

OCENA ILOŚCI ZAABSORBOWANYCH AZOTANÓW(III) ORAZ WYBRANYCH CECH JAKOŚCI SCHABU WIEPRZOWEGO W CIĄGU CZTERECH DNI PEKLOWANIA

Magdalena Marchel, Mariusz Rudy, Paulina Duma

Uniwersytet Rzeszowski, Katedra Przetwórstwa i Towaroznawstwa Rolniczego
ul. Zelwerowicza 4 /D, 935-601 Rzeszów
magdarrak@gmail.com

Streszczenie

Właściwości mięsa wieprzowego, zarówno kulinarne jak i przetwórcze, są stale doskonałe. Dzięki rozwojowi nauk dotyczących żywienia może to pozwolić w przyszłości na bardziej precyzyjne kształtowanie naszej diety, uwzględniające wszelkie za i przeciw związane ze spożywaniem mięsa i produktów mięsnych. Odpowiednie postępowanie może sprzyjać lepszemu wykorzystaniu mięsa, zwiększając liczbę produktów o prozdrowotnym charakterze i mniejszym stopniu chemizacji.

Celem przeprowadzonych badań była ocena wpływu zwiększającego się czasu peklowania schabu wieprzowego na ilość zaabsorbowanych azotanów(III) oraz wybrane cechy fizykochemiczne mięsa. Przeprowadzono jednoczynnikowe doświadczenie laboratoryjne – czynnikiem zmiennym był rosnący czas peklowania: 1, 2, 3, 4 dni. Mięso poddano peklowaniu na sucho. Po każdym dniu peklowania mięso gotowano, studzono i wykonywano następujące oznaczenia: pH, podstawowy skład chemiczny (procentowa zawartość białka, tłuszczu, wody i kolagenu), pozostałość azotanów(III) oraz wybrane parametry tekstury (TPA).

Otrzymane wyniki wskazują, że peklowanie schabu wieprzowego w ciągu trzech pierwszych dni spowodowało absorpcję niewielkiej ilości wprowadzonych azotanów(III), a w czwartym dniu peklowania ilość ta istotnie zwiększyła się. Wraz z rosnącym czasem peklowania schabu, zmniejszyła się wartość pH mięsa oraz zawartość wody i białka. Ponadto proces peklowania spowodował zmiany w teksturze mięsa, które stało się twardsze, nieco bardziej gumowate i zwarte, mniej sprężyste.

Słowa kluczowe: schab, peklowanie, azotany(III), tekstura mięsa

THE ASSESSMENT OF ABSORBED AMOUNTS OF NITRITES AND CHOSEN QUALITY FEATURES OF PORK LOIN IN PERIOD OF FOUR DAYS OF CURING

Summary

Properties of pork meat, both cooking and processing, undergo constant improvement, which in future (with development of food studies) may allow to shape our diet more precisely considering every arguments for and against, connected with eat meat and its products. Suitable conduct may be in favor of better meat usage increasing pallet of new products of pro – healthy character and with lower degree of chemicalization.

The aim of conducted studies was to assess the influence of increasing time of curing pork loin on the amount of absorbed nitrites and chosen physicochemical features of meat. One – way lab experiment was carried out, and the changing factor was growing time of curing: 1, 2, 3, 4, days. The meat was subjected to dry curing. The meat was cooked, cooled and the following markings were carried out after each day of curing: pH, primary chemical content (percentage content of protein, fat, water and collagen), content of nitrites and chosen texture parameters (TPA). Obtained results show, that curing of pork loin during the first three days caused absorption a small amount of nitrites and in four day this amount significant increased. The pH value of meat and contents of nitrites, water and protein decreased slightly with increasing curing time of pork loin. Moreover, the curing process caused changes in the meat texture, which became harder, a little bit more gummy and compact and less springy.

Key words: pork loin, curing, nitrites, meat texture

WPROWADZENIE

Mięso jest ważnym składnikiem diety człowieka, bogatym w wiele związków odżywczych o właściwościach prozdrowotnych, w tym przede wszystkim w pełnowartościowe białka. Jego wartość można porównać do mleka lub jaj, aczkolwiek gama produktów, które można otrzymać z mięsa, jest ogromna [Blicharski i in. 2015]. Wynika to z bogactwa świata zwierzęcego i twórczej inwencji ludzi, którzy zajmując się kulinarnym lub przetwórczym wykorzystaniem mięsa, mogą dostarczać produkty od prostych do bardzo skomplikowanych. Wymagania rynku wobec przemysłu mięsnego to jednak coraz częściej produkcja żywności minimalnie przetworzonej i utrwalonej przy możliwie najmniejszej ilości środków chemicznych. Z punktu widzenia wartości odżywczych mięso wieprzowe zalicza się do cennych surowców spożywczych, zawiera bowiem pełnowartościowe białko zwierzęce (w ilości około 20–35%), dobrze przyswajalne żelazo oraz witaminy z grupy B czy witaminy antyoksydacyjne [Bhat i Bhat 2011; Biesalski 2005; Valsta i in. 2005; Arihara 2006;

Florowski 2011].

Procesy technologiczne stosowane w przetwórstwie mięsa wpływają na modyfikację chemiczną, fizyczną i biologiczną składników surowca mięsnego [Chwastowska-Siwiecka i Kadłubowski 2010]. Od nich zależy zarówno przydatność produktów do spożycia, jak i cechy sensoryczne, odżywcze, ekonomiczne.

Peklowanie to jeden z najstarszych zabiegów technologicznych. Proces ten można zdefiniować jako poddanie mięsa działaniu soli kuchennej, azotanu(V) potasu lub sodu oraz azotanów(III) sodu, a także innych substancji wspomagających jego przebieg [Adameczak i in. 2010]. Początki stosowania azotanów w konserwowaniu mięsa sięgają czasów starożytnych, gdzie prawdopodobnie przypadkowo odkryto, że saletra wpływa korzystnie na barwę oraz trwałość przetworów mięsnych [Cierach 2007]. Obecnie azotany(III) potasu i sodu to dodatki niezastąpione w procesie peklowania mięsa ze względu na wiele korzystnych funkcji, m.in. wykształcenie pożądanых cech smakowo-zapachowych, w tym także różowoczerwonej, stabilnej barwy mięsa, oraz zwiększenie trwałości przetworów mięsnych dzięki bakteriobójczemu i antyoksydacyjnemu działaniu substancji peklujących.

Z drugiej strony faktem jest, że obecność azotanów w żywności może być szkodliwa dla zdrowia człowieka z kilku powodów:

- 1) może prowadzić do zatruć pokarmowych,
- 2) azotany(III) mogą utleniać żelazo hemoglobiny do formy trójwartościowej i powodować tym samym methemoglobinemię, niebezpieczną zwłaszcza u niemowląt,
- 3) azotany(III) i ich pochodne w reakcji z aminami w środowisku kwaśnym łatwo tworzą N-nitrozoaminy, których większość wykazuje działanie kancerogenne,
- 4) azotany(III) obniżają w pewnym stopniu wartość odżywczą produktu, ograniczając wykorzystanie niektórych składników diety, powodują destrukcję witamin z grupy B, witaminy A i karotenu [Cierach 2007; Jakszyn i Gonzales 2006; Michaud i in. 2009].

Pomimo że proces peklowania jest znany i stosowany od bardzo dawna, nadal stanowi przedmiot wielu badań zmierzających do poszukiwania takich substancji, które mogą zastąpić azotany, zminimalizować skutki ich dodatku albo skrócić czas procesu czy też poprawić cechy organoleptyczne i fizykochemiczne wędlin [Chwastowska-Siwiecka i Kadłubowski 2010].

Celem przeprowadzonych badań była ocena wpływu zwiększającego się czasu peklowania schabu wieprzowego na ilość zaabsorbowanych azotanów(III) oraz wybrane cechy fizykochemiczne mięsa.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Materiałem wykorzystywanym do badań był schab wieprzowy zakupiony w sklepie popularnej sieci handlowej zlokalizowanej na terenie Rzeszowa. Przeprowadzono jednoczynnikowe doświadczenie laboratoryjne – czynnikiem zmiennym był rosnący czas peklowania: 1, 2, 3, 4 dni (tabela 1). Mięso peklowano na sucho z zastosowaniem drobnoziarnistej mieszanki peklującej o następującym składzie: 35 g soli peklowej, 10 g cukru, 3 g pieprzu, 3 g czosnku na 1 kg mięsa. Po każdym dniu peklowania mięso poddano parzeniu w temp. 75°C przez 1 godzinę (osobno każdą próbę), a po wystudzeniu wykonano następujące oznaczenia: odczyn (pH), podstawowy skład chemiczny (procentowa zawartość wody, białka, tłuszczu), zawartość azotanów(III) oraz wybrane parametry tekstury (TPA).

Odczyn mięsa mierzono bezpośrednio w mięśniu za pomocą pH-metru CPC-411 po wcześniejszym wykalibrowaniu wobec buforów o wartościach pH 7,00 i 4,00. Dokładność przeprowadzonego pomiaru wynosiła 0,01 jednostki pH.

Tabela 1. Schemat doświadczenia laboratoryjnego
Scheme of the experiment

		Czas peklowania [dni]				
		0 – kontrola	1	2	3	4
Analizy	pH	pH	pH	pH	pH	pH
	skład chemiczny	skład chemiczny	skład chemiczny	skład chemiczny	skład chemiczny	skład chemiczny
	azotany(III)	azotany(III)	azotany(III)	azotany(III)	azotany(III)	azotany(III)
	TPA	TPA	TPA	TPA	TPA	TPA

Podstawowy skład chemiczny mięsa oznaczono za pomocą analizatora podczerwieni Food Check. Analiza polegała na oznaczeniu procentowej zawartości wody, białka oraz tłuszczu po wcześniejszym rozdrobnieniu próby w maszynce do mielenia z siatką o średnicy otworów 4,0 mm.

Pomiar parametrów tekstury wykonano, wykorzystując teksturometr Texture Analyser – CT3 – 25 firmy Brookfield, zaopatrzony w przystawkę w kształcie stożka o średnicy podstawy 30 mm i wysokości 40 mm. Teksturometr mierzy opór badanego materiału przeciw przyłożonej sile, która aplikowana jest metodą pionowej kompresji. Oznaczenie tekstury wykonano na próbach mięsa w kształcie sześciątów o wymiarach 3 cm x 3 cm x 3 cm – każda próba poddana była dwóm testom kompresyjnym. Prędkość przesuwu stożka podczas testu wynosiła 2 mm/s. Określono następujące parametry tekstury mięsa: twardość, łamliwość, sprężystość, gumowatość.

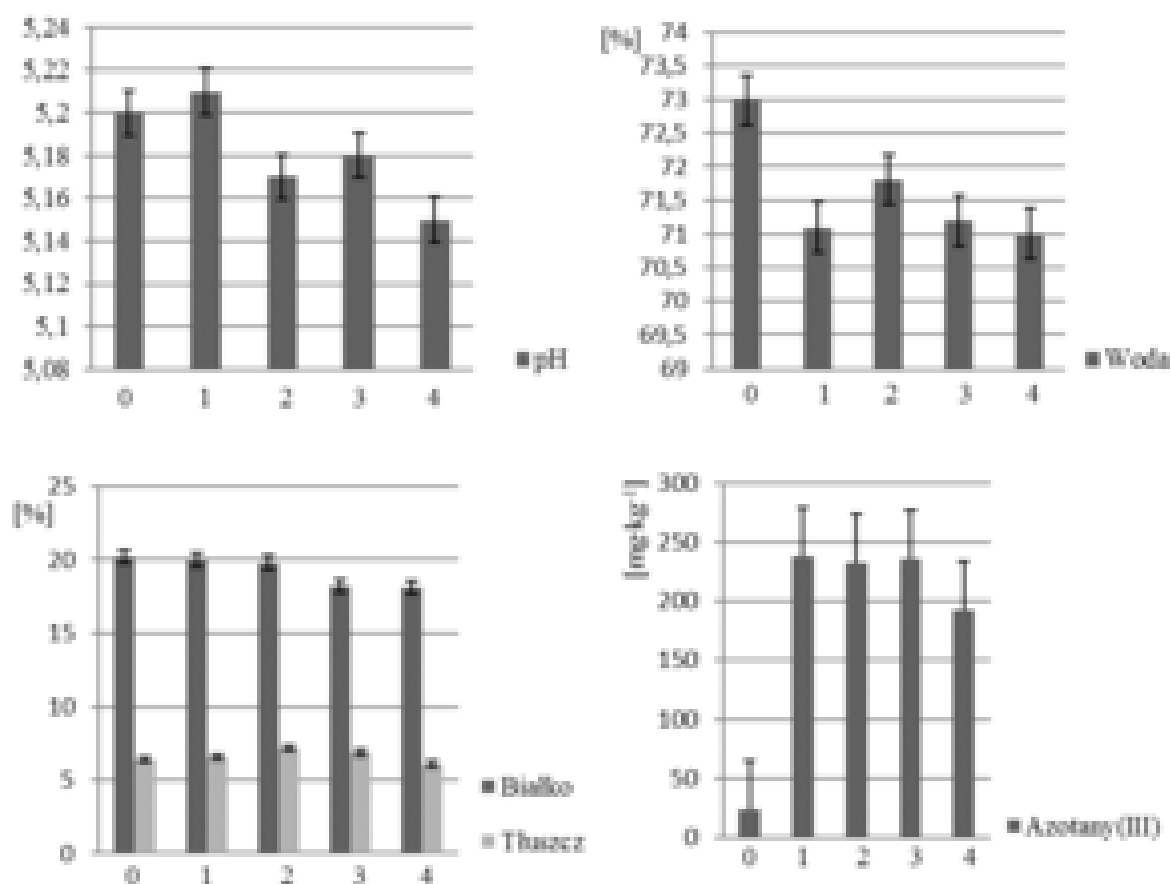
Zawartość azotanów(III) oznaczono za pomocą spektrofotometru UV-VIS (Specol 2000 –

Analytik Jena AG). Oznaczenie polegało na reakcji azotanów(III) z kwasem sulfanilowym, w wyniku której powstaje sól diazoniowa, która z kolei w wyniku reakcji sprzęgania tworzy barwny związek diazowy w kolorze różowoczerwonym. Barwnik ten posiada pasmo absorpcyjne przy długości fali 540 nm. Zawartość azotanów(III) określono metodą krzywej wzorcowej, mierząc absorbancję przy długości fali 540 nm.

Wszystkie badania przeprowadzono na trzech mięśniach – na każdym mięśniu wykonano 3 pomiary w różnych miejscach, których średnia stanowiła wynik końcowy. W celu stwierdzenia, czy średnie różnią się między sobą w istotny statystycznie sposób, zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji (ANOVA). W przypadku, kiedy ANOVA wykazała istotne statystycznie różnice, zastosowano test Tukeya. Określono także zależności między wybranymi cechami fizycznymi i chemicznymi poprzez obliczenie współczynników korelacji prostej (r). Wszystkie obliczenia statystyczne wykonano w programie STATISTICA 10.

WYNIKI I DYSKUSJA

Rysunek 1. przedstawia uzyskane wyniki pH, podstawowy skład chemiczny oraz zawartość azotanów(III) w badanym mięsie w poszczególnych dniach peklowania.



Rysunek 1. Skład chemiczny, pozostałość azotanów(III) oraz wartości pH schabu wieprzowego zmierzone w poszczególnych dniach peklowania (0 – kontrola oraz 1, 2, 3, 4 dni). Wyniki są średnimi \pm BS (n = 9)

Chemical content, nitrites and pH values of pork loin measured during curing time (0 – control and 1, 2, 3, 4 days). Results are mean \pm BS (n = 9)

Odczyn mięsa jest jednym z ważniejszych wskaźników jego jakości oraz przydatności do spożycia. Kwasowość mięsa wieprzowego po okresie dojrzewania wynosi: 5,7–6,2, zaś w obrocie handlowym nie powinien przekroczyć wartości 6,2 [Gil i in. 2009]. Uzyskane wyniki pH mięsa zawierają się w przedziale wartości 5,15–5,21 i wskazują na spadek wartości w drugim, trzecim i czwartym dniu peklowania w porównaniu z kontrolą. Według Olszewskiego [2012] mieszanka peklująca, a dokładnie substancje wchodzące w jej skład, powoduje obniżenie pH mięsa. Niższe pH oddziałuje korzystnie na peklowanie mięsa oraz zwiększa działanie azotanów(III). Słowiński [2014] uważa, że niższe pH mięsa, które zostało poddane procesowi peklowania, umożliwia skrócenie czasu trwania tego procesu. Może to także wpłynąć na obniżenie wydajności wyrobu gotowego. Florowski [2011] uważa, że aby zachować stabilność barwy mięsa peklowanego azotanem(III), wymagane jest pH 6,0.

Podstawowy skład chemiczny mięsa to równie ważny jak odczyn aspekt jego jakości –

decyduje bowiem o wartości odżywczej i technologicznej [Chmiel i in. 2012]. Analizując podstawowy skład chemiczny badanego schabu wieprzowego, uwzględniono zawartość wody, białka i tłuszczu, oznaczono także ilość nieprzepeklowanych azotanów(III). Uzyskane wyniki wskazują, iż oznaczona zawartość azotanów(III) wyraźnie wzrosła w wyniku peklowania już po pierwszym dniu i utrzymywała się na tym poziomie w drugim i trzecim dniu, natomiast czwartym dniu zanotowano wyraźne zmniejszenie zawartości azotanów(III) (rysunek 1). Na podstawie uzyskanych wyników obliczono procentową ilość zaabsorbowanych przez mięso azotanów(III) (tabela 2).

Tabela 2. Procentowa ilość związków azotowych zaabsorbowana przez mięso w stosunku do dawki początkowej azotanu(III) sodu
The percentage of nitrogen compounds absorbed by the meat relative to the starting dose of nitrites

Ilość zaabsorbowanych azotanów(III) [%]	Czas peklowania (dni)			
	1	2	3	4
	8,9 a	10,3 a	9,0 a	27,3 b

a, b – średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $p < 0,05$
a, b – means with different letters are significantly different at $p < 0,05$

Dane przedstawione w tabeli 2. wskazują, że w pierwszym dniu peklowania schabu wieprzowego mięso zaabsorbowało 8,9% ilości eazotanów(III), w kolejnych dwóch dniach wartość ta utrzymywała się na tym samym poziomie (różnice nie były istotne statystycznie), natomiast w czwartym dniu ilość ta wyraźnie wzrosła do wartości 27,3%.

Zaobserwowano także niewielki spadek zawartości białka w mięsie, w trzecim i czwartym dniu peklowania, zmniejszyła się także ilość wody w porównaniu z kontrolą. Sugeruje to, że w przypadku schabów peklowanych następował szybszy proces odwadniania w trakcie procesu peklowania lub obróbki cieplnej. Według danych z literatury, straty powstałe podczas parzenia w porównaniu z masą produktów przed tym zabiegiem oraz w stosunku do strat podczas gotowania są niewielkie i utrzymują się w granicach 1-2%. Te niewielkie straty tłumaczy się tym, że podczas parzenia w zewnętrznej warstwie produktu powstaje warstwa denaturowanego białka utrudniająca dalszy wyciek soku [Zin 2014]. Peklowanie mięsa powoduje obniżenie zawartości wody i w konsekwencji zwiększenie jego trwałości. Ponadto w wyniku działania solanki peklującej następuje wyługowanie białka oraz soli mineralnych. Następuje to wskutek różnicy ciśnień osmotycznych solanki o odpowiednim stężeniu [Zin 2014]. Według Makały [2011] sól w mięsie spełnia wiele funkcji,

np. teksturotwórczą. Zwiększa ładunek elektrostatyczny białka oraz umożliwia przejście do form zdysocjowanych, szybciej rozpuszczalnych.

Teksturę mięsa można oceniać w dwojaki sposób, stosując metody instrumentalne oraz sensoryczne [Niedźwiedz i in. 2013]. Nie ulega wątpliwości, że instrumentalne metody pomiaru tekstury mięsa charakteryzują się wysokim poziomem obiektywizacji oraz usprawnienia prowadzonych pomiarów – są szybsze i zapewniają lepszą powtarzalność wyników. Aby wyroby mięsne były akceptowane przez konsumentów, muszą mieć odpowiednie cechy sensoryczne. Tekstura produktów mięsnych zależy m.in. od składu chemicznego charakteryzującego dany wyrób [Borowy i Kubiak 2009]. Rolę teksturotwórczą odgrywają białka, tłuszcz, węglowodany i woda oraz substancje dodatkowe, w skład których wchodzi wszystkie ww. składniki oraz produkty uzyskane na drodze reakcji biologicznych, fizycznych i chemicznych.

Tabela 3. przedstawia uzyskane wyniki wybranych parametrów tekstury schabu wieprzowego zmieniające się wraz z upływem czasu peklowania. Twardość mięsa to siła niezbędna do uzyskania jego określonej deformacji lub penetracji w głąb. Jest kształtowana głównie przez białka miofibrylarne zwłaszcza w stadium ich kontrakcji oraz ilość i jakość tkanki łącznej [Grabowski i Kijowski 2004]. Uzyskane w przeprowadzonym doświadczeniu wyniki wskazują na istotne zwiększenie twardości schabu wieprzowego w drugim, trzecim i czwartym dniu peklowania.

Gumowatość mięsa, wyrażona jako iloczyn kohezji i twardości, to energia potrzebna do doprowadzenia produktu powstałego do stanu zdatnego do połknięcia. Sprężystość natomiast to szybkość powrotu badanej próbki ze stanu zdeformowanego do wyjściowego [Chang i in. 2010]. W przeprowadzonym doświadczeniu stwierdzono zmniejszenie sprężystości schabu wieprzowego już po upływie jednego dnia peklowania.

Tabela 3. Parametry tekstury mięsa wieprzowego (twardość, sprężystość, gumowatość) zmierzone w poszczególnych dniach peklowania (0 – kontrola oraz 1, 2, 3, 4 dni). Wyniki są średnimi \pm BS ($n = 9$). Średnie w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $p \leq 0,05$ (ANOVA i test Tukeya)
Texture parameters of pork loin (hardness, springiness, gumminess) measured during curing time (0 – control and 1, 2, 3, 4 days). Results are mean \pm BS ($n = 9$). Different letters show significant difference (ANOVA and Tukey's test $p \leq 0.05$)

Wyszczególnienie	Czas peklowania [dni]				
	0 - kontrola	1	2	3	4
Twardość [N]	32,21 \pm 2,50 a	33,64 \pm 2,55 a	45,54 \pm 3,14 b	45,50 \pm 2,20 b	45,88 \pm 5,55 b
Sprężystość [mm]	9,04 \pm 0,70 a	8,09 \pm 0,50 b	8,11 \pm 0,70 b	8,05 \pm 0,50 b	7,73 \pm 0,50 b
Gumowatość [N]	17,33 \pm 2,50 a	15,44 \pm 2,50 a	24,29 \pm 4,55 b	22,52 \pm 3,22 b	23,34 \pm 2,33 b

W celu wyznaczenia statystycznych zależności między zmieniającą się w czasie peklowania zawartością azotanów(III) w badanym mięsie a jego pH i parametrami tekstury obliczono wartości współczynników korelacji prostej (tabela 4).

Tabela 4. Współczynniki korelacji prostej (r) między zawartością azotanów(III) w peklowanym schabie wieprzowym, a jego pH i parametrami tekstury
Simple correlation coefficients between content of nitrites in cured pork loin and pH and texture parameters

Wyszczególnienie	Azotany(III)
pH	-0,26
Twardość	0,59
Sprężystość	-0,86
Gumowatość	0,38

0,2 < r \leq 0,4 – korelacja wyraźna, ale słaba; 0,4 < r \leq 0,7 – korelacja umiarkowana; 0,7 < r \leq 0,9 – korelacja znacząca [Ostasiewicz i in. 2003]

Obliczone wartości współczynników korelacji wskazują na występowanie korelacji znaczącej i umiarkowanej między zmieniającą się ilością azotanów(III) w schabie wieprzowym a jego sprężystością i twardością. Sugeruje to, że peklowanie schabu wieprzowego powoduje oprócz wzrostu ilości azotanów(III), także zwiększenie jego twardości oraz zmniejszenie sprężystości.

WNIOSKI

1. Peklowanie schabu wieprzowego spowodowało już w pierwszym dniu absorpcję około 9% wprowadzonych azotanów(III). Wartość ta utrzymywała się na tym samym statystycznie poziomie przez kolejne dwa dni, a następnie w czwartym dniu istotnie zwiększyła się do ilości około 27%.
2. Wraz z rosnącym czasem peklowania schabu zmniejsza się nieznacznie wartość pH, zawartość wody oraz białka w mięsie.
3. Peklowanie schabu spowodowało zmiany w teksturze mięsa, które stało się twardsze, nieco bardziej gumowate i zwarte, mniej sprężyste.

PIŚMIENNICTWO

1. Adameczak L., Florowski T., Kurowska J., Pisula A. (2010). Wpływ sposobu peklowania na jakość szynek restrukturyzowanych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 552, 11-18
2. Arihara K. (2006). Strategies for designing novel functional meat products. Meat Sci., 1 (74), 219-229
3. Bhat Z. E., Bhat H. (2011). Functional meat products: a review. Int. J. Meat Sci., 1 (1), 1-14
4. Biesalski H. (2005). Meat as a component of a healthy diet – are there any risks or benefits if meat is avoided in the diet. Meat Sci., 3 (70), 509-524
5. Blicharski T (red). (2015). Aktualna wartość dietetyczna wieprzowiny, jej znaczenie w diecie i wpływ na zdrowie konsumentów. Opracowanie wyników badań laboratoryjnych. Warszawa: Polski Związek Hodowców i Producentów Trzody Chlewnej „Polsus”
6. Borowy T., Kubiak M. S. (2009). Tekstura produktów mięsnych determinantem wyboru przez konsumenta. Technol. Przet., 68-71
7. Chang H. J., Wang Q., Zhou G. H., Xu X. L., Li C. B. (2010). Influence of weak organic acids and sodium chloride marination on characteristics of connective tissue collagen and textural properties of beef semitendinosus muscle. J. Texture Studies, 41 (3), 279-301
8. Cierach M. (2007). Azotyny w procesie peklowania mięsa – funkcje, aspekty zdrowotne, peklowanie bezazotynowe. Część I. Gospodarka mięsna, 4, 24-27
9. Chmiel M., Słowiński M., Dasiewicz K., Mościcka K. (2012). Porównanie jakości technologicznej mięsa wieprzowego zakwalifikowanego do różnych grup jakości. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 570, 19-29

10. Chwastowska-Siwiecka I., Kadłubowski K. (2010). Proces peklowania w technologii mięsa. *Gospodarka mięsna*, 3, 14-18
11. Florowski T. (2011). Skład chemiczny mięsa. *Zagadnienia ogólne*. W: *Mięso – Podstawy nauki i technologii*. Red. A. Pisula, E. Pośpiech. Warszawa: Wyd. SGGW
12. Gil M., Głodek E., Rudy M., Stanisławczyk R., Zin M., Znamiorska A. (2009). Ocena żywności i żywienia. Rzeszów: Wyd. UR
13. Grabowski T., Kijowski J. (2004). *Mięso i przetwory drobiowe*. Warszawa: WNT
14. Jakszyn P., Gonzales C. A. (2006). Nitrosamine and related food intake and gastrin and oesophageal cancer risk: a systematic review of the epidemiological evidence. *World J. Gastroenterol.*, 12 (27), 4296-4303
15. Litwińczuk Z. (2012). *Towaroznawstwo surowców i produktów zwierzęcych z podstawami przetwórstwa*. Warszawa: PWRiL
16. Makąła H. (2011). Zawartość soli w przetworach mięsnych. *Gospodarka mięsna*, 63, 11
17. Michaud D. S., Holick C. N., Batchelor T. T., Giovannucci E. Prospective study of meat intake and dietary nitrates, nitrites and nitrosamines and risk of adult glioma. *Am. J. Clin. Nutr.*, 90 (3), 570-577
18. Niedźwiedz J., Ostoja H., Cierach M. (2013). Instrumentalny pomiar parametrów tekstury i ocena organoleptyczna kruchości wołowego mięsa kulinarnego. *Inżynieria i Aparatura Chemiczna*, 52, 2, 62-64
19. Olszewski A. (2012). *Technologia przetwórstwa mięsa*. Warszawa: WNT
20. Ostasiewicz S., Rusnak Z., Siedlecka U. (2003). *Statystyka. Elementy teorii i zadania*. Wrocław: Wyd. Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu
21. Słowiński M. (2014). *Wybrane zagadnienia z technologii żywności pochodzenia zwierzęcego*. Wrocław: Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu
22. Valsta L. M., Tapanainen H., Mannisto S. (2005). Meat fats in nutrition. *Meat Science*, 3 (70), 525-530
23. Zin M. (2014). *Technologia żywności i żywienia*. Rzeszów: Wyd. UR