

Wpływ terminu przechowywania na skład chemiczny, właściwości technologiczne i sensoryczne mięsa wieprzowego

Effect of storage time on the chemical composition and the technological and sensory properties of pork

JANUSZ F. POMIANOWSKI^{1/}, WIESŁAW SOBOTKA^{2/}

^{1/} Katedra Technologii i Chemii Mięsa, Wydział Nauki o Żywności, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

^{2/} Katedra Żywienia Zwierząt i Paszoznawstwa, Wydział Bioinżynierii Zwierząt, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Wprowadzenie. Uzyskanie wysokiej jakości mięsa jest możliwe dzięki uwzględnieniu sposobu żywienia, rasy, płci i typu użytkowego zwierząt. Jakość mięsa opisuje wartość odżywcza, cechy sensoryczne, właściwości technologiczne oraz bezpieczeństwo zdrowotne. By zachować właściwą jakość, mięso się zamraża.

Cel. Określenie wpływu terminu przechowywania na skład chemiczny, właściwości funkcjonalne i sensoryczne mięsa wieprzowego.

Materiały i metody. Badaniem objęto schab i szynkę 24 tuczników, mieszańców ras (samica WBP x PBZ) x samiec Duroc. Mięso podzielono na 3 części; analizowano jako mięso świeże i mrożone przez 1 i 3 miesiące. W mięsie oznaczano skład chemiczny, zdolność emulgowania, pH, WHC oraz barwę CIE. W gotowanym mięsie określono wyciek termiczny oraz jakość sensoryczną.

Wyniki. W analizie podstawowego składu chemicznego mięsa wykazano, że wraz z czasem przechowywania ilość suchej masy wzrasta. Analizując wartości pH stwierdzono, że mięso było dobrej jakości, a pH badanych elementów wraz z wydłużaniem czasu mrożenia malało. Zmiany jasności barwy (L*) przechowywanego schabu i szynki były niewielkie i nieistotne statystycznie. Odwrotne tendencje przejawiały parametry a* i b*. Wodochłonność i wyciek termiczny wzrastały wraz z czasem mrożenia. W ocenie sensorycznej dłużej mrożone mięso uzyskuje wyższe oceny.

Wnioski. Czas przechowywania wpływa na zmiany zawartości suchej masy, co jednocześnie miało wpływ na pozostałe składniki mięsa. Barwa mięsa zależała od czasu zamrażalniczego przechowywania, dłużej przechowywane cechuje się ciemniejszą barwą. Właściwości technologiczne nie wykazywały większego zróżnicowania w zależności od terminu przechowywania. W ocenie sensorycznej mięso dłużej mrożone uzyskuje wyższe oceny.

Słowa kluczowe: przechowywanie, wieprzowina, skład chemiczny, właściwości funkcjonalne, ocena sensoryczna

Introduction. Obtaining high quality meat is possible by taking into account the feeding regime, breed, sex and type of livestock being bred for meat production. The quality of meat can be described in terms of its nutritional value, sensory characteristics, technological properties and safety for consumer health. In order to preserve its quality, meat is usually frozen.

Aim. To determine the effect of storage times on the chemical composition and the functional and sensory properties of pork.

Materials & methods. The study examined the loin and ham from 24 mixed race porkers (female WBP x PBZ) x male Duroc. Three types of meat were tested: fresh, frozen for 1 month and frozen for 3 months. The meat's following properties were then determined: its chemical composition, emulsification capability, pH, WHC, and CIE colour. In cooked meat, sensory quality and thermal leakage were also determined by the Walczak method.

Results. Analysis showed that as storage time was extended, the dry meat content increased. When analyzing the pH values of the meat, it was found to be of good quality, with the pH of the tested parts decreasing as the length of time freezing was extended. Changes in the colour brightness (L*) of stored loin and ham were small and statistically insignificant. Opposite tendencies were manifested by parameters a* and b*.

Conclusion. Storage time had a significant influence on changes in dry matter content of meat, while simultaneously affecting on the other components. The colour of the meat depended on the length of time it was stored frozen, with longer storage times resulting in a darker colour. Length of storage time did not result in any major differences in the meat's technological properties. In terms of sensory evaluation, meat frozen for longer periods of time obtained higher evaluations.

Key words: storage, pork, chemical composition, functional properties, sensory evaluation

© Probl Hig Epidemiol 2018, 99(4): 331-335

www.phie.pl

Nadesłano: 15.07.2018

Zakwalifikowano do druku: 24.10.2018

Adres do korespondencji / Address for correspondence

dr inż. Janusz Pomianowski

Katedra Technologii i Chemii Mięsa, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski

ul. Plac Cieszyński 1, 10-718 Olsztyn

tel. 89 523 36 17, e-mail: janusz.pomianowski@uwm.edu.pl

Wprowadzenie

Uzyskanie wysokiej jakości mięsa jest możliwe dzięki uwzględnieniu szeregu czynników występujących w produkcji żywca. Należą do nich przede

wszystkim: sposób żywienia zwierząt, ich rasa, płeć czy typ użytkowy [1-4]. Istotnymi czynnikami jakości mięsa ważnymi zarówno dla przetwórców jak i konsumentów są jego wartość odżywcza, cechy sensoryczne,

właściwości technologiczne oraz bezpieczeństwo zdrowotne [1, 5]. W celu zachowania i utrzymania wysokiej jakości mięsa stosuje się różne sposoby jego konserwowania. Procesy te zabezpieczają mięso przed niekorzystnym oddziaływaniem wielu różnorodnych czynników chemicznych, fizycznych lub biologicznych. Wśród wielu znanych metod utrwalania mięsa najbardziej powszechną wydaje się być jego zamrażanie [6]. Taką metodę przechowywania mięsa preferują zakłady przetwórcze, handel oraz konsumenci [7, 8]. Należy tu wskazać na fakt, że zarówno sam proces zamrażania jak i dalsze przechowywanie mięsa w ujemnych temperaturach oprócz utrwalania surowca wpływa bezpośrednio również na niektóre jego właściwości technologiczne [9]. Zmieniają się przede wszystkim wartość pH mięsa, jego barwa i wodochłonność. Wzrasta zawartość suchej masy a także kruchość mięsa. Zmianom ulega również wielkość wycieku cieplnego oraz zdolność żelowania białek mięśniowych po przeprowadzonej obróbce termicznej [8, 9]. Dobór temperatury w komorze mrożenia zależy od jakości mięsa i okresu jego przechowywania. Literatura przedmiotu podaje szeroki zakres temperatur w jakiej przechowuje się zamrożone mięso od -18 do -55°C [9-11]. Za optymalną temperaturę, w której winno być przechowywane mięso przyjmuje się -40°C [12].

Cel

Określenie wpływu terminu przechowywania na skład chemiczny, właściwości funkcjonalne i sensoryczne mięsa wieprzowego.

Materiały i metody

Materiałem badawczym było mięso wieprzowe pozyskane od 24 tuczników, mieszańców ras (♀ WBP x PBZ) x ♂ Duroc o zbliżonej masie ciała ok. 115 kg, pochodzące od tego samego hodowcy. Zwierzęta żywiono zgodnie z Normami Żywienia Świń [13]. Po uboju i obróbce poubojowej w zakładach mięsnych „Warmia” w Biskupcu z wychłodzonych w temp. $2-4^{\circ}\text{C}$ przez okres 24 h, prawych półtuszy pobrano próbki z mięśnia najdłuższego grzbietu (*m. longissimus dorsi*) oraz z szynki (*m. semimembranosus*), które odpowiednio zabezpieczone przekazano do Katedry Technologii i Chemii Mięsa UWM w Olsztynie. Następnie porcje mięsa (schabu, jak i szynki) podzielono na 3 części. Pierwszą część analizowano jako mięso świeże, dwie następne części zamrożono i przechowywano odpowiednio przez 1 oraz 3 miesiące w temp. -18°C . Rozmrażanie prób mięsa po zakończonym terminie zamrażalniczego przechowywania prowadzono metodą tradycyjną w warunkach chłodniczych (4°C) przez 24 godz. W mięsie świeżym i przechowywanym oznaczano podstawowy skład chemiczny AOAC [14],

zdolność emulgowania metodą opisaną przez Świderskiego [15], kwasowość czynną (pH) za pomocą pehametru (Radiometer) z elektrodą PHC 4406, wodochłonność (WHC), jako powierzchnię wycieku według metody Grau'a i Hamma w modyfikacji van Oeckel i wsp. [16] oraz barwę mięsa w systemie CIE L^* , a^* , b^* metodą odbiciową za pomocą chromometru Minolta CR-400. Dodatkowo w mięsie określono wyciek termiczny metodą Walczaka [17] oraz wykonano ocenę sensoryczną metodą 5. punktową, podczas której oceniano: smak, zapach, barwę i konsystencję [18, 19]. Próbkę mięsa po obróbce cieplnej (gotowanie na parze) w piecu konwekcyjno-parowym firmy Beck oceniał 10. osobowy przeszkolony zespół spełniający odpowiednie wymogi formalne.

Zebrany materiał liczbowy opracowano metodą jednoczynnikowej analizy wariancji w układzie ortogonalnym. Istotność różnic pomiędzy wartościami średnimi weryfikowano testem Duncana. Obliczenia wykonano przy użyciu programu Statistica 13.0 PL.

Wyniki

Wyniki składu chemicznego oraz właściwości technologicznych i sensorycznych schabu (*m. longissimus dorsi*) przedstawiono w tabeli I, a w tabeli II szynki (*m. semimembranosus*). W analizie podstawowego składu chemicznego obu badanych elementów mięsnych wykazano, że wraz z długością czasu przechowywania następował wzrost udziału suchej masy. Stwierdzono również, że długość mrożenia wpływa istotnie na zmiany ilości suchej masy w schabie ($p < 0,05$). W przypadku szynki zróżnicowanie to nie było istotne statystycznie. Zawartość białka w badanym mięsie w trakcie przechowywania wzrastała tylko w pierwszym okresie i nie była istotna statystycznie. W następnym okresie (3 miesiące) ilość białka, zarówno w schabie, jak i szynce, pozostawała na tym samym niezmiennym poziomie. Podobną tendencję stwierdzono również w przypadku tłuszczu, zaś w zawartości popiołu odwrotną – jego ilości wraz z czasem przechowywania malały. Zróżnicowanie to było istotne statystycznie tylko dla schabu ($p < 0,05$).

Porównując parametry barwy badanych mięśni stwierdzono, że mięso wraz z wydłużaniem czasu zamrażalniczego przechowywania ciemniało. Świadczą o tym fakcie malejące wartości parametru L^* . Zarówno w przypadku schabu, jak i szynki, zmiany wartości tego parametru po różnych okresach przechowywania były niewielkie i nieistotne statystycznie. Odwrotne tendencje przejawiały parametry a^* i b^* . Wartości tych parametrów oznaczone dla mięsa świeżego tak schabu, jak i szynki, były niższe niż mięsa mrożonego, ale tylko różnice wartości udziału barwy czerwonej w przypadku schabu były istotne statystycznie ($p < 0,01$).

Analizując wartości pH badanego mięsa, wynoszących w przypadku mięsa świeżego 6,01 (schab) i 6,02 (szynka) można stwierdzić, że mięso użyte do doświadczenia było dobrej jakości. Wielkości pH obu badanych elementów wraz z wydłużaniem okresu mrożenia malały i były istotne statystycznie ($p < 0,01$). Po 1 miesiącu przechowywania wartość pH w schabie obniżyła się o 0,18, a w szynce o 0,19. Po kolejnym okresie przechowywania szybkość tych

przemian spadła. Zmiany pH mięsa wpływają na jego właściwości funkcjonalne. Wodochłonność schabu zmieniała się wraz z wydłużeniem czasu mrożenia od 6,42 cm² (mięso świeże) do 7,01 cm² (mięso mrożone 3 miesiące) i różnicowanie to było nieistotne. W przypadku szynki wartości te były nieco niższe i zmieniały się odpowiednio od 5,21 cm² do 6,50 cm² i różnica ta była istotna ($p < 0,05$). Wodochłonność mięsa odzwierciedla się w wycieku termicznym. Schab

Tabela I. Skład chemiczny, właściwości technologiczne i sensoryczne schabu (M±SD)
Table I. Chemical composition, technological and sensory properties of the loin (M±SD)

Wyszczególnienie /Specification		Termin przechowywania, miesiąc /Storage term, month		
		0	1	3
skład chemiczny /chemical composition	sucha masa /dry mass [%]	25,53 ^a ±0,77	26,64 ^b ±1,00	28,15 ^a ±1,15
	popiół surowy /crude ash [%]	1,15 ^a ±0,02	1,09 ^b ±0,01	1,09 ^b ±0,01
	białko ogólne /Total protein [%]	20,17 ^b ±0,79	20,68 ^a ±0,86	20,68±0,90
	tłuszcz /fat [%]	2,94±0,59	2,97±0,15	3,02±0,55
barwa /colour	L*	46,72±0,47	46,14±0,54	45,78±0,43
	a*	8,67 ^{bb} ±1,04	9,41 ^a ±0,20	9,99 ^A ±0,27
	b*	3,21±0,21	3,69±0,19	3,88±0,12
właściwości technologiczne i sensoryczne /technological and sensory properties	pH	6,01 ^A ±0,15	5,83 ^A ±0,21	5,67 ^B ±0,17
	wydajność emulgowania [cm ³ oleju/0,1 g] /emulsifying capacity [cm ³ oil/0,1 g]	78,81 ^B ±1,30	80,16 ^B ±1,22	81,96 ^{Aa} ±1,91
	wodochłonność /water absorption (WHC) [cm ²]	6,42±1,32	6,81±1,01	7,01±1,93
	wyciek termiczny /thermal leakage [%]	31,52 ^b ±5,20	33,38±2,28	34,26 ^a ±2,11
	smak [pkt] /taste [point]	3,95±0,51	4,02±0,45	4,08±0,38
	zapach [pkt] /smell [point]	3,81±0,44	3,87±0,39	3,98±0,27
	barwa [pkt] /color [point]	3,89±0,48	3,98±0,26	4,01±0,33
	konsystencja [pkt] /consistency [point]	3,79 ^b ±0,35	3,94 ^b ±0,34	4,21 ^{Aa} ±0,44
	ocena łączna [pkt] /overall rating [point]	3,86 ^b ±0,43	3,95 ^b ±0,35	4,10 ^{Aa} ±0,36

Wartości oznaczone różnymi literami różnią się od siebie istotnie: ^{A, B, C} na poziomie $p < 0,01$; ^{a, b, c} na poziomie $p < 0,05$ /Values marked with different letters differ significantly from one another: ^{A, B, C} at the level $p < 0,01$; ^{a, b, c} at the level $p < 0,05$

Tabela II. Skład chemiczny, właściwości technologiczne i sensoryczne szynki (M±SD)
Table II. Chemical composition, technological and sensory properties of ham (M±SD)

Wyszczególnienie /Specification		Termin przechowywania, miesiąc /Storage term, month		
		0	1	3
skład chemiczny /chemical composition	sucha masa /dry mass [%]	25,34±0,16	26,19±0,18	27,44±0,23
	popiół surowy /crude ash [%]	1,17±0,07	1,09±0,05	1,04±0,08
	białko ogólne /Total protein [%]	21,02±0,86	21,09±0,82	21,09±0,83
	tłuszcz /fat [%]	3,75±0,12	3,87±0,11	3,87±0,15
barwa /colour	L*	43,09±2,04	39,34±2,98	37,76±1,29
	a*	11,76±1,88	12,59±1,52	13,31±1,73
	b*	3,18±0,21	3,21±0,39	3,21±0,19
właściwości technologiczne i sensoryczne /technological and sensory properties	pH	6,02 ^A ±0,25	5,83 ^A ±0,32	5,70 ^B ±0,21
	wydajność emulgowania [cm ³ oleju/0,1 g] /emulsifying capacity [cm ³ oil/0,1 g]	82,54±1,00	82,42±2,93	82,29±2,23
	wodochłonność /water absorption (WHC) [cm ²]	5,21 ^B ±1,65	5,98±1,47	6,50 ^A ±1,70
	wyciek termiczny /thermal leakage [%]	29,27±2,15	33,23±3,65	35,90±3,04
	smak [pkt] /taste [point]	3,79±0,64	3,84±0,51	3,97±0,53
	zapach [pkt] /smell [point]	3,73±0,57	3,86±0,52	3,89±0,27
	barwa [pkt] /color [point]	3,89±0,36	3,80±0,32	3,80±0,33
	konsystencja [pkt] /consistency [point]	3,70±0,42	3,73±0,44	3,86±0,61
	ocena łączna [pkt] /overall rating [point]	3,79±0,47	3,80±0,43	3,88±0,43

cechował statystycznie istotny ($p < 0,05$) wyciek termiczny, wzrastający wraz z czasem mrożenia od 31,52 do 34,26%. W przypadku szynki wartości te wzrastały od 29,27 do 35,90%, lecz zróżnicowanie to było nieistotne statystycznie.

Analiza danych uzyskanych z oceny sensorycznej mięsa wykazała, że dłużej przechowywane mrożone mięso uzyskuje coraz wyższe oceny. Badane próbki mięsa zostały ocenione jako dobre pod względem sensorycznym, a porównując schab oraz szynkę, to ten pierwszy okazał się nieco lepszy.

Dyskusja

Wartość odżywczą mięsa determinuje przede wszystkim jego podstawowy skład chemiczny. Skład ten zależy zarówno od czynników przyżyciowych jak też i przemian zachodzących w mięsie po śmierci zwierzęcia. Dodatkowo podstawowy skład chemiczny mięsa kształtowany jest poprzez stosowane metody utrwalania i co z tym związane zmiany zachodzące podczas przechowywania [1-3, 5, 20, 21]. Uzyskane wyniki badań własnych potwierdzają ten fakt i wskazują, że długość czasu mrożenia mięsa ma istotny wpływ na zmiany ilości suchej masy a tym samym na jego skład chemiczny.

Istnieje wiele wskaźników opisujących jakość mięsa świeżego, jak i przechowywanego [22, 23]. Jednym z podstawowych parametrów jego jakości jest kwasowość czynna, charakteryzująca stopień glikolizy zachodzącej w mięsie po uboju zwierzęcia [3, 23-25]. Jak wskazują Farouk i wsp. [20] po zakończeniu procesu dojrzewania mięsa zmiany pH podczas dłuższego przechowywania mogą wynikać z powstawania w procesie proteolizy wolnych kwasów, aminokwasów czy peptydów. Odpowiednia kwasowość mięsa kształtuje także badane w niniejszej pracy właściwości technologiczne mięsa [3, 22, 26]. Jedną z pierwszych do zaobserwowania cech jest barwa mięsa. Jak wykazano w niniejszych badaniach mięso wraz ze wzrostem pH oraz czasem zamrażalniczego przechowywania ciemnieje – zmniejszają się wartości jasności (L). Podobną tendencję podają Chwastowska i Kondratowicz [22], jednakże autorzy wskazują na możliwość wystąpienia zjawiska oparzeliny mrozowej mogącej nieco zmniejszyć barwę mięsa. Zależność pomiędzy pH mięsa, a jego barwą opisuje literatura przedmiotu [5, 26]. Autorzy ci udowodnili, że zmniejszenie wartości pH mięsa powoduje zmianę barwy mięsa oraz zmniejsza

zdolność zatrzymywania wody. Wyniki uzyskane w niniejszej pracy potwierdzają taką zależność, wskazując jednocześnie na ściśle powiązania wodochłonności mięsa oraz jego wycieku po obróbce cieplnej. Uzyskane w badaniach wartości obu tych badanych cech oraz ich zmiany w trakcie zamrażalniczego przechowywania są porównywalne do szeregu prac badawczych prowadzonych zarówno na mięsie wieprzowym, jak i na koninie czy wołowinie [21, 22, 27, 28].

Ocena sensoryczna mięsa jest bardzo ważnym parametrem jakości zarówno dla konsumentów, jak i przetwórców. Czas zamrażalniczego przechowywania ograniczają niekorzystne zmiany tłuszczu zawartego w mięsie, mogące wpływać na pogorszenie jego cech sensorycznych. Przemiany wody zawartej w mięsie, w procesie zamrażania i przechowywania przyczyniają się do zmian jego struktury i tekstury. Często zmiany te niosą negatywne skutki; czasami jednak przynoszą pozytywne. Te ostatnie dotyczą w szczególności kruchości mięsa [6, 29]. Uzyskane wyniki oceny sensorycznej zdają się potwierdzać niniejsze zależności. Oba rodzaje mięsa w zakresie konsystencji po przechowywaniu zostały wyżej ocenione. Wydaje się jednocześnie, że lepsza konsystencja mięsa znalazła swoje odzwierciedlenie w wartościach oceny łącznej badanych rodzajów mięsa.

Wnioski

1. Czas przechowywania wpływa na zmiany zawartości suchej masy, co jednocześnie miało wpływ na pozostałe składniki mięsa. Jednak tylko w przypadku schabu wartości te były istotne statystycznie.
2. Zmiany barwy mięsa wieprzowego zależały od czasu zamrażalniczego przechowywania; po przechowywaniu zarówno schab, jak i szynka, cechowały się nieco ciemniejszą barwą.
3. Oceniane właściwości technologiczne badanego mięsa w znacznym stopniu zależały od terminu przechowywania.
4. W ocenie sensorycznej mięso dłużej mrożone uzyskiwało wyższe oceny, a w porównaniu obu elementów schab oceniono nieco wyżej.

Źródło finansowania: Praca nie jest finansowana z żadnego źródła.

Konflikt interesów: Autorzy deklarują brak konfliktu interesów.

Piśmiennictwo / References

1. Karpiesiuk K, Falkowski J, Raubo B i wsp. Wpływ systemu chowu i sposobu żywienia tuczników na ich wartość rzeźną i jakość mięsa. *Żywn Nauk Technol Jakość* 2016, 5(108): 45-59.
2. Grześkowiak E, Borzuta K, Lisiak D i wsp. Właściwości fizykochemiczne i sensoryczne oraz skład kwasów tłuszczowych mięśnia longissimus dorsi mieszańców pbz x wbp oraz pbz x (d x p). *Żywn Nauk Technol Jakość* 2010, 6(73): 189-198.
3. Przybylski W, Jaworska D, Boruszewska K i wsp. Jakość technologiczna i sensoryczna wadliwego mięsa wieprzowego. *Żywn Nauk Technol Jakość* 2012, 1(80): 116-127.
4. Sobotka W, Pomianowski JF, Wójcik A. Wpływ zastosowania genetycznie zmodyfikowanej poekstrakcyjnej śrutu sojowej oraz poekstrakcyjnej śrutu rzepakowej „00” na efekty tuczu, właściwości technologiczne i sensoryczne mięsa świń. *Żywn Nauka Technol Jakość* 2012, 1(80): 106-115.
5. Kajak K, Przybylski W, Jaworska D, Rosiak E. Charakterystyka jakości technologicznej, sensorycznej i trwałości mięsa wieprzowego o zróżnicowanej końcowej wartości pH. *Żywn Nauk Technol Jakość* 2007, 1(50): 26-34.
6. Kozłowicz K, Kluza F, Góral D. Uwarunkowania jakości mięsa zamrażanego i przechowywanego w niskich temperaturach. *Chłodnictwo* 2006, 41(1-2): 60-64.
7. Lagerstedt Å, Enfält L, Johansson L, Lundstroö K. Effect of freezing on sensory quality, shear force and water loss in beef *M. longissimus dorsi*. *Meat Sci* 2008, 80(2): 457-461.
8. Muela E, Monge P, Sañudo C, et al. Meat quality of lamb frozen stored up to 21 months: Instrumental analyses on thawed meat during display. *Meat Sci* 2015, 102: 35-40.
9. Leygonie C, Britz TJ, Hoffman LC. Impact of freezing and thawing on the quality of meat: review. *Meat Sci* 2012, 91(2): 93-98.
10. Leygonie C, Britz TJ, Hoffman LC. Meat quality comparison between fresh and frozen/thawed ostrich *M. iliofibularis*. *Meat Sci* 2012, 91(3): 364-368.
11. Zhou GH, Xu XL, Liu Y. Preservation technologies for fresh meat – a review. *Meat Sci* 2010, 86(1): 119-128.
12. Estévez M. Protein carbonyls in meat systems: A review. *Meat Sci* 2011, 89(3): 259-279.
13. Normy Żywienia Świń. Wartość pokarmowa pasz. IFiZZ PAN, Jabłonna k/Warszawy 1993.
14. Horwitz W (ed). Official methods of analysis of AOAC International. AOAC, Gaithersburg 2000.
15. Świdorski F, Dobrzycki J, Wojciechowska M. Charakterystyka hydrokoloidów i emulgatorów spożywczych. [w:] *Technologia przemysłowej produkcji potraw*. Świdorski F (red). WNT, Warszawa 1989: 35-36.
16. Van Oeckel MJ, Warnants N, Boucqué CV. Comparison of different methods for measuring water holding capacity and juiciness of pork versus on-line screening methods. *Meat Sci* 1999, 51(4): 313-320.
17. Walczak Z. Laboratoryjna metoda oznaczania zawartości galarety w konserwach mięsnych. *Rocz Nauk Roln* 1959, 74-B-2: 619-626.
18. PN-ISO 6658:1998. Analiza sensoryczna – Metodologia – Wytyczne ogólne.
19. PN-ISO 4121:1998. Analiza sensoryczna – Metodyka – Ocena produktów żywnościowych przy użyciu metod skalowania.
20. Farouk MM, Wieliczko KJ. Optimum time for using chilled beef in gelled products. *J Food Sci* 2003, 68 (1): 164-167.
21. Domaradzki P, Skałdecki P, Florek M, Litwińczuk A. Wpływ przechowywania zamrażalniczego na właściwości fizykochemiczne mięsa wołowego pakowanego próżniowo. *Żywn Nauk Technol Jakość* 2011, 4(77): 117-126.
22. Chwastowska I, Kondratowicz J. Właściwości technologiczne mięsa wieprzowego w zależności od czasu zamrażalniczego przechowywania i metody rozmrażania. *Żywn Nauk Technol Jakość* 2005, 3(44)Supl: 11-20.
23. Kondratowicz J, Matusевичius P. Właściwości technologiczne mięsa wieprzowego zamrożonego przy użyciu ciekłego azotu i metodą owiewową w różnym czasie od uboju. *Żywn Nauk Technol Jakość* 2003, 4(37)Supl: 173-183.
24. Chwastowska I, Kondratowicz J. Wpływ warunków zamrażalniczego przechowywania i technologii rozmrażania na jakość mięsa. *Chłodnictwo* 2007, 42(4): 40-44.
25. Florowski T. Próba zastosowania różnych metod pomiaru barwy do oceny jakości mięsa wieprzowego. *Rocz Inst Przem Mięsn Tłuszcz* 2004, 41: 41-51.
26. Florek M, Litwińczuk A, Skałdecki P, Topyła B. Influence of pH1 of fatteners' *Musculus Longissimus lumborum* on the changes of its quality. *Pol J Food Nutr Sci* 2004, 13/54(2): 195-198.
27. Orzechowska B, Tyra M, Mucha A. Effect of growth rate on slaughter value and meat quality of pigs. *Rocz Nauk PTZ* 2010, 6(4): 341-351.
28. Stanisławczyk R, Rudy M. Zmiany wybranych właściwości fizykochemicznych mięsa i tłuszczu końskiego w czasie przechowywania chłodniczego i zamrażalniczego. *Nauka Przyr Technol* 2017, 11(2): 123-134.
29. Kozłowicz K. Charakterystyka wykorzystania wybranych substancji kriochronnych w zamrażaniu i przechowywaniu żywności. *Acta Sci Pol Technica Agraria* 2012, 11(3-4): 13-24.