

Katedra Przetwórstwa i Towaroznawstwa Rolniczego, Wydział Biologiczno-Rolniczy  
Uniwersytetu Rzeszowskiego  
Katedra Etologii i Podstaw Technologii Produkcji Zwierzęcej  
Wydziału Biologii i Hodowli Zwierząt Akademii Rolniczej w Lublinie

AGATA ZNAMIROWSKA, JACEK ZIN, MARIAN BUDZYŃSKI

*Wpływ warunków przechowywania na jakość sensoryczną koniny*

*Influence of Conditions of Storage on Consumptive Quality of Horse Meat*

Ogólnie wiadomo, że stan zamrożenia nie hamuje w pełni procesów biochemicznych zachodzących w mięsie, a jedynie ogranicza je lub zmienia ich przebieg. Zagadnieniom tym poświęcono kilka prac eksperymentalnych [7, 8, 9], jednak brakuje szczegółowych badań prowadzonych na surowcu otrzymanym z tusz koni w różnym wieku. Istotne zmiany w surowcu mięsnym zachodzą również w zależności od czasu przechowywania i są tym mniejsze, im niższa jest temperatura składowania.

Literatura [2] dostarcza również informacji, iż w czasie mrożenia znacznemu zahamowaniu ulegają procesy poubojowego dojrzewania, natomiast intensywnie przebiegają przemiany związane bezpośrednio lub pośrednio z wymrażaniem wody i jej aktywnością. Szybkie zamrażanie mięsa (w oparach azotu) powoduje niewielkie rozluźnienie struktury komórkowej przez drobne kryształy lodu, nie wywołując destrukcji komórek. Podczas wolnego zamrażania (np. owiewowego) może nastąpić rozrywanie komórek i zniszczenie pierwotnej struktury tkanki łącznej w przestrzeniach międzykomórkowych wskutek powstania dużych kryształów lodu. W rezultacie takiego zjawiska tkanka mięśniowa może ulec rozciąganiu i rozrywaniu, a widocznym dowodem takich zmian jest zwiększony wyciek soku komórkowego po rozmrożeniu [5, 6, 7]. W skrajnych przypadkach nadmierne odwodnienie komórki powoduje dezorganizację natywnej struktury przestrzennej makrocząsteczek białek, z jednoczesnym zanikiem biologicznych zdolności funkcyjnych. Należy zaznaczyć, że istnieje wyraźne zróżnicowanie podatności białek na taką denaturację, np. globuliny są bardziej wrażliwe od albumin. W obrębie tkanki mięśniowej szczególnie odporne są białka sarkoplazmy, a podatna jest aktomiozyna [2, 6, 9]. W związku z tym wraz z wyciekiem podczas rozmraża-

nia mięso traci wiele cennych składników, takich jak: rozpuszczalne białka, peptydy, aminokwasy i sole mineralne. Jednocześnie pogarsza się konsystencja, wodochłonność, a wilgotna powierzchnia sprzyja procesom mikrobiologicznym. Z przedstawionego przeglądu literatury wynika, że przebieg zmian jakościowych w mięsie mrożonym decyduje o jego długości przechowywania, możliwościach przetwórczych (po rozmrożeniu) oraz walorach sensorycznych.

#### MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w Ubojni Eksportowej Koni „Jasan” w Jaśle w latach 2000–2004. Materiał badawczy stanowiły źrebięta (o masie 250–320 kg) oraz konie dorosłe typu pogrubionego zakwalifikowane do II klasy jakościowej żywca (najlicniejsza grupa eksportowa – 75%), o masie przedubojowej 550–650 kg. Badaniem objęto 195 półtuszy zwierząt dorosłych i 45 półtuszy źrebiąt. Konie były dzielone na pięć grup wiekowych (doświadczalnych): grupa I – źrebięta w wieku do 2 lat, grupa II – konie w wieku powyżej 2 do 7 lat (konie młode), grupa III – zwierzęta w wieku powyżej 7 do 12 lat (konie w średnim wieku), grupa IV – konie w wieku powyżej 12 do 17 lat (konie stare), grupa V – konie w wieku powyżej 17 lat (konie najstarsze). Wiek zwierząt określano na podstawie uzębienia i dokumentacji skupowej.

Z partii mięśnia najdłuższego grzbietu (*m. longissimus dorsi*) na wysokości ostatnich kręgów piersiowych pobrano po trzy próbki, każda o masie 700 g. Jedną próbkę przeznaczano do analiz laboratoryjnych, przechowując ją w warunkach chłodniczych (temp. 6<sup>0</sup> C), drugą i trzecią pakowano próżniowo i mrożono w oparach ciekłego azotu (–75<sup>0</sup> C, 2 godz.) i przechowywano w temperaturze –22<sup>0</sup> C przez okres trzydziestu i dziewięćdziesięciu dni. Do oceny sensorycznej z mięśnia najdłuższego grzbietu (pozbawionego tkanki łącznej) wykrojono plastry o grubości 1 cm, cięciem w poprzek włókien mięśniowych. Następnie rozgrzano tłuszcz do temp. 250<sup>0</sup> C i smażyono w nim mięso. Czas obróbki termicznej mięsa wynosił 4 minuty (po 2 min. z każdej strony plastru). Następnie obniżono temperaturę do 150<sup>0</sup> C i smażyono jeszcze po 1,5 min. z jednej i z drugiej strony. Ocenę sensoryczną mięsa prowadził wybrany zgodnie z normą PN-ISO 8586–1:1996 zespół siedmiu osób o sprawdzonej wrażliwości sensorycznej według PN-ISO 3972:1998, stosując pięciopunktową skalę ocen [12].

Wszystkie obliczenia statystyczne dokonano opierając się na programie komputerowym STATISTICA ver. 6,0 wykorzystując moduł ANOVA, REGRESJA, ANALIZA SKUPIEŃ oraz SKALOWANIE WIELOWYMIAROWE.

#### OMÓWIENIE WYNIKÓW

Cechami decydującymi o walorach sensorycznych mięsa końskiego jest zapach i smak, które określa się ogólnie terminem smakowitości. Typowy słodkawy zapach i posmak surowiec ten zawdzięcza głównie wysokiej zawartości glikogenu w tkance mięśniowej. Zawartość tego wielocukru w koninie osiąga 0,9% i więcej, podczas gdy w wołowinie waha się w granicach od 0,3 % do 0,6 %, a w wieprzowinie do 0,2 % [3, 4, 9]. Słodkawy zapach i smak przez polskich konsu-

mentów jest uważany za jedną z poważnych wad koniny, jednak kulinarne przygotowanie potraw w sposób właściwy może w całości wyeliminować te cechy.

Podczas konsumpcji mięsa końskiego ważną rolę odgrywa również jego kruchość i soczystość. Pierwsza z wymienionych cech związana jest głównie z zawartością tkanki łącznej, w tym jej głównego białka – kolagenu [14]. Natomiast druga cecha uzależniona jest od zawartości tłuszczu śródmięśniowego oraz zawartości wody i zdolności jej wiązania. Łój koński cechuje się półpłynną konsystencją i przypomina w smaku tłuszcz gęsi, w związku z tym podczas zabiegów kulinarnych korzystnie wpływa na kruchość i soczystość mięsa.

W koninie pochodzącej ze zwierząt starszych kruchość odgrywa szczególną rolę, niemal decydującą o zaakceptowaniu jej przez konsumentów. Surowiec uzyskany z tusz zwierząt młodych odznacza się na ogół dobrą kruchością i soczystością porównywalną z innymi gatunkami mięsa [3, 4, 11]. Należy jednak dodać, iż mięso to, pochodzące zarówno od zwierząt młodych jak i starszych, powinno być konsumowane po odpowiednio długim i prawidłowo pokierowanym procesie dojrzewania. Zachodzi wówczas wiele zmian w strukturze tkanki mięśniowej, a końcowym ich etapem jest rozkład linii Z i innych elementów prowadzących do destrukcji struktury sarkomeru i kształtowania kruchości mięsa [10]. Uzyskanie kruchej koniny w tradycyjnych warunkach przemysłowych wymaga wielu dni przechowywania półtuszy lub ich elementów, co podraża koszty uzyskania mięsa kulinarnego. Najnowsze badania wskazują na to, że proces ten można przyspieszyć, stosując różne metody chemiczne, fizyczne lub biologiczne, takie jak: elektrostymulację, wstrzykiwanie jonów wapnia i magnezu, kondycjonowanie. W ostatnich latach w wielu ośrodkach naukowych prowadzi się intensywne badania nad opracowaniem najwłaściwszej metody poprawy kruchości, którą można będzie wprowadzić na skalę przemysłową [1, 13, 14].

Wyniki analizy sensorycznej mięsa po obróbce termicznej (smażenie), przedstawione w tabeli 1, wskazują na to, że najbardziej niekorzystną jakością cechowały się próbki poddane ocenie po dojrzewaniu trwającym 48 godzin. Kruchość mięsa źrebięcego oceniono tylko na 3,07 pkt, co w skali pięciopunktowej należy zinterpretować jako nieco kruche. Mięso pochodzące z tusz koni dorosłych otrzymywało jeszcze niższe noty, a wartości liczbowe systematycznie obniżały się wraz z wiekiem. Istnienie współzależności pomiędzy wiekiem a kruchością potwierdza istotny ujemny współczynnik korelacji  $r = -0,51$  ( $P \leq 0,05$ ). Kruchość należy jednak zinterpretować również i w tym przypadku, jako mięso nieco kruche. Podobny poziom i rozkład wyników stwierdzono oceniając zapach (obojętny) i soczystość (lekko soczyste). Natomiast smakowitość została oceniona wyżej, gdyż ilość przyznanych punktów (3,83–4,13 pkt) można określić słownie jako pożądaną smakowitość w przypadku źrebięciny, a smakowitość koniny jako pośrednią pomiędzy obojętną a pożądaną.

Tab. 1. Cechy sensoryczne mięsa przechowywanego w warunkach chłodniczych 6°C (pkt)  
Sensory properties of cool-stored meat 6°C (point)

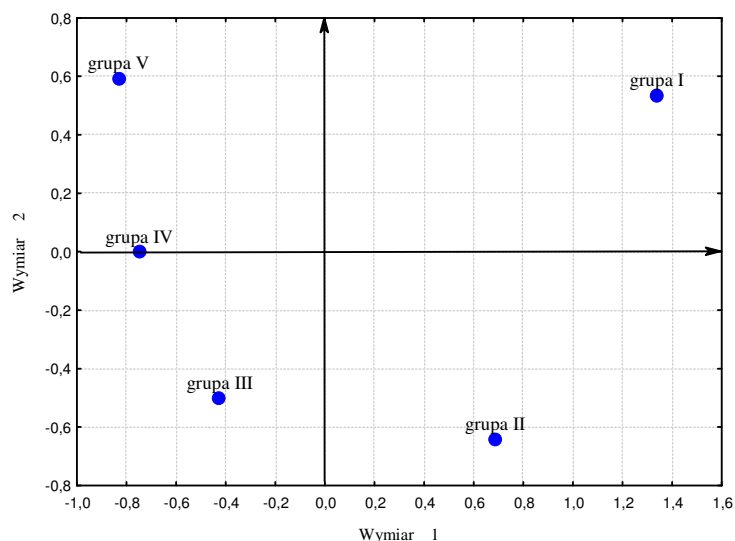
Cechy sensoryczne	Wiek koni										r	Istotność różnic pomiędzy grupami
	do 2 lat gr I		powyżej 2 do 7 lat gr II		powyżej 7 do 12 lat gr III		powyżej 12 do 17 lat gr IV		powyżej 17 lat gr V			
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s		
Cechy sensoryczne po 48 h												
Zapach	2,99	0,26	2,95	0,20	2,90	0,25	2,90	0,23	2,90	0,23	- 0,11	-
Soczystość	3,22	0,50	3,04	0,31	3,01	0,39	2,97	0,38	2,88	0,38	-0,35*	I>V** I>II,III,IV*
Kruchość	3,07	0,33	2,93	0,42	2,83	0,41	2,82	0,25	2,76	0,44	- 0,51*	I>III,IV,V*
Smakowitość	4,13	0,25	3,99	0,22	3,98	0,46	3,93	0,25	3,83	0,37	- 0,50*	I>III,IV,V*
Cechy sensoryczne po 120 h												
Zapach	4,04	0,20	3,88	0,22	3,85	0,26	3,84	0,23	3,84	0,29	- 0,28	-
Soczystość	4,29	0,24	4,13	0,15	4,07	0,35	4,06	0,29	4,01	0,23	- 0,32*	I>V** I>II,III,IV*
Kruchość	4,23	0,16	4,11	0,27	4,10	0,26	4,06	0,22	4,01	0,26	- 0,51*	I>V** I>III,IV*
Smakowitość	4,66	0,24	4,63	0,29	4,47	0,23	4,43	0,28	4,31	0,24	- 0,50*	I>V** I>III,IV*

\* Różnice istotne na poziomie  $P \leq 0,05$

\*\* Różnice istotne na poziomie  $P \leq 0,01$

Jakość sensoryczna ocenianego surowca wyraźnie się zmieniła po pięciodniowym okresie dojrzewania w warunkach chłodniczych. Zdecydowanej poprawie ulegały wszystkie cechy, jednak współzależność pomiędzy wiekiem a kruchością ( $r = -0,51$ ) i smakowitością ( $r = -0,50$ ) pozostała w dalszym ciągu na niezmienionym poziomie. Mięso charakteryzowało się swoistym i pożądanym zapachem, stało się bardziej soczyste i kruche (tab. 1).

Analiza przeprowadzona metodą skalowania wielowymiarowego, przedstawiona na rycinach 1 i 2, potwierdza wykazane w analizie wariancji korzystniejsze i odmienne cechy sensoryczne mięsa źrebiąt w stosunku do mięsa koni dorosłych, zarówno po 48 godzinach, jak i po 120 godzinach dojrzewania chłodniczego.



Ryc. 1. Konfiguracja grup wiekowych koni w układzie wymiaru 1 i 2 wyznaczona cechami jakości sensorycznej mięsa chłodzonego (po 48 godzinach)  
Configuration of age groups of horses in respect to dimensions 1 and 2 as determined by the sensory quality characteristics of cooled meat (after 48 hours)

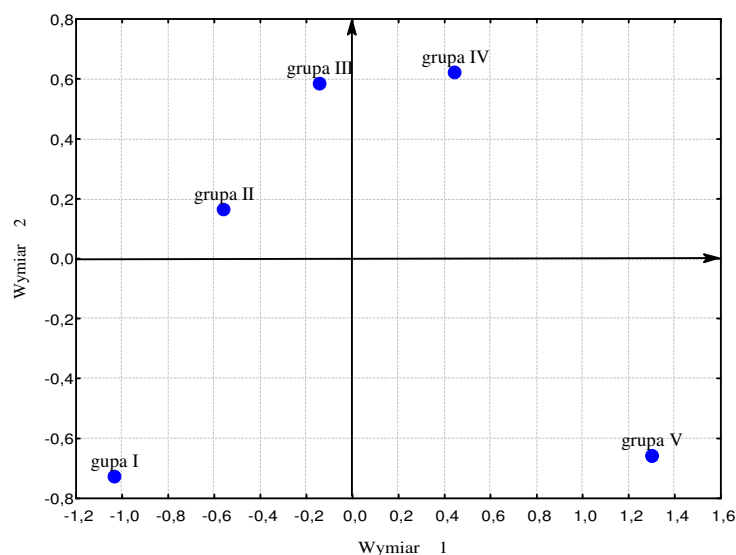
Usytuowanie pozostałych punktów grup wiekowych na obu rycinach (zarówno po 48 godzinach, jak i 120 godzinach dojrzewania) jest bardzo podobne. W związku z tym należy stwierdzić, że jakość sensoryczna koniny jest wyraźnie uzależniona od wieku zwierząt, gdyż jak wynika z danych zawartych w tabeli 1, proces dojrzewania poprawia cechy sensoryczne mięsa. Podobne ułożenie punktów wszystkich grup na rycinach 1 i 2 świadczy o tym że dojrzewanie chłodnicze nie neutralizuje różnic wynikających z wieku zwierząt.

Tab. 2. Cechy sensoryczne mięsa mrożonego (pkt)  
Sensory properties of frozen meat (point)

Cechy sensoryczne	Wiek koni										r	Istotność różnic pomiędzy grupami
	do 2 lat gr I		powyżej 2 do 7 lat gr II		powyżej 7 do 12 lat gr III		powyżej 12 do 17 lat gr IV		powyżej 17 lat gr V			
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s		
Mięso przechowywane 30 dni												
Zapach	4,01	0,25	4,00	0,22	3,94	0,17	3,95	0,16	3,87	0,12	- 0,16	-
Soczystość	4,22	0,40	4,19	0,35	4,14	0,32	4,11	0,34	4,07	0,25	- 0,35*	I>V**, I>III,IV*
Kruchość	4,33	0,40	4,13	0,40	4,13	0,38	4,12	0,28	4,07	0,28	- 0,54*	I>V**, I>III,IV*
Smakowitość	4,31	0,32	4,20	0,34	4,18	0,33	4,15	0,37	4,14	0,25	- 0,55*	I>IV,V*
Mięso przechowywane 90 dni												
Zapach	4,05	0,32	3,97	0,18	3,87	0,21	3,85	0,24	3,83	0,25	- 0,11	I>V*
Soczystość	4,27	0,24	4,20	0,36	4,11	0,31	4,06	0,29	3,98	0,15	- 0,39*	I>III,IV,V**, I>II*
Kruchość	4,38	0,35	4,16	0,41	4,11	0,36	4,00	0,40	3,97	0,24	- 0,55*	I>IV,V**, I>III*
Smakowitość	4,40	0,28	4,22	0,37	4,05	0,29	4,04	0,30	4,02	0,18	- 0,55*	I>III, IV,V*

\* Różnice istotne na poziomie  $P \leq 0,05$

\*\* Różnice istotne na poziomie  $P \leq 0,01$



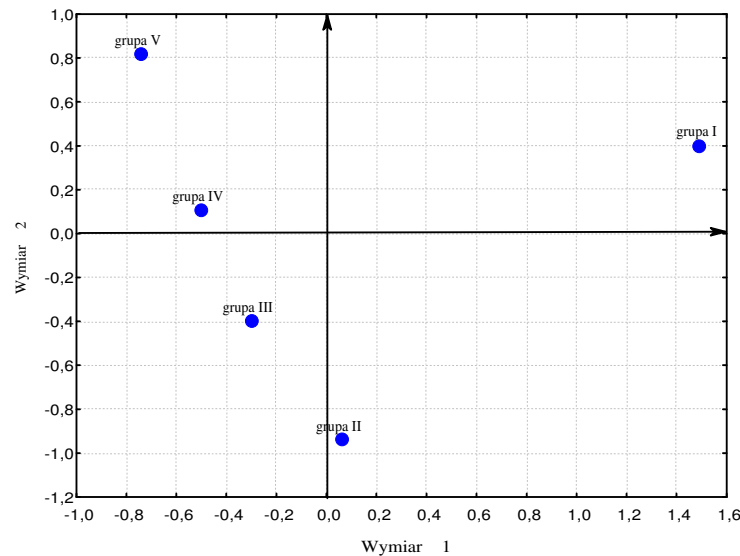
Ryc. 2. Konfiguracja grup wiekowych koni w układzie wymiaru 1 i 2 wyznaczona cechami jakości sensorycznej mięsa chłodzonego (po 120 godzinach)  
Configuration of age groups of horses in respect to dimensions 1 and 2 as determined by the sensory quality characteristics of cooled meat (after 120 hours)

Kruchość jest podstawowym wyróżnikiem mięsa końskiego kształtowanym podczas procesu dojrzewania, kiedy zachodzi wiele zmian w strukturze tkanki mięśniowej, prowadzących do zmian strukturalnych sarkomeru [13, 14]. Rozkład punktacji potwierdza zdecydowanie, że tak długi proces dojrzewania, jaki zastosowano w tych badaniach, poprawia najważniejszą cechę, jaką jest kruchość żebręciny i koniny. Smakowitość po pięciodniowym okresie dojrzewania również uległa poprawie, zwłaszcza w surowcu żebręcym, któremu oceniający najczęściej przyznawali powyżej 4,5 punktu, co należy zinterpretować jako bardzo pożądaną.

Procesy zachodzące w mięsie podczas zamrażania i przechowywania w stanie zamrożonym zwykle wpływają negatywnie na zmiany cech sensorycznych i walorów odżywczych. Jakość sensoryczna mrożonego mięsa jest określana nie tylko zmianami w obrębie podstawowych makroskładników, ale również tych składników, których udział ilościowy jest minimalny. Należy więc przyjąć, że każdy proces przebiegający podczas zamrażania i przechowywania w stanie zamrożonym wywołuje określone następstwa sensoryczne. Wyniki zamieszczone w tabeli 2 potwierdzają tę tezę, ponieważ wartości punktowe oceny sensorycznej, charakteryzujące poszczególne cechy, były wyższe po trzydziestu dniach składowania zamrażalniczego w porównaniu z mięsem dojrzewającym przez 48 godzin. Dalsze przedłużenie okresu przechowywania do dziewięćdzie-

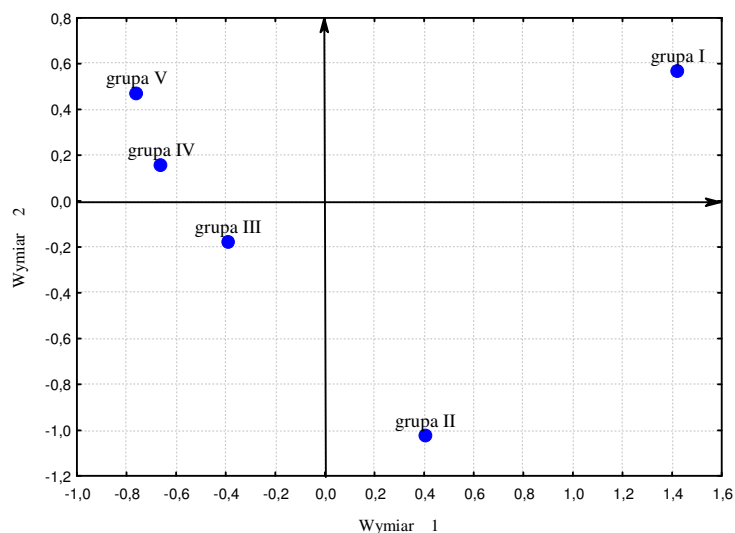
sięciu dni poprawiło wyraźnie jakość sensoryczną badanego mięsa. Surowiec źrebięcy uzyskiwał najwyższe noty za poszczególne cechy jakościowe, a w kolejnych grupach coraz starszych koni liczba przyznawanych punktów była coraz niższa. Wartości liczbowe charakteryzujące poszczególne cechy zbliżyły się do not uzyskiwanych przez mięso, którego proces dojrzewania prowadzono przez pięć dni. Wykazano istotną korelację pomiędzy wiekiem a soczystością, kruchością i smakowitością mięsa mrożonego. Siła tych zależności była również podobna dla obu okresów składowania zamrażalniczego.

Reasumując, należy stwierdzić, iż zamrażanie niedojrzałego mięsa końskiego i przechowywanie przez trzydzieści i czterdzieści dni nie obniża jego walorów sensorycznych. Wszystkie cechy sensoryczne uległy poprawie i uczyniły ten surowiec podobnym do koniny dojrzewającej przez 120 godzin. Natomiast coraz starszy wiek ubijanych zwierząt (zgodnie z oczekiwaniami) negatywnie wpływał na pozyskiwany surowiec i nie neutralizował tego nawet proces dojrzewania ani zamrażania. Pozycje poszczególnych grup wiekowych (ryc. 3 i 4), określone metodą skalowania wielowymiarowego, potwierdzają to stwierdzenie, gdyż zarówno odległości, jak i ułożenie punktów są podobne na obu rycinach.



Ryc. 3. Konfiguracja grup wiekowych koni w układzie wymiaru 1 i 2 wyznaczona cechami jakości sensorycznej mięsa przechowanego w warunkach zamrażalniczych przez 30 dni  
Configuration of age groups of horses in respect to dimensions 1 and 2 as determined by the sensory quality characteristics of meat stored in cold conditions for 30 days





Ryc. 4. Konfiguracja grup wiekowych koni w układzie wymiaru 1 i 2 wyznaczona cechami jakości sensorycznej mięsa przechowanego w warunkach zamrażalniczych przez 90 dni  
Configuration of age groups of horses in respect to dimensions 1 and 2 as determined by the sensory quality characteristics of meat stored in cold conditions for 90 days

Pomimo wykazania korzystniejszych parametrów po dłuższym okresie składowania zamrażalniczego mięsa wyczuwalne różnice w jakości sensorycznej są podobne i wynikają głównie z pochodzenia próbek z tusz koni w różnym wieku. Dlatego też przeznaczając surowiec do mrożenia, trzeba uwzględnić zasadę, iż mięso pochodzące od sztuk starszych będzie zawsze wykazywało gorsze cechy sensoryczne niż surowiec po takim samym okresie składowania zamrażalniczego, a pozyskany z koni młodych.

#### WNIOSKI

1. Jakość sensoryczna koniny w poszczególnych grupach wiekowych jest wyraźnie uzależniona od długości okresu przechowywania w warunkach chłodniczych i zamrażalniczych.
2. Proces dojrzewania poprawia cechy sensoryczne, jednak nie neutralizuje różnic wynikających z wieku zwierząt.
3. Zamrażanie mięsa końskiego i przechowywanie przez 30 lub 90 dni poprawia walory sensoryczne i czyni ten surowiec podobnym do mięsa świeżego dojrzewającego przez 120 godzin w warunkach chłodniczych.

## PIŚMIENNICTWO

1. Escalona H., Guerrero I., Perez M. L.: Effect of calcium-chloride marination on calpain and quality characteristics of meat from chicken, horse, cattle and rabbit. *Meat Sci.*, 48, 1, 125–134, 1998.
2. Gruda Z., Postolski J.: Zamrażanie żywności. WNT, wyd. 3, 1999.
3. Hertrampf J. W.: Mythos Pferdefleisch. *Fleischwirtschaft*, 1, 88–92, 2003.
4. Kołczak T.: Jakość mięsa kulinarnego. *Gosp. Mięs.*, 8, 32–33, 2000.
5. Konradowicz J., Bąk T.: Changes in the weight and taste qualities of horsemeat frozen by means of liquid carbon dioxide and ventilation method during 3-month cold storage. *Natur. Sci.*, 1, 229–239, 1998.
6. Konradowicz J., Bąk T.: Effect of different methods of freezing on some chemical and physicochemical properties of „normal” and „enriched” – horsemeat during 3-month cold storage. *Rocz. Inst. Przem. Mięs.*, 35, 67–76, 1998.
7. Konradowicz J., Kawalko P.: Zmiany masy i jakości sensoryczna mięsa końskiego mrożonego przy użyciu skroplonego dwutlenku węgla i metodą owiewową w czasie 6-miesięcznego przechowywania chłodniczego. *Chłodnictwo*, 6, 43–46, 2001.
8. Konradowicz J., Podlejska Ż.: Wpływ dodatku tłuszczu naturalnego na skład chemiczny i właściwości fizykochemiczne mięsa końskiego zamrożonego różnymi metodami. *Biul. Nauk.*, 8, 187–195, 2000.
9. Konradowicz J., Sobina I., Domańska P.: Analysis of the changes in the quality of horsemeat frozen by means of liquid carbon dioxide and the ventilation methods during 3-month cold storage. *Natur. Sci.*, 5, 177–186, 2000.
10. Korzeniowski W., Nowak D., Ostojka H.: Rola proteolitycznych enzymów w kształtowaniu kruchości mięsa. *Gosp. Mięs.*, 8, 40–43, 1998.
11. Kwiatkowska A., M.: Glikoliza w mięśniach szkieletowych tusz koni w zależności od temperatury poubojowego przechowywania i jej wpływ na cechy jakościowe mięsa. Wydawnictwo UWM Olsztyn, 2002.
12. Nowak D.: Sensoryczna i instrumentalna ocena kruchości mięsa wołowego. *Gosp. Mięs.*, 7, 26–32, 2004.
13. Perez-Chabela M., Escalona-Buendia H.: Physicochemical and sensory characteristics of calcium chloride-treated horse meat. *Intern. J. Food Prop.*, 6, 1, 73–85, 2003.
14. Pospiech E., Grześ B., Łyczynski A., Borzuta K., Szalata M., Mikołajczyk B.: Muscle proteins and their changes in the process of meat tenderization. *Animal Science Papers and Reports, supplement*, 1, 21, 133–151, 2003.

## SUMMARY

The study was conducted on 195 samples of horse meat and 45 samples of foal meat. The consumptive quality of horse meat in individual age groups is dependent on the length of the period storage in cooling conditions. The process of maturation improves the gustatory features; however, it does not neutralize differences resulting from animals' age. Freezing horse meat and storage for 30 or 90 days improves gustatory values and this material acts similarly to fresh meat ripening 120 hours in cooling conditions.