

Zmiany właściwości sensorycznych mięsa końskiego w czasie chłodniczego i zamrażalniczego przechowywania

Renata Stanisławczyk

*Uniwersytet Rzeszowski, Katedra Przetwórstwa i Towaroznstwa Rolniczego,
ul. Zelwerowicza 4, 35-601 Rzeszów*

Mięso końskie pod względem wartości odżywczej, dietetycznej, atrakcyjności sensorycznej i bezpieczeństwa spożycia jest klasyfikowane w czołowiec artykułów spożywczych pochodzenia zwierzęcego (Kondratowicz i Sobina, 2001). Informacje zawarte w literaturze wskazują, że mięso to jest w swojej strukturze spoiste i jędrne (Kondratowicz i Kawałko, 2001). Jego konsystencja jest stosunkowo zwięzła (twarda) (Stanisławczyk i Rudy, 2010). Włókna mięśniowe są cienkie i delikatne, poprzątkane tkanką tłuszczową, co daje efekt marmurkowatości. Konina, szczególnie ze zwierząt młodych odznacza się na ogół dobrą kruchością, gdyż cecha ta jest związana przede wszystkim z zawartością tkanki łącznej, w tym jej głównego białka – kolagenu (Kondratowicz i Bąk, 1998; Kondratowicz i Kawałko, 2001). Jednak, surowiec pozyskany ze sztuk starszych cechuje zwykle niepożądana łykowatość i twardość, co wynika z większego udziału tkanki łącznej w porównaniu z innymi rodzajami tego surowca (Arcos-Garcia i in., 2002; Stanisławczyk i Rudy, 2010). Konina charakteryzuje się wysoką odpornością na psucie się i procesy gnilne. Jest to surowiec o wysokiej trwałości. Tę właściwość zawdzięcza specyfice przemian pośmiertnych zachodzących w mięśniach, wynikających z wysokiego poziomu glikogenu, z czym wiąże się długo utrzymujące się zakwaszenie wewnątrz mięśni (Kondratowicz, 2002; Stanisławczyk i Rudy, 2010). Barwa mięsa końskiego jest brudnoczerwona o lekkim odcieniu błękitnawym, pod wpływem powie-

trza szybko ciemnieje i nabiera barwy czarnobrunatnej (Kondratowicz, 2001; Kondratowicz i Kawałko, 2001).

Metody fizyczne utrwalania mięsa, oparte na działaniu niskich temperatur pozwalają na przechowywanie go w stanie surowym, przy jednoczesnym zachowaniu pierwotnych walorów mięsa świeżego. Niskie temperatury stosowane podczas chłodzenia nie powodują niszczenia struktury tkanki mięsnej. Chłodzenie polega na przedłużeniu trwałości mięsa dzięki pozabawieniu go pewnej ilości ciepła oraz obniżeniu temperatury do poziomu bliskiego 0°C, lecz utrzymanego powyżej punktu zamrażania mięsa. Przedłużenie czasu przechowywania surowców i wyrobów mięsnych w warunkach chłodniczych jest wynikiem obniżenia prędkości przebiegu mikrobiologicznych, chemicznych i biochemicznych procesów rozkładu w temperaturze o kilka stopni wyższej od temperatury zamarzania wody (Palich, 2006). Zamrażanie jest powszechnie stosowaną metodą pozwalającą zachować wysoką jakość oraz trwałość łatwo psującego się mięsa. Ponadto, zamrażanie wraz z technologią zamrażalniczego przechowywania są niezastąpione przy zagospodarowaniu surowca mięsnego w okresie nadwyżek jego podaży na rynku (Domaradzki i in., 2011). Zamrażanie mięsa powoduje zmiany jego jakości, związane bezpośrednio z procesem mrożenia oraz późniejszym przechowywaniem w stanie zamrożonym (Chwastowska i Kondratowicz, 2005). Wskutek zamrażania mięsa spowolnieniu lub zahamowaniu ulegają procesy poubojowego dojrzewa-

nia. Intensywnie natomiast przebiegają procesy związane z wymrażaniem wody i tworzeniem się kryształów lodu wewnątrz struktur mięśniowych. 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 (Marchel i in., 2013). Jak informują Stiebing i Hegerding (2004), w produktach przechowywanych w stanie zamrożonym może wystąpić wiele zmian natury sensorycznej. Do najważniejszych uwarunkowań, determinujących jakość mrożonego mięsa należą: dobry surowiec, odpowiednie parametry zamrażania (w tym przede wszystkim szybkość zamrażania), przechowywania i rozmrażania. Oznacza to, że jakość mrożonego mięsa zależy zarówno od pierwotnych zmian poprzedzających zamrażanie, jak i zmian wtórnych, występujących na poszczególnych etapach obróbki zamrażalniczej i przechowalniczej (Domaradzki i in., 2011).

Uwzględniając powyższe informacje przeprowadzono badania, których celem było przeanalizowanie zmian właściwości sensorycznych mięsa końskiego w czasie chłodniczego i zamrażalniczego przechowywania.

Material i metody

Material badawczy stanowiły próbki mięśnia najdłuższego grzbietu pobrane z 16 półtuszy koni o masie przedubojowej od 325 do 640 kg, w wieku od 4 do 19 lat. W celu dokonania oznaczeń cech sensorycznych mięsa pobierano po cztery próbki mięsa z partii mięśnia najdłuższego grzbietu (*m. longissimus dorsi*) o masie 700 g na wysokości 13–14 kręgu piersiowego. Próbki następnie oczyszczano z tłuszczu zewnętrznego, tkanki łącznej i ścięgien. Jedną partię próbek mięsa poddawano ocenie sensorycznej po 48 godzinach od momentu uboju, przechowując je w warunkach chłodniczych (temperatura 6°C). W celu przeanalizowania wpływu procesu dojrzewania na zmiany

właściwości sensorycznych tkanki mięsnej dokonywano także oznaczenia po upływie okresu dojrzewania mięsa, tj. po 120 godzinach po uboju. Trzy pozostałe partie próbek mięsa poddano zamrożeniu w oparach ciekłego azotu. Mrożenie mięsa końskiego przeprowadzono w szafie zamrażalniczej typu Hopkinsa, po wcześniejszym zapakowaniu ich w warunkach próżniowych w woreczki foliowe PA/PE. Średnia temperatura prób w momencie rozpoczęcia mrożenia wynosiła około 4°C. W czasie mrożenia obniżała się do -75°C, a czas tego zabiegu wynosił około 1 godziny. Po zamrożeniu próbki mięsa końskiego przechowywano przez okres 1, 3 i 6 miesięcy w temperaturze -22°C. Po wyznaczonym okresie przechowywania w warunkach zamrażalniczych przeniesiono je do laboratorium w celu wykonania oceny sensorycznej. Badania jakości prób były poprzedzone ich rozmrożeniem przez umieszczenie (próby opakowane) w powietrzu o temperaturze około 10°C. Rozmrażanie przerwano po osiągnięciu wewnątrz badanego mięsa temperatury około 0°C. Ocenę sensoryczną przeprowadzono na mięsie przechowywanym w warunkach zamrażalniczych, bezpośrednio po rozmrożeniu i po 72 godzinach od rozmrożenia.

Do oceny sensorycznej mięśnia najdłuższego grzbietu wykrojono plastry o grubości 1 cm cięciem w poprzek włókien mięśniowych. Po rozgrzaniu tłuszczu do temperatury 250°C smażył w nim mięso. Czas obróbki termicznej mięsa wynosił 4 minuty (po 2 minuty z każdej strony plastru). Następnie obniżono temperaturę do 150°C i smażył po 1,5 minuty z jednej i drugiej strony.

Ocenę sensoryczną mięsa przeprowadził wybrany zgodnie z normą PN-ISO 8586-1:1996 7-osobowy zespół osób, sprawdzony pod względem wrażliwości sensorycznej według PN-ISO 3972:1998. Zastosowano pięciopunktową ocenę sensoryczną jakości cząstkowej, oceniając następujące wskaźniki jakościowe: zapach, soczystość, kruchość, smakowitość (Nowak, 2004) według karty oceny sensorycznej (tab. 1).

Tabela 1. Karta oceny sensorycznej (Baryłko-Piekielna, 1998; Nowak, 2004)
 Table 1. Sensory Assessment Chart

Pkt Pts	Zapach Aroma	Soczystość Juiciness	Kruchość Tenderness	Smakowitość Tastiness
1	bardzo negatywny <i>very negative</i>	bardzo suche <i>very dry</i>	bardzo twarde, bardzo włókniste <i>very hard, very fibrous</i>	bardzo negatywna <i>very negative</i>
2	negatywny <i>negative</i>	suche <i>dry</i>	twarde, włókniste <i>hard, fibrous</i>	negatywna <i>negative</i>
3	obojętny <i>neutral</i>	lekko soczyste <i>slightly juicy</i>	niedużo kruche <i>slightly tender</i>	obojętna <i>neutral</i>
4	pożądany <i>desirable</i>	soczyste <i>juicy</i>	kruche <i>tender</i>	pożądana <i>desirable</i>
5	bardzo pożądany <i>very desirable</i>	bardzo soczyste <i>very juicy</i>	bardzo kruche <i>very tender</i>	bardzo pożądana <i>very desirable</i>

Tabela 2. Właściwości sensoryczne mięsa końskiego przechowywanego przez 48 godz. w warunkach chłodniczych i bezpośrednio po rozmrożeniu tego surowca składowanego zamrażalniczo (pkt)
 Table 2. Sensory properties of horse meat stored through 48 hours in cold conditions and directly after defrosting of that raw material frozen stored (pts)

Właściwości mięsa Meat properties	Mięso przechowywane w warunkach chłodniczych 48 godz. <i>post</i> <i>mortem</i> Meat stored in cold conditions, 48 h <i>post mortem</i>	Mięso przechowywane 1 mies. w warunkach zamrażalniczych, bezpośrednio po rozmrożeniu Meat stored 1 month in frozen conditions, directly after defrosting	Mięso przechowywane 3 mies. w warunkach zamrażalniczych, bezpośrednio po rozmrożeniu Meat stored 3 months in frozen conditions, directly after defrosting	Mięso przechowywane 6 mies. w warunkach zamrażalniczych, bezpośrednio po rozmrożeniu Meat stored 6 months in frozen conditions, directly after defrosting
	$\bar{x} \pm S$	$\bar{x} \pm S$	$\bar{x} \pm S$	$\bar{x} \pm S$
Zapach: Aroma: natężenie <i>intensity</i> pożądalność <i>desirability</i>	3,83 A \pm 0,19	3,93 A \pm 0,14	3,91 A \pm 0,18	3,63 B \pm 0,27
	4,07 A \pm 0,14	4,20 B \pm 0,18	4,15 \pm 0,18	4,07 \pm 0,43
Soczystość Juiciness	3,92 \pm 0,36	4,12 \pm 0,21	4,09 \pm 0,18	4,17 \pm 0,33
Kruchość Tenderness	3,94 A \pm 0,41	4,27 B \pm 0,25	4,15 B \pm 0,23	4,20 \pm 0,39
Smakowitość: Tastiness: natężenie <i>intensity</i> pożądalność <i>desirability</i>	4,00 A \pm 0,27	4,28 B \pm 0,22	4,07 B \pm 0,23	4,22 B \pm 0,38
	3,97 A \pm 0,26	4,31 B \pm 0,23	4,11 B \pm 0,24	4,16 B \pm 0,39

A, B – różnice istotne na poziomie $P \leq 0,05$ – A, B – difference significant at $P \leq 0.05$.

Tabela 3. Właściwości sensoryczne mięsa końskiego przechowywanego przez 120 godz. w warunkach chłodniczych i po 72 godz. po rozmrożeniu tego surowca składowanego zamrażalniczo (pkt)
Table 3. Sensory properties of horse meat stored for 120 hours in cold conditions and 72 hours after defrosting of that frozen stored raw material (pts)

Właściwości mięsa <i>Meat properties</i>	Mięso przechowywane w warunkach chłodniczych, 120 godz. <i>post mortem</i> <i>Meat stored in cold conditions, 120 h post mortem</i>	Mięso przechowywane 1 mies. w warunkach zamrażalniczych, 72 godz. po rozmrożeniu <i>Meat stored 1 month in frozen conditions, 72 h after defrosting</i>	Mięso przechowywane 3 mies. w warunkach zamrażalniczych, 72 godz. po rozmrożeniu <i>Meat stored 3 months in frozen conditions, 72 h after defrosting</i>	Mięso przechowywane 6 mies. w warunkach zamrażalniczych, 72 godz. po rozmrożeniu <i>Meat stored 6 months in frozen conditions, 72 h after defrosting</i>
	$\bar{x} \pm S$	$\bar{x} \pm S$	$\bar{x} \pm S$	$\bar{x} \pm S$
Zapach: <i>Aroma:</i>				
natężenie <i>intensity</i>	4,02 A \pm 0,13	3,90 A \pm 0,20	3,93 A \pm 0,13	3,60 B \pm 0,22
pożądalność <i>desirability</i>	4,17 A \pm 0,18	4,22 A \pm 0,13	4,12 \pm 0,31	3,88 B \pm 0,35
Soczystość <i>Juiciness</i>	4,22 A \pm 0,25	4,14 \pm 0,20	4,08 \pm 0,23	3,96 B \pm 0,21
Kruchość <i>Tenderness</i>	4,22 A \pm 0,34	4,25 \pm 0,21	4,20 \pm 0,30	4,07 B \pm 0,29
Smakowitość: <i>Tastiness:</i>				
natężenie <i>intensity</i>	4,29 A \pm 0,25	4,29 B \pm 0,20	4,18 \pm 0,28	4,00 B \pm 0,32
pożądalność <i>desirability</i>	4,48 A \pm 0,72	4,29 B \pm 0,22	4,25 \pm 0,35	3,99 B \pm 0,37

A, B – różnice istotne na poziomie $P \leq 0,05$ – A, B – difference significant at $P \leq 0.05$.

W tabelach 2 i 3 zamieszczono średnie arytmetyczne (\bar{x}) każdej z badanych cech oraz wartości odchylenia standardowego (S). Celem stwierdzenia wpływu chłodniczego i zamrażalniczego przechowywania na zmiany właściwości sensorycznych mięsa końskiego korzystano z testu istotności różnic i wykonano jednoczynnikową analizę wariancji, którą sprawdzano za pomocą przedziałów ufności Tukey'a.

Wszystkie obliczenia statystyczne dokonano w oparciu o program komputerowy STATISTICA, wersja 10,0.

Wyniki i ich omówienie

Analiza sensoryczna jest definiowana przez Baryłko-Piekielną (1998) jako pomiar i ocena właściwości (cech jakościowych) produktu za pomocą jednego lub kilku zmysłów stosowanych jako aparat pomiarowy, z zachowaniem odpowiednich warunków oceny oraz wymagań dotyczących przeprowadzających ją osób, a także metod dostosowanych do zadań stawianych ocenie.

Dane dotyczące sensorycznej oceny jakości mięsa końskiego przedstawiono w tabelach 2 i 3. W badaniach odnotowano wpływ zarówno

warunków przechowywania, jak też czasu chłodniczego i zamrażalniczego składowania na jakość sensoryczną badanego mięsa. Ponadto, otrzymane w badaniach własnych wartości liczbowe wskazują, że najbardziej niekorzystną jakością sensoryczną charakteryzowało się mięso końskie po 48-godzinnym przechowywaniu chłodniczym, za wyjątkiem oceny zapachu surowca przechowywanego w warunkach zamrażalniczych przez 6 miesięcy (tab. 2). Analiza średnich arytmetycznych uzyskanych w przypadku mięsa końskiego przechowywanego w warunkach chłodniczych przez 120 godzin (tab. 3) wykazała tendencję do wyższych not za wszystkie wyróżniki jakościowe badanego surowca w porównaniu do mięsa po 48-godzinnym okresie składowania w warunkach chłodniczych. Świadczy to o tym, że przemiany biochemiczne zachodzące w mięsie końskim podczas chłodniczego przechowywania wpływają korzystnie na zmianę analizowanych cech. Jednak, jak podkreśla literatura tematu (Cierach i in., 2009), w wyniku przemian biochemicznych kształtuje się tylko część właściwości sensorycznych. Zasadnicze znaczenie w kształtowaniu cech organoleptycznych mięsa, jak też właściwości technologicznych ma proces jego dojrzewania. To właśnie w tym procesie tworzy się charakterystyczny smak i zapach oraz pożądana kruchość i soczystość mięsa. Otrzymane wyniki badań korespondują z poprzednimi pracami (Stanisławczyk, 2013 a,b), w których najbardziej niekorzystną jakością sensoryczną charakteryzowało się mięso końskie po 48-godzinnym przechowywaniu chłodniczym. Ponadto, po 120-godzinnym okresie przechowywania wszystkie wyróżniki jakościowe mięsa końskiego uzyskały wyższe noty punktowe w porównaniu do mięsa po 48-godzinnym okresie składowania w warunkach chłodniczych (Stanisławczyk, 2013 a).

Soczystość jest uzależniona od zdolności wiązania wody przez mięso oraz zawartości tłuszczu śródmięśniowego. Konina charakteryzuje się stosunkowo dobrą wodochłonnością, jednak zarazem niska zawartość tłuszczu śródmięśniowego i jego niska temperatura topnienia powodują w efekcie, że pod względem soczystości nie wy-

różnia się ona specjalnie w porównaniu z innymi gatunkami mięsa (Kondratowicz i Kawałko, 2001). W badaniach własnych (zgodnie z kartą zamieszczoną w tabeli 1) mięso końskie oceniono jako soczyste, gdyż noty uzyskane za tę cechę wynosiły od 3,92 do 4,22 pkt. Proces mrożenia i zamrażalniczego składowania mięsa końskiego przyczynił się do poprawy soczystości badanego surowca w porównaniu z mięsem przechowywanym przez 48 godz. w warunkach chłodniczych. Jednak, statystycznie istotne różnice stwierdzono jedynie pomiędzy soczystością mięsa przechowywanego przez 120 godz. w warunkach chłodniczych i przechowywanego przez 6 miesięcy w warunkach zamrażalniczych – 72 godz. po rozmrożeniu (tab. 3).

Większość konsumentów uważa kruchość za najważniejszą cechę jakościową mięsa (Nowak, 2005). Kruchość mięsa zmienia się wraz z postępującymi przemianami poubojowymi tkanki mięśniowej. Wzrost kruchości mięsa przypisuje się wielu czynnikom. Ogólnie uważa się, że w zakwaszonych mięśniach zostały stworzone warunki do działalności proteolitycznej enzymów mięśniowych. Proteoliza niektórych białek nadaje mięsu korzystną kruchość (Stanisławczyk, 2013 a).

W badaniach własnych kruchość mięsa końskiego należy zinterpretować słownie jako kruche, gdyż przyznawane wartości punktowe w ocenie tej cechy mieściły się pomiędzy 3,94 a 4,27 pkt. Zaobserwowano, podobnie jak w przypadku oceny soczystości, że proces mrożenia i zamrażalniczego składowania mięsa końskiego przyczynił się do poprawy kruchości badanego surowca w porównaniu z mięsem przechowywanym przez 48 godz. w warunkach chłodniczych. Statystycznie istotne różnice zaobserwowano pomiędzy kruchością mięsa przechowywanego przez 48 godz. w warunkach chłodniczych i mięsa przechowywanego w warunkach zamrażalniczych przez 1 i 3 miesiące – bezpośrednio po rozmrożeniu (tab. 2). Ponadto, różnice istotne statystycznie wykazano również pomiędzy kruchością mięsa przechowywanego przez 120 godz. w warunkach chłodniczych i surowcem składowanym

w warunkach zamrażalniczych przez 6 miesięcy – 72 godz. po rozmrożeniu (tab. 3).

Cechami decydującymi o walorach sensorycznych mięsa końskiego są zapach i smak, które określa się ogólnie mianem smakowitości (Stanisławczyk, 2013 b). Smakowitość jest ważną składową cech jakościowych mięsa. Jej komponenty są bardzo często zmienne. Peptydy, aminokwasy, pochodne lipidów są bardzo ważnymi wyznacznikami smakowitości mięsa (Cierach i in., 2009). W badaniach własnych stwierdzono tendencję – potwierdzoną statystycznie – do wyższych not za smakowitość (pożądalność i natężenie) mięsa poddanego procesowi mrożenia i zamrażalniczego przechowywania przez 1, 3 i 6 miesięcy w porównaniu z surowcem składowanym przez 48 godz. w warunkach chłodniczych (tab. 2). Badanie smakowitości surowca wykazało statystycznie istotne różnice pomiędzy mięsem końskim przechowywanym przez 120 godz. w warunkach chłodniczych i koniną składowaną przez 1 i 6 miesięcy w warunkach zamrażalniczych – 72 godz. po rozmrożeniu (tab. 3). Zaobserwowano, że wydłużanie czasu chłodniczego przechowywania do 120 godz., jak i do 72 godz. w przypadku mięsa końskiego mrożonego, przyczynia się do poprawy natężenia smakowitości badanego surowca.

Surowe mięso jest źródłem prekursorów smakowitości, a tylko w niewielkim stopniu związków smakowo i zapachowo czynnych. Ma surowiczy smak, podobny do smaku krwi (Zymon, 2014). Zapach surowego mięsa jest słaby, podobny do zapachu przemysłowego kwasu mlekowego (Kończak, 2007). Zawartość glikogenu w tkance mięśniowej na poziomie 0,9% nadaje koninie typowo słodkawy zapach i smak, będący niestety dość istotną wadą z punktu widzenia konsumenta (Stanisławczyk, 2013 b). Otrzymane w badaniach własnych wartości liczbowe wskazują, że czas przechowywania chłodniczego i zamrażalniczego miał istotny wpływ na oceny zarówno natężenia, jak i pożądalności zapachu mięsa końskiego. Wykazano, że proces przechowywania chłodniczego wpływa na poprawę zapachu (natężenia i pożądalności) badanego surowca. Po

120-godzinnym okresie składowania chłodniczego zapach mięsa końskiego charakteryzował się wyższymi notami punktowymi w porównaniu do zapachu surowca badanego 48 godz. po uboju, co świadczy o wzbogaceniu profilu zapachowego podczas poubojowego dojrzewania mięsa. Takich wyników należało oczekiwać, gdyż przemiany poubojowe nukleotydów, węglowodanów, białek, a także tłuszczów prowadzą do wytworzenia prekursorów, a nawet substancji smakowo-zapachowych. Należą do nich między innymi: kwas inozynowy, glukoza, fosforany nieorganiczne, kwas mlekowy, wolne aminokwasy, wolne kwasy tłuszczowe, amoniak, elektrolity itp. (Litwińczuk i in., 2004).

Wyniki uzyskane w badaniach własnych wskazują, że proces mrożenia oraz wydłużenie czasu zamrażalniczego przechowywania do 1 i 3 miesięcy wpłynęło na poprawę natężenia i pożądalności zapachu mięsa końskiego w porównaniu z mięsem przechowywanym w warunkach chłodniczych przez 48 godz. po uboju (tab. 2). Należy zaznaczyć, że najwyższe wartości liczbowe charakteryzujące pożądalność zapachu mięsa końskiego odnotowano po 1 miesiącu przechowywania zamrażalniczego, zarówno bezpośrednio po rozmrożeniu (4,20 pkt), jak i po 72 godz. po rozmrożeniu (4,22 pkt). Po uwzględnieniu danych liczbowych zawartych w tabelach 2 i 3 należy stwierdzić, że dalsze przechowywanie zamrażalnicze mięsa końskiego do 6 miesięcy wpływa istotnie statystycznie na kształtowanie się oceny zapachu. Analiza wyników oceny zapachu badanego surowca wykazała, że w miarę wydłużania czasu zamrażalniczego składowania do 6 miesięcy wartości te malały. Wyraźnemu obniżeniu ulegała ocena natężenia zapachu – do 3,63 pkt bezpośrednio po rozmrożeniu, a po 72 godz. od rozmrożenia do 3,60 pkt, co zgodnie z kartą zamieszczoną w tabeli 1 oznacza ocenę obojętną.

Opublikowane badania krajowe, przeprowadzone na podobnym materiale doświadczalnym również wykazały poprawę wszystkich wyróżników jakościowych oceny sensorycznej mięsa końskiego w wyniku procesu zamrażania. Ponadto, przedłużenie okresu przechowywania

zamrażalniczego z 1 do 3 miesięcy przyczyniło się do dalszej poprawy jakości sensorycznej analizowanego surowca (Stanisławczyk, 2013 b).

Badania nad zmianami właściwości sensorycznych mięsa końskiego w czasie chłodniczego przechowywania prowadziła również Kwiatkowska (2002). Wykazała ona, że mięśnie końskie przechowywane w temperaturze 4°C od 24 do 96 godzin oceniono sensorycznie bardzo nisko, wykazując ich niedostateczną kruchość. Po 144 godzinach kruchość mięsa określono jako niezadowalającą, a po 216 godzinach w ocenie organoleptycznej nadal nie stwierdzono poprawy kruchości mięsa. Jedynie mięśnie końskie przechowywane w temperaturze 12°C po 96, 144 i 216 godzinach uznano za dostatecznie kruche. Po 312 godzinach dalszego przechowywania w wymienionych warunkach kruchość próbek oceniono jako nadmierną i niepożądaną. W wyniku przeprowadzonych badań, Kondratowicz i Kawalko (2001) odnotowali wpływ czasu przechowywania na jakość sensoryczną mięsa końskiego. Noty prób badanego surowca za zapach (pożądalność) po 0,5 i 6 miesiącach przechowywania były istotnie wyższe od not uzyskanych po 3 miesiącach. Ponadto, w czasie 6-miesięcznego przechowywania zamrażalniczego zaobserwowano większe obniżenie się cech jakości sensorycznej, jak:

smakowitość (pożądalność i natężenie), zapach (pożądalność), kruchość i soczystość mięsa końskiego mrożonego skroplonym dwutlenkiem węgla, w porównaniu do surowca mrożonego metodą owiewową.

Podsumowanie i wnioski

1. Jakość sensoryczna mięsa końskiego jest wyraźnie uzależniona od czasu chłodniczego przechowywania. W miarę wydłużania czasu przechowywania badanego surowca w warunkach chłodniczych następowało polepszenie wszystkich wyróżników jakościowych oceny sensorycznej mięsa końskiego.
2. Proces mrożenia i zamrażalniczego składowania mięsa końskiego do 1 i 3 miesięcy przyczynia się do poprawy jakości sensorycznej analizowanego surowca w porównaniu do mięsa przechowywanego przez 48 godz. w warunkach chłodniczych.
3. Wraz z wydłużaniem czasu zamrażalniczego przechowywania mięsa końskiego do 6 miesięcy następowało dalsze polepszenie jakości sensorycznej koniny, głównie soczystości, kruchości i smakowitości, natomiast obniżało się natężenie zapachu badanego surowca.

Literatura

- Arcos-Garcia G., Totosaus A., Guerrero I., Perez-Chabela M.L. (2002). Physicochemical, sensory, functional and microbial characterisation of horse meat. *R. Bras. Agrociência*, 8, 1: 43–46.
- Baryłko-Piekielna N. (1998). Analiza sensoryczna w zapewnieniu jakości żywności. *Przem. Spoż.*, 12: 25–50.
- Chwastowska I., Kondratowicz J. (2005). Właściwości technologiczne mięsa wieprzowego w zależności od czasu zamrażalniczego przechowywania i metody rozmrażania. *Żywn. Nauka Techn. Jakość*, 3 (44), Supl.: 11–20.
- Cierach M., Niedźwiedz J., Borzyszkowski M. (2009). Zmiany poubojowe w wołowej tkance mięśniowej a jakość mięsa. *Inż. Ap. Chem.*, 48, 2: 27–28.
- Domaradzki P., Skąlecki P., Florek M., Litwińczuk A. (2011). Wpływ przechowywania zamrażalniczego na właściwości fizykochemiczne mięsa wołowego pakowanego próżniowo. *Żywn. Nauk, Techn. Jakość*, 4 (77): 117–126.
- Kołczak T. (2007). Smakowitość mięsa. *Gosp. Mięś.*, 12: 26–28.
- Kondratowicz J. (2001). Effect of natural fat addition on changes in the weight and sensory quality of horsemeat frozen according to different methods. *Nat. Sci.*, 8: 183–192.
- Kondratowicz J. (2002). Changes in the weight and taste quality of horsemeat frozen by means of liquid carbon dioxide and the ventilation method during 6-month cold storage. *Pol. J. Nat. Sci.*, 10 (1): 187–195.
- Kondratowicz J., Bąk T. (1998). Changes in the weight and taste qualities of horsemeat frozen by means of liquid

- carbon dioxide and a ventilation method during 3-month cold storage. *Nat. Sci.*, 1: 229–239.
- Kondratowicz J., Kawalko P. (2001). Zmiany masy i jakości sensoryczna mięsa końskiego mrożonego przy użyciu skroplonego dwutlenku węgla i metodą owiewową w czasie 6-miesięcznego przechowywania chłodniczego. *Chłodnictwo*, XXXVI, 6: 43–46.
- Kondratowicz J., Sobina I. (2001). Zmiany składu podstawowego i wybranych właściwości fizykochemicznych mięsa końskiego mrożonego przy użyciu skroplonego dwutlenku węgla i metodą owiewową w czasie 6-miesięcznego przechowywania chłodniczego. *Chłodnictwo*, XXXVI, 3: 40–43.
- Kwiatkowska A. (2002). Glikoliza w mięśniach szkieletowych tusz koni w zależności od temperatury poubojowego przechowywania i jej wpływ na cechy jakościowe mięsa. *Wyd. UW-M, Olsztyn*.
- Litwińczuk A., Litwińczuk Z., Barłowska J., Florek M. (2004). *Surowce zwierzęce. Ocena i wykorzystanie*. PWRiL, Warszawa.
- Marchel J., Żmijewski T., Cierach M., Małczyk E. (2013). Wpływ przechowywania mięsa wołowego w stanie zamrożonym na wielkość wycieków rozmrażalniczych i ciepłych oraz teksturę mięsa. *Acta Agrophys.*, 20 (2): 377–387.
- Nowak D. (2004). Sensoryczna i instrumentalna ocena kruchości mięsa wołowego. *Gosp. Mięś.*, 7: 26–32.
- Nowak M. (2005). Rola kalpain w procesie kruszenia mięsa. *Żywn. Nauka Techn. Jakość*, 1 (42): 5–17.
- Palich P. (2006). *Podstawy technologii i przechowalnictwa żywności. Ćwiczenia*. Wyd. Akademii Morskiej w Gdyni, Gdynia.
- PN-ISO 3972:1998. *Analiza sensoryczna. Metodologia. Metoda sprawdzania wrażliwości smakowej*.
- PN-ISO 8586-1:1996. *Analiza sensoryczna. Ogólne wytyczne wyboru, szkolenia i monitorowania oceniających. Wybrani oceniający*.
- Stanisławczyk R. (2013 a). Zmiany właściwości sensorycznych mięsa końskiego w czasie chłodniczego przechowywania w zależności od wieku koni. *Chłodnictwo*, XLVIII, 7: 34–37.
- Stanisławczyk R. (2013 b). Wpływ wieku uboju koni na zmiany właściwości sensorycznych ich mięsa w czasie zamrażalniczego przechowywania. *Nauka Przyr. Technol.*, 7, 4, 71: 1–10.
- Stanisławczyk R., Rudy M. (2010). Zmiany właściwości fizykochemicznych mięsa chłodzonego i mrożonego w zależności od wieku koni. *Chłodnictwo*, XLV, 12: 36–39.
- Stiebing A., Hegerding L. (2004). *Viele sensorische Veränderungen*. *Fleischwirtschaft*, ss. 34–38.
- Zymon M. (2014). Czym jest smakowitość wołowiny i co ją kształtuje? *Wiad. Zoot.*, LII, 1: 54–60.

CHANGES OF SENSORY PROPERTIES OF HORSE MEAT DURING COLD AND FROZEN STORAGE

Summary

The aim of this paper was to analyze the changes of sensory properties of horse meat during cold and frozen storage. Samples of the *longissimus dorsi* muscle from horse carcasses were tested. It was concluded from the present study that the process of cold storage contributes to improvements in all the quality characteristics and sensory assessment of horse meat. The process of freezing and frozen storage of horse meat to 1 and 3 months results in improvement of sensory properties of the analyzed material in comparison to the meat cold stored for 48 hours. As the duration of frozen storage increased to 6 months, further improvement of the sensory quality of horse meat took place, mainly in terms of juiciness, tenderness and tastiness, with a decrease of aroma intensity.

Key words: horse meat, sensory properties