

IWONA CHWASTOWSKA, JACEK KONDRATOWICZ

WŁAŚCIWOŚCI TECHNOLOGICZNE MIĘSA WIEPRZOWEGO W ZALEŻNOŚCI OD CZASU ZAMRAŻALNICZEGO PRZECHOWYWANIA I METODY ROZMRAŻANIA

Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu czasu zamrażalniczego przechowywania i metody rozmrażania na ubytki masy, podstawowy skład chemiczny i właściwości fizykochemiczne mięsa wieprzowego. Porównano mikrofalową technologię rozmrażania mięsa z tradycyjną metodą w warunkach powietrza atmosferycznego. Rezultaty badań wykazały, że ubytki masy mięsa wieprzowego rozmrażanego metodą mikrofalową po 2 tygodniach zamrażalniczego przechowywania były istotnie niższe od ubytków masy mięśni rozmrażanych w powietrzu. Straty masy mięsa wzrastały w miarę wydłużania okresu przechowywania, jednak po 3 miesiącach stwierdzono zmniejszenie się różnic pomiędzy wielkością ubytków masy mięsa rozmrożonego metodą mikrofalową i w powietrzu. Zmiany właściwości technologicznych mięsa zależały od czasu zamrażalniczego przechowywania. Mięso wieprzowe po 2 tygodniach przechowywania, rozmrażane metodą mikrofalową i w powietrzu, charakteryzowało się ciemniejszą barwą w porównaniu z mięsem przechowywanym 3 miesiące.

Słowa kluczowe: mięso wieprzowe, zamrażalnicze przechowywanie, metody rozmrażania, właściwości technologiczne

Wprowadzenie

Kształtowanie wysokiej jakości mięsa wieprzowego i jego przetworów jest możliwe przy kompleksowym uwzględnieniu w ich produkcji wielu czynników. Występują one na wszystkich etapach produkcji żywca oraz mięsa i istotnie wpływają na jakość wyrobów gotowych. Konsument oczekuje obecnie produktów bardzo dobrych jakościowo, bezpiecznych i o wysokiej wartości odżywczej [10, 27]. Przemysł mięsny powinien spełniać wymagania klientów poprzez podnoszenie jakości i trwałości przechowalniczej surowców oraz ich bezpieczeństwa zdrowotnego [20, 27]. W okresie nadwyżek podaży mięsa na rynku najczęściej stosowaną metodą zagospodarowania tego surowca jest technologia zamrażania i zamrażalniczego przechowywania [5, 11, 15].

Zamrażanie mięsa powoduje zmiany jego jakości, związane bezpośrednio z procesem mrożenia oraz późniejszego przechowywania w stanie zamrożonym [6, 7]. Sobina [24] podkreśla, że stan zamrożenia nie hamuje w pełni procesów biofizykochemicznych zachodzących w mięsie, a jedynie je ogranicza. W czasie zamrażania mięsa znacznemu zahamowaniu ulegają procesy poubojowego dojrzewania, intensywnie natomiast przebiegają procesy związane bezpośrednio lub pośrednio z wymrażaniem wody [11, 21, 25]. Rozmrażanie stanowi końcowy etap technologii chłodniczej, którego celem jest przywrócenie właściwości mięsa, jak najbardziej zbliżonych do mięsa świeżego [5, 12, 13, 18, 26]. Na przebieg procesu rozmrażania istotny wpływ wywiera szereg czynników, wśród których najważniejszą rolę odgrywają parametry procesu, tj.: wilgotność względna powietrza i efektywny czas rozmrażania, zależny od temperatury środowiska rozmrażającego [3]. Proces rozmrażania jest zatem trudniejszy do kontrolowania niż proces zamrażania. Przez niewłaściwe rozmrażanie jakość mięsa zamrożonego i przechowywanego w niskich zakresach temperatury może ulec poważnemu pogorszeniu. W przemyśle mięso jest powszechnie rozmrażane w sposób naturalny w powietrzu, w warunkach niekontrolowanych. Proces ten trwa nawet kilka dni i może prowadzić do znacznych ubytków masy surowca oraz zmian właściwości fizykochemicznych. Wzrost udziału produktów mięsnych głęboko mrożonych oraz liczne wady tradycyjnych metod rozmrażania w powietrzu powodują, że aktualnym dążeniem w skali przemysłowej jest zastosowanie szybkich metod rozmrażania z możliwością kontroli parametrów procesu [12, 15, 19, 26].

Opisane względy skłoniły autorów do przeprowadzenia badań, których celem było określenie wpływu czasu zamrażalniczego przechowywania i metody rozmrażania na ubytki masy i właściwości fizykochemiczne mięsa wieprzowego. Porównano mikrofalową technologię rozmrażania mięsa z tradycyjną metodą w warunkach naturalnych powietrza atmosferycznego.

Materiał i metody badań

Materiał badawczy stanowiły tuczniaki hybrydy PIC o masie ok. 100–110 kg z reprezentacją płci 1:1, pochodzące z tuczarni tego samego hodowcy. Żywienie w okresie tuczu oraz warunki utrzymania zwierząt były podobne. Ubój i obróbkę poubojową tusz zaliczonych do klas mięsności E i U prowadzono zgodnie z przepisami obowiązującymi w przemyśle mięsnym. Po uboju półtusze poddawano procesowi chłodzenia w systemie dwustopniowym. W tunelu szybkiego wychładzania temp. otoczenia wynosiła -5°C , a szybkość ruchu powietrza około 1–3 m/s. Po 3,5 godz. tusze chłodzono w temp. 4°C przez 24 godz.

Badania przeprowadzono na próbach mięśnia najdłuższego lędźwi (*musculus longissimus lumborum*) pobranych z lewych i prawych półtuszy wieprzowych. Próbkę mięśni pochodziły wyłącznie z półtuszy charakteryzujących się poprawną jakością mięsa świeżego. Jako kryterium oceny jakości stosowano pomiar pH_1 i pH_{24} oznaczony w mięśniu najdłuższym lędźwi za pomocą pehametru WTW 340i po 45 min i po 24 godz. od momentu uboju. Do doświadczenia wybierano próby o mięsie

uważanym za normalne, określane jako RFN tj.: o $pH_1 > 6,3$ (eliminacja mięsa wodnistego) i $pH_{24} 5,6-5,8$ (wykluczenie mięsa DFD) [2, 16, 17, 28].

Łącznie pobrano 80 prób mięśni z lewej i prawej półtuszy, każda o masie około 500 g. Pakowanie mięśni prowadzono w temp. 4°C w standardowych warunkach Zakładu Mięsnego do opakowań z folii HD-PE. Następnie materiał badawczy poddawano zamrożeniu w komorze owiewowej o temp. powietrza -18°C i wymuszonym przepływie powietrza 1–2 m/s. Średnia temp. prób w momencie rozpoczęcia mrożenia wynosiła około 4°C , a po 18 godz. mrożenia temp. końcowa osiągnęła -18°C . Po zamrożeniu próby pakowano do zbiorczych opakowań kartonowych i przechowywano w komorze o temp. -18°C przez 2 tygodnie oraz przez 3 miesiące.

Rozmrażanie prób mięśni najdłuższych łędźwi po zakończonym czasie zamrażalniczego przechowywania prowadzono dwiema metodami: mikrofalową (40 szt.) i tradycyjną w warunkach naturalnych powietrza atmosferycznego (40 szt.).

Proces rozmrażania metodą mikrofalową polegał na umieszczeniu prób w urządzeniu mikrofalowym niemieckiej firmy TEC i poddaniu działaniu fal elektromagnetycznych o mocy 260 W przez 14 min, a następnie fal o mocy 120 W w ciągu 30 min. Po rozmrożeniu temp. w centrum mięśni wynosiła ok. 0°C , a w warstwie zewnętrznej ok. 10°C . Po 2-godzinnym okresie wyrównywania temperatur próby doprowadzano do temp. 4°C .

Proces rozmrażania w powietrzu atmosferycznym polegał na rozmrażaniu w hali produkcyjnej o temp. 4°C , przy wilgotności względnej ok. 85%, przez 24 godz.

Po rozmrożeniu mięśni najdłuższych grzbietu sukcesywnie pobierano próby do analiz ilościowo-jakościowych. W celu właściwego przygotowania mięsa do analiz laboratoryjnych usuwano zewnętrzną tkankę tłuszczową i ścięgniastą z powierzchni rozmrożonych prób. Następnie w wilku laboratoryjnym z siatką o średnicy oczek 2 mm, mięso rozdrabniano i mieszano.

Badania obejmowały oznaczanie:

- ubytków masy prób w procesach: zamrażania, przechowywania, rozmrażania (ogółem), ważąc próbki w poszczególnych etapach technologii chłodniczej z dokładnością do 0,1 g;
- składu podstawowego tkanki mięśniowej (suchej masy, białka ogółem, tłuszczu i związków mineralnych w postaci popiołu) [23];
- odczynu mięsa (po rozmrożeniu) na podstawie pomiarów wartości pH homogenatów wodnych mięsa (stosunek ilościowy mięsa do wody destylowanej 1:1), używając elektrody szklanej-kombinowanej (Hamilton-double pore) oraz pehametru firmy POL-EKO-APARATURA;
- jasności barwy na podstawie procentowego odbicia światła od powierzchni zmielonych prób mięsa, mierzonego w spektrokolorymetrze „Spekol” przy długości fali 560 nm z zastosowaniem przystawki remisyjnej R 45/O (wzorec bieli stanowiła płytka z tlenkiem magnezu);
- wodochłonności metodą Grau’a i Hamma [4]
- wycieku termicznego wg Janickiego i Walczaka [8].

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

Wyniki i dyskusja

Uzyskane w doświadczeniu wyniki, charakteryzujące badane mięso wieprzowe pod względem jakości technologicznej, przedstawiono w tab. 1. i 2.

Następstwem utrwalania mięsa za pomocą niskiej temperatury są między innymi ubytki masy. W zależności od ich wielkości następują zmiany w składzie chemicznym rozmrożonego mięsa, a także w tych jego właściwościach technologicznych, które zależą od zawartości wody [1, 14, 24]. Przyjmuje się, że wielkość wycieku z mięsa podczas rozmrażania różnymi metodami może być jedną z miar stopnia uszkodzenia struktury tkanki mięśniowej w procesie zamrażania, jak również pośrednią oceną różnych metod rozmrażania [11, 24]. Łączne ubytki masy mięsa wieprzowego rozmrażanego metodą mikrofalową po 2 tygodniach zamrażalniczego przechowywania były istotnie mniejsze o 1,87% w porównaniu z ubytkami masy prób rozmrażanych w powietrzu atmosferycznym (tab. 1). Ubytki masy mięsa wykazywały tendencję wzrostu w miarę wydłużania czasu zamrażalniczego przechowywania do 3 miesięcy, lecz ich wzrost był większy w mięsie rozmrażanym metodą mikrofalową w porównaniu z ubytkami masy mięsa rozmrażanego w powietrzu. W rezultacie po 3 miesiącach zamrażalniczego przechowywania stwierdzono stopniowe zmniejszanie się różnic pomiędzy wielkością ubytków masy mięsa wieprzowego rozmrażanego szybko metodą mikrofalową (5,15%) i wolniejszą w powietrzu atmosferycznym (6,98%). A zatem, zastosowanie mikrofalowej metody rozmrażania mięsa wieprzowego zmniejszyło straty masy surowca mięsnego w porównaniu ze stosowaną powszechnie metodą rozmrażania w powietrzu atmosferycznym, w przypadku krótkotrwałego zamrażalniczego przechowywania.

Analizując podstawowy skład chemiczny mięsa wieprzowego uwzględniono zawartość suchej masy, białka ogółem, tłuszczu i związków mineralnych oznaczonych w postaci popiołu (tab. 1). Wykazano, że czas zamrażalniczego przechowywania i metoda rozmrażania wpłynęły istotnie na zawartość suchej masy mięsa wieprzowego. Zasobniejsze w suchą masę było mięso rozmrażane w powietrzu atmosferycznym po 2 tygodniach zamrażalniczego przechowywania niż próby rozmrażane metodą mikrofalową. W miarę wydłużania czasu zamrażalniczego przechowywania do 3 miesięcy stwierdzono procentowy wzrost udziału suchej masy w mięsie, lecz był on większy w próbach rozmrażanych w powietrzu w porównaniu z próbami rozmrażanymi metodą mikrofalową. Tendencje wzrostu względnej zawartości suchej masy w mięsie w zależności od czasu zamrażalniczego przechowywania i metody

Tabela 1

Ubytki masy i skład chemiczny mięsa wieprzowego (n = 20)
Weight losses and chemical composition of the pork meat (n = 20)

Wyszczególnienie Specification	Miara stat. Statistical measure	Czas zamrażalniczego przechowywania [miesiące] Time period of the freezing storage [month]				Statystyczna istotność różnic Statistical significance of differences
		0,5 miesiąca [0.5 month]		3 miesiące [3 months]		
		Metoda rozmrażania / Thawing method				
		Mikrofalowa (A) Microwave	Powietrzna (B) Air	Mikrofalowa (C) Microwave	Powietrzna (D) Air	
Ubytki masy (łącznie) [%] Weight losses (total)	\bar{x} s / SD	3,74 ±1,71	5,61 ±2,68	5,15 ±2,04	6,98 ±4,18	D>A**, B,C* B,C>A**
Sucha masa [%] Dry matter	\bar{x} s / SD	26,42 ±0,97	27,54 ±1,04	26,83 ±0,89	28,31 ±1,14	D>A,C**,B* B>A**,C*
Białko ogółem [%] Total protein	\bar{x} s / SD	22,28 ±1,69	23,31 ±0,70	22,90 ±0,63	24,22 ±0,74	D>A,C**,B* B>A**,C*
Tłuszcz [%] Fat	\bar{x} s / SD	3,03 ±1,17	2,92 ±1,10	2,68 ±0,99	2,76 ±1,60	-
Popiół [%] Ash	\bar{x} s / SD	1,19 ±0,03	1,15 ±0,03	1,14 ±0,09	1,02 ±0,09	A,B,C>D**

* różnice statystycznie istotne przy $p \geq 0,05$ / * significant differences at a level of $p \geq 0,05$,

** różnice statystycznie istotne przy $p \geq 0,01$ / ** significant differences at a level of $p \geq 0,01$.

Tabela 2

Właściwości fizykochemiczne mięsa wieprzowego (n = 20)

Physical and chemical properties of the pork meat (n = 20)

Wyszczególnienie Specification	Miara stat. Statistical measure	Czas zamrażalniczego przechowywania [miesiące] Time period of the freezing storage [month]				Statystyczna istotność różnic Statistical significance of differences
		0,5 miesiąca [0.5 month]		3 miesiące [3 months]		
		Metoda rozmrażania / Thawing method				
		Mikrofalowa (A) Microwave	Powietrzna (B) Air	Mikrofalowa (C) Microwave	Powietrzna (D) Air	
pH ₁	\bar{x} s / SD	6,32 ±0,20	6,32 ±0,22	6,37 ±0,20	6,43 ±0,15	-
pH ₂₄ (przed przechowywaniem) (before storage)	\bar{x} s / SD	5,69 ±0,08	5,74 ±0,07	5,72 ±0,09	5,73 ±0,11	-
pH _u (po przechowywaniu) (after storage)	\bar{x} s / SD	5,64 ±0,05	5,66 ±0,10	5,56 ±0,06	5,63 ±0,11	A,B,D>C**
Jasność barwy [%] Colour lightness	\bar{x} s / SD	19,70 ±3,40	20,90 ±4,52	26,55 ±3,30	26,95 ±2,70	C,D>A,B**
Wodochłonność [cm ²] Water-holding capacity	\bar{x} s	8,53 ±0,97	7,14 ±0,90	8,74 ±0,83	7,89 ±0,89	A,C,D>B** D<C**,A*
Wyciek termiczny [%] Thermal shrinkage	\bar{x} s / SD	25,77 ±1,43	22,29 ±1,86	31,45 ±2,13	30,68 ±1,88	C,D>A,B** A>B**

* różnice statystycznie istotne przy $p \geq 0,05$ / * significant differences at a level of $p \geq 0,05$ ** różnice statystycznie istotne przy $p \geq 0,01$ / ** significant differences at a level of $p \geq 0,01$

rozmrzania są zrozumiałe w świetle omawianych poprzednio zmian ubytków masy mięsa w badanych grupach doświadczalnych. Zmiany zawartości białka ogółem w mięsie kształtowały się podobnie jak suchej masy. Zawartość tego składnika wzrastała, szczególnie w miarę wydłużania czasu zamrażalniczego przechowywania do 3 miesięcy w mięsie rozmrażanym w powietrzu atmosferycznym. Jak już wykazano, przy dłuższym zamrażalniczym przechowywaniu ubytki wody w mięsie były większe, ilość suchej masy wzrastała, a tym samym zwiększała się procentowa zawartość jej składników. Potwierdzeniem analizowanych zależności są wyniki charakteryzujące zawartość popiołu w mięsie. Wyrażony w liczbach względnych spadek wartości tego parametru w czasie 3-miesięcznego zamrażalniczego przechowywania spowodowany był prawdopodobnie większym wyciekaniem z mięsa w czasie rozmrażania, a tym samym większym ubytkiem składników mineralnych [11, 24].

Wśród wielu wskaźników określających właściwości technologiczne mięsa po rozmrożeniu, w przeprowadzonym doświadczeniu przebadano: kwasowość, barwę, wodochłonność i wyciek termiczny. Kwasowość jest jedną z najbardziej obiektywnych cech informujących o jakości mięsa. Analizując zamieszczone w tab. 2. wartości pH_1 mierzone po 45 min od chwili uboju tuczników można stwierdzić, że pobrane do doświadczenia próby mięśnia najdłuższego lędźwi charakteryzowały się dobrą jakością. Wartości wskaźnika pH_1 we wszystkich badanych grupach doświadczalnych były zgodne z założeniami metodycznymi i statystycznie nieistotne. Zawierały się w granicach wartości odpowiadających standardom jakościowym mięsa normalnego RFN (pH_1 powyżej 6,3) bez oznak wodnistości [9]. Również uzyskane wartości pH_{24} oznaczone po 24 godz. od uboju wynosiły od 5,56 do 5,66 i odpowiadały kryteriom jakościowym mięsa normalnego RFN (pH_{24} 5,5–5,8) [9]. Określając wartość kwasowości końcowej mięsa mierzonej po rozmrożeniu stwierdzono jedynie istotną różnicę w poziomie pH w grupie prób mięsa przechowywanego przez 3 miesiące i rozmrażanego metodą mikrofalową ($pH = 5,56$). W pozostałych badanych grupach mięsa kwasowość utrzymywała się na stałym dość niskim poziomie ($pH = 5,60$), a niewielkie różnice nie były statystycznie istotne.

Ważnym kryterium technologicznej jakości mięsa jest jego barwa. Barwnikiem mięśniowym odpowiedzialnym za wrażenie barwy jest mioglobina, która ulega utlenowaniu do oksymoglobiny lub utlenieniu do metmioglobiny. Zdaniem wielu autorów [1, 14, 22], na barwę mięsa wpływają dwa podstawowe czynniki: jego kwasowość oraz zawartość tłuszczu powodująca tzw. marmurkowatość mięsa. W doświadczeniu mięso przechowywane zamrażalniczo przez 2 tygodnie i rozmrażane metodą mikrofalową oraz w powietrzu atmosferycznym charakteryzowało się najniższym procentem odbicia światła (odpowiednio 19,70 i 20,90%), a więc ciemniejszą barwą w porównaniu z pozostałymi badanymi grupami mięsa. Analizując przebieg zmian jasności barwy mięsa w funkcji czasu zamrażalniczego

przechowywania zaobserwowano istotne wyjaśnienie barwy mięsa w miarę wydłużania czasu przechowywania z 2 tygodni do 3 miesięcy, niezależnie od zastosowanej metody rozmrażania. Mając na uwadze skupienie jasności barwy oraz białka w badanym okresie przechowywania mięsa, można prawdopodobnie rozważyć wystąpienie początku zjawiska oparzeliny zamrażalniczej. A zatem otrzymane wyniki pomiarów jasności barwy mięsa po 3-miesięcznym okresie zamrażalniczego przechowywania nie wykazały, która z badanych metod rozmrażania wpływała korzystniej na zachowanie barwy mięsa wieprzowego.

Uzyskane wyniki pomiarów wodochłonności mięsa określone metodą wycieku wymuszonego Grau'a i Hamma [4] wskazują na istnienie zależności między zmianą tej właściwości mięsa a wielkością ubytków masy w procesie technologii zamrażalniczej. Większe straty masy wody w czasie przechowywania zamrażalniczego ograniczały ilość wycieku wymuszonego z mięsa, co pozornie mogło wskazywać na lepszą wodochłonność dłużej przechowywanego mięsa, niezależnie od zastosowanych technologii rozmrażania.

Podsumowując, należy stwierdzić, że większość rozpatrywanych właściwości technologicznych mięsa wieprzowego zmieniała się w trakcie 3-miesięcznego zamrażalniczego przechowywania. Pozytywny wpływ badanej metody rozmrażania mikrofalowego mięsa wieprzowego można było zaobserwować w próbach badanych po 2 tygodniach przechowywania na podstawie istotnie mniejszych ubytków masy w porównaniu z mięśniami rozmrażanymi w powietrzu atmosferycznym. W miarę wydłużania czasu zamrażalniczego przechowywania do 3 miesięcy nie wykazano różnic w jakości technologicznej mięsa rozmrażanego badanymi metodami.

Wnioski

1. Ubytki masy mięsa wieprzowego rozmrażanego metodą mikrofalową po 2 tygodniach zamrażalniczego przechowywania były istotnie mniejsze w porównaniu z ubytkami masy mięśni rozmrażanych w powietrzu. Straty masy mięsa wzrastały w miarę wydłużania czasu zamrażalniczego przechowywania, jednak po 3 miesiącach stwierdzono zmniejszenie się różnic pomiędzy wielkością ubytków masy mięsa wieprzowego rozmrażanego metodą mikrofalową i w powietrzu.
2. Zmiany właściwości technologicznych mięsa wieprzowego zależały od czasu zamrażalniczego przechowywania. Mięso wieprzowe po 2 tygodniach zamrażalniczego przechowywania, rozmrażane metodą mikrofalową i w powietrzu atmosferycznym, charakteryzowało się ciemniejszą barwą w porównaniu z mięsem przechowywanym 3 miesiące.
3. Wykazano lepszą przydatność metody mikrofalowej rozmrażania mięsa wieprzowego, krótko przechowywanego w stanie zamrożonym w temp. -18°C .

Literatura

- [1] Bąk T., Kondratowicz J., Denaburski J.: Zmiany fizykochemiczne mięsa wieprzowego normalnego oraz z wadami PSE i DFD mrożonego metodą owiewową i za pomocą ciekłego dwutlenku węgla. Mat. Konf. Nauk. "Agrobiznes w regionie południowo-wschodniej Polski". Rzeszów 1998, s. 51-61.
- [2] Bendall J.R.: Post mortem changes in muscles-The structure and Function of Muscle. Ed G.H., Bourne. Acad. Press, New York, London 1960, p. 227-274.
- [3] Góral D.: Wilgotność powietrza rozmrażającego a dokładność wyznaczenia czasu rozmrażania produktów rolniczych. Tech. Chłod. i Klimat., 2003, **3**, 107-110.
- [4] Grau R., Hamm R.: Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung in Fleisch. Fleischwirt., 1952, **32(12)**, 295.
- [5] Gruda Z., Postolski J.: Zamrażanie żywności. WNT. Warszawa 1999.
- [6] Hoard N.F.: Food as cellular systems impact on quality and preservation. A review. J. Food Biochem., 1995, **19**, 191-238.
- [7] Horubała A.: Podstawy przechowywania żywności. PWN. Warszawa 1975.
- [8] Janicki M. A.: Mięso wodniste, jego znaczenie i występowanie. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 1970, **I (3)**, 13-20.
- [9] Kauffman R.G.: Odkrycia dotyczące jakości mięsa świń. Trzoda Chlewna, 1997, **10**, 31-35.
- [10] Klont R.E., Plastow G. S., Wilson E. R., Garnier J. P., Sosnicki A.A.: Przewidywanie ilości i jakości mięsa wieprzowego - wypełnianie luki między miogenezą a tendencjami konsumenckimi. Roczn. Inst. Przem. Mięś. i Tłuszcz., 2001, **38, Supl. II**, 17-29.
- [11] 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.
- [12] Kondratowicz J., Dajnowska K.: Możliwość rozmrażania mięsa i produktów mięsnych metodą tempering. Chłodnictwo, 2000, **1**, 42-44.
- [13] Kondratowicz J., Matusevičius P.: Use of low temperatures for food preservation. Veterinarija ir Zootechnika, 2002, **17 (39)**, 88-92.
- [14] 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.
- [15] Kopeć A.: Czy swobodny wyciek rozmrażalniczy może być obiektywnym wskaźnikiem zmian jakości mięsa w czasie przechowywania zamrażalniczego. Gosp. Mięś., 2003, **6**, 18-20.
- [16] Kortz J.: Ocena występowania wad typu PSE I DFD na podstawie cech sensorycznych, chemicznych i fizycznych. Mat. VII Kongresu Polskiego Towarzystwa Nauk Weterynaryjnych. Lublin 1983, 15-17 września, s. 998-999.
- [17] Kortz J.: The chief defects of meat and methods of detection. Pol. J. Food Nutr. Sci., 2001, **10/51, 3**, 6-10.
- [18] Lechowski J., Walkiewicz A., Jankowski Ł.: Wpływ rozmrażania mięsa mikrofalami na zawartość kwasu askorbinowego w wyrebach podstawowych świń rasy wbp. Biul. Nauk., 2002, **16**, 63.
- [19] Mitrus M.: Zastosowanie mikrofal w technologii żywności. Post. Nauk. Roln., 2000, **4**, 99-113.
- [20] Paliwoda A.: Żywność chłodzona o minimalnym stopniu przetworzenia. Post. Tech. Przetw. Spoż., 2003, **2**, 44-46.
- [21] Postolski J.: Prawie wszystko o technologii chłodniczej żywności. Tech. Chłod. i Klim., 2003, **12**, 444-447.

- [22] Przybylski W., Koćwin-Podsiadła M., Kaczorek S., Krzęcio E.: Zależność pomiędzy wartością potencjału glikolitycznego mięśnia LD, mierzonego przyżyciowo u świń a pH końcowym mięsa i jego wydajnością technologiczną. Mat. XXVII Sesji Naukowej KTChiŻ PAN, Szczecin 1996, s. 48-52.
- [23] Rak L., Morzyk K.: Chemiczne badania mięsa. WAR. Wrocław 2002, s. 87-146.
- [24] Sobina I.: Badania zmian jakości mięsa wieprzowego normalnego i wadliwego (PSE i DFD) w procesie autolizy w zależności od temperatury składowania. Rozp. hab., Wyd. ART Olsztyn 1998, 1, 5-98.
- [25] Sobina I., Kondratowicz J.: Ultrastruktureller Bau der Schweinemuskeln. Morphologische Unterschiede zwischen normalen und Fleisch mit PSE- und DFD- Merkmalen. Fleischwirt., 1999, 11, 98-100.
- [26] Surówka K.: Mikrofale i ich zastosowanie w technologii żywności. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 1994, 1(1), 13-21.
- [27] Weber H.: Mehr Sicherheit und Stabilität. Fleischwirt., 2002, 5, 57-62.
- [28] Withr F.: pH-Wert und Fleischwarenherstellung. Fleischwirt., 1972, 58(9), 1458-1468.

TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF A FROZEN PORK MEAT DEPENDING ON THE STORAGE TIME PERIOD AND A THAWING METHOD

S u m m a r y

The objective of the present paper was to determine effects of a freezing storage time and a thawing method on the weight loss, basic chemical composition, and physical and chemical properties of the pork meat. A microwave technology of thawing was compared with a traditional thawing in the atmospheric air. The results of the study showed that weight losses in the pork meat thawed in a microwave oven, and determined after two weeks of being stored under the freezing conditions, were significantly lower than in the pork meat thawed under natural conditions, i.e. in the atmospheric air. The weight losses increased as the time of cold storage was prolonged, however, three months later, it was stated that differences between the samples thawed using the two methods examined became reduced. Changes in the technological properties of the pork meat depended on the freezing storage time. The pork meat thawed in a microwave oven, and in the atmospheric air, and stored for two weeks, was characterized by a darker colour if compared with the pork meat that was stored during a period of three months.

Key words: meat of pork, freezing storage, thawing method, technological properties ☒