

JACEK KONDRATOWICZ, TOMASZ DASZKIEWICZ,
IWONA CHWASTOWSKA

PODSTAWOWY SKŁAD CHEMICZNY I JAKOŚĆ SENSORYCZNA MIĘSA WIEPRZOWEGO ZAMRAŻANEGO W RÓŻNYM CZASIE PO UBOJU

Streszczenie

Materiał do badań stanowiły próby mięśnia najdłuższego lędźwi 60 tusz pochodzących od tuczników o masie przedubojowej około 105 kg, charakteryzujące się normalną jakością. Łącznie pobrano 120 prób, każda o masie około 500 g. Pierwsze 60 prób wycięto z półtuszy lewych w stanie ciepłym po około 1 godz. od chwili uboju. Natomiast pozostałe 60 prób pobrano z półtuszy prawych wychładzanych w temp. 2°C przez 24 godz. Następnie obie partie mięsa podzielono na dwie grupy. Pierwszą grupę przeznaczono do zamrażania przy użyciu ciekłego azotu, natomiast drugą w tradycyjnym tunelu owiewowym. Po 2-tygodniowym oraz 6-miesięcznym czasie zamrażalniczego przechowywania pobierano próby do analiz laboratoryjnych. Stwierdzono, że nieschlodzone (po uboju zwierząt) mięso wieprzowe mrożone przy użyciu ciekłego azotu po 2 tygodniach przechowywania charakteryzowało się wyższą wartością pH i zachowało lepsze właściwości sensoryczne w porównaniu z nieschlodzonym i schłodzonym (po uboju zwierząt) mięsem zamrożonym metodą owiewową. W miarę wydłużania okresu zamrażalniczego przechowywania do 6 miesięcy wzrastała stopniowo kwasowość mięsa oraz mniej wyczuwalne były różnice jakości sensorycznej mięsa zamrożonego w różnym czasie od uboju ciekłym azotem i metodą owiewową.

Słowa kluczowe: mięso wieprzowe, czas zamrażania od uboju, metody mrożenia, czas przechowywania, jakość sensoryczna

Wprowadzenie

Produkcja mięsa wieprzowego podlega dużym wahaniom. W związku z tym tworzenie rezerw oraz utrzymywanie zapasów mięsa jest niezbędne i stanowi ważny czynnik zwiększenia bezpieczeństwa żywnościowego [5, 13]. Rolę taką w znacznym stopniu spełnia zamrażanie żywności.

W czasie mrożenia mięsa znacznemu zahamowaniu ulegają procesy poubojowego dojrzewania, natomiast intensywnie przebiegają przemiany związane bezpośrednio lub pośrednio z wymrażaniem wody [6]. W związku z tym, czas zamrażania mięsa od

Prof. dr hab. J. Kondratowicz, dr inż. T. Daszkiewicz, mgr inż. I. Chwastowska, Katedra Towaroznawstwa Surowców Zwierzęcych, Wydz. Bioinżynierii Zwierząt, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, ul. Oczipowskiego 5, 10-719 Olsztyn

momentu uboju świń powinien być tak dobrany, aby zaawansowanie zmian poubojowych zapewniło po rozmrożeniu osiągnięcie przez mięso dobrej jakości technologicznej i konsumpcyjnej. W większości prac eksperymentalnych [8, 9, 12] podkreśla się, że najlepszą jakość mięsa uzyskuje się mroząc go po okresie wstępnego dojrzewania, w czasie którego ustępuje stężenie pośmiertne (łac. *rigor mortis*). Istnieją też poglądy [3, 4], że zamrożenie mięsa przed ustąpieniem stężenia pośmiertnego, może prowadzić do wystąpienia niekorzystnych zjawisk, mianowicie: tzw. „skurczu chłodniczego” (ang. cold shortening) oraz „skurczu rozmrożeniowego” (ang. thaw shortening). Skutki tego uzewnętrzniają się przede wszystkim w postaci mniejszej kruchości mięsa oraz zwiększonego wycieku soku mięsnego [10]. Inni autorzy [7] dowiedli, że zjawiska te nie zawsze występują, gdyż wpływa na nie wiele czynników związanych z wczesną autolizą mięsa, szybkością mrożenia oraz czasem zamrażalniczego przechowywania.

Możliwość mrożenia mięsa wieprzowego z pominięciem etapu poubojowego wychładzania może mieć określone znaczenie ekonomiczne. Pozytywne efekty wiąże się z likwidacją ubytków masy mięsa w procesie wychładzania i eliminacją z procesu mrożenia elementów mniej wartościowych tuszy jak: kości i tłuszcz.

Uwzględniając powyższe informacje przeprowadzono badania, których celem było określenie wpływu mrożenia mięsa wieprzowego przy użyciu ciekłego azotu i metodą owiewową w różnym czasie od uboju na ubytki masy, skład chemiczny i właściwości sensoryczne podczas zamrażalniczego przechowywania.

Materiał i metody badań

Badania przeprowadzono na próbach mięśnia najdłuższego lędźwi (*m. longissimus lumborum*), pochodzących z 60 tusz tuczników o pokroju zbliżonym do świń mięsnych oraz masie przedubojowej około 105 kg z reprezentacją płci 1:1. Ubój i obróbkę poubojową tusz przeprowadzono zgodnie z przepisami obowiązującymi w przemyśle mięsnym. Po około 45 min. od uboju wykonano pomiar kwasowości, tzw. pH_1 w mięśniu najdłuższym lędźwi obu półtuszy przy użyciu pH–metru Master firmy Dramiński. Do doświadczenia wybierano półtusze o mięsie normalnej jakości, określane jako RFN, tj. o $pH_1 > 6,3$ [7].

Łącznie pobrano 120 prób mięsa (lewa i prawa półtusza), o masie około 500 g. Czas pobierania prób do zamrażania był różny i zależał od ich dalszego traktowania. Pierwsze 60 prób wycięto z półtuszy lewych w stanie ciepłym po około 1 godz. od chwili uboju. Natomiast pozostałe 60 prób pobrano z półtuszy prawych wychłodzonych w temp. około 2°C przez okres 24 godz. Po tym czasie wykonano też pomiar stopnia zakwaszenia tkanki mięśniowej (pH_{24}), dokonując kwalifikacji prób wg następujących wartości granicznych: RFN (red, firm, non exudative) pH_u 5,5–5,7 [7]. Następnie obie partie mięsa podzielono na dwie grupy. Pierwszą grupę przeznaczono do zamrażania przy użyciu ciekłego azotu (60 szt.), natomiast drugą w tunelu owiewowym (60 szt.).

Obie grupy prób przeznaczono do zamrażalniczego przechowywania przez okres 2 tygodni i 6 miesięcy.

Metoda mrożenia przy użyciu skroplonego azotu

Doświadczalne zamrażanie prób mięsa wieprzowego ciekłym azotem w tunelu zamrażalniczym BOC przebiegało w sposób typowy dla urządzeń natryskowych [6]. Mięso ciepłe (nieschłodzone po uboju zwierząt), o temp. początkowej ok. 30°C mrożono bez opakowania po ok. 1 godz. od uboju. W trakcie procesu mrożenia temp. w komorze tunelu wahała się od ok. -85°C do ok. -100°C. Czas mrożenia do osiągnięcia temp. ok. -28°C wewnątrz prób wynosił 20 min. Mięso schłodzone do temp. ok. 2°C poddawano procesowi takiego samego zamrażania po 24 godz. od uboju zwierząt. Proces mrożenia przy zachowaniu identycznych parametrów temperatury, jak w przypadku mięsa nieschłodzonego po uboju zwierząt, był krótszy i wynosił 16 min.

Metoda mrożenia w tunelu owiewowym

Mrożenie tradycyjne prób pobranych z mięśnia najdłuższego lędźwi prowadzono w owiewowej komorze zamrażalniczej, stosując temp. -28°C, przy szybkości obiegu powietrza 3–4 m/s. Średnia temperatura prób w momencie rozpoczęcia zamrażania oraz tok postępowania były identyczne jak z próbami mrożonymi w ciekłym azocie. Czas mrożenia wynosił 18 godz. Wszystkie próby mrożono na tackach, bez opakowania. Po zamrożeniu temp. prób mięsa wynosiła około -28°C.

Zamrożone próby z obu grup doświadczalnych pakowano do woreczków z folii PA/PE i kartonów ażurowych, które następnie umieszczano w chłodni składowej w temp. -28°C na okres 2 tygodni i 6 miesięcy.

Metody oceny jakości mięsa

Po wyznaczonym terminie przechowywania zamrażalniczego pobierano sukcesywnie próby mięsa do analiz laboratoryjnych. Badania jakości prób były poprzedzone ich rozmrożeniem w woreczkach z folii PA/PE, w powietrzu o temp. około 4°C. Po osiągnięciu przez próby temp. około 1°C rozmrażanie przerywano. W celu właściwego przygotowania mięsa do oceny usuwano zewnętrzną tkankę tłuszczową i łączną z powierzchni rozmrożonych próbek. Następnie celem wykonania analiz chemicznych próbki rozdrabniano, stosując maszynkę do mielenia z siatką o średnicy oczek 2 mm, a następnie mięso dokładnie mieszano.

Badania obejmowały oznaczanie:

- ubytków masy prób w procesach: zamrażania, przechowywania i rozmrażania (ogółem), ważąc próbki w poszczególnych etapach technologii chłodniczej z dokładnością do 0,1 g;
- odczynu mięsa (po rozmrożeniu) na podstawie pomiarów wartości pH homogenatów wodnych mięsa (stosunek ilościowy mięsa do wody destylowanej 1:1), używając elektrody GK 2311C oraz pH-metru firmy Radiometer;

- zawartości składników podstawowych: suchej masy, białka ogółem, tłuszczu i związków mineralnych w postaci popiołu [11];
- jakości sensorycznej według metodyki podanej przez Baryłko-Pikielną [1]. Próbki mięśni o masie około 200 g wykrawano w poprzek włókien i poddawano obróbce termicznej polegającej na ogrzewaniu mięsa w 0,62% roztworze NaCl (stosunek wagowy roztworu do próbki mięsa 2:1) w temp. 75°C. Wszystkie oceniane próby znajdowały się w przykrytych i oznaczonych symbolami kodowymi naczyniach. Degustację przeprowadzono w temp. pokojowej ok. 20°C. Zastosowano 5-punktową ocenę sensoryczną jakości cząstkowej, oceniając następujące wskaźniki jakościowe: zapach, smakowitość, soczystość i kruchość. Ocenę przeprowadził stały 5-osobowy zespół laboratoryjny, sprawdzony pod względem wrażliwości sensorycznej na trzech niezależnych sesjach ocen.

Otrzymane wyniki doświadczenia poddano analizie statystycznej, uwzględniając podstawowe miary statystyczne (\bar{x} , s). Istotność różnic między grupami określano za pomocą testu Duncana stosując program komputerowy Statistica 6.0.

Wyniki i dyskusja

Następstwem utrwalania mięsa za pomocą niskich temperatur są między innymi naturalne ubytki masy. W zależności od ich wielkości następują zmiany w składzie chemicznym przechowywanego mięsa, a także tych właściwości sensorycznych mięsa, które zależą od zawartości wody [9]. Jednocześnie przyjmuje się, że wielkość wycieku z mięsa podczas rozmrażania w standardowych warunkach może być jedną z miar stopnia uszkodzenia struktury tkanki mięśniowej w procesie zamrażania, a więc może stanowić pośrednią ocenę różnych metod mrożenia [5, 12]. Z zamieszczonych w tab. 1. danych wynika, że łączne ubytki masy mięsa wieprzowego mrożonego przed i po wychłodzeniu przy użyciu ciekłego azotu, po dwóch tygodniach zamrażalniczego przechowywania były podobne i wynosiły około 2,17%. Jednocześnie były one w tym okresie przechowywania istotnie mniejsze od ubytków masy prób zamrożonych metoda owiewową, które wynosiły w mięsie nieschłodzonym 3,06%, a schłodzonym 3,63%. Ubytki masy mięsa wzrastały w miarę przedłużania czasu zamrażalniczego przechowywania do 6 miesięcy, a ich wielkość była istotnie wyższa w wychłodzonym mięsie mrożonym metodą owiewową (3,67%) w porównaniu z próbkami zamrożonymi w stanie ciepłym (3,04%).

Kwasowość mięsa jest jedną z najbardziej obiektywnych cech informujących o szybkości glikolizy poubojowej, stanowiącej podstawową przyczynę zróżnicowania jakości mięsa [7, 12]. W przeprowadzonych badaniach (tab. 1), określając wartość kwasowości końcowej mięsa (mierzonej po rozmrożeniu i w poszczególnych etapach przechowywania mięsa), stwierdzono istotne różnice w poziomie pH, zależne od czasu rozpoczęcia zamrażania od uboju, metody mrożenia i czasu przechowywania w stanie zamrożonym. Charakteryzując przebieg zmian pH w zależności od czasu rozpoczęcia zamrażania od uboju stwierdzono, że mięso nieschładzane, mrożone skroplonym

azotem po 2 tygodniach zamrażalniczego przechowywania cechowało się najwyższymi wartościami pH (6,41), a zatem mniejszą kwasowością niż mięso mrożone metodą owiewową (pH – 6,11). Najmniejszy spadek pH odnotowano w mięśniach schłodzonych, mrożonych zarówno metodą kriogeniczną, jak i owiewową. Po dwóch tygodniach przechowywania zamrażalniczego wskaźnik ten wyniósł odpowiednio 5,57 i 5,84. Niewątpliwie uzyskane wysokie wartości pH po rozmrożeniu w mięsie nieschłodzonym (przed zamrożeniem), szczególnie mrożonym przy użyciu ciekłego azotu, wynikały z nagłego spowolnienia procesu glikogenolizy na skutek szybkiego zamrożenia. W trakcie długotrwałego zamrażalniczego przechowywania związanego z wydłużeniem czasu z 2 tygodni do 6 miesięcy stwierdzano z reguły wyraźny wzrost kwasowości (spadek pH) w mięsie, niezależnie od zastosowanych metod mrożenia. W rezultacie poziom kwasowości mięsa po tym czasie przechowywania wskazywał na podobną jakość mięsa zamrożonego przy użyciu ciekłego azotu i metodą owiewową. Zaobserwowane prawidłowości mogą być zinterpretowane jako efekt postępującego procesu glikogenolizy i gromadzenia się kwaśnych produktów przemian przebiegający szczególnie intensywnie w procesie rozmrażania.

Wykazano (tab. 1), że zastosowane metody mrożenia i czas zamrażalniczego przechowywania wpłynęły istotnie na zawartość suchej masy mięsa wieprzowego. Zasobniejsze w suchą masę było mięso mrożone metodą owiewową niż przy użyciu ciekłego azotu. W miarę przedłużania czasu zamrażalniczego przechowywania w obu metodach mrożenia zarejestrowano zwiększenie udziału suchej masy. Wzrost ten był jednak większy w próbach mięsa zamrożonych metodą owiewową w porównaniu z mięsem mrożonym przy użyciu ciekłego azotu. Tendencje wzrostu względnej zawartości suchej masy w próbach mięsa, w zależności od zastosowanej metody mrożenia i czasu przechowywania, są zrozumiałe w związku z omawianymi poprzednio zmianami ubytków masy mięsa w badanych podgrupach doświadczalnych. W przeprowadzonych badaniach zmiany zawartości białka ogółem i tłuszczu w mięsie kształtowały się podobnie jak suchej masy. Potwierdzeniem zarejestrowanych zależności są wyniki charakteryzujące zawartość związków mineralnych, wyrażonych jako popiół, w mięsie. Wyrażony w liczbach względnych spadek wartości tego parametru, w czasie 6-miesięcznego zamrażalniczego przechowywania, spowodowany był prawdopodobnie większym wyciekami swobodnym z mięsa w czasie rozmrażania, a w związku z tym większym ubytkiem składników mineralnych [13].

Badania własne [8, 9] oraz dane literatury [4, 12] pozwalają sądzić, że jakość sensoryczna mięsa po obróbce termicznej jest funkcją wielu czynników. Podstawowe znaczenie w tym względzie mają wczesne przemiany poubojowe i autolityczne zachodzące podczas przechowywania mięsa [2]. Wartości liczbowe określające jakość sensoryczną mięsa wieprzowego w zależności od czasu rozpoczęcia zamrażania od uboju, metody mrożenia i czasu zamrażalniczego przechowywania przedstawiono w tab. 2. Mięso nieschłodzone, mrożone przy użyciu skroplonego azotu, przechowywane przez okres 2 tygodni było zdecydowanie wyżej oceniane pod względem zapachu,

smakowitości, soczystości i kruchości w porównaniu z analogicznymi próbkami zamrożonymi metodą owiewową. Analizując przebieg zmian jakości sensorycznej mięsa w funkcji czasu przechowywania stwierdzono zmniejszenie różnic w ocenie sensorycznej badanego mięsa. W czasie przechowywania obserwowano wzrost ocen za poszczególne wyróżniki sensoryczne w mięsie mrożonym metodą owiewową oraz zmniejszenie się niemal wszystkich wartości punktowych określających jakość sensoryczną mięsa mrożonego przy użyciu ciekłego azotu. Mimo tego trzeba stwierdzić, że jakość sensoryczna mięsa mrożonego z pominięciem etapu wychładzania tusz, po 6 miesiącach zamrażalniczego przechowywania była wysoka i podobna, zarówno prób mrożonych ciekłym azotem, jak i metodą owiewową. Uzyskane rezultaty badań tej oceny w powiązaniu z kształtowaniem się zmian pH mięsa w czasie zamrażalniczego przechowywania dowodzą o zachodzącym procesie dojrzewania mięsa i stopniowym zmniejszaniu się różnic między jakością sensoryczną mięsa zamrożonego szybko i powoli w czasie długotrwałego zamrażalniczego przechowywania.

Wyniki dotyczące sensorycznej oceny jakości mięsa wieprzowego mrożonego po wychłodzeniu przy użyciu ciekłego azotu i metodą owiewową, analizowane po 2 tygodniach przechowywania wskazują na tendencję nieco wyższych ocen za zapach (pożądalność) i smakowitość (natężenie) prób zamrożonych z zastosowaniem ciekłego azotu. Natomiast wyniki tej oceny, uzyskane po 6 miesiącach zamrażalniczego przechowywania, nie potwierdziły statystycznie, która z badanych technologii mrożenia wpływa korzystniej na zachowanie cech sensorycznych mięsa wieprzowego po obróbce termicznej.

Podsumowując wykonane badania można stwierdzić, że zmiany kwasowości mięsa po rozmrożeniu w powiązaniu z sensoryczną oceną jego jakości wykazywały widoczne prawidłowości. Mięso nieschłodzone po uboju zwierząt, mrożone przy użyciu ciekłego azotu, po 2 tygodniach przechowywania charakteryzowało się wyższą wartością pH i zachowało właściwości sensoryczne najwyżej ocenione w porównaniu z nieschłodzonym i schłodzonym mięsem mrożonym metodą owiewową. W miarę wydłużania czasu zamrażalniczego przechowywania do 6 miesięcy wzrastała stopniowo kwasowość mięsa oraz mniej wyczuwalne były różnice w jakości sensorycznej mięsa zamrożonego badanymi metodami w różnym czasie od uboju.

Tabela 1

Ubytki masy, pH i skład chemiczny mięsa wieprzowego, poddanego zamrażaniu różnymi metodami (n = 15).
Weight losses, pH, and chemical composition of pork meat (n = 15) being frozen using various freezing methods.

Wyszczególnienie Specification	Miara stat. Statistical measure	Czas rozpoczęcia zamrażania od uboju / Time point of commencing freezing following slaughter								Statystyczna istotność różnic Statistical significance of differences
		Nieschlodzone (1godz.) / Non-chilled meat (1 h)				Schłodzone (24 godz.) / Chilled meat (24 h)				
		Metoda mrożenia / Freezing method								
		LN ₂		Ow		LN ₂		Ow		
		0,5 (A)	6 (B)	0,5 (C)	6 (D)	0,5 (E)	6 (F)	0,5 (G)	6 (H)	
Ubytki masy (łącznie) [%] Weight losses (total)	\bar{x} s / SD	2,18 ±0,48	2,55 ±0,55	3,06 ±0,89	3,04 ±0,52	2,17 ±0,55	3,13 ±0,76	3,63 ±0,68	3,67 ±0,51	A,E<C,D,F,G,H** B<F*;G,H** C,D<G,H*
pH (po rozmrożeniu) (after defrosting)	\bar{x} s / SD	6,41 ±0,47	5,66 ±0,24	6,11 ±0,43	5,87 ±0,18	5,57 ±0,15	5,56 ±0,17	5,84 ±0,17	5,72 ±0,14	A,C>B,E,F,H** A,C>D,G* A>C* D,G>E,F**
Sucha masa [%] Dry matter	\bar{x} s / SD	24,44 ±1,25	25,11 ±1,28	25,91 ±1,37	25,96 ±1,31	24,99 ±1,17	25,27 ±1,19	26,30 ±1,28	26,36 ±1,16	A<C,D,G,H** B,E,F<G,H**
Białko ogółem [%] Total protein	\bar{x} s / SD	21,32 ±0,53	22,16 ±0,87	22,41 ±0,94	22,42 ±0,98	21,36 ±0,59	22,15 ±0,88	22,51 ±0,84	22,54 ±0,75	A,E<B,C,D,F,G,H**
Tłuszcz [%] Fat	\bar{x} s / SD	1,27 ±0,56	1,43 ±0,52	1,55 ±1,08	1,58 ±1,02	1,35 ±0,58	1,46 ±0,49	1,76 ±0,78	1,79 ±0,70	A<G,H*
Piopiół [%] Ash	\bar{x} s / SD	1,15 ±0,05	1,06 ±0,08	1,05 ±0,06	1,04 ±0,08	1,09 ±0,06	1,05 ±0,06	1,05 ±0,06	1,03 ±0,04	A>E*,B,C,D,F,G,H** E>C,D,F,G,H*

Objaśnienia: / Explanatory notes:

* różnice statystycznie istotne przy $p \leq 0,05$ / * statistically significant differences at $p \leq 0.05$;

** różnice statystycznie istotne przy $p \leq 0,01$ / ** statistically significant differences at $p \leq 0.01$;

LN₂ – metoda mrożenia przy użyciu ciekłego azotu / freezing method using liquid nitrogen;

Ow – metoda mrożenia w tunelu owiewowym / method of freezing in a ventilation tunnel.

Tabela 2

Jakość sensoryczna mięsa wieprzowego, poddanego zamrażaniu różnymi metodami (n = 15).

Sensory quality of pork meat being frozen using various freezing methods (n = 15).

Wyszczególnienie Specification	Miara stat. Statistical measure	Czas rozpoczęcia zamrażania od uboju / Time point of commencing freezing following slaughter								Statystyczna istotność różnic Statistical significance of differences
		Nieschlodzone (1godz.) / Non-chilled meat (1 h)				Schłodzone (24 godz.) / Chilled meat (1 h)				
		Metoda mrożenia / Freezing method								
		LN ₂		Ow		LN ₂		Ow		
		0,5 (A)	6 (B)	0,5 (C)	6 (D)	0,5 (E)	6 (F)	0,5 (G)	6 (H)	
Zapach – natężenie [pkt] Odour – intensity [scores]	\bar{x} s / SD	4,57 0,37	4,40 0,39	4,23 0,26	4,43 0,37	4,23 0,32	4,20 0,41	4,21 0,40	3,91 0,45	A>H**, C,E,F,G*
Zapach – pożądalność [pkt] Odour – desirability [scores]	\bar{x} s / SD	4,50 0,33	4,40 0,47	3,90 0,43	4,33 0,24	4,20 0,32	3,80 0,37	3,91 0,41	3,77 0,34	A>E*,C,F,G,H** B,D>C,F,G,H** E>C,F,G,H*
Smakowitość – natężenie [pkt] Flavour – intensity [scores]	\bar{x} s / SD	4,03 0,40	3,97 0,40	3,83 0,45	4,00 0,56	3,40 0,50	2,97 0,79	3,20 0,35	2,77 0,69	A,B,D>E,F,G,H** C>E*,F,G,H** E>G,H**
Smakowitość – pożądalność [pkt] Flavour – desirability [scores]	\bar{x} s / SD	4,30 0,56	4,00 0,38	3,37 0,64	3,98 0,42	3,88 0,45	3,17 0,77	3,65 0,55	3,05 0,67	A>E*,C,F,G,H** B,D>F,H** E>C,F,H**
Soczystość [pkt] Juiciness [scores]	\bar{x} s / SD	4,27 0,56	3,73 0,42	3,43 0,59	3,90 0,43	3,80 0,46	3,07 0,82	3,60 0,36	3,00 0,75	A>B,E*,C,F,G,H** B,E>F,H** D>C,F,H**
Kruchość [pkt] Tenderness [scores]	\bar{x} s / SD	3,97 0,72	3,77 0,59	3,53 0,89	3,90 0,43	3,58 0,86	3,40 0,39	3,50 0,80	3,30 0,31	A,D>C,E,G*,F,H** B>H**

Objaśnienia: / Explanatory notes:

* różnice statystycznie istotne przy $p \leq 0,01$ / * statistically significant differences at $p \leq 0,05$;

** różnice statystycznie istotne przy $p \leq 0,01$ / ** statistically significant differences at $p \leq 0,01$;

LN₂ – metoda mrożenia przy użyciu ciekłego azotu / freezing method using liquid nitrogen;

Ow – metoda mrożenia w tunelu owiewowym / method of freezing in a ventilation tunnel.

Wnioski

1. Ubytki masy mięsa wykazywały tendencję wzrostu w miarę wydłużania czasu zamrażalniczego przechowywania z 0,5 do 6 miesięcy, lecz ich wzrost był istotnie większy w mięsie wychłodzonym po uboju zwierząt i zamrożonym metodą owiewową w porównaniu z ubytkami masy nieschłodzonego i schłodzonego mięsa (po uboju zwierząt) zamrożonego przy użyciu ciekłego azotu. Zmiany względnego udziału ilości podstawowych składników mięsa były zależne od ubytków masy mięsa podczas zamrażalniczego przechowywania i zawartości suchej masy.
2. Stwierdzono, że nieschłodzone (po uboju zwierząt) mięso wieprzowe, mrożone przy użyciu ciekłego azotu po 2 tygodniach przechowywania charakteryzowało się wyższą wartością pH i wyżej ocenianymi właściwościami sensorycznymi w porównaniu z nieschłodzonym i schłodzonym mięsem, zamrożonym metodą owiewową. W miarę wydłużania czasu zamrażalniczego przechowywania do 6 miesięcy wzrastała stopniowo kwasowość mięsa oraz mniej wyczuwalne były różnice w jakości sensorycznej mięsa zamrożonego ciekłym azotem i metodą owiewową w różnym czasie od uboju.

Literatura

- [1] Baryłko-Pikielna N.: Zarys analizy sensorycznej żywności. WNT. Warszawa 1975.
- [2] Borzuta K.: Wpływ szybkiego wychładzania tusz wieprzowych na jakość mięsa i stopień jego zakażenia. Rocz. Inst. Przem. Mięs. Tłuszcz., 1999, **36**, 77-91.
- [3] Dransfield E.: Influence of freezing on the eating quality of meat. Bull. Inst. Int.. Froid, 1974, **6**, 1416-1420.
- [4] Faeco Sillveria E. T., Sillveria N. F. A., Beraquet N. J.: The influence of studding techniques on some quality aspects of pig meat. Proc. Int. Congr. Meat Sci. Technol. Barcelona, 1998, **44**, 1072-1073.
- [5] Gardin T.: Solving livestock handling problems. Vet. Med., 1994, **89**, 989-998.
- [6] Janicki A., Faust J.: Chłodzenie i zamrażanie kriogeniczne. Przem. Spoż., 1998, **8**, 26-28.
- [7] Kauffman R.G.: Odkrycia dotyczące jakości mięsa u świń. Trzoda Chlewna, 1997, **10**, 31-35.
- [8] Kondratowicz J.: Wpływ nowoczesnych metod mrożenia na jakość mięsa i tłuszczu wieprzowego po różnym okresie przechowywania w niskich temperaturach. Acta Acad. Agricult. Techn. Olst. Zootechnica, 1991, **34**, 3-61.
- [9] Kondratowicz J., Matusevičius P.: Use of low temperatures for food preservation. Veterinarija ir Zootechnika, 2002, **17**, **39**, 88-92.
- [10] Kondratowicz J., Matusevičius P.: Właściwości technologiczne mięsa wieprzowego zamrożonego przy użyciu ciekłego azotu i metodą owiewową w różnym czasie od uboju. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2003, **4** (37) Supl., 173-183.
- [11] Rak L., Morzyk K.: Chemiczne badania mięsa. Wyd. AR. Wrocław 2002, s. 87-146.
- [12] Sobina I.: Badania zmian jakości mięsa wieprzowego normalnego i wadliwego (PSE i DFD) w procesie autolizy w zależności od temperatury składowania. Acta. Acad. Agricult. Techn. Olst. Zootechnica, 1998, **62**, 1-98.
- [13] Zasoby Internetowe: Pierwszy Portal Rolny. <http://www.ppr.pl/PPRHome.jsp>. 2005.

THE BASIC CHEMICAL COMPOSITION AND SENSORY QUALITY OF PORK MEAT BEING FROZEN AT DIFFERENT TIME POINTS FOLLOWING SLAUGHTER

S u m m a r y

The experimental materials comprised samples of the longest lumbar muscle (*m. longissimus lumborum*) taken from 60 carcasses of fatteners showing live weights of approximately 105 kg, and characterized by a normal quality. Totally, 120 samples were taken, each sample weighing about 500 g. The initial 60 samples were cut out from hot left half carcasses after about 1 hour following slaughter. The remaining 60 samples were taken from right half carcasses chilled at 2°C for 24 hours. Then, the two batches of samples were divided into two groups. The first group was designed for freezing in liquid nitrogen, and the second group – also for freezing, but in a traditional ventilation tunnel. After a period of two weeks, and, next, of six months of freezing storage of pork meat, samples were collected for the purpose of laboratory analyses. It was stated that the non-chilled pork meat (straight upon the slaughter of animals) if frozen in liquid nitrogen, and stored for two weeks, had a higher pH value and better sensory properties compared with non-chilled and chilled (upon the slaughter of animals) pork meat that was frozen in the ventilation tunnel. When a period of freezing storage was prolonged up to six months, the acidity value of meat gradually increased, and differences in the sensory quality of samples frozen in liquid nitrogen and by the ventilation method at a different time following slaughter became less perceptible.

Key words: pork meat, time point of freezing following slaughter, freezing methods, time of freezing storage, sensory quality ☒