podobne zależności jak w analizowanym mięsie końskim w niniejszej pracy (tabela 2).

Tabela 2. Wpływ marynaty z kwasu cytrynowego na wartości ($\bar{x} \pm SD$) pH, parametrów barwy oraz wycieku termicznego i wymuszonego z mięsa końskiego
Effect of marinade from citric acid on the values ($\bar{x} \pm SD$) of pH, parameters of color and thermal and forced drip from horse meat

Wyszczególnienie <i>Specification</i>	Próbka kontrolna <i>Control sample</i>	Mięso marynowane kwasem cytrynowym <i>Meat marinated with citric acid</i>
pH <i>pH</i>	5,42 ^A ±0,01	4,46 ^B ±0,02
L*	36,71 ^A ±3,11	42,75 ^B ±3,27
a*	16,54 ^A ±1,02	5,12 ^B ±1,56
b*	10,22 ^A ±0,14	4,34 ^B ±0,27
Wyciek termiczny (%) <i>Thermal drip</i>	22,95 ^A ±0,28	35,98 ^B ±3,10
Wyciek wymuszony (cm ²) <i>Forced drip</i>	4,96 ^A ±0,14	14,21 ^B ±0,11

Objaśnienia:

^{A, B} – wartości średnie w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie ($p < 0,05$)

Explanations:

^A – average values in columns marked with the same letter do not differ significantly ($p < 0.05$)

W tabeli 3 przedstawiono parametry tekstury mięsa końskiego. Wyniki pomiarów parametrów tekstury wykazały, że w przypadku marynowania roztworem kwasu cytrynowego były one niższe w porównaniu z wartościami prób kontrolnych mięsa. Zabieg marynowania mięsa końskiego roztworem kwasu cytrynowego zmniejszył istotnie twardość, sztywność i sprężystość mięsa odpowiednio o ok.: 34, 47 i 47% do wartości ok. 94N; 16N i 2 mm.

Tabela 3. Wpływ marynowania roztworem kwasu cytrynowego na wartości ($\bar{x} \pm SD$) parametrów tekstury mięsa końskiego

Effect of marinating citric acid solution on values ($\bar{x} \pm SD$) texture parameters of horse meat

Wyszczególnienie <i>Specification</i>	Próbka kontrolna <i>Control sample</i>	Mięso marynowane kwasem cytrynowym <i>Meat marinated with citric acid</i>
Twardość (N) <i>Hardness</i>	141,19 ^A ±12,25	93,77 ^B ±23,55
Sztywność (N) <i>Stiffness</i>	30,35 ^A ±11,13	15,98 ^B ±0,51
Sprężystość (mm) <i>Elasticity</i>	4,53 ^A ±0,13	2,39 ^B ±0,15
Żujność (mJ) <i>Chewiness</i>	44,77 ^A ±9,10	11,20 ^B ±5,34
Gumowatość (mm) <i>Gumminess</i>	9,88 ^A ±3,25	4,68 ^B ±1,11
Odbojność <i>Resilience</i>	0,05 ^A ±0,19	0,04 ^A ±0,02
Kohezyjność <i>Cohesiveness</i>	0,07 ^A ±0,03	0,05 ^A ±0,01

Objaśnienia:

^{A, B} – wartości średnie w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie ($p < 0,05$)

Explanations:

^A – average values in columns marked with the same letter do not differ significantly ($p < 0.05$)

Podobne tendencje zaobserwowano w przypadku żujności i gumowatości mięsa marynowanego, których wartości zmniejszyły się odpowiednio do ok. 75 i 53% i wynosiły 11,20 mJ i 4,68 mm. Natomiast odbojność i kohezyjność prób kontrolnych i marynowanych kształtowały się na zbliżonym poziomie. Badania niektórych autorów [Ke i in. 2009, Kim i in. 2015] wykazały, iż użycie roztworu kwasu cytrynowego do marynowania mięsa przyczynia się do obniżenia siły cięcia w porównaniu z próbkami kontrolnymi. Z kolei Pérez-Chabela i in. [2005] oraz Pérez i in. [1998] w przeprowadzonych badaniach wykazali znacznie niższą twardość mięsa końskiego poddanego marynowaniu w roztworze $CaCl_2$, w porównaniu z próbkami kontrolnymi.

WNIOSKI

1. Zastosowanie marynaty z kwasem cytrynowym spowodowało istotne zwiększenie się wartości wycieku termicznego i wymuszonego, co świadczy o znaczącym obniżeniu zdolności wiązania i zatrzymywania wody przez mięso końskie.
2. W surowcu końskim poddanym marynowaniu kwasem cytrynowym wykazano również istotne zmniejszenie udziału barwy czerwonej i żółtej oraz rozjaśnienie barwy mięsa. Marynowanie badanego surowca kwasem cytrynowym przyczyniło się istotnie do poprawy większości parametrów tekstury mięsa końskiego: twardości, sztywności, sprężystości, żujności oraz gumowatości.

PIŚMIENNICTWO

1. De Palo P., Maggiolino A., Centoducati P., Tateo A. (2012). Colour changes in meat of foals as affected by slaughtering age and post-thawing time. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 25, 12, 1775-1779
2. Diaconu E.C., Lazăr R., Găină (Diaconu) N., Ciobanu M.M., Boișteanu P.C. (2015). Research regarding nutritional characterization of horse meat. *Scientific Papers-Animal Science Series: Lucrări Științifice - Seria Zootehnie*, 63,40-43
3. Franco D., Rodríguez E., Purriños L., Crecente S., Bermúdez R., Lorenzo J.M. (2011). Meat quality of "Galician Mountain" foals breed. Effect of sex, slaughter age and livestock production system. *Meat Sci.*, 88, 292-298
4. Ke S., Huang Y., Decker E.A., Hultin H.O. (2009). Impact of citric acid on the tenderness, microstructure and oxidative stability of beef muscle. *Meat Sci.*, 82, 113-118
5. Kim J.H., Hong G.E., Lim K.W., Park W., Lee Ch.H. (2015). Influence of citric acid on the pink color and characteristics of sous vide processed chicken breasts during chill storage. *Korean J. Food Sci. An.*, 35, 5, 585-596
6. 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
7. 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
8. Lorenzo J.M., Pateiro M. (2013). Influence of type of muscles on nutritional value of foal meat. *Meat Sci.*, 93, 630-638

9. Lorenzo J.M., Pateiro M., Franco D. (2013). Influence of muscle type on physicochemical and sensory properties of foal meat. *Meat Sci.*, 94, 77-83
10. 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
11. 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
12. 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
13. PN-75/A-04018. Produkty rolniczo-żywnościowe. Oznaczanie azotu metodą Kjeldahla i przeliczanie na białko
14. PN-ISO 1442:2000. Mięso i przetwory mięsne – Oznaczanie zawartości wody (metoda odwoławcza)
15. PN-ISO 1444:2000. Mięso i przetwory mięsne – Oznaczanie zawartości tłuszczu wolnego
16. Stanisławczyk R. (2012). Wpływ procesu dojrzewania na zmiany właściwości fizykochemicznych mięsa końskiego w czasie chłodniczego przechowywania. *Chłodnictwo*, XLVII, 5, 38-41
17. 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
18. 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
19. Vlahova-Vangelova D.B., Abjanova S., Dragoé S.G. (2014). Influence of the marinating type on the morphological and sensory properties of horse meat. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.*, 13(4), 403-411