

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 lędźwi 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 ☒

TOMASZ DASZKIEWICZ, STANISŁAW WAJDA, WOJCIECH KAPELAŃSKI

PORÓWNANIE JAKOŚCI MIĘSA LOSZEK I LOCH PIERWIASTEK

Streszczenie

Badania przeprowadzono na próbkach mięsa (*m. longissimus dorsi*) 22 loszek i 21 loch (po pierwszym oproszeniu) o genotypie duński landrace x duński yorkshire. Zwierzęta pochodziły z tego samego gospodarstwa. Po zakończonym okresie tuczu (loszki) i odsadzeniu prosiąt (lochy), zwierzęta były poddawane ubojowi w zakładach mięsnych. Po 48 h od momentu uboju wykonano analizę jakości mięsa.

Analiza chemiczna wykazała zbliżoną zawartość podstawowych składników chemicznych w mięsie loszek i loch po pierwszym oproszeniu. Jedynie w przypadku udziału białka rozpuszczalnego stwierdzono jego statystycznie istotnie większą zawartość w mięsie loszek. Mięso loszek charakteryzowało się jaśniejszą barwą oraz lepiej wiązało wodę endogenną niż mięso loch. Również ocena cech sensorycznych mięsa (zapach, smakowitość, soczystość, kruchość) wykazała wyraźnie lepszą jakość mięsa loszek. Statystycznej istotności różnic między średnimi grup nie potwierdzono jedynie w przypadku ocen soczystości i natężenia smakowitości mięsa.

Słowa kluczowe: loszki, lochy pierwiastki, jakość mięsa

Wprowadzenie

Podstawowym surowcem w produkcji wieprzowiny są tusze tuczników (wieprzków i loszek), które w zakładach mięsnych ubijających tygodniowo powyżej 200 świń, podlegają klasyfikacji w systemie EUROP [1]. Na jej podstawie w zakładach mięsnych dokonuje się selekcji technologicznej tusz pod względem określonej produkcji (elementy kulinarne, przetwórstwo). W przypadku tusz uzyskiwanych z uboju macior, nie podlegają one klasyfikacji, a uzyskane z nich mięso jest najczęściej w całości przeznaczane do przerobu. Należy podkreślić, że w grupie dostarczanych do zakładów mięsnych macior występują zarówno wieloródki [13], jak i sztuki

Dr inż. T. Daszkiewicz, prof. dr hab. S. Wajda, Katedra Towaroznawstwa Surowców Zwierzęcych, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, ul. Oczapowskiego 2, 10-719 Olsztyn; prof. dr hab. W. Kapelański, Katedra Hodowli Trzody Chlewnej, Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy, ul. Mazowiecka 28, 85-084 Bydgoszcz

wybrakowane z dalszego użytkowania rozplodowego już po pierwszym oproszeniu, w związku z małą liczbą prosiąt w miocie [3].

W odniesieniu do loch pierwiastek zachodzi pytanie, w jakim stopniu jakość ich mięsa różni się od jakości mięsa tuczników i macior, a tym samym czy istnieje potrzeba jego wydzielenia, jako odrębnej grupy technologicznej.

Celem przeprowadzonych badań było porównanie jakości mięsa uzyskanego z tusz loszek i loch po pierwszym oproszeniu.

Materiał i metody badań

Badania przeprowadzono na próbkach mięsa (*m. longissimus dorsi*) 22 loszek (tuczniki) i 21 loch wybrakowanych po pierwszym wyproszeniu ze względu na małą liczbę prosiąt w miocie. Zwierzęta, o genotypie duński landrace x duński yorkshire, pochodziły z należącego do zakładów mięsnych Sokołów S.A. gospodarstwa rolnego w Wielbarku.

Lochy po upływie około 20 dni od momentu odsadzenia prosiąt, a loszki po uzyskaniu masy ok. 100 kg, przewożono do zakładów mięsnych w Sokołowie Podlaskim. Świnie poddawano ubojowi po 20-godzinnym przetrzymywaniu w magazynie żywca.

W trakcie rozbioru prawych, wychłodzonych (24 h, temp. 2–3°C) półtuszy, pobierano wycinki mięśnia najdłuższego grzbietu (*m. longissimus dorsi*), z odcinka na wysokości I i II kręgu lędźwiowego, do badań fizykochemicznych i sensorycznych. Analizę jakości mięsa przeprowadzano po 48 h od momentu uboju zwierząt i obejmowała ona: oznaczenie składu chemicznego (sucha masa, białko ogółem, białko rozpuszczalne, azot związków niebiałkowych, tłuszcz, związki mineralne w postaci popiołu) – metodami konwencjonalnymi [10]; ocenę właściwości fizykochemicznych (pH – w homogenacie wodnym mięsa przy stosunku mięsa do wody destylowanej 1:1; jasność barwy – na podstawie procentowej wartości światła odbitego od powierzchni zmielonego mięsa, zmierzonej spektrokolorymetrem „Specol” z przystawką remisijną R45/0, przy długości fali 560 nm; zdolność wiązania wody własnej metodą Grau’a i Hamma [12]; ocenę właściwości sensorycznych mięsa gotowanego [16] w 5-punktowej skali ocen (1 pkt – ocena najniższa, 5 pkt – ocena najwyższa) [8].

Obliczenia statystyczne wykonano w programie komputerowym Statistica wersja 6.0. Statystyczną istotność różnic między średnimi grup oszacowano za pomocą testu t-Studenta.

Wyniki i dyskusja

W tab. 1. przedstawiono wyniki analizy składu chemicznego mięsa. Wykazała ona zbliżoną zawartość oznaczonych składników, o czym świadczył brak (z wyjątkiem

białka rozpuszczalnego) potwierdzonych statystycznie istotności różnic między wartościami średnimi grup. Obliczone średnie wartości procentowego udziału w mięsie poszczególnych składników chemicznych wykazały nieznaczną tendencję do wyższej zawartości w mięsie loszek: suchej masy, tłuszczu, białka ogółem i białka rozpuszczalnego, a w mięsie loch – większej zawartości składników mineralnych. Uzyskane wyniki składu chemicznego mięsa były zbliżone do wyników innych badań przeprowadzonych na mięsie tuczników i macior [4, 7, 11, 13]. Wyjątkiem była zawartość tłuszczu w mięsie, która w badaniach własnych kształtowała się na niższym poziomie.

Tabela 1

Masa tuszy zimnej i skład chemiczny mięsa loszek i loch pierwiastek
Cold carcass weight and chemical composition of meat produced from gilts and primiparous sows

Wyszczególnienie Specification	Loszki Gilts		Lochy Sows	
	\bar{x}	s / SD	\bar{x}	s / SD
Masa tuszy zimnej [kg] Cold carcass weight	81,32	4,90	116,80**	25,01
Sucha masa [%] Dry matter	25,12	0,76	24,88	0,62
Tłuszcz [%] Fat	1,25	0,80	1,15	0,24
Białko ogółem [%] Total protein	22,80	2,87	22,53	2,07
Białko rozpuszczalne [%] Soluble protein	6,41*	0,35	6,17	0,37
Azot niebiałkowy [%] Non-protein nitrogen	0,48	0,01	0,48	0,02
Popiół [%] Ash	1,09	0,23	1,14	0,24

* - $P \leq 0,05$; ** - $P \leq 0,01$

Technolodzy zakładów mięsnych przywiązują ogromne znaczenie do właściwości funkcjonalnych mięsa. Wynika to z faktu, że cechy fizykochemiczne surowca mięsnego wpływają na jego zachowanie się podczas procesów przetwarzania, konserwowania, przechowywania, jak również uczestniczą w kształtowaniu cech jakościowych gotowego wyrobu. W przeprowadzonych badaniach ocena właściwości fizykochemicznych mięsa obejmowała analizę kasowości czynnej, jasności barwy oraz zdolności wiązania wody własnej (tab. 2). Zmierzone po 48 h od uboju wartości pH

mięsa loch i loszek zawierały się w przedziale wartości przytaczanych w literaturze [6] odnośnie mięsa normalnego. Na nieco wyższym poziomie kształtowała się kwasowość mięsa loch, ale różnica między wartościami średnimi badanych grup była statystycznie nieistotna. Mięso loch charakteryzowało się natomiast istotnie ($p \leq 0,01$) ciemniejszą barwą oraz mniejszą zdolnością wiązania wody endogennej.

Tabela 2

Właściwości fizykochemiczne mięsa loszek i loch pierwiastek
Physical & chemical properties of meat produced from gilts and primiparous sows

Wyszczególnienie Specification	Loszki Gilts		Lochy Sows	
	\bar{x}	s / SD	\bar{x}	s / SD
pH ₄₈	5,62	0,13	5,57	0,08
Jasność barwy Colour lightness [%]	19,56**	2,15	16,71	2,39
Zdolność wiązania wody własnej WHC [cm ²]	8,13	1,63	9,46**	0,99

** - $P \leq 0,01$

Stwierdzone różnice w jasności barwy badanego mięsa należy wiązać z występowaniem przypuszczalnie większej zawartości barwników mięśniowych w mięsie loch, co jest naturalnym zjawiskiem u zwierząt starszych [14]. Z kolei zwiększony wyciek soku z mięsa loch, w porównaniu z mięsem loszek, można tłumaczyć nakładającym się efektem jego niższego pH oraz zmniejszonego udziału w nim białek, które bezpośrednio odpowiadają za wiązanie wody [15]. Należy również przypuszczać, że w obrębie białek mięsa loch większy był udział białek tkanki łącznej sprężystej, której ilość wzrasta wraz z wiekiem zwierząt. Występująca w niej elastyna, jak wiadomo, odznacza się znacznie mniejszą zdolnością wiązania wody.

Obserwowana w krajach rozwiniętych sytuacja, w której podaż żywności przewyższa popyt na nią, umożliwia konsumentom stawianie coraz większych wymagań jakościowych. Wśród nich niezmiennie pojawia się postulat wysokiej jakości konsumpcyjnej produktów żywnościowych. Przeprowadzona ocena właściwości sensorycznych mięsa loszek i loch (tab. 3) wykazała ich wyraźne zróżnicowanie. Średnie wartości ocen wszystkich ocenianych wyróżników jakości konsumpcyjnej mięsa (zapach, smakowość, soczystość, kruchość) kształtowały się na wyższym poziomie w przypadku mięsa loszek. Statystycznie istotnych różnic między wartościami średnimi grup nie potwierdzono jedynie w przypadku oceny soczystości i natężenia smakowości mięsa. Podkreślić należy, że względu na znaczenie tej cechy w ocenie konsumenckiej, dużo mniejszą kruchość mięsa loch.

Przyczyną opisanego zróżnicowania jakości sensorycznej mięsa mogły być różnice w jego mikrostrukturze, a konkretnie obserwowana u starszych zwierząt, w tym wypadku loch, zwiększona średnica włókien mięśniowych, a także wzrost udziału tkanki łącznej i jej usieciowania, które wpływają na obniżenie kruchości mięsa [5, 9]. Nie bez znaczenia dla niższej oceny konsumpcyjnej mięsa loch był również fakt gorszych właściwości funkcjonalnych tego mięsa, objawiający się między innymi opisaną wcześniej mniejszą zdolnością wiązania wody własnej. Jak wiadomo cecha ta pozostaje w ścisłej zależności z wyciekami termicznymi, a ten z kolei z soczystością mięsa poddanego obróbce cieplnej [2], co potwierdziły wyniki badań. Należy również pamiętać, że poszczególne cechy sensoryczne są ze sobą sprzężone, co w praktyce oznacza, że pogorszenie jednej cechy może wpływać na ocenę pozostałych.

Tabela 3

Wyniki oceny sensorycznej mięsa loszek i loch pierwiastek [pkt]
Sensory properties of meat produced from gilts and primiparous sows [scores]

Wyszczególnienie Specification	Loszki Gilts		Lochy Sows	
	\bar{x}	s / SD	\bar{x}	s / SD
Zapach – natężenie Odour – intensity	4,87*	0,34	4,33	0,91
Zapach – pożądalność Odour – desirability	4,96**	0,21	4,38	0,92
Kruchość Tenderness	4,26**	0,65	3,45	0,67
Soczystość Juiciness	4,17	0,63	3,95	0,69
Smakowitość - natężenie Flavour – intensity	4,61	0,43	4,31	0,58
Smakowitość – pożądalność Flavour – desirability	4,57**	0,43	4,12	0,57

* - $P \leq 0,05$; ** - $P \leq 0,01$

Wnioski

1. Stwierdzono zbliżoną zawartość podstawowych składników chemicznych w mięsie loszek i loch. Jedynie w przypadku udziału białka rozpuszczalnego wykazano jego statystycznie istotnie większą zawartość w mięsie loszek.
2. Mięso loszek charakteryzowało się jaśniejszą barwą oraz lepiej wiązało wodę endogenną niż mięso loch po pierwszym oproszeniu.

3. Ocena właściwości sensorycznych mięsa (zapach, smakowitość, soczystość, kruchość) wykazała wyraźnie lepszą jakość mięsa loszek niż loch.
4. Pomimo stwierdzonych gorszych właściwości funkcjonalnych i sensorycznych mięsa loch po pierwszym oproszeniu, w porównaniu z mięsem loszek (tuczniki), ostatecznego wniosku o przydatności ich mięsa do produkcji mięsa kulinarnego będzie można dokonać dopiero na podstawie wyników dalszych badań, przeprowadzonych na większej liczbie zwierząt, reprezentujących różne genotypy.

Literatura

- [1] Engel B., Biust W.G., Walstra P., Olsen E., Daumas G.: Accuracy of prediction of percentage lean meat and authorization of carcass measurement instruments: adverse effects of incorrect sampling of carcasses in pig classification. *Animal Sci.*, 2003, **76**, 199-209.
- [2] Guignot F., Touraille C., Ouali A., Renner M.: Relationship between Post-mortem pH Changes and Some Traits of Sensory Quality in Veal. *Meat Sci.*, 1994, **37**, 315-325.
- [3] Kapelańska J., Dylas R., Kapelański W., Dybała J., Rak B., Grajewska S.: Slaughter value and meat quality of primiparous gilts. *Ann. Anim. Sci., Suppl.*, 2002, **2**, 297-300.
- [4] Koćwin-Podsiadła M., Zybert A., Krzęcio E., Antosik K., Sieczkowska H., Kurył J., Łyczyński A.: The influence of hot carcass weight on lean meat content, meat quality and its technological usefulness in crossbreds of Danish Landrace with Duroc. *Ann. Anim. Sci., Suppl.*, 2002, **2**, 319-323.
- [5] Kołczak T., Palka K., Zarzycki A.: Wpływ kolagenu śródmięśniowego na kruchość i inne cechy sensoryczne mięśni bydła. *Acta Agraria et Silvestria*, 1992, **XXX**, 77-84.
- [6] Kortz J.: The chief defects of meat and methods of detection. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2001, **10/51**, **3(S)**, 6-10.
- [7] Kortz J., Otolińska A., Rybarczyk A., Karamucki T., Natalczyk-Szymkowska W.: Meat quality of Danish Yorkshire porkers and their hybrids with Polish Large White pigs. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2005, **14/55**, **1**, 13- 16.
- [8] PN-ISO 4121: 1998. Sensory analysis. Methodology. Evaluation of food products by methods using scales.
- [9] Pospiech E., Iwańska E., Grześ B.: Kruchość mięsa kulinarnego i możliwości jej poubojowego kształtowania. *Rocz. Inst. Przem. Mięś. i Tłuszcz.*, 2003, **XL**, 71-84.
- [10] Rak L., Morzyk K. A.: Chemiczne badanie mięsa. Wyd. AR we Wrocławiu 2002.
- [11] Rybarczyk A., Kortz J., Szaruga R., Natalczyk-Szymkowska W.: Jakość mięsa tuczników hybrydowych PEN AR LAN sklasyfikowanych w klasach systemu EUROP z uwzględnieniem płci. *Rocz. Inst. Przem. Mięś. i Tłuszcz.*, 2004., **XLI**, 75-84.
- [12] Van Oeckel M.J., Warnants N., Boucqueé Ch.V.: Comparison of different methods for measuring water holding capacity and juiciness of pork versus on-line screening methods. *Meat Sci.*, 1999, **51**, 313-320.
- [13] Wajda S., Daszkiewicz T.: Zależność między masą a wartością tuszy oraz jakością mięsa tuczników i macior. *Prace i Materiały Zootechniczne, zeszyt specjalny*, 1998, **8**, 121-129.
- [14] Wichłacz H., Krzywicki K.: Barwa mięsa wołowego. *Gosp. Mięś.*, 1986, **2**, 16-18.
- [15] Zalewski S.: Wodochłonność mięsa oraz zdolność zatrzymywania wody przez mięso podczas obróbki termicznej. *Przegl. Gastr.*, 1988, **2**, 17-20.

- [16] Znaniecki P. (red.): Zarys obrotu, oceny i przetwórstwa surowców pochodzenia zwierzęcego. PWRiL, Warszawa 1983.

COMPARISON OF THE QUALITY OF MEAT FROM GILTS AND PRIMIPAROUS SOWS

S u m m a r y

The investigations were performed using meat samples (*m. longissimus dorsi*) obtained from 22 gilts and 21 sows (upon their farrowed for the first time) having a Danish Landrace x Danish Yorkshire genotype. The animals originated from the same farm. After the completion of fattening the gilts, and as soon as piglets were weaned (sows), the animals were slaughtered at a meat plant. The quality of meat was analyzed forty-eight (48) hours after the slaughter had been accomplished.

The chemical analysis performed proved that the contents of basic chemical components in meat produced from both the gilts and the sows after the first farrow were comparable. The only exception was a soluble protein content that was statistically significantly higher in the meat from sows. The meat from gilts had a lighter colour and a better endogenous water binding capacity if compared with the meat from primiparous sows. The meat produced from gilts has evidently better sensory properties (aroma, flavour, juiciness, and tenderness) than the meat produced from sows. Only with regard to juiciness values and intensity of flavour, there were stated no statistically significant differences between the average values as obtained in the groups of meat under analysis.

Key words: gilts, primiparous sows, meat quality 

PAWEŁ GAJEWCZYK, ELŻBIETA MADEJEK-ŚWIĄTEK,
KAROLINA KOWALSKA

WŁAŚCIWOŚCI FIZYKOCHEMICZNE ŚWIEŻEGO I MROŻONEGO MIĘŚNIA *LONGISSIMUS LUMBORUM* TUCZNIKÓW MIESZAŃCÓW

Streszczenie

Na podstawie wybranych cech fizykochemicznych mięśnia *longissimus lumborum*, pobranego od tuczników w 24. godzinie po uboju, a następnie zamrożonego w temp. -18°C i składowanego w tej temperaturze przez 70 dni, dokonano próby określenia wpływu genotypu tuczników na kształtowanie się przyjętych parametrów oceny. Materiał do badań pochodził od 80 tuczników o zbliżonej masie ciała 105 kg i w wieku 180 dni. Zwierzęta odchowano w fermie przemysłowego tuczu świń, w podobnych warunkach środowiskowych. Każdą grupę liczącą 20 sztuk (10 loszek i 10 wieprzków) stanowił odpowiedni genotyp tuczników. Ocenę mięśnia przeprowadzono na podstawie następujących cech: sucha masa, zawartość wody, odczyn pH mierzony w 1. i 24. godzinie po uboju świń oraz w 70. dniu składowania (po rozmrożeniu prób). Zmierzono także parametry L^* ; a^* ; b^* , charakteryzujące barwę mięśnia.

Wartości badanych parametrów w 70. dniu przechowywania mięśni, oznaczane po rozmrożeniu prób, znacznie ($P \leq 0,05$ i $P \leq 0,01$) odbiegały od uzyskanych w grupach i podgrupach tuczników. Najkorzystniejszymi wynikami odznaczały się mięśnie tuczników mieszańców ($\frac{3}{4}\text{wbp}$ $\frac{1}{4}\text{pbz}$). W rozpatrywanych grupach i podgrupach, z wyjątkiem tuczników mieszańców ($\frac{1}{4}\text{wbp}$ $\frac{1}{4}\text{pbz}$ $\frac{1}{4}\text{dur}$ $\frac{1}{4}\text{piet}$.), stwierdzono statystycznie istotny ($P \leq 0,05$ i $P \leq 0,01$) wzrost zawartości suchej masy w mięśniu rozmrożonym, potwierdzony w odniesieniu do próbek mięśni pobranych od tuczników w 24. godzinie po uboju.

W pracy wykazano różnice w kształtowaniu się odczynu pH mięśni świeżych i rozmrożonych oraz ich barwy w zależności od płci i genotypu zwierząt.

Uzyskane wyniki wskazują na potrzebę kontynuacji badań z uwzględnieniem mięśni tuczników o różnych genotypach i zwiększenia liczby parametrów ich oceny.

Słowa kluczowe: tuczniaki mieszańce, m. *longissimus lumborum*, cechy fizykochemiczne

Wprowadzenie

W realizacji programu „bezpieczna żywność” zwraca się uwagę na wiele istotnych czynników, które warunkują jej uzyskanie. Wady mięsa wieprzowego, jak zaznaczają uczeni [1, 8, 11], pojawiły się wraz z poważnymi zmianami w genotypie

zwierząt (mutacje) oraz zmianami w warunkach odchowu, utrzymania, żywienia czy też ich obrotu przed i podczas uboju. Wśród tuczników pogłównia masowego spotyka się najczęściej mięso z wadami o nazwie PSE i ASE, co potwierdzają liczne publikacje [1-11, 15, 16, 17]. Źle zorganizowany transport zwierząt do rzeźni, nieodpowiednie warunki uboju, niewłaściwe wychładzanie i zamrażanie półtuszy mają bezpośredni związek z jakością uzyskanego surowca rzeźnego. Jak podają Borzuta i Pospiech [2], Koćwin-Podsiadła [8] oraz Litwińczuk i wsp. [10], nieodpowiedni surowiec rzeźny wpływa na wzrost kosztów jego przetwarzania, co w konsekwencji prowadzi do zwiększania cen produktów mięsnych. Brand [3] uważa, że jak długo nie istnieje ekonomiczny wskaźnik sensorycznej i technologicznej oceny jakości mięsa, jakkolwiek poprawa tej jakości oznacza stratę finansową poprzez zmniejszenie udziału mięsa w tuszy – podstawowego i jedyne obecnie składnika ekonomicznej wartości produkcji trzody chlewnej, uznawanego przez przemysł mięsny. Efekty tego trendu możemy też odnotować w naszym kraju, gdzie pod koniec 2000 r. udział tusz z wadą mięsa PSE wynosił 10%, ale wcześniej, w 1994 r., był większy o 5,84% [8]. Zdaniem Różyckiego [16], pojawienie się przypadków występowania PSE u świń w 1994 r., na poziomie prawie 16%, było m.in. wynikiem niekontrolowanego sprowadzania do kraju knurów ras *pietrain* i *hampshire*. Wpływ na wartość mięsa, jako surowca w przemyśle mięsnym, ma też między innymi sposób zamrożenia oraz czas jego przechowywania w komorach zamrażających, na co zwrócił uwagę Reichert [15]. W przeciwieństwie do naszego kraju, gdzie zaplecze chłodnicze przemysłu mięsnego jest bardzo skromne, nie prowadzi się na szerszą skalę badań nad ustaleniem wpływu ras lub ich mieszańców na kształtowanie się właściwości mięśni w zależności od stopnia i sposobu ich zamrożenia oraz okresu przechowywania. Zdecydowanie mało uwagi w badaniach poświęca się ocenie mięsa przechowywanego w warunkach głębokiego mrożenia i w różnym czasie rozmrażanego.

Celem podjętych badań było określenie wpływu genotypu tuczników na cechy fizykochemiczne mięśni, do 24 godzin po uboju zwierząt, jak również zamrożonych i rozmrożonych, po określonym czasie składowania.

Materiał i metody badań

Badania przeprowadzono na tucznikach mieszańcach uzyskanych z krzyżowania loch mieszańców [$\frac{1}{2}$ wielka biała polska $\frac{1}{2}$ polska biała zwisloucha] z knurami ras wielka biała polska, polska biała zwisloucha, [$\frac{1}{2}$ duroc $\frac{1}{2}$ *pietrain*] i [$\frac{1}{2}$ *hampshire* $\frac{1}{2}$ *pietrain*]. Z każdego wariantu krzyżowania wybrano do uboju po 20 świń (10 loszek i 10 wieprzków) o zbliżonej masie ciała 105 kg, w wieku 180 dni, stanowiących grupę doświadczalną (tab. 1). Od urodzenia aż do uboju świnię utrzymywane były w takich samych warunkach środowiskowych, w fermie przemysłowego tuczu. Zwierzęta poddano ubojowi w rzeźni działającej przy fermie, skąd pochodziły tuczniki. Uboje tuczników przeprowadzono zgodnie z obowiązującymi w rzeźni przepisami [14]. Na prawej półtuszy mierzono odczyn pH mięśnia *longissimus lumborum* (L.L.) w 1. i 24.

godz. po uboju. Podczas rozbioru, z prawych półtuszy każdego tucznika pobierano próby mięśni wykrawanych z części lędźwiowej na wysokości I, II i III kręgu. Pobrane do badań mięsiny krojono poprzecznie nożem na 2 równe części. Jedną z części ważono na wadze elektronicznej z dokładnością do 1 mg, a następnie umieszczano jednowarstwowo w zamrażarce z nastawionym mrożeniem do -18°C , a drugą część mięśnia również ważono i poddawano badaniom fizykochemicznym.

Tabela 1

Układ doświadczenia.

Arrangement of the experiment.

Materiał rodzicielski Parental material	Grupy genotypowe / Genotype Groups			
	I	II	III	IV
Lochy / Sows	[wbp x pbz] [PLW x PL]	[wbp x pbz] [PLW x PL]	[wbp x pbz] [PLW x PL]	[wbp x pbz] [PLW x PL]
Knury / Boars	wbp / PLW	pbz / PL	[du x piet] / [Du x Piet]	[ha x piet] / [Ha x Piet]
Potomstwo Progeny	$[\frac{3}{4}\text{wbp} \times \frac{1}{4}\text{pbz}]$ $[\frac{3}{4}\text{PLW} \times \frac{1}{4}\text{PL}]$	$[\frac{3}{4}\text{pbz} \times \frac{1}{4}\text{wbp}]$ $[\frac{3}{4}\text{PL} \times \frac{1}{4}\text{PLW}]$	$[\frac{1}{4}\text{wbp} \times \frac{1}{4}\text{pbz} \times \frac{1}{4}\text{d} \times \frac{1}{4}\text{p}]$ $[\frac{1}{4}\text{PLW} \times \frac{1}{4}\text{PL} \times \frac{1}{4}\text{Du} \times \frac{1}{4}\text{Pi}]$	$[\frac{1}{4}\text{wbp} \times \frac{1}{4}\text{pbz} \times \frac{1}{4}\text{h} \times \frac{1}{4}\text{d}]$ $[\frac{1}{4}\text{PLW} \times \frac{1}{4}\text{PL} \times \frac{1}{4}\text{Ha} \times \frac{1}{4}\text{Pi}]$
n (♀+♂)	20 (10 + 10)	20 (10 + 10)	20 (10 + 10)	20 (10 + 10)

W mięśniach świeżych oznaczano zawartość suchej masy i wody zgodnie z PN [12], określano odczyn mięśni (pH_1 , pH_{24}) zgodnie z PN [13] pehametrem HI 9025 sprzężonym z elektrodą typu Eurosensor, mierzono także parametry barwy w systemie L^* a^* b^* kolorymetrem odbiciowym CR-200 b- firmy MINOLTA, w stosunku do standardowego wzorca bieli ($x-94,2$; $y-0,3133$; $z-0,3204$).

Po 70 dniach składowania w temp. -18°C , próbki m. L.L. rozmrażano w temp. $+1^{\circ}\text{C}$ przez 24 godz. i poddawano takim samym analizom, jak to miało miejsce z próbkami mięśni świeżych. Jedynie odczyn mięśni oznaczano jako pH_{70} , określano także ubytki masy po rozmrożeniu.

Wyniki badań poddano analizie statystycznej, obliczając wartości średnie, odchylenia standardowe oraz istotność różnic między wartościami średnimi, z użyciem programu Statgraphics v.5.

Tabela 2

Wartości średnie i odchylenia standardowe cech, świeżych (A) i rozmrożonych po 70 dniach składowania w warunkach zamrażalniczych (B), mięśni L.L. tuczników mieszańców.

Mean values of and standard deviations in properties of fresh (A) and defrosted (B) muscles *L.L.* of cross-breed fatteners; the samples were defrosted after the 70 day freezing storage.

Cechy / Parameters	Grupy / Groups												Podgrupy / Subgroups					
	I			II			III			IV			♀		♂			
	A	B	R	A	B	R	A	B	R	A	B	R	A	B	R	A	B	R
Sucha masa [%] Dry matter	28,44 ±0,64	29,0 ±0,95	+0,56 xx	28,50 ±0,79	28,13 ±0,80	0,37 x	27,65 ±0,69	27,65 ±0,73	0	27,88 ±0,99	28,47 ±1,52	0,59 xx	28,20 ±0,83	28,39 ±1,48	0,19	28,03 ±0,86	28,24 ±0,87	0,21
Zawartość wody [%] Water content	71,56 ±1,36	71,0 ±1,34		71,50 ±0,72	71,87 ±0,84		72,35 ±0,75	72,35 ±0,75		72,12 ±1,65	71,53 ±1,72		71,80 ±1,57	71,61 ±1,48		71,97 ±0,91	71,76 ±0,86	
Ubytek masy [%] Mass loss			0,20 x			0,97 xx			0,13 x			0,20 x			0,21 x			0,27 x
Odczyn / Acidity: pH ₁	6,15 ±0,41			6,25 ±0,46			6,03 ±0,24			6,20 ±0,26			6,16 ±0,28			6,15 ±0,39		
pH ₂₄	5,42 ±0,13			5,46 ±0,07			5,47 ±0,08			5,42 ±0,12			5,44 ±0,10			5,44 ±0,11		
pH ₇₀		5,62 ±0,04			5,79 ±0,24			6,05 ±0,30			5,79 ±0,18			5,82 ±0,21			5,80 ±0,17	
pH ₁ - pH ₂₄			0,73 xx			0,79 xx			0,56 x			0,78 xx			0,72 xx			0,71 xx
pH ₂₄ - pH ₇₀			-0,2			-0,3			-0,6 x -			-0,4			-0,4			-0,3
pH ₁ - pH ₇₀			0,53 x			0,46 x			0,02			0,41 x			0,34 x			0,35 x
Barwa / Colour: [%] Jasność / Lightness L*	51,6	64,1	12,5 xx	52,0	65,5	13,5 xx	50,0	67,1	17,1 xx	50,7	64,0	13,3 xx	50,6	64,5	13,9 xx	51,6	65,9	14,3 xx
Nasylenie / Saturation a*	8,04 ±1,48	8,05 ±1,63	0,01	7,29 ±1,47	8,08 ±1,78	0,79 x	8,05 ±0,96	8,73 ±1,80	0,68 x	8,52 ±1,37	9,62 ±1,72	1,10 xx	8,09 ±1,32	8,87 ±1,69	0,78 x	7,86 ±1,32	8,37 ±1,78	0,51 x
Nasylenie / Saturation b*	3,56 ±0,95	3,79 ±0,94	0,23	2,94 ±0,71	3,88 ±0,82	0,94 x	3,23 ±0,64	4,09 ±0,87	0,86 x	2,96 ±0,84	3,79 ±0,93	0,83 x	3,19 ±0,79	3,86 ±0,92	0,67 x	3,16 ±0,87	4,01 ±0,94	0,85 x

R^x - różnice statystycznie istotne przy P≤0,05. – statistically significant differences at P≤0,05;

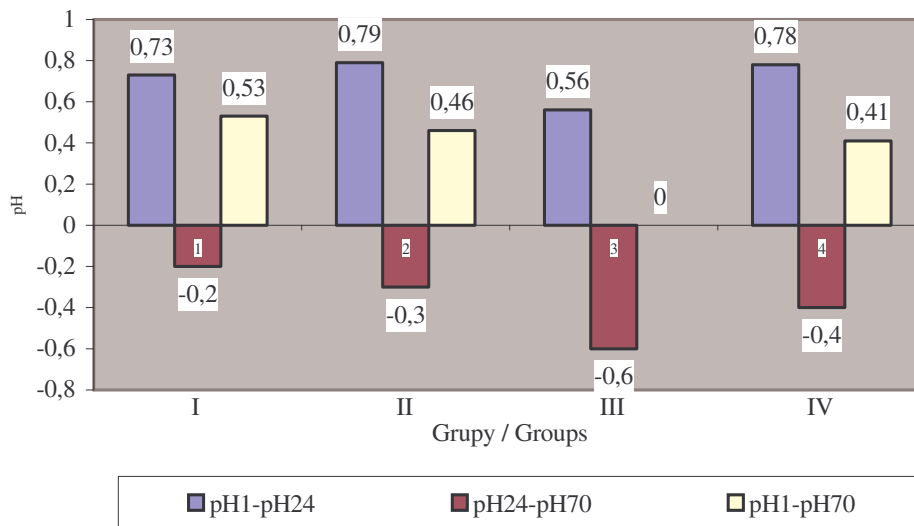
R^{xx} - różnice statystycznie istotne przy P≤0,01 / statistically significant differences at P≤0,01.

Wyniki i dyskusja

Stwierdzono statystycznie istotne różnice pomiędzy średnimi wartościami badanych cech mięśnia L.L. w stanie świeżym i po rozmrożeniu. W przypadku grup I, II i IV różnice statystycznie istotne ($P \leq 0,01$; $P \leq 0,05$) wystąpiły pomiędzy suchą masą mięśni rozmrożonych i świeżych. W grupach I i IV oraz w podgrupach zaznaczył się wzrost zawartości suchej masy w mięśniu rozmrożonym w przeciwieństwie do grupy II, w której stwierdzono jej wyraźny ubytek. Z kolei w grupie III zawartość suchej masy mięśni po rozmrożeniu była zbliżona do stwierdzonej w stanie świeżym i wynosiła 27,65%. Największy ubytek masy mięśni wystąpił w grupie II i różnił się statystycznie wysoko istotnie od uzyskanych w pozostałych grupach i podgrupach. Zmiany zawartości suchej masy uwarunkowane były różnicami w poziomie wody w mięśniach.

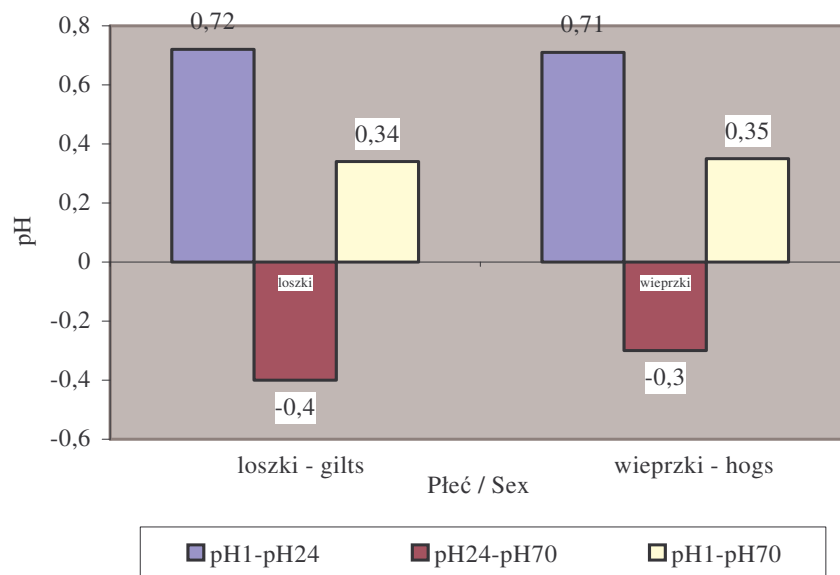
Wyniki pH_1 , pH_{24} i pH_{70} mięśnia L.L. tuczników w grupach i podgrupach przedstawiono w tab. 2 oraz na rys. 1. i 2. Analizując różnice pomiędzy wartościami pH_1 i pH_{70} można zauważyć, że poza III grupą, w której w 70. dniu odnotowano taką samą wartość pH jak w 1. godzinie po uboju, w pozostałych grupach i podgrupach loszek i wieprzków utrzymały się statystycznie istotne ($P \leq 0,05$) różnice pomiędzy średnimi wartościami pH_1 i pH_{70} . Poza grupą I, w pozostałych odnotowano statystycznie istotny ($P \leq 0,05$) wzrost wartości pH mięśni rozmrożonych, w porównaniu z pH mięśni ustalonym w 24. godz. po uboju tuczników. Stąd też można wnioskować, że m. L.L. tuczników mieszańców [$\frac{3}{4}$ wbp $\frac{1}{4}$ pbz] po rozmrożeniu zachowywał zbliżoną do świeżego wartość pH_{24} i zawierał zdecydowanie więcej suchej masy w porównaniu z innymi grupami mieszańców oraz wykazał się małym, 0,2-procentowym ubytkiem masy po rozmrożeniu. Największy ubytek masy mięśniowej stwierdzono w grupie II i był on statystycznie istotny ($P \leq 0,05$) w porównaniu z wykazanymi w pozostałych grupach i podgrupach. Jasność barwy wyrażona wartością L^* , w przypadku mięśni świeżych, kształtowała się od 50% w grupie III do 52,02% w grupie II (loszki – 50,57%, wieprzki – 51,56%). Po rozmrożeniu mięśni wartości te uległy podwyższeniu w grupach i podgrupach (tab. 2), co sygnalizowało jaśniejszą ich barwę w porównaniu z próbkami mięśni badanymi po 24 godz. od momentu uboju. Największą zmianą jasności barwy odznaczały się mięśnie tuczników mieszańców [$\frac{1}{4}$ wbp $\frac{1}{4}$ pbz $\frac{1}{4}$ dur. $\frac{1}{4}$ piet.], w przypadku których różnica ta wynosiła średnio 17,13% w odniesieniu do mięśni świeżych, a w innych grupach oraz podgrupach wynosiła ona od 12,58 do 14,23%. Wartość a^* określająca chromatyczność barwy w zakresie czerwono-zielonym i wartość b^* w zakresie żółto-niebieskim były, poza I grupą tuczników, bardzo niestabilne i wykazały po rozmrożeniu mięśni tendencję wzrostową, co może świadczyć o pogorszeniu się ich jakości na skutek takiego sposobu przechowywania. Poza tucznikami I grupy, których wartości parametrów a^* i b^* różniły się nieznacznie, w pozostałych grupach

i podgrupach różnice te pomiędzy mięśniami rozmrożonymi a świeżymi były statystycznie istotne ($P \leq 0,01$ i $P \leq 0,05$).



Rys. 1. Wielkość zmian pH mięśnia L.L. świeżego i rozmrożonego, po 70 dniach składowania w stanie zamrożonym, w 4 grupach tuczników mieszańców.

Fig. 1. The level of changes in pH of fresh and defrosted L.L. muscle taken from crossbreed fatteners arranged in four groups; the samples were defrosted after the 70 day freezing-storage.



Rys. 2. Wielkość zmian pH mięśnia L.L. świeżego i rozmrożonego po 70 dniach składowania w stanie zamrożonym, w zależności od płci tuczników mieszańców.

Fig. 2. The level of changes in pH of fresh and defrosted L.L. muscle taken from samples after the 70 day freezing storage, depending on the gender of crossbreed fatteners.

Wprowadzenie krzyżowania międzyrasowego świń wymaga uporządkowania i podawania pełnej wiedzy producentom odnośnie jakości mięśni pozyskiwanych od tuczników mieszańców. W tym też celu podejmowane są na szeroką skalę badania fizykochemiczne, pozwalające ocenić przydatność technologiczną surowca, jakim jest między innymi mięsień najdłuższy grzbietu u tuczników. Za granicą już od wielu lat sporo uwagi poświęca się sprawie utrzymania poprawnej jakości surowców pochodzenia zwierzęcego [1, 3]. Wcześniej przez wiele lat nasz udział w konferencjach naukowych, organizowanych przez Międzynarodową Komisję Oceny Mięsa, jak zaznaczył Drobisz [4], był zawsze skromny, co potwierdzała mała liczba wykonywanych badań jakościowych mięsa w Polsce. Wyniki niniejszych badań są bardzo zróżnicowane i mogą świadczyć, że na ich kształtowanie mógł też mieć wpływ genotyp tuczników. Po rozmrożeniu, w większości przypadków, mięsień L.L. tuczników mieszańców [$\frac{3}{4}$ wbp $\frac{1}{4}$ pbz] charakteryzował się zwiększonym udziałem suchej masy, a tym samym zmniejszoną zawartością wody oraz znikomym ubytkiem masy w przeciwieństwie do mięśni tuczników [$\frac{1}{4}$ wbp $\frac{3}{4}$ pbz], w których ubytek masy wyniósł aż 0,97%. W mięśniach świń mieszańców [$\frac{1}{4}$ wbp $\frac{1}{4}$ pbz $\frac{1}{4}$ hamp. $\frac{1}{4}$ piet.] po rozmrożeniu stwierdzono zmiany badanych parametrów zbliżone do zmian zaobserwowanych w mięśniach tuczników grupy I, o czym świadczyć mogą: zawartość suchej masy, wody oraz ubytki masy. Cechy te odgrywają ważną rolę w przetwórstwie mięsnym [1, 2, 9, 11, 18]. W przeciwieństwie do innych grup i podgrup tuczniaki mieszańce z III grupy [$\frac{1}{4}$ wbp $\frac{1}{4}$ pbz $\frac{1}{4}$ dur. $\frac{1}{4}$ piet.] zachowały taki sam poziom suchej masy w mięśniach świeżych i rozmrożonych. Cecha ta mogłaby zachęcać przemysł mięsny do gromadzenia i zamrażania w pierwszej kolejności mięsa pozyskiwanego od takich tuczników mieszańców. Jednak, jak wykazały badania własne, zmiany zachodzące w mięśniach, sygnalizowane nietypowymi wartościami odczynu pH w niektórych grupach oraz parametrami barwy, przemawiają przeciwko przechowywaniu mięsa tych zwierząt przez 70 dni w komorach mrożenia, w temp. -18°C . We wszystkich grupach i podgrupach wystąpiły wyraźne, statystycznie istotne zmiany, szczególnie w zakresie jasności barwy mięśni L.L. Borzuta i Pospiech [3] oraz Reichert [15] uważają, że po rozmrożeniu mięsień wykazujący wartość pH powyżej 6 i jasność barwy poniżej 43–45% obciążony już jest wadą DFD. W tym doświadczeniu parametry jasności barwy mięsa świeżego w grupach i podgrupach kształtujące się od 50 do 52% i pH_1 od 6,03 do 6,20 wskazywałyby na poprawne ich właściwości, co potwierdzali w swoich badaniach inni autorzy [1, 6, 9, 15]. Trudno jednak wyjaśnić uzyskane we wszystkich grupach i podgrupach wysokie wartości pomiaru jasności barwy mięśni rozmrożonych. Mięśnie tuczników z grupy III charakteryzowały się

największą wartością jasności barwy, sięgającą 67,1%, a ich pH po 70 dniach składowania w warunkach zamrażalniczych i rozmrożeniu miało podobną wartość jak w 1. godz. po uboju. O ile w 24. godz. po uboju mięśnie L.L. w rozpatrywanych grupach i podgrupach wykazywały wartości pH w granicach od 5,42 do 5,47, o tyle po rozmrożeniu, w 70. dniu, uzyskane wartości pH miały tendencję wzrostową i kształtowały się od 5,62 do 6,05. Tak więc na tej podstawie można sądzić, że podczas mrożenia w temp. -18°C i podczas rozmrażania mogą zachodzić zmiany biochemiczne powodujące pogorszenie się właściwości mięśnia L.L. W obrocie mięsem, jak twierdzą autorzy [1, 3, 15], żąda się jak najwięcej informacji o jego jakości zarówno w stanie świeżym, jak też mrożonym, a szczególne znaczenie ma badanie odczynu pH mięsa w różnym czasie jego przechowywania. Wartości pH_1 i pH_{24} zasadniczo nie odbiegały od uzyskanych w przypadku oceny mięśni czystych ras i mieszańców przez innych autorów [6, 7, 11, 17]. Natomiast wartości pH_1 zdecydowanie różnią się od wykazanych przez Litwińczuk i wsp. [10], którzy dokonali oceny jakości surowca rzeźnego tuczników pochodzących z chowu masowego. Borzuta i Pospiech [2], Grześkowiak i wsp.[6] i Łyczyński i wsp. [11] uważają, że w miarę wzrostu udziału mięsa w tuszach tuczników polskich, pogarszać się będzie jego jakość. Jakość ta uzależniona jest w dużym stopniu od genotypu zwierzęcia, co wcześniej wykazano w przeprowadzonych badaniach [1, 5, 6, 7, 11]. Można więc przypuszczać, że mrożenie półtuszy z zawartością mięśni o nieodpowiednich parametrach, wynikających z obciążeń genetycznych, przyczynia się do strat i pogorszenia ich jakości po rozmrożeniu, a tym samym do obniżenia ich przydatności technologicznej. Wstępne wyniki potwierdzają ten pogląd i zachęcają do podejmowania badań w tym kierunku.

Wnioski

1. Zamrożenie w temperaturze -18°C i przechowywanie w niej mięśnia *longissimus lumborum* tuczników mieszańców przez 70 dni miało wpływ na kształtowanie się zawartości suchej masy, wody, na ubytki masy mięsa oraz na zmianę odczynu pH i parametrów charakteryzujących jego barwę.
2. Stwierdzono, że badane parametry mięśnia po uboju oraz po jego rozmrożeniu po 70 dniach składowania w temp. -18°C , w pewnym stopniu zależą od genotypu tuczniaka.
3. Pod względem rozpatrywanych cech fizycznych i chemicznych najmniej korzystne wartości wykazywały próbki mięśnia *longissimus lumborum* pobrane od tuczników uzyskanych z udziałem loch mieszańców (wbp x pbz) i knurów mieszańców (hamp. x piet.).

Literatura

- [1] Barton-Gade P.,A.: The effect of breed on meat quality characteristics in pigs. Proc. of the 34-th International Congress of Meat Science and Technology. Brisbane, Australia, 1998, pp. 568-570.
- [2] Borzuta K., Pospiech E.: Analiza korzyści związanych ze wzrostem mięsności tuczników oraz strat spowodowanych pogorszeniem jakości mięsa. *Gosp. Mięś.*, 1999, **9**, 36-40.
- [3] Brandt H.: Współczesna problematyka jakości mięsa świń. *Prace i Mat. Zoot.*, 1998, Zesz. Spec. **8**, 33-38.
- [4] Drobisz D.: XXXIX Międzynarodowy Kongres Nauki o Mięsie i Technologii w Calgary. *Gosp. Mięś.*, 1994, **5**, 30-32.
- [5] Gajewczyk P.: Influence of crossbreeding on some characteristics of *longissimus dorsi* muscle and backfat of fatteners. *Annals Anim. Sci.*, 2005, Suppl. **1**, 17-22.
- [6] Grześkowiak E., Pospiech E., Borzuta K., Strzelecki J.: Wartość rzeźna i jakość mięsa wybranych grup genetycznych. *Prace i Mat. Zoot.*, 1998, Zesz. Spec. **8**, 145-146.
- [7] Kapelański W., Żurawski H., Bocian M., Grajewska S., Hammermeister A.: Meat quality of Polish landrace, duroc and Torhyb crossbreds in relation to carcass lean content. *Ann. Anim. Sci.* 2002, Suppl. **2**, 301-304.
- [8] Koćwin-Podsiadła M.: Zalecenia praktyczne w doskonaleniu genetycznym jakości wieprzowiny. *Konf. Nauk.* "Zastosowanie osiągnięć naukowych z zakresu genetyki, rozrodu i żywienia w nowoczesnej produkcji świń". ATR Bydgoszcz, 1-3.07.2002, pp. 35-40.
- [9] Kłosowska B., Olkiewicz M.: Barwa modelowego, surowo dojrzewającego produktu mięsnego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.* 2000, **1 (22)**, 56-64.
- [10] Litwińczuk A., Florek M., Skąlecki P., Makuła R.: Wartość rzeźna i jakość mięsa tuczników z chowu masowego utrzymywanych w regionie lubelskim. *Prace i Mat. Zoot.*, 2002, Zesz. Spec. **13**, 93-98.
- [11] Łyczyński A., Pospiech E., Urbaniak M., Rzościńska E., Bartkowiak Z., Mikołajczak B., Grześ B.: Meat quality depending on pig genotype. *Ann. Anim. Sci.*, 2002, Suppl. **2**, 53-56.
- [12] PN 73/A- 82110. Mięso i przetwory mięsne - oznaczanie suchej masy.
- [13] PN 77/A- 82058. Mięso i przetwory mięsne - oznaczanie pH.
- [14] Przepisy wew. CPM. Warszawa 1973, 30.
- [15] Reichert J.,E.: Herstellung von Roh- und Kochschinken. *Fleischwirt.*, 1997, **77 (4)**, 341-344.
- [16] Różycki M.: Możliwości poprawy jakości mięsa świń hodowanych w Polsce na drodze selekcji. *Prace i Mat. Zoot.*, 1998, Zesz. Spec., **8**, 19-25.
- [17] Wajda S., Daszkiewicz T.: Zależność między masą a wartością tuszy oraz jakością mięsa tuczników i macior. *Prace i Mat. Zoot.*, 1998, Zesz. Spec., **8**, 121-129.

PHYSICAL-CHEMICAL PROPERTIES OF A FRESH AND DEEP-FROZEN MUSCLE *LONGISSIMUS LUMBORUM* OF CROSSBREED FATTENERS

S u m m a r y


On the basis of some selected physical-chemical properties of a *longissimus lumborum* muscle taken from fatteners 24 hours after the slaughter, and, next, frozen at a temperature of -18°C , and stored during a period of 70 days, it was attempted to determine in what way the genotype of fatteners affected the development of some selected parameters assumed for the purpose of evaluation. The investigation material was taken from 80 fatteners showing a similar live weight of 105 kg, and being 180 days old. The animals were bred in an industrial pig fattening farm, under the similar environmental conditions of fattening. Each group of 20 heads of fatteners (10 sows and 10 barrows) represented one particular

genotype. The muscle *longissimus lumborum* was evaluated on the basis of the following parameters: dry matter, water content, pH value measured 1 hr and 24 hours after the pigs were slaughtered, as well as on the 70th day of storing them (upon the defrosting of the samples investigated). The parameters: L*, a*, and b*, characterizing the muscle colour, were also determined.

Values of the parameters investigated on the 70th day of storing the muscles, and determined after the samples were defrosted, showed significant differences ($P \leq 0,05$ and $P \leq 0,01$) compared with the parameter values determined in the groups and subgroups of fatteners. The most favourable values showed muscles of crossbreed fatteners [$\frac{3}{4}$ PLW $\frac{1}{4}$ PL]. In the investigated groups and subgroups of fatteners, it was stated a statistically significant increase ($P \leq 0.05$ and $P \leq 0.01$) in the dry matter content in the defrosted muscle *longissimus lumborum*; additionally, this increase was confirmed with regard to samples of muscles taken from fatteners 24 hours after they were slaughtered. The only exception was a group of crossbreed fatteners [$\frac{1}{4}$ PLW $\frac{1}{4}$ PL $\frac{1}{4}$ Dur. $\frac{1}{4}$ Piet.].

In the paper, the differences were shown in the pH values and colour of fresh and defrosted L.L. muscles depending on the gender and genotype of animals the muscles were taken from.

The results obtained prove that it is necessary to continue investigations on muscles taken from fatteners showing various genotypes, as is necessary to increase the number of parameters to be evaluated.

Key words: crossbreed fatteners, *m. longissimus lumborum* (L.L.), physicochemical features 

SALOMEA GRAJEWSKA, MARIA BOCIAN

PLASTYCZNOŚĆ SUROWEGO MIĘSA WIEPRZOWEGO JAKO WSKAŹNIK JEGO JAKOŚCI Z UWZGLĘDNIENIEM GENOTYPU ŚWIŃ *RYRI*

Streszczenie

Celem badań było oszacowanie zależności między plastycznością mięsa a niektórymi cechami rzeźnymi i cechami szczegółowej oceny jakości mięsa tuczników z uwzględnieniem ich genotypu względem *RYRI*. Przyjęto, że procesy proteolityczne występujące za życia, determinujące umięśnienie, mogą też oddziaływać na poubojowe przemiany i kształtować właściwości reologiczne mięsa, oceniane jako plastyczność. Badania przeprowadzono na 432 zwierzętach, z których 43,3% było homozygotami NN, 40,0% heterozygotami Nn i 16,7% homozygotami nn podatnymi na stres. Zwierzęta pierwszych dwóch grup NN i Nn wykazywały istotnie większe przyrosty dzienne niż trzeciej grupy nn ($p \leq 0,01$). Podobnie kształtowała się grubość słoniny (2,50 i 2,64 wobec 2,21 cm; $p \leq 0,01$). Mięsność tusz wynosiła natomiast 50,20% w grupie świń NN, 52,00% w Nn i 58,40% w grupie świń nn ($p \leq 0,01$). Wysoko istotne różnice między grupami genotypowymi wykazano w przypadku plastyczności mięsa (2,17, 1,99 i 1,75 cm²; $p \leq 0,01$) i większości badanych cech jakości mięsa.

Obliczone korelacje między plastycznością a pozostałymi badanymi cechami, tak w obrębie grup genotypowych (r_w), jak i ogólne (r_o) wykazały wiele wysoko istotnych zależności. Plastyczność mięsa była istotnie ujemnie ale nisko skorelowana z mięsnością tuszy ($r_o = -0,215^{**}$), co może potwierdzać opinie innych autorów o istotnej roli enzymów hamujących degradację białka w trakcie wzrostu i prowadzących w końcowym efekcie do mniejszej kruchości mięsa. Wartości wszystkich współczynników korelacji ogólnych między plastycznością a cechami jakości mięsa były wysoko istotne, natomiast w wielu przypadkach korelacje wewnątrzgrupowe były nieistotne w grupie NN. Nie wykazano w tej grupie świń istotnych zależności między plastycznością mięsa a pH₁, nasyceniem i jasnością barwy, co może wskazywać na to, że procesy proteolityczne po uboju nie były hamowane przez obniżanie się pH tkanki mięśniowej.

Przeprowadzone badania i uzyskane wyniki wskazują na znaczącą rolę pomiaru plastyczności w ocenie jakości mięsa i przewidywaniu jego kruchości.

Słowa kluczowe: świnie, *RYRI*, jakość mięsa, plastyczność

Wprowadzenie

Charakter i przebieg procesów metabolicznych działających w mięśniach za życia zwierzęcia ma duży wpływ na poubojowe kształtowanie właściwości mięsa. Bardzo ważne są procesy związane z proteolizą białek, regulują bowiem zarówno syntezę, jak i degradację białek cytoszkieletowych [10] i tym samym decydują o szybkości wzrostu i umięśnienia [13]. Moment uboju zmienia dynamikę ich działania i aktywuje inne grupy enzymów proteolitycznych, które są odpowiedzialne za proces tenderyzacji mięsa [15, 21]. W dużym związku z procesami proteolitycznymi występującymi bezpośrednio po uboju pozostaje wodochłonność i plastyczność mięsa, które są odzwierciedleniem strukturalnych zależności między elementami miofibrylarnymi, cytoplazmatycznymi i płynami komórkowymi tkanki mięśniowej [12]. Pośmiertna proteoliza białek cytoszkieletowych prowadzi do degradacji kompleksowych wiązań miofibryli między sobą i z błoną komórkową co, jak można sądzić, zmniejsza fizyczną spoistość i zwiększa plastyczność tkanki mięśniowej.

Kluczową rolę w procesach proteolitycznych aktywnie działających za życia, jak również i przez pewien czas po uboju zwierzęcia odgrywa układ kalpainowy [1, 2, 13]. Układ ten składa się z dwóch Ca^{+2} – zależnych enzymów proteolitycznych μ -kalpainsy i m -kalpainsy oraz kalpastatyny pełniącej rolę inhibitora obu kalpain. Zwiększoną aktywność kalpastatyny hamującej procesy degradacji białka przez kalpainsy wykazano w mięśniach po uboju świń charakteryzujących się wysokim umięśnieniem, w porównaniu z grupą świń o średniej mięsności [20].

Zakładając, że cecha plastyczności mięsa może być związana z przyżyciowymi oraz występującymi bezpośrednio po uboju procesami proteolitycznymi białek mięśniowych, oszacowano zależność między plastycznością a niektórymi cechami rzeźnymi tuszy charakteryzującymi umięśnienie i cechami szczegółowej oceny jakości mięsa. Biorąc pod uwagę istotny wpływ genotypu względem *RYR1* na jakość mięsa świń, przeprowadzono również analizę porównawczą między grupami genotypowymi (*NN*, *Nn* i *nn*) świń.

Materiał i metody badań

Badania przeprowadzono na 432 zwierzętach, w tym: 154 mieszańcach (wbp x pbz) x pietrain, 82 mieszańcach ras holenderskich (Landrace x Large White), 56 mieszańcach PIC, 50 czystorasowych pbz, 30 pietrain, 30 złotnickich pstrych i 30 mieszańcach F_2 (złotnicka pstra x pietrain) x pietrain. We wszystkich grupach liczba wieprzków i loszek była zbliżona. Tucz prowadzono od masy ciała około 30 kg do osiągnięcia masy ubojowej około 105 kg.

Następnego dnia po uboju przeprowadzano rozbiór i dysekcję tuszy oraz szacowanie umięśnienia zgodnie z metodyką SKURTC_h [17]. Ocena fizykochemiczną mięsa przeprowadzano na mięśniach *longissimus lumborum* 1–3 kręgu lędźwiowego. Końcowe zakwaszenie (pH_k) oznaczano w wodnej zawieszynie mięsa.

W trakcie uboju zwierząt pobierano krew celem oznaczenia genotypów *RYRI* [14]. Wśród badanej grupy było 187 zwierząt o genotypie *NN*, 173 o genotypie *Nn* oraz 72 o genotypie *nn*.

Zakwaszenie tkanki mięśniowej, tzw. pH_1 , oznaczano 45 min po uboju w mięśniu *LL* lewej półtuszy między 4 a 5 kręgiem lędźwiowym. Pomiaru dokonywano przy użyciu przenośnego pH-metru (R. Matthaus). Przewodność elektryczną mięśnia (LF_1) mierzono aparatem LF-STAR (R. Matthaus) w tym samym miejscu co pH_1 .

Barwę mięsa zmielonego mierzono przy użyciu spektrofotometru Spekol 11 z przystawką odbiciową i wyliczano parametry barwy z równań regresji opracowanych przez Różyczkę i wsp. [18]. Wodochłonność (WHC) określano metodą bibułową wg Grau'a i Hamma [5] i wyrażano jako udział procentowy wody luźnej w mięsie. Plastyczność mięsa oceniano na podstawie wielkości powierzchni rozciśniętej 300 mg próbki mięsa służącej do pomiaru WHC [3]. Swobodny wyciek soku prowadzono na plastrach mięsa wg Honikela [6].

Na podstawie uzyskanych wyników dokonano klasyfikacji jakości mięsa i oceniano częstość występowania mięsa wadliwego zgodnie z zasadami opracowanymi przez Grajewską i wsp. [4].

Obliczenia statystyczne i oszacowanie istotności różnic przeprowadzono przy zastosowaniu komputerowego programu Statistica 5.5 PL (2000).

Wyniki i dyskusja

Rola genu *RYRI* w kształtowaniu zarówno umięśnienia świń, jak i jakości mięsa jest dobrze znana [7, 8, 9, 11, 16, 19]. Zwierzęta będące nosicielami zmutowanego genu *RYRI* przekazują większą mięsność tuszy i jednocześnie niższą jakość mięsa spowodowaną liczniejszymi przypadkami występowania wady mięsa PSE. Podobny charakter zależności wykazano w niniejszych badaniach. Liczbę zwierząt poszczególnych genotypów *NN*, *Nn* i *nn* oraz wyniki dotyczące przyrostów masy ciała w okresie tuczu, a także podstawowe cechy rzeźne tuszy przedstawiono w tab. 1.

Badana populacja składała się w dużej mierze z osobników o genotypie *NN* (43,3%) i *Nn* (40,0%) i znacznie mniejszej liczby osobników *nn* (16,7%). Zwierzęta o genotypie *NN* i *Nn* wykazywały istotnie większe przyrostyienne niż homozygoty recesywne *nn* (803 i 795 wobec 760 g; $p \leq 0,01$). Średnia grubość słoniny też była istotnie większa u świń szybko rosnących (2,50 i 2,64 wobec 2,21 cm; $p \leq 0,01$). Natomiast powierzchnia przekroju połówki, charakteryzująca mięsność najcenniejszego wyrebu tuszy jakim jest schab, była największa u świń o genotypie *nn* (50,30 cm²), pośrednia u heterozygot *Nn* (44,82 cm²) i najmniejsza u osobników *NN* (42,50 cm²) ($p \leq 0,01$). Umięśnienie zwierząt oceniane po uboju aparatem ULTRAFOM 100 było wyrównane w grupach świń *NN* i *Nn* (49,11 i 49,30 %) i było istotnie niższe niż w grupie świń *nn* (54,48%) ($p \leq 0,01$). Umięśnienie tuszy szacowane na podstawie częściowej dysekcji wg metodyki SKURTC_h było przeciętnie większe i istotnie zróżnicowane między wszystkimi grupami (od *NN* – 50,20% do *nn* – 58,40%;

$p \leq 0,01$). Powyższe wyniki wskazują na korzystne oddziaływanie zmutowanego genu *RYRI^T* na wzrost umięśnienia świń.

Tabela 1

Ocena rzeźna tuszy w obrębie grup genotypowych świń i w populacji ogółem.

Slaughter performance characteristics within the genotype groups of pigs and within the overall pig population.

Badana cecha Trait investigated	NN $\bar{x} \pm s / SD$	Nn $\bar{x} \pm s / SD$	nn $\bar{x} \pm s / SD$	Ogółem Overall $\bar{x} \pm s / SD$
Liczebność Number [n (%)]	187 (43,3)	173 (40,0)	72 (16,7)	432
Średni przyrost dzienny Av. daily gain [g]	803 ^A ± 108	795 ^a ± 119	760 ^{Bb} ± 118	790 ± 116
Średnia grubość słoniny Av. backfat thickness [cm]	2,50 ^B ± 0,55	2,64 ^B ± 0,60	2,21 ^A ± 0,63	2,50 ± 0,60
Powierzchnia oka poledwicy Loin eye area [cm ²]	42,5 ^A ± 6,04	44,8 ^B ± 7,20	50,3 ^C ± 8,01	44,7 ± 7,37
Mięsność tuszy UFOM Leanness, UFOM [%]	49,1 ^B ± 4,95	49,3 ^B ± 5,35	54,5 ^A ± 5,44	50,1 ± 5,55
Mięsność tuszy, SKURTCh Leanness, SKURTCh [%]	50,2 ^A ± 3,96	52,5 ^B ± 4,93	58,4 ^C ± 5,40	53,0 ± 5,60

Objaśnienia: / Explanatory notes:

Wartości średnie w rzędach oznaczone różnymi małymi literami różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0,05$; dużymi literami przy $p \leq 0,01$ / Mean values denoted by small letters, and placed in rows, differ statistically significantly at $p \leq 0,05$; and those denoted by capital letters – at $p \leq 0,01$.

Badane cechy jakości mięsa przedstawiono w tab. 2. Jak można było oczekiwać, plastyczność mięsa była wysoko istotnie zróżnicowana między porównywanymi grupami genotypowymi świń ($p \leq 0,01$). Największą plastycznością charakteryzowało się mięso świń homozygot dominujących NN, wykazujących największe przyrosty, największe otłuszczenie i najmniejszą mięsność. Powierzchnia rozciśniętej 300-miligramowej próbki mięsa wynosiła w grupie świń NN 2,17 cm², 1,99 cm² w Nn i tylko 1,75 cm² w mięsie świń nn. Podobne zróżnicowanie plastyczności mięsa świń różniących się genotypem wrażliwości na stres wykazaliśmy już wcześniej [3].

Proteoliza białek mięśniowych może być hamowana przez szybko postępujące po uboju zakwaszenie tkanki mięśniowej, co tłumaczy małą kruchość mięsa PSE [15]. Poziom zakwaszenia mięśnia w pierwszej godzinie po uboju wyrażany wartością pomiaru pH₁ był istotnie różny między wszystkimi porównywanymi grupami genotypowymi świń ($p \leq 0,01$) i wynosił w przypadku NN – 6,44, Nn – 6,22 i nn – 5,81.

Tabela 2

Cechy jakości mięsa wieprzowego w obrębie grup genotypowych świń i w populacji ogółem.
Quality traits of pork meat within the genotype groups of pigs and within the overall pig population.

Badana cecha Trait investigated	NN $\bar{x} \pm s / SD$	Nn $\bar{x} \pm s / SD$	nn $\bar{x} \pm s / SD$	Ogółem Overall $\bar{x} \pm s / SD$
Plastyczność Plasticity [cm ²]	2,17 ^A ± 0,24	1,99 ^B ± 0,24	1,75 ^C ± 0,27	2,03 ± 0,29
pH ₁	6,44 ^A ± 0,40	6,22 ^B ± 0,42	5,81 ^C ± 0,37	6,25 ± 0,46
pH _k	5,48 ± 0,10	5,47 ± 0,12	5,47 ± 0,14	5,47 ± 0,11
LF ₁ , [mS/cm]	3,71 ^B ± 0,79	4,17 ^B ± 1,11	7,57 ^A ± 3,57	4,51 ± 2,12
Wodochłonność, woda luźna WHC, loose water [%]	20,2 ^{Ba} ± 2,96	21,0 ^{Bb} ± 3,05	23,2 ^A ± 3,47	21,0 ± 3,26
Swobodny wyciek Drip loss [%]	2,81 ^A ± 1,78	4,21 ^B ± 2,53	5,88 ^C ± 2,63	3,69 ± 2,41
Barwa mięsa: / Meat colour:				
Dominująca długość fali Dominant wavelength [nm]	584,5 ± 2,04	584,7 ± 1,57	584,4 ± 1,42	584,6 ± 1,77
Nasylenie Saturation [%]	21,2 ^B ± 3,09	21,9 ^B ± 3,06	23,1 ^A ± 4,06	21,8 ± 3,32
Jasność Lightness [%]	23,8 ^B ± 3,11	24,2 ^B ± 3,94	26,6 ^A ± 5,21	24,4 ± 3,97

Objaśnienia jak w tab. 1. / Explanatory notes as in Tab. 1.

Spośród badanych cech mięsa (tab. 2) tylko niektóre z nich, jak: plastyczność, pH₁, wodochłonność i swobodny wyciek soku były istotnie różne w każdej z porównywanych grup genotypowych świń, natomiast pozostałe dotyczące poziomu przewodności elektrycznej mięsa LF₁ oraz nasycenia i jasności barwy mięsa wykazywały istotne różnice tylko między NN i Nn a homozygotami recesywnymi nn ($p \leq 0,01$). Taki układ danych wskazuje na istotną niekorzystną rolę poubojowych procesów glikolitycznych, występujących ze znacznym nasileniem u świń obarczonych genem wrażliwości na stres i prowadzących do wyraźnego pogorszenia jakości mięsa świń grup nn. W tab. 3. przedstawiono wyniki częstości występowania mięsa normalnego i wadliwego w poszczególnych grupach genotypowych świń. Mięso świń o genotypie NN względem RYRI było normalne w przypadku 93,6% zwierząt, 84,4% zwierząt nosicieli zmutowanego genu RYRI i tylko z 68,0% zwierząt nn, mięso oszacowano jako dobrej jakości.

Analiza podstawowego składu chemicznego mięsa wykazała (tab. 4), istotnie niższą zawartość białka w mięsie świń NN w porównaniu z pozostałymi grupami (22,53 wobec 23,07 i 23,13%, $p \leq 0,01$). Zwierzęta o małym umięśnieniu tuszy i grubszej słoninie zawierały w mięsie mniej białka i więcej tłuszczu śródmięśniowego

(1,75 i 1,32 wobec 1,09%, $p \leq 0,01$). Zawartość popiołu w mięsie była z kolei największa u świń *nn*.

Tabela 3

Podstawowy skład chemiczny mięsa wieprzowego w obrębie grup genotypowych świń i w populacji ogółem.

The basic chemical composition of pork meat within the genotype groups of pigs and within the overall pig population.

Badana cecha Trait investigated	<i>NN</i> $\bar{x} \pm S/SD$	<i>Nn</i> $\bar{x} \pm S/SD$	<i>nn</i> $\bar{x} \pm S/SD$	Ogółem Overall $\bar{x} \pm S/SD$
Woda Water content [%]	74,40 ± 0,79	74,22 ± 0,75	74,31 ± 0,81	74,31 ± 0,78
Tłuszcz śródmięśniowy Intramuscular fat [%]	1,75 ^A ± 0,77	1,32 ^{Ba} ± 0,73	1,09 ^{Bb} ± 1,12	1,47 ± 0,86
Białko ogółem Total protein [%]	22,53 ^B ± 0,85	23,07 ^A ± 0,78	23,13 ^A ± 0,77	22,85 ± 0,85
Popiół Ash [%]	1,17 ^A ± 0,14	1,19 ^a ± 0,11	1,23 ^{Bb} ± 0,10	1,19 ± 0,12

Objaśnienia jak w tab. 1. / Explanatory notes as in Tab. 1.

W celu pełniejszego wyjaśnienia zależności i mechanizmów kształtowania plastyczności mięsa przez procesy przyżyciowe determinujące mięsność tuszy, jak też procesy poubojowe rozstrzygające o jakości mięsa, obliczono korelacje ogólne i wewnątrzgrupowe między plastycznością a cechami charakteryzującymi wartość rzeźną świń i jakość mięsa (tab. 5 i 6). Korelacja ogólna między plastycznością i wielkością przyrostów dziennych okazała się nieistotna, gdyż w grupie świń *NN* zależność ta była istotna i ujemna ($r_w = -0,239^x$), a w grupie świń *nn* była też istotna, ale dodatnia ($r_w = 0,377^x$). Wykazano też istotną choć niską korelację ogólną ($r_o = -0,215^{xx}$) między umięśnieniem tuszy a plastycznością mięsa. Niższą plastyczność mięsa wykazywały świnię charakteryzujące się większą mięsnością. Jest to zgodne z opiniami innych autorów o istotnej roli enzymów hamujących degradację białka i wzmagających odkładanie białka w trakcie wzrostu zwierzęcia [10, 13, 20, 21], prowadzących w końcowym efekcie do mniejszej kruchości mięsa.

Przedstawione w tab. 6. korelacje między plastycznością a pozostałymi cechami jakości mięsa wymagają szczegółowego omówienia. Wartości wszystkich współczynników korelacji ogólnych były wysoko istotne, natomiast w wielu przypadkach korelacje wewnątrzgrupowe były nieistotne w grupie świń homozygot dominujących *NN*. Nie wykazano istotnych zależności między plastycznością a pH_1 , nasyceniem i jasnością barwy. Brak istotnej zależności między plastycznością mięsa a pH_1 w tej grupie świń może wskazywać na to, że procesy proteolityczne po uboju nie

Tabela 4

Częstość występowania wad jakości mięsa wieprzowego w poszczególnych grupach genotypowych świń i w populacji ogółem.

The incidence rate of meat quality defects in the individual genotype groups of pigs and within the overall pig population.

Badana cecha Trait investigated	<i>NN</i> = 187	<i>Nn</i> = 173	<i>nn</i> = 72	Ogółem = 432 Overall
Mięso normalne Normal [n (%)]	175 (93,6)	146 (84,4)	49 (68,0)	370 (85,6)
Częściowo PSE Partly PSE [n (%)]	1 (0,5)	14 (8,1)	11 (15,3)	26 (6,0)
PSE [n (%)]	-	3 (1,7)	9 (12,5)	12 (2,8)
Częściowo DFD Partly DFD [n (%)]	11 (5,9)	10 (5,8)	2 (2,8)	23 (5,3)
DFD [n (%)]	-	-	1 (1,4)	1 (0,2)

Tabela 5

Korelacje w obrębie grup genotypowych (r_w) i w populacji ogółem (r_o) świń między plastycznością mięsa a przyrostem dziennym i cechami tuszy.

Correlations between the meat plasticity and the daily gain or the carcass traits as stated within the genotype groups of pigs (r_w) and within the overall pig population (r_o).

Badana cecha / Trait investigated	<i>NN</i>	<i>Nn</i>	<i>nn</i>	Ogółem Overall
Średni przyrost dzienny Av. daily gain	-0,239 ^x	0,008	0,377 ^x	-0,005
Średnia grubość słoniny Av. backfat thickness	-0,140	0,016	0,165	-0,043
Powierzchnia oka połędwicy Loin eye area	0,063	0,015	0,098	-0,083
Mięsność tuszy UFOM Leanness, UFOM	-0,153	0,096	0,090	-0,113
Mięsność tuszy, SKURTCh Leanness, SKURTCh	-0,202	0,058	0,013	-0,215 ^{xx}

Objaśnienia: / Explanatory notes:

x – statystycznie istotne przy $p \leq 0,05$; xx – statystycznie istotne przy $p \leq 0,01$

x – statistically significant at $p \leq 0,05$; xx – statistically significant at $p \leq 0,01$

Tabela 6

Korelacje w obrębie grup genotypowych (r_w) i w populacji ogólnej (r_o) świń między plastycznością a innymi cechami mięsa.

Correlations between the meat plasticity and other meat traits as stated within the genotype groups of pigs (r_w) and within the overall pig population (r_o).

Badana cecha / Trait investigated	<i>NN</i>	<i>Nn</i>	<i>nn</i>	Ogółem Overall
pH ₁	0,056	0,395 ^{xx}	0,458 ^x	0,421 ^{xx}
pH _k	0,484 ^{xx}	0,533 ^{xx}	0,577 ^{xx}	0,412 ^{xx}
LF ₁	-0,352 ^{xx}	-0,361 ^{xx}	-0,296	-0,442 ^{xx}
Wodochłonność, woda luźna WHC – loose water	-0,644 ^{xx}	-0,795 ^{xx}	-0,871 ^{xx}	-0,758 ^{xx}
Swobodny wyciek Drip loss	-0,363 ^{xx}	-0,513 ^{xx}	-0,600 ^{xx}	-0,576 ^{xx}
Nasycenie barwy Colour saturation	0,121	-0,413 ^{xx}	-0,644 ^{xx}	-0,360 ^{xx}
Jasność barwy Colour lightness	-0,099	-0,548 ^{xx}	-0,666 ^{xx}	-0,427 ^{xx}
Zawartość wody w mięsie Muscle water content	0,148	0,408 ^{xx}	0,563 ^{xx}	0,301 ^{xx}
Tłuszcz śródmięśniowy Intramuscular fat	0,239 ^x	-0,127	-0,007	0,184 ^{xx}
Białko ogółem Total protein	-0,410 ^{xx}	-0,222 ^x	-0,456 ^x	-0,433 ^{xx}

Objaśnienia jak w tab. 1. / Explanatory Notes as in Tab. 1.

były hamowane przez szybko postępujące zakwaszenie tkanki, ponieważ wartość pH₁ była odpowiednio wysoka ($6,44 \pm 0,40$). W pozostałych grupach genotypowych *Nn* i *nn*, wartości współczynników korelacji były zbliżone do wartości korelacji ogólnych i wskazywały na wysoko istotne zależności dodatnie plastyczności z wartościami pH₁ i pH_k, ujemne z LF₁, WHC i swobodnym wyciekaniem soku z mięsa w trakcie składowania. Zawartość białka w mięsie była skorelowana wysoko istotnie negatywnie z plastycznością we wszystkich grupach ($r_o = -0,433^{xx}$), a zawartość tłuszczu dodatnio tylko w grupie świń *NN* ($r_w = 0,239^x$).

Wnioski

1. Przeprowadzone badania i uzyskane wyniki wskazują na znaczącą rolę pomiaru plastyczności w ocenie jakości mięsa.
2. Mniejsza plastyczność mięsa świń bardziej umięśnionych może wskazywać na wolniejszy proces degradacji białek miofibrylarnych po uboju.
3. Szybko postępujące zakwaszenie tkanki mięśniowej po uboju u zwierząt mających zmutowany gen *RYRI* może hamować poubojowe procesy proteolityczne i powodować małą plastyczność mięsa.

Literatura

- [1] Geesink G.H., Koohmaraie M.: Effect of calpastatin on degradation of myofibrillar proteins by μ -calpain under post mortem conditions. *J. Anim. Sci.*, 1999, **77**, 2685-2692.
- [2] Goll D.E., Thompson V.F., Taylor R.G., Ouali A.: The calpain system and skeletal muscle growth. *Can. J. Anim. Sci.*, 1998, **78**, 4, 503-512.
- [3] Grajewska S., W. Kapelański, M. Bocian.: Usefulness of meat plasticity measurements to assess the meat quality. *Proc. Conf. Influence of genetic and non-genetic traits on carcass and meat quality of pigs. Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 1998, **7/48**, 4 (S), 141-144.
- [4] Grajewska S., Kortz J., Różycka J.: Estimation of the incidence of PSE and DFD in pork. *Proc. Scient. Meeting Biophysical PSE-muscle analysis. Vienna, 1984*, pp. 72-89.
- [5] Grau R., Hamm R.: Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung im Fleisch. *Fleischwirt.*, 1952, **4**, 295-297.
- [6] Honikel K.O.: The water binding of meat. *Fleischwirt.*, 1987, **67 (9)**, 1098-1102.
- [7] Kapelański W., Kurył J., Bocian M., Kapelańska J.: The effect of *RYRI* gene on the growth rate and lean content in Polish Landrace, Pietrain and Złotniki Spotted pigs. *Adv. Agric. Sci.*, 1999, **6 (2)**, 33-37.
- [8] Kapelański W., Kurył J., Bocian M., Rak B.: The effect of *RYRI* gene on meat quality traits in Polish Landrace, Pietrain and Złotniki Spotted pigs. *Adv. Agric. Sci.*, 1999, **6 (2)**, 39-44.
- [9] Kapelański W., Kortz J., Kurył J., Karamucki T., Bocian M.: Correlations between growth rate, slaughter yield and meat quality traits after the elimination of *RYRI* gene effect. In: *Quality of meat and fat in pigs as affected by genetics and nutrition*. Eds. C. Wenk, J.A. Fernandez, M. Dupuis, EAAP Pub. 2000, **100**, 147-150.
- [10] Koohmaraie M., Kent M.P., Shackelford S.D., Veiseth E., Wheeler T.L.: Meat tenderness and muscle growth: is there any relationship? *Meat Sci.*, 2002, **62**, 345-352.
- [11] Kortz J., Szaruga R., Kapelański W., Kurył J., Rybarczyk A., Natalczyk-Szymkowska W.: Effect of *RYRI* genotype on carcass leanness and pork quality. *EJPAU*, 2003, **6**, Issue 2, Ser. Anim. Husb.
- [12] Kristensen L., Purslow P.P.: The effect of ageing on the water-holding capacity of pork: role of cytoskeletal proteins. *Meat Sci.*, 2001, **58**, 17-23.
- [13] Kristensen L., Therkildsen M., Riis B., Sorensen M.T., Oksbjerg N., Purslow P.P., Ertbjerg E.: Dietary induced changes of muscle growth rate in pigs: Effects on in vivo and post mortem muscle proteolysis and meat quality. *J. Anim. Sci.*, 2002, **80**, 2862-2871.
- [14] Kurył J., Korwin-Kossakowska A.: Genotyping of *HAL* locus by PCR method explains some cases of incomplete penetrance of *Hal^m* gene. *Anim. Sci. Pap. Rep.*, 1993, **11**, 271-277.
- [15] Pospiech E., Grześ B., Łyczyński A., Borzuta K., Szalata M., Mikołajczak B. Muscle proteins and their changes in the process of meat tenderization. *Anim. Sci. Pap. Rep.*, 2003, **21**, Suppl. 1, 133-151.
- [16] Rempel W.E., Ming Yulu Mickelson J.R., Louis C.F.: The effect of skeletal muscle ryanodine receptor genotype on pig performance and carcass quality traits. *Anim. Sci.*, 1995, **60**, 249-257.
- [17] Różycki M.: *Zasady postępowania przy ocenie w SKURTCh*. W: *Stan hodowli i wyniki oceny świń*. Wyd. Wł. IZ., 1996, R. **XIV**, 69-82.
- [18] Różycka J., Kortz J., Grajewska-Kończak S.: A simplified method of the objective measurement of colour in fresh pork meat. *Rocz. Nauk Rol.*, 1968, **90-B-3**, 345-353.
- [19] Sellier P., Monin G.: Genetics of pig meat quality: A review. *J. Muscle Foods*, 1994, **5**, 187-219.
- [20] Szalata M., Pospiech E., Łyczyński A., Borzuta K.: Enzyme activity in pig meat of different meatiness. *An. Anim. Sci.*, 2002, Suppl., **2**, 353-355.

- [21] Szalata M., Pospiech E., Łyczyński A., Urbaniak M., Frankiewicz A., Mikołajczak B., Medyński A., Rzosińska W., Bartkowiak Z., Danyluk B.: Kruchość mięsa świń o zróżnicowanej mięsności. Roczn. Inst. Przem. Mięsnego Tłuszcz., 1999, T. XXXVI, 61-76.

PLASTICITY OF A RAW PORK MEAT AS THE QUALITY INDEX OF MEAT IN PIGS WITH DIFFERENT RYR1 GENE STATUS

Summary

The objective of the study was to evaluate the correlation between meat plasticity and some slaughter traits & meticulously assessed quality traits of meat in slaughter pigs with regard to their RYR1 genotype. It was assumed that the proteolytic processes occurring during the animal growth, and determining the meat deposition may also affect the post mortem protein changes and meat rheological properties, which are described as the meat plasticity. The investigation comprised 432 pigs: 43.3% thereof were NN homozygotes, 40.0% were Nn heterozygotes, and 16.7 % were stress susceptible nn homozygotes. Animals from the two groups NN and Nn had significantly higher daily gains than animals from the third nn group ($P \leq 0.01$). Similarly, the backfat thickness was higher in NN and in Nn if compared with nn pigs (2.50 and 2.64 versus 2.21 cm; $P \leq 0.01$). On the other hand, the leanness was the lowest in NN pigs (50.2%), medium in Nn pigs (52.5 %), and the highest in nn pigs (58.4%; $P \leq 0.01$). In the case of meat plasticity (2.17, 1.99, and 1.75 cm²; $P \leq 0.01$), it was proved that individual genotype groups of pigs showed highly significant differences in this parameter and in the majority of meat quality traits under investigation.

The computed correlations between meat plasticity and other meat traits, both within the genotype group (r_w) and the overall (r_o) population, displayed many highly significant interrelations. The meat plasticity parameter was negatively correlated with the leanness ($r_o = -0.215^{**}$), and this fact may support the opinion as expressed by other authors on the significant role of enzymes inhibiting protein degradation during the growth and, leading last of all, to a less tender meat. All the overall correlation coefficients between the meat plasticity and other meat traits were significant; however, in many cases, the correlations within the NN pig groups were insignificant. Furthermore, in this group of pigs (NN), no significant correlation between the meat plasticity and pH1, colour saturation & lightness was stated; this fact could point out that a drop in the pH value in muscle tissues did not inhibit the post mortem proteolytic processes.

The present investigation and the results obtained emphasize the significant role of measuring the meat plasticity parameter while assessing the quality and predicting the tenderness of meat.

Key words: pigs, *RYR1*, meat quality, plasticity ☒

EUGENIA GRZEŚKOWIAK, KAROL BORZUTA, ANDRZEJ BORYS,
STANISŁAW GRZEŚKIEWICZ, JERZY STRZELECKI

**SKŁAD KWASÓW TŁUSZCZOWYCYH MIĘŚNI *LONGISSIMUS*
DORSI I *BICEPS FEMORIS* ŚWIŃ PUŁ X PBZ ORAZ NAİMA X P-76
Z GOSPODARSTW CHŁOPSKICH**

Streszczenie

Badaniami objęto próby mięśni LD i BF pobranych z 20 tusz świń hybrydowych Naïma x P-76 (Penarlan) i mieszańców puławska x polska biała zwistoucha (puł x pbz).

W mięśniach oznaczano zawartość tłuszczu śródmięśniowego oraz skład kwasów tłuszczowych. Wykazano w mięśniach LD obu grup genetycznych podobny poziom kwasów tłuszczowych SFA i UFA. W lipidach mięśni BF tuczników puł x pbz, w porównaniu z hybrydami, stwierdzono o 2,49% mniej kwasów tłuszczowych nasyconych i o 2,38% więcej kwasów nienasyconych, przy czym większy udział stanowiły przede wszystkim kwasy jednonienasycone. Natomiast w obu mięśniach świń Naïma x P-76 notowano istotnie więcej wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, zwłaszcza C18:2 i C18:3, niż u badanych mieszańców.

Słowa kluczowe: tuczniaki, mięśnie, kwasy tłuszczowe

Wprowadzenie

Z uwagi na wysoką konsumpcję mięsa wieprzowego w Polsce i wzrastający odsetek ludności zapadającej zwłaszcza na schorzenia serca i układu krążenia, poszukuje się sposobów zmniejszenia otłuszczenia tusz, modyfikowania składu tłuszczu i ograniczenia w nim zawartości cholesterolu [1, 2]. Efekt ten można uzyskać na drodze genetycznej lub żywieniowej, gdyż ilość i jakość tłuszczu w tuszy w znacznym stopniu zależy od składu komponentów paszowych w diecie [1, 13]. Zastosowanie w dawkach dla tuczników nasion roślin oleistych lub olejów w istotny sposób wpływa na skład kwasów tłuszczowych tłuszczu zapasowego i lipidów mięsa [7, 10, 12].

Celem badań było określenie poziomu kwasów tłuszczowych w mięśniach świń o zróżnicowanym umięśnieniu i otłuszczeniu tusz.

Materiał i metody badań

Materiał do badań stanowiły tuczniaki pochodzące z krzyżowania loch rasy puławskiej z knurami polskiej białej zwisłouchej (puł x pbz) oraz świnię hybrydowe Naïma x P-76 (Penarlan). Zwierzęta pochodziły z gospodarstw chłopskich rejonu lubelskiego, które w 2004 r. poddano ubojowi. Z 20 wychłudzonych lewych półtuszy każdej grupy (w połowie loszki i wieprzki) wycięto próby mięśnia najdłuższego grzbietu z odcinka lędźwiowego (LD) oraz mięśnia *biceps femoris* (BF). W mięśniach tych określano zawartość tłuszczu śródmięśniowego metodą Soxhleta według PN-73/A-82111. Profil kwasów tłuszczowych w lipidach obu mięśni oznaczano za pomocą chromatografu gazowego Hewlett Packard model 6890 z detektorem płomieniowo-jonizacyjnym, przy użyciu kapilar kolumny Rtx – 2330 o parametrach 105 m x 0,25 mm x 20 mm (PN-EN ISO 5508, PN-ISO 5509).

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie. Istotność różnic pomiędzy genotypami i mięśniami weryfikowano testem Tukey' a [14].

Wyniki i dyskusja

Wyniki zawartości tłuszczu śródmięśniowego oraz poziomu kwasów tłuszczowych w mięśniach LD i BF badanych tuczników przedstawiono w tab. 1.

Stwierdzono większe przetłuszczenie mięśni BF niż mięśni LD w obu grupach genetycznych. Wysoki poziom tłuszczu stwierdzili także Garcia i wsp. [5], którzy w mięśniach szynki różnych płci notowali go średnio 3,9 i 6,9%. W mięśniach LD notowano podobny, dość niski poziom tłuszczu u obu badanych grup (1,5 i 1,74%). Natomiast mięśnie BF tuczników hybrydowych Penarlan były bardziej przetłuszczone w porównaniu z tuczniakami z udziałem rasy puławskiej (odpowiednio 4,07 i 2,83% tłuszczu). Jest to ciekawa obserwacja, gdyż badane genotypy znacznie różniły się stopniem umięśnienia (odpowiednio 53,2 i 44,85% mięsa w tuszy) i otluszczenia (grubość słoniny z 5 pomiarów odpowiednio 27,19 i 39,65 mm) oraz masą tuszy (odpowiednio 85,82 i 114,53 kg). Można wnioskować, że nie w każdym przypadku o przetłuszczeniu śródmięśniowym mięsa decyduje grubość słoniny, a raczej genotyp. Zwłaszcza mięśnie LD świń ras białych z udziałem rasy duroc charakteryzują się dość znaczną, około 4,79% zawartością tłuszczu śródmięśniowego [9].

Wśród nasyconych kwasów tłuszczowych (SFA) w mięśniach obu grup notowano podobny poziom kwasu laurynowego i mirystynowego. Kwasu palmitynowego i stearynowego stwierdzono istotnie mniej w mięśniach BF świń puol x pbz w porównaniu z Penarlan (odpowiednio C16:0 o 1,04% i C18:0 o 1,2%). Z tego względu suma kwasów nasyconych mięśnia BF tych świń stanowiła tylko 35,66% ogólnej zawartości kwasów tłuszczowych. Była ona niższa o 2,49% w m. BF i o 2,81% w m. LD od zawartości SFA w lipidach mięśni hybrydów.

Również badania innych autorów wykazały podobny udział nasyconych kwasów tłuszczowych w tkance tłuszczowej mięśni schabu i szynki różnych genotypów świń [3, 4, 5, 6, 7].

Tabela 1

Profil kwasów tłuszczowych tłuszczu w m. LD i m. BF badanych tuczników [%].
Fatty acid profile in m. LD and m. BF of the fatteners under investigation [%].

Wyszczególnienie Specification	Naïma x P-76		Puł x PBZ		SEM
	m. LD	m. BF	m. LD	m. BF	
Zawartość tłuszczu / Fat content [%]	1,50 ^A	4,07 ^B	1,74 ^A	2,83 ^C	0,79
C10:0	0,10	0,09	0,10	0,10	0,01
C12:0	0,14	0,13	0,16	0,10	0,06
C14:0	1,22	1,23	1,24	1,15	0,14
C15:0	0,05	0,06	0,04	0,06	0,02
C16:0	24,41	24,05 ^A	23,93	23,01 ^B	0,98
C16:1	3,56	3,00	3,97	3,84	0,53
C17:0	0,21 ^A	0,25 ^A	0,14 ^B	0,18 ^B	0,04
C17:1	0,19 ^A	0,22	0,12 ^B	0,18	0,03
C18:0	12,16 ^A	12,15 ^A	11,33 ^B	10,95 ^B	0,77
C18:1	44,39 ^A	44,07 ^A	47,11 ^B	47,49 ^B	0,61
C18:2 n - 6	9,21 ^A	10,90	7,52 ^B	8,46	1,68
C18:3 n - 3	0,43	0,73 ^A	0,33	0,44 ^B	0,12
C20:0	0,18	0,19	0,15	0,11	0,04
C20:1	0,64	0,66	0,68	0,70	0,08
C20:2 n - 6	0,27 ^A	0,38 ^A	0,18 ^B	0,23 ^B	0,04
C20:3 n - 6	0,22	0,18	0,24	0,24	0,06
C20:4 n - 6	1,77	1,05	1,84	1,84	0,53
C20:5 n - 3	0,09	0,08	0,08	0,10	0,03
C22:4 n - 6	0,28	0,21	0,28	0,27	0,07
C22:5 n - 3	0,26	0,17	0,23	0,23	0,06
C22:6 n - 3	0,08	0,06	0,06	0,07	0,04
SFA	38,47	38,15 ^A	37,09	35,66 ^B	0,31
UFA	61,39	61,71 ^A	62,64	64,09 ^B	0,32
MUFA	48,78	47,95 ^A	51,88	52,21 ^B	0,35
PUFA	12,61	13,76 ^A	10,76	11,88 ^B	0,33
PUFA n-3	0,86	1,04 ^A	0,70	0,84 ^B	0,06
PUFA n-6	11,75	12,72	10,06	11,04	0,41
DFA	73,55	73,86	73,97	75,04	0,53
OFA	25,63	25,28	25,17	24,16	0,55
UFA/SFA	1,59	1,62	1,69	1,80	–

Objaśnienia: / Explanatory notes:

A, B, C – różnice między wartościami średnimi statystycznie istotne przy $p \leq 0,01$,

A, B, C – differences among mean values that are statistically significant at $p \leq 0,01$.

Ważną obserwacją, pod względem żywieniowym, jest notowany w badanych mięśniach grupy świń z udziałem rasy puławskiej większy udział nienasyconych kwasów tłuszczowych (UFA). W lipidach m. BF tych mieszańców wynosił on 64,09% a świń Penarlan 61,71% w m. BF i 61,39% w m. LD. Niemniej w obu mięśniach świń puł x pbz w sumie tych kwasów, jednonienasyconych kwasów tłuszczowych (MUFA) było więcej niż w mięśniach świń Penarlan (odpowiednio ok. 52 i 48%).

Natomiast wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA) stwierdzono więcej w mięśniach świń hybrydowych niż mieszańców z rasą puławską (w m. LD

12,61 i 10,76% wobec 13,76 i 11,88%). We wcześniejszych badaniach IPMiT, w m. LD mieszańców ras białych z udziałem rasy duroc oznaczono 53,32% kwasów tłuszczowych MUFA i 6,91% PUFA, natomiast w tych samych mięśniach świń z 50% udziałem krwi rasy hampshire i hybrydów PIC poziom tych kwasów był inny i wynosił odpowiednio ok. 47 i 15% [8]. W pracy Litwińczuk i wsp. [11], w m. LD tuczników z pogłowia masowego środkowo-wschodniej Polski wykazano o połowę mniej kwasów wielonienasyconych w porównaniu z poziomem tych kwasów stwierdzonych w tej pracy, w mięśniach badanych genotypów.

Ważnym wskaźnikiem decydującym o wartości odżywczej tłuszczu jest prawidłowy stosunek kwasów z rodziny n-6 do n-3. Najczęściej wynosi on 9 : 1, a zaleca się obniżyć go do wartości 4 : 1 [1]. W tłuszczu badanych mięśni wynosił on średnio 11 : 0,86. Badania ostatnich lat wskazują, że skład kwasów tłuszczowych w tuszach zwierzęcych może być poprawiony przez rodzaj i ilość tłuszczów podawanych w mieszankach paszowych. Stąd oprócz genotypu i płci największy wpływ na profil kwasów tłuszczowych w mięśniach tuczników ma żywienie [1, 13].

W mięśniach obu grup genetycznych wykazano podobny poziom kwasów tłuszczowych o działaniu hipercholesterolemicznym (OFA), tj. podwyższającym cholesterol i hipocholesterolemicznym (DFA), obniżającym poziom cholesterolu.

Wnioski

1. W mięśniach krzyżówek świń puł x pbz, w porównaniu z hybrydami Naïma x P-76, stwierdzono mniejszy udział kwasów tłuszczowych nasyconych, a większy nienasyconych, zwłaszcza w mięśniach BF.
2. W lipidach mięśni LD i BF świń Penarlan notowano niższy poziom jednonienasyconych kwasów tłuszczowych, niż u mieszańców puł x pbz.
3. Więcej wielonienasyconych kwasów tłuszczowych wykazano w mięśniach świń hybrydowych, zwłaszcza kwasu linolowego C18 : 2 i linolenowego C18 : 3.

Literatura

- [1] Barowicz T.: Dietetyczna wieprzowina bez tłuszczu i cholesterolu. *Przegl. Hod.*, 1999, **4**, 17-19.
- [2] Bartnikowska E.: Aspekty zdrowotne związane ze spożywaniem mięsa wieprzowego. *Gosp. Mięs.*, 2002, **2**, 10-13.
- [3] Batorska M., Więcek J., Rekiel A., Kulisiewicz J.: The influence of addition of selected growth stimulants of pig fatteners production results and fatty acids profile. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2003, **12/53**, 1, 25-27.
- [4] Fiego D.P.Lo., Santoro P., Macchioni P., Leonibus E.D.: Influence of genetic type, live weight at slaughter and carcass fatness on fatty acid composition of subcutaneous adipose tissue of raw ham in the heavy pig. *Meat Sci.*, 2005, **69**, 107-114.
- [5] Garcia, Pilar Teresa, Casal J.J., Alexia Lundqvist: Lipids and cholesterol in porker muscles, 46 th ICoMST, 2000, pp. 624-625.
- [6] Gardzińska A., Migdał W.: Zawartość i profil kwasów tłuszczowych w szynce i schabie tuczników mieszańców o różnej masie ciała. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 2003, **17/1**, 37-40.
- [7] Greła E.R., Kondek E.: Wpływ dodatku oleju sojowego i witaminy E na jakość tłuszczu w mięsie tuczników. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 2000, **Supl. 6**, 172-175.


- [8] Grześkowiak E., Borzuta K., Obiedziński M.: Investigations on the effect of swine genotype on the level of fatty acids in pork meat. 47 th ICoMST, 2000, pp. 40-41.
- [9] Grześkowiak E.: Technologiczna i konsumpcyjna przydatność mięsa krzyżówek towarowych świń polskich ras białych z udziałem knurów ras hampshire i duroc., Akademia Rolnicza, Szczecin 1999, Rozprawy nr 190.
- [10] Lauridsen C., Mu H., Henckel: Influence of dietary conjugated linoleic acid (CLA) and age at slaughtering on performance, slaughter – and meat quality, lipoproteins and tissue deposition of CLA in barrows. Meat Sci., 2005, **69**, 393-399.
- [11] Litwińczuk A., Grodzicki T., Skałcki P., Florek M., Ryszkowska-Siwko M.: Skład kwasów tłuszczowych mięśni *longissimus lumborum* i *semimembranosus* oraz sadła i słoniny tuczników z chowu masowego z regionu lubelskiego. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2003, **4 (37) Supl.**, 265-271.
- [12] Nuernberg K., Fischer K., Nuernberg G., Kuechenmeister V., Kłosowska D., Eliminowska-Wenda G., Fiedler I., Ender K.: Effects of dietary olive and linseed oil on lipid composition, meat quality, sensory characteristics and muscle structure in pigs. Meat Sci., 2005, **70**, 63-74.
- [13] Paściak P., Migdał W., Wojtysiak D., Połtowicz K.: Profil kwasów tłuszczowych tłuszczu szynki i schabu świń JSR. Roczn. Nauk. Zoot., 2003, **17 Supl.**, 81-84.
- [14] Stanisław T.: Przystępny kurs statystyki na przykładach z medycyny, Start Soft, Polska Sp. z o.o. Kraków 1998.

THE COMPOSITION OF FATTY ACIDS IN *LONGISSIMUS DORSI* AND *BICEPS FEMORIS* MUSCLES OF PIGS PUŁ x LANDRACE AND NAĪMA x P-76 FROM PEASANT FARMS

S u m m a r y

The investigations included samples of LD and BF muscles obtained from 20 carcasses of hybrid Naïma x P-76 (Penařlan) and Puławska x Polish Landrace (Puł x PL) pigs.

The contents of inter-muscular fat and the composition of fatty acids in the muscles were determined. It was stated that the content levels of SFA and UFA fatty acids were comparable in the LD muscles of the two genotype groups of pigs. Furthermore, it was proved that the content of saturated fatty acids in the lipids contained in the muscles of BF fatteners 'Puł x PL' was by 2.49% lower if compared with the hybrid pigs, and the content of non-saturated acids – by 2.38% higher. Among the non-saturated fatty acids, monounsaturated acids predominated. However, in the two muscles of the Naïma x P-76 pigs, it was found a significantly higher amount of poly-unsaturated fatty acids, especially C18:2 and C18:3, than in the cross-bred pigs investigated.

Key words: fatteners, muscles, fatty acids 

KATARZYNA KAJAK, DANUTA KOŁOŻYN-KRAJEWSKA

**SZACOWANIE OKRESU PRZYDATNOŚCI DO SPOŻYCIA
PRODUKTÓW MIĘSNYCH ZA POMOCĄ
MODELI PROGNOSTYCZNYCH**

Streszczenie

Celem badań było opracowanie modeli prognostycznych umożliwiających szacowanie okresu przydatności do spożycia produktów mięsnych z rozdrobnionego mięsa wołowego. Utworzono liniowe modele z wyrazem wolnym wzrostu (ogólnej liczby drobnoustrojów) OLD [log jtk/g], zawierające wszystkie analizowane zmienne (dodatek NaCl i NaNO₂, czas przechowywania i temperaturę) z zastosowaniem regresji liniowej oraz modele powierzchni odpowiedzi Gomperta i logistyczne wzrostu (ogólnej liczby drobnoustrojów) OLD [log jtk/g] z uwzględnieniem wpływu dodatku NaCl i NaNO₂. Obliczenia wykonano nieliniową metodą najmniejszych kwadratów, za pomocą algorytmu Gaussa-Newtona. Na podstawie danych uzyskanych z analiz mikrobiologicznych opracowano liniowe modele ogólnej liczby drobnoustrojów (OLD), umożliwiające szacowanie okresu przydatności do spożycia produktów mięsnych, przede wszystkim w niskiej temperaturze przechowywania (5°C). Otrzymane, dobrze dopasowane statystycznie, modele powierzchni odpowiedzi Gomperta i logistyczne, w zadowalający sposób umożliwiają prognozowanie okresu przydatności do spożycia produktów mięsnych, przede wszystkim w zakresie wyższej temperatury przechowywania (15°C).

Słowa kluczowe: mikrobiologia prognostyczna, modelowanie, mięso wołowe, NaCl, NaNO₂

Wprowadzenie

Bezpieczeństwo mikrobiologiczne żywności jest zazwyczaj określane za pomocą testów „challenge test”. Testy takie naśladują wpływ czynników środowiskowych na produkty żywnościowe, warunki wzrostu i rozprzestrzenianie się drobnoustrojów patogennych i saprofitycznych oraz dostarczają informacji niezbędnych do określenia okresu przydatności do spożycia żywności w ustalonych warunkach przechowywania produktu. Testy te są jednak kosztowne i długotrwałe [2, 5, 7].

Duża różnorodność produktów mięsnych, procesów przetwórczych, metod pakowania, przechowywania i dystrybucji powodują, że w wyrobach gotowych są obecne różne mikroorganizmy. Możliwości rozwoju drobnoustrojów można ograniczyć, przechowując produkty w warunkach chłodniczych i przestrzegając łańcucha chłodniczego. Odpowiedź mikroorganizmów na główne czynniki zewnętrzne i wewnętrzne (np. temperatura czy dodatek substancji konserwujących) może zostać wyrażona w postaci równania matematycznego, które zostanie zastosowane do obiektywnego szacowania ryzyka wystąpienia infekcji pochodzenia żywnościowego, intoksykacji lub zepsucia produktu pod wpływem mikroflory saprofitycznej [5].

Wiedza o kinetyce wzrostu drobnoustrojów oraz odpowiednie badania pomogą określić okres przydatności do spożycia produktu przechowywanego w określonej temperaturze i przewidzieć ten okres, podczas zmiennej temperatury przechowywania [3]. Konstrukcja bardziej precyzyjnych modeli prognostycznych będzie możliwa, gdy zacznie się do tego celu wykorzystywać wiedzę o fizjologii i biologii molekularnej zachowania się bakterii w żywności [1].

Zazwyczaj modelowanie polega na zastosowaniu metod regresji liniowej i nieliniowej, a dane dotyczące wzrostu oraz parametry modelu dopasowywane są do równania przy użyciu różnych algorytmów [9]. Wszystkie modele są uproszczeniem skomplikowanych procesów warunkujących wzrost bakterii. Muszą być upraszczane do racjonalnej liczby wejściowych parametrów, które łatwo jest zmierzyć (temperatura, pH, a_w) [4]. Dobry model powinien charakteryzować się jak najmniejszą liczbą parametrów niezbędnych do otrzymania wartości prognozowanych, zgodnych z wartościami empirycznymi. Fu i Labuza [3] twierdzą, że modele z jedną lub dwiema zmiennymi są równie praktyczne w użyciu, jak modele powierzchni odpowiedzi mające wiele zmiennych.

Modele mogą stać się efektywną częścią np. procesu przetwórczego mięsa i pomóc w zapobieganiu zatruciom pokarmowym. Programy komputerowe mogą służyć oszacowaniu okresu przydatności do spożycia produktów spożywczych, m.in. mięsa i produktów mięsnych [5]. Tradycyjne metody mikrobiologiczne odnoszą się tylko do konkretnych warunków przechowywania produktu. Dzięki zastosowaniu modeli prognostycznych można pokonać te bariery. Zadaniem wszystkich modeli jest przewidywanie bezpieczeństwa mikrobiologicznego lub okresu przydatności do spożycia żywności [6].

Celem badań było opracowanie modeli prognostycznych umożliwiających szacowanie okresu przydatności do spożycia modelowych produktów mięsnych z rozdrobnionego mięsa wołowego. Parametrami modeli były: czas, temperatura przechowywania produktów, dodatek NaCl i NaNO₂. Przedstawione w pracy badania stanowią kontynuację doświadczeń w zakresie prognozowania mikrobiologicznego, dotyczącego produktów mięsnych, reprezentujących grupę wyrobów z mięsa

rozdrobionego, prowadzonych przez zespół Zakładu Technologii Gastronomicznej i Higieny Żywności SGGW w Warszawie.

Materiał i metody badań

Materiałem do badań były produkty mięsne w postaci kulek (typu „meat-ball”), wykonane w warunkach laboratoryjnych. Stanowiły one modelowy produkt z mięsa rozdrobnionego. Produkty wykonano z mielonego mięsa wołowego z udźca, bułki tartej w ilości 100 g na 1000 g mięsa, mleka UHT o zawartości 2% tłuszczu w ilości 100 ml na 1000 g mięsa, cebuli w ilości 100 g na 1000 g mięsa, NaCl (0, 1 i 2%) oraz NaNO₂ (0 ppm, 60 ppm i 120 ppm). Surowce do badań kupowano w sieci sklepów detalicznych. Kupowano mięso świeże, bezpośrednio po rozbiorze tuszy.

Wykonano 9 wariantów modelowych produktów z mięsa rozdrobnionego, z różnymi wielkościami dodatku NaCl i NaNO₂ (tab. 1).

Tabela 1

Warianty modelowych produktów mięsnych z dodatkiem NaCl i NaNO₂.

The variants of model meat products with some added NaCl and NaNO₂.

Wariant produktu Variants of product	Dodatek NaCl Added NaCl [%]	Dodatek NaNO ₂ Added NaNO ₂ [ppm]
A	0	0
B	0	60
C	0	120
D	1	0
E	1	60
F	1	120
G	2	0
H	2	60
I	2	120

Do mielonego mięsa dodawano NaCl i NaNO₂, a następnie poddawano procesowi peklowania w temp. 4°C przez 2 godz. Po godzinie peklowania masę ponownie mieszano. Do odważonego zapeklowanego mięsa dodawano odważone pozostałe składniki i dokładnie mieszano. Formowano kulki mięsne o masie 100 ± 5g, które umieszczano w blaszkach wyłożonych folią aluminiową i pieczono w piekarniku elektrycznym w temp. 150°C do momentu osiągnięcia wewnątrz produktu temp. 75°C (termopara Czaki ThermoProduct, typ EMT-302).

Upieczone produkty były przykrywane folią aluminiową i chłodzone do temperatury pokojowej. Po schłodzeniu produkty pakowano w torebki polietylenowe (o grubości 0,66 mm, przepuszczalne w stosunku do pary wodnej $8,96 \text{ g/m}^2/24 \text{ godz.} \pm 0,28$, przepuszczalne w stosunku do tlenu $888 \text{ cm}^3/\text{m}^2/24 \text{ godz.}$), zgrzewano i przechowywano w inkubatorze mikrobiologicznym z dochładzaniem (Prebatem) w temp. 5, 10 i 15°C do 16 dni. Wykonano 10 serii produkcji.

Mikrobiologicznie oznaczano ogólną liczbę drobnoustrojów tlenowych mezofilnych (skrótowo: ogólna liczba drobnoustrojów) – OLD [jtk/g], metodą zalewową na agarze odżywczym (Noack Poland), temp. inkubacji 37°C , czas inkubacji 48 godz., według PN-A-82055-6:1994 [8].

Obliczenia statystyczne przeprowadzono z użyciem pakietu statystycznego: Statgraphics Plus for Windows, ver. 4.1, Statistical Graphics Corp. oraz Microsoft Excel. Na podstawie testu Shapiro-Wilka stwierdzono, że próby nie miały rozkładu normalnego, dlatego do analiz statystycznych zastosowano nieparametryczny odpowiednik analizy wariancji: test Kruskalla-Walisa. Różnice testowano na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Utworzono liniowe modele, z wyrazem wolnym, wzrostu OLD [log jtk/g], zawierające wszystkie analizowane zmienne (dodatek NaCl i NaNO_2 , czas przechowywania i temperaturę) (1) z zastosowaniem regresji liniowej.

$$Y = a + b \cdot T + c \cdot t + d \cdot \text{NaCl} + e \cdot \text{NaNO}_2 \quad (1)$$

gdzie: Y – log jtk/g bakterii,
 T – temperatura przechowywania [$^\circ\text{C}$],
 t – czas przechowywania [dni],
 NaCl – dodatek NaCl [%],
 NaNO_2 – dodatek NaNO_2 [ppm],
 a-e – parametry do określenia.

Modele powierzchni odpowiedzi Gompertza (2) i modele powierzchni odpowiedzi logistyczne (3) wzrostu OLD [log jtk/g] z uwzględnieniem wpływu dodatku NaCl i NaNO_2 obliczano nieliniową metodą najmniejszych kwadratów, za pomocą algorytmu Gaussa-Newtona.

$$Y = a + b \cdot [\exp(-\exp(-(t-c)/d))] \cdot [\exp(-\exp(-(T-e)/d))] + f \cdot \text{NaCl} + g \cdot \text{NaNO}_2 \quad (2)$$

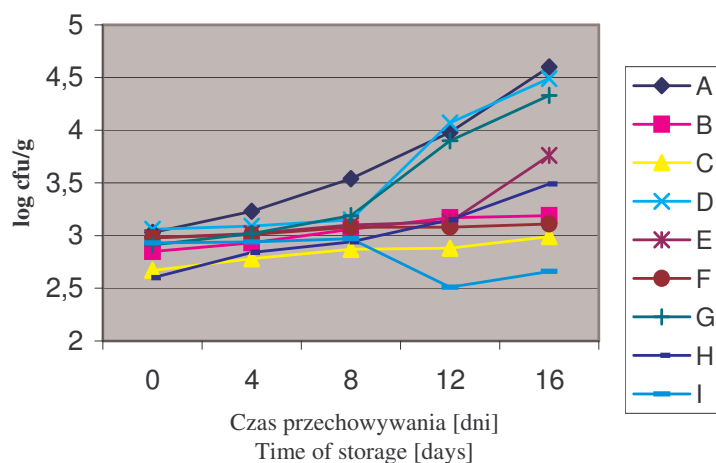
$$Y = a + b \cdot [1/(1 + \exp(-(t-c)/d))] \cdot [1/(1 + \exp(-(T-e)/d))] + f \cdot \text{NaCl} + g \cdot \text{NaNO}_2 \quad (3)$$

gdzie: Y – log jtk/g bakterii,
 t – czas przechowywania [dni],
 T – temperatura przechowywania [$^\circ\text{C}$],
 NaCl – dodatek NaCl [%],
 NaNO_2 – dodatek NaNO_2 [ppm],
 a-g – parametry do określenia.

Okres przydatności do spożycia określano zakładając końcową liczbę drobnoustrojów OLD = 6 log jtk/g.

Wyniki i ich omówienie

Na podstawie badań mikrobiologicznych stwierdzono, że w czasie przechowywania produktów pieczonych peklowanych najwyższą dawką NaNO_2 (120 ppm) bez dodatku soli lub z 1-procentowym dodatkiem NaCl , nie zaobserwowano statystycznie istotnego wzrostu OLD podczas całego okresu przechowywania w temp. 5°C (różnice między dniem 0. a 16. nie są większe od 0,32 log jtk/g). W innych produktach nastąpił istotnie statystyczny wzrost OLD w 12. dniu przechowywania, średnio o 1 log (rys. 1).



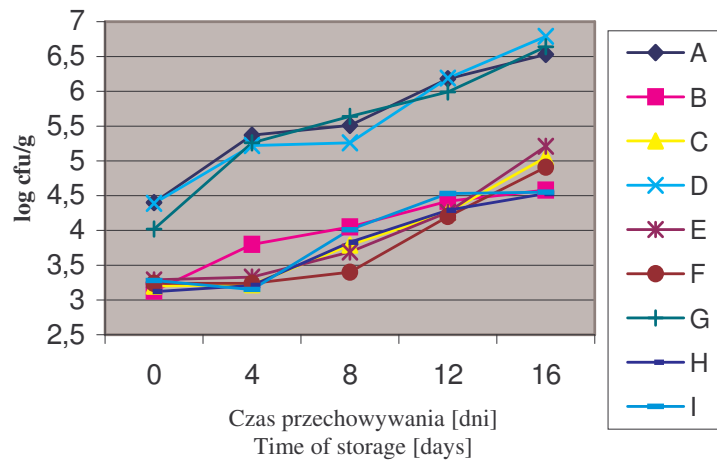
Rys. 1. Ogólna liczba drobnoustrojów (OLD) (log jtk/g) w produktach przechowywanych w temperaturze 5°C .

Fig. 1. Total viable count TVC (log cfu/g) in meat products stored at temperature 5°C .

W temp. 10°C (rys. 2) już po 4 dniach przechowywania produktów bez dodatku NaNO_2 zanotowano statystycznie istotny wzrost liczby bakterii, średnio o 1 log. W produktach z dodatkiem NaNO_2 statystycznie istotny wzrost OLD zanotowano w 8. dniu przechowywania produktów (średnio wzrost wynosił 0,6 log jtk/g). Po 16 dniach przechowywania produktów z dodatkiem NaNO_2 w temp. 10°C wartości OLD nie przekroczyły 5,5 log jtk/g.

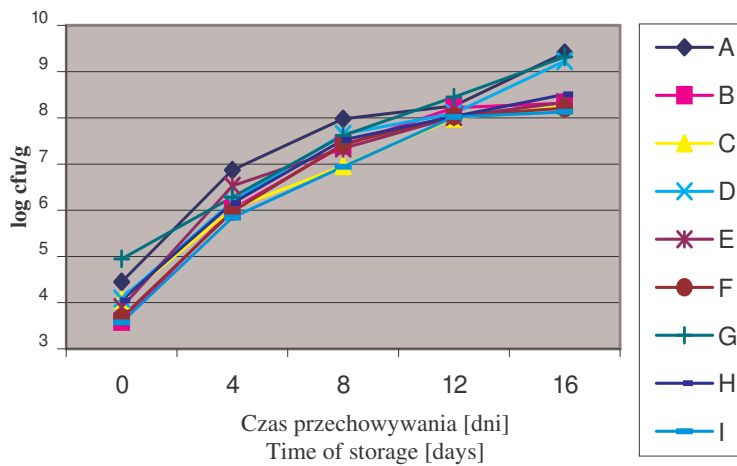
W produktach przechowywanych w najwyższej temp. (15°C) OLD wzrastała przez cały czas trwania doświadczenia. Stwierdzono statystycznie istotny wzrost liczby bakterii (średnio o 2,30 log jtk/g) już po 4 dniach przechowywania i dalszy wzrost podczas kolejnych dni (rys. 3). W produktach z największym dodatkiem NaNO_2

zaobserwowano spowolnienie wzrostu bakterii, co objawiało się brakiem statystycznie istotnych różnic w liczbie bakterii w 12. i 16. dniu przechowywania (różnice nie przekraczały 0,25 log jtk/g).



Rys. 2. Ogólna liczba drobnoustrojów (OLD) (log jtk/g) w produktach przechowywanych w temperaturze 10°C.

Fig. 2. Total viable count TVC (log cfu/g) in meat products stored at temperature 10°C.



Rys. 3. Ogólna liczba drobnoustrojów (OLD) (log jtk/g) w produktach przechowywanych w temperaturze 15°C.

Fig. 3. Total viable count TVC (log cfu/g) in meat products stored at temperature 15°C.

Obliczone liniowe modele, z wyrazem wolnym, wzrostu OLD (4) w solonych i peklowanych produktach mięsnych, przechowywanych w różnej temperaturze przez 16 dni, uwzględniające 4 analizowane zmienne (czas i temperatura przechowywania produktów oraz dodatek NaCl i NaNO₂), charakteryzują się stosunkowo wysokim współczynnikiem determinacji, R² = 0,85 (tab. 2), co wskazuje, że takie proste modele mogą w dostateczny sposób opisywać zachowanie się bakterii.

$$Y_{\text{OLD}} = 0,50 + 0,37 \cdot T + 0,15 \cdot t - 0,04 \cdot \text{NaCl} - 0,01 \cdot \text{NaNO}_2 \quad (4)$$

Tabela 2

Wartości parametrów i statystyki opisowe modelu liniowego wzrostu OLD [log jtk/g] z wyrazem wolnym. Parameters and statistical descriptions of a linear model of growth in the total viable count (TVC) [log cfu/g].

Wyszczególnienie Specification		T [°C]	t [dni] [days]	NaCl [%]	NaNO ₂ [ppm]
Wartość parametru Parameters	0,50	0,37	0,15	-0,04	-0,01
Błąd standardowy Standard error	0,24	0,02	0,01	0,08	0,00
Test t-Studenta t-Student test	2,14	22,18	12,16	-0,43	-6,02

Zmienne niezależne modelu (temperatura i czas przechowywania, dodatek NaCl i NaNO₂) powinny być silnie skorelowane ze zmienną zależną (OLD), a słabo między sobą. W utworzonym modelu można zauważyć właśnie takie zależności (tab. 3). Modele te potwierdzają, że największy wpływ na wzrost drobnoustrojów wywiera temperatura przechowywania. Można zauważyć dodatnią korelację czasu przechowywania ze wzrostem liczby bakterii (współczynnik korelacji wzrostu OLD w czasie wynosi R = 0,428). Najmocniej ze wzrostem drobnoustrojów była skorelowana temperatura przechowywania produktów, a najslabiej zawartość NaCl (tab. 3).

Stwierdzono ujemną korelację między wielkością dodatku NaNO₂ a wzrostem OLD. Wraz ze wzrostem ilości dodanego NaNO₂ zmniejszała się liczba bakterii. Wpływ NaCl na wzrost drobnoustrojów był niejednoznaczny: przy wyższym dodatku NaCl obserwowano mniejszą liczbę bakterii wyrażoną jako OLD.

W pracy opracowano modele powierzchni odpowiedzi Gompertza wzrostu OLD [log jtk/g] (5) oraz modele powierzchni odpowiedzi logistyczne OLD [log jtk/g] (6) z uwzględnieniem wpływu dodatku NaCl i NaNO₂. Ponieważ otrzymane modele są

czterowymiarowe (czas i temperatura przechowywania produktów, dodatek NaCl i NaNO₂) nie przedstawiono ich formy graficznej, a jedynie równania.

Tabela 3

Macierz współczynników korelacji liniowej modeli wzrostu OLD.

Coefficients Matrix of the linear correlation of models of growth in the total viable count [TVC].

Parametry Parameters	OLD TVC	T	T	NaCl	NaNO ₂
OLD / TVC	1	0,781	0,428	-0,015	-0,212
T	-	1	0	0	0
t	-	-	1	0	0
NaCl	-	-	-	1	0
NaNO ₂	-	-	-	-	1

$$Y = 3,56 + 11,25 \cdot [\exp(-\exp(-(t-2,48)/5,26))] \cdot [\exp(-\exp(-(T-12,40)/5,26))] - 0,04 \cdot \text{NaCl} - 0,01 \cdot \text{NaNO}_2 \quad (5)$$

$$Y = 3,16 + 11,64 \cdot [1/(1+\exp(-(t-3,54)/3,68))] \cdot [1/(1+\exp(-(T-14,52)/3,68))] - 0,04 \cdot \text{NaCl} - 0,01 \cdot \text{NaNO}_2 \quad (6)$$

Powyższe modele mają po 7 parametrów (parametr f oznacza NaCl, parametr g oznacza NaNO₂), oraz wysokie wartości współczynnika determinacji, $R^2 = 0,95$. W każdym z otrzymanych modeli parametr dotyczący wpływu NaCl (parametr f) nie był statystycznie istotny. Oznacza to brak wpływu NaCl na zmianę liczby mikroorganizmów w przeprowadzonych badaniach (tab. 4 i 5).

Okresy przydatności do spożycia solonych i peklowanych produktów mięsnych przechowywanych w różnej temperaturze obliczono przyjmując wartość OLD = 6 log [jtk/g]. Na podstawie przeprowadzonych badań empirycznych stwierdzono, że taka wartość jest osiągnięta w ciągu od 2,5 do 4,5 dnia odpowiednio w przypadku produktów bez dodatku NaCl i NaNO₂ i w produktach z największym dodatkiem NaCl i NaNO₂. W temp. 5°C przechowywania produktów nie zanotowano wartości 6 log OLD podczas trwania doświadczenia.

Porównując okresy przydatności do spożycia produktów mięsnych, szacowane na podstawie uzyskanych modeli, do okresów uzyskanych z badań empirycznych można stwierdzić, że prognozy te w wielu przypadkach wydają się być prawdopodobne (tab. 6)

Tabela 4

Wartości parametrów i statystyki opisowe modelu powierzchni odpowiedzi Gompertza wzrostu OLD [log jtk/g].

Parameters and statistical descriptions of the Gompertz response surface model of the TVC growth [log cfu/g].

Parametry Parameters	A	b	c	d	e	F	g
Wartość parametru Parameters	3,56	11,25	2,48	5,26	12,40	-0,04	-0,01
Błąd standardowy Standard error	0,11	1,73	0,35	0,64	0,66	0,05	0,00
Test t-Studenta t-Student test	31,10	6,51	7,16	8,28	18,90	-0,77	-10,75
Poziom istotności Significance level	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00

Tabela 5

Wartości parametrów i statystyki opisowe modelu powierzchni odpowiedzi logistycznej wzrostu OLD [log jtk/g].

Parameters and statistical descriptions of the logistic response surface model of the TVC growth [log cfu/g].

Parametry Parameters	A	b	c	d	e	F	g
Wartość parametru Parameters	3,16	11,64	3,54	3,68	14,52	-0,04	-0,01
Błąd standardowy Standard error	0,15	2,12	0,36	0,39	1,15	0,05	0,00
Test t-Studenta t-Student test	20,39	5,49	9,96	9,48	12,64	-0,79	-10,96
Poziom istotności Significance level	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43	0,00

Okresy przydatności do spożycia produktów podczas przechowywania w temp. 5°C, wyznaczone na podstawie modelu liniowego, nie różnią się w zależności od wielkości dodatku NaNO₂ i NaCl.

Na podstawie skonstruowanych modeli powierzchni odpowiedzi Gompertza i logistycznych nie udało się oszacować czasu w przypadku produktów

przechowywanych w temp. 5 i 10°C. Modele OLD w produktach mięsnych nie osiągają wartości 6 log jtk/g. Uzyskane modele powierzchni odpowiedzi Gompertza i logistyczne uwzględniające dodatek NaCl i NaNO₂, umożliwiły obliczenie czasu przydatności do spożycia produktów mięsnych przechowywanych w temp. 15°C. W takiej temperaturze przechowywania stwierdzono wydłużenie okresu składowania wraz ze wzrostem wielkości dodatku NaNO₂. Nie są to jednak duże różnice.

Tabela 6

Okresy przydatności do spożycia [dni] solonych i peklowanych produktów mięsnych, przechowywanych w różnej temperaturze, wyliczone na podstawie uzyskanych modeli.

Shelf-live rates [days] of cured and salted meat products stored at different temperatures; the rates were computed using the predictive models developed.

Temp. przechow Storage temperatur e	Wielkość dodatków NaCl i NaNO ₂ / Amounts of NaCl and NaNO ₂ added									
	NaCl [%]	0	0	0	1	1	1	2	2	2
	NaNO ₂ [ppm]	0	60	120	0	60	120	0	60	120
5°C	Model prognos. Predictive Model	Okres przydatności do spożycia / Shelf-live of meat products								
	Lin	24,3	24,4	24,5	24,6	24,7	24,7	24,9	24,9	25,0
10°C	E	11	---	---	11	---	---	12	---	---
	Lin	12,0	12,1	12,1	12,3	12,3	12,4	12,5	12,6	12,7
15°C	E	2,5	4	4,1	3,8	3	4	3	4,1	4,5
	Lin	-0,3	-0,3	-0,2	-0,1	0	0,1	0,2	0,3	0,3
	Gw	2,9	4,1	5,4	3,0	4,2	5,5	3,1	4,3	5,6
	Lw	5,9	7,2	9,0	6,0	7,3	9,1	6,0	7,4	9,3

Lin – model liniowy z wyrazem wolnym, E – badania empiryczne, Gw – model powierzchni odpowiedzi Gompertza z wyrazem wolnym, Lw – model powierzchni odpowiedzi logistyczny z wyrazem wolnym;
Lin – linear model with a free factor (parameter); E – empirical research; Gw – Gompertz response surface model with a free factor (parameter); Lw – logistic response surface model with a free (added) parameter.

Okresy do osiągnięcia wartości 6 log oszacowane na podstawie modeli powierzchni odpowiedzi logistycznych wzrostu OLD są znacznie dłuższe niż wartości szacowane na podstawie analogicznych modeli Gompertza, co potwierdza lepsze dopasowanie do danych eksperymentalnych funkcji Gompertza w porównaniu z logistyczną. Funkcja logistyczna, w przeciwieństwie do Gompertza, jest symetryczna w punkcie przegięcia krzywej [10]. Podobne spostrzeżenia poczynili McDonald i Sun

[5]. Z reguły lepsze dopasowanie modelu do danych uzyskuje się stosując funkcję Gomperta, ponieważ wiele krzywych wzrostu bakterii jest niesymetrycznych.

Oszacowane na podstawie modeli powierzchni odpowiedzi Gomperta, uwzględniających dodatek NaCl i NaNO₂, okresy przydatności do spożycia solonych i peklowanych produktów mięsnych, przechowywanych w temp. 15°C, są zbliżone do wielkości uzyskanych eksperymentalnie. Okresy przydatności do spożycia szacowane na podstawie modeli powierzchni odpowiedzi logistycznych, uwzględniających dodatek NaCl i NaNO₂ są dłuższe i wydają się mało wiarygodne. Model liniowy z wyrazem wolnym uznano za nieprzydatny, gdyż oszacowane na jego podstawie okresy przydatności do spożycia nie przekraczają jednego dnia, a w niektórych przypadkach przyjmują wartość ujemną (tab. 6).

Wnioski

1. Na podstawie danych uzyskanych z analiz mikrobiologicznych opracowano liniowe modele ogólnej liczby drobnoustrojów (OLD), umożliwiające szacowanie okresu przydatności do spożycia produktów mięsnych, przede wszystkim w niższej temperaturze przechowywania (5°C).
2. Statystycznie dopasowane modele powierzchni odpowiedzi Gomperta i logistyczne w zadowalający sposób prognozują okres przydatności do spożycia produktów mięsnych, przede wszystkim w zakresie wyższej temperatury przechowywania (15°C).

Literatura

- [1] Baird-Parker A. C.: Development of industrial procedures to ensure the microbiological safety of food. *Food Contr.*, 1995, **1**, 29-36.
- [2] Baranyi J., Roberts T. A.: Mathematics of predictive food microbiology. *Int. J. Food Microbiol.*, 1995, **2**, 199-218.
- [3] Fu B., Labuza T. P.: Shelf-life prediction: theory and application. *Food Control* 1993, **3**, 125-133.
- [4] Knøchel S., Gould G.: Preservation microbiology and safety: Quo vadis?. *Trends Food Technol.*, 1995, **4**, 127-131.
- [5] McDonald K., Sun D.-W.: Predictive food microbiology for the meat industry: a review. *Int. J. Food Microbiol.*, 1999, **1-2**, 1-27.
- [6] McMeekin T. A., Presser K., Ratkowsky D., Ross T., Salter M., Tienungoon S.: Quantifying the hurdle concept by modelling the bacterial growth/no growth interface. *Int. J. Food Microbiol.*, 2000, **1-3**, 93-98.
- [7] Notermans S., in 't Veld P.: Microbiological challenge testing for ensuring safety of food products. *Int. J. Food Microbiol.*, 1994, **1-2**, 33-39.
- [8] PN-A-82055-6:1994. Mięso i przetwory mięsne. Badania mikrobiologiczne. Oznaczanie ogólnej ilości drobnoustrojów.
- [9] Ratkowsky D. A.: Principles of nonlinear regression modelling. *J. Ind. Microbiol.*, 1993, **3-5**, 195-199.

- [10] Schaffner D. W., Labuza T. P.: Predictive microbiology: where are we, and where are we going? Food Technol., 1997, **4**, 95.

ASSESSMENT OF THE SHELF-LIFE OF MEAT PRODUCTS USING PREDICTIVE MODELS

S u m m a r y

The objective of this paper was to construct and develop predictive models, the application of which it makes possible to assess the shelf-life of meat products produced of ground beef meat. There were constructed primary linear models with a free parameter of growth of the total viable count (TVC) [log cfu/g] containing all the analyzed variables (the addition of NaCl and NaNO₂, storage time, and temperature); the said models were constructed using a linear regression, as well as Gompertz (G) and logistic (L) response surface models of the growth of total viable count (TVC) [log cfu/g] including the impact as exerted by NaCl and NaNO₂ added. The computation was performed using a nonlinear least squares method supported by the Gauss-Newton algorithm. On the basis of the results obtained from the microbiological analyses performed, linear models of the total viable count (TVC) were developed; with those models, it was possible to assess the shelf-life of meat products, and, first of all, of those stored at a low temperature (5°C). The Gompertz and logistic surface response models obtained and statistically well fitted, enable manufacturers to satisfactorily predict the shelf-life of meat products, in particular of those stored at a higher storage temperature (15°C).

Key words: predictive microbiology, modelling, beef-meat, NaCl, NaNO₂ ☒

WOJCIECH KAPELAŃSKI, SALOMEA GRAJEWSKA

PROBLEMATYKA RZEŻNEGO UŻYTKOWANIA LOSZEK JEDNORAZÓWEK

Streszczenie

Różne wykorzystanie loszek po odchowaniu pierwszego miotu stwarza możliwość zmniejszenia kosztów produkcji wieprzowiny ze względu na równoczesne uzyskanie wartościowego materiału rzeźnego oraz prosiąt. Podstawowym warunkiem osiągnięcia korzyści jest wczesne wejście loszek w cykl rozrodczy, czyli maksymalne obniżenie wieku wystąpienia płodnej rui i uzyskanie liczego miotu. Wykazano, że zastosowanie diety z dodatkiem glukozy w ściśle określonym terminie podnosiło okresowo poziom insuliny i innych hormonów metabolicznych przyspieszających rozwój pęcherzyków jajnikowych oraz liczbę owulacji.

Duży wpływ na wyniki rozplodu loszek uzyskano, stosując biotechniczną metodę hormonalnej stymulacji rui. Przydatność preparatów PMSG i hCG do indukcji i synchronizacji rui u młodych loszek otrzymujących wcześniej dietę insulinogenną została potwierdzona przez autorów także we wcześniejszych badaniach. Alternatywnym sposobem przyspieszania dojrzałości płciowej loszek może być kontakt z dojrzałym knurem. Wykazano, że grupa loszek stymulowana obecnością knura wykazała wcześniej płodną ruję ($p \leq 0,01$). Uzyskano również zadowalającą liczbę prosiąt żywo urodzonych w miocie, wynoszącą średnio 9,50 (I cykl rozplodowy).

Dotychczasowe wyniki oceny wartości rzeźnej tusz loszek jednorazówek wskazywały na wysokie walory wartości rzeźnej tuszy i jakości mięsa. Loszki jednorazówki były ubijane w wieku około 11 miesięcy i wykazywały wyraźnie mniejsze otłuszczenie i większe umięśnienie niż przeciętne zwierzęta rzeźne w wieku około 6 miesięcy. Fakt wysokiego umięśnienia i małego otłuszczenia tusz, mimo dużej masy ciała, odróżnia loszki jednorazówki od podobnych pod względem wieku i masy ciała tzw. tuczników ciężkich. Mięso zwierząt starszych zawsze było cenionym surowcem do produkcji wyrobów luksusowych i markowych ze względu na duże walory smakowe i odżywcze, a także przetwórcze. Wstępne wyniki oceny jakości mięsa potwierdzają w pełni wysoką jakość mięsa loszek jednorazówek.

Słowa kluczowe: indukcja rui, jakość tuszy i mięsa, loszki jednorazówki

Wprowadzenie

W obecnym stanie nasycenia wieprzowiną rynku krajowego i europejskiego pojawia się dążenie, z jednej strony do produkcji przetworów i wyrobów luksusowych o wysoko cenionych walorach smakowych, z drugiej natomiast do zmniejszenia kosztów produkcji i zwiększenia jej konkurencyjności. Jednym ze sposobów osiągnięcia tak wytyczonych celów może być rzeźne wykorzystanie loszek po odchowaniu pierwszego miotu. Produkcja tego typu materiału rzeźnego – chociaż nie nowa – w obecnym czasie wymaga wielu nowoczesnych rozwiązań (również biotechnicznych) w zakresie pozyskiwania loszek wcześniej dojrzewających, charakteryzujących się dużą produktywnością, wykazujących odpowiednio wysoką wartość rzeźną i dobrą jakość mięsa. W konsekwencji, tak wykorzystywane loszki powinny umożliwiać wysoką i ekonomicznie uzasadnioną efektywność produkcji.

Dotychczasowe badania nad rzeźnym wykorzystaniem loszek

Próby wszechstronnej oceny przydatności dwukierunkowej użyteczności loszek, zarówno pod względem produkcji prosiąt, jak i żywca rzeźnego były podejmowane w Polsce m.in. przez Alexandrowicza i wsp. [1] oraz Kotarbińską i Kielanowskiego [29]. Badania Alexandrowicza zakończyły się wnioskiem, że w warunkach sprzyjającej koniunktury i zapotrzebowania na prosięta można je uzyskać poddając ubojowi loszki po odchowaniu pierwszego miotu. Podobnie wnioskowali Kotarbińska i Kielanowski [29], uznając, że produkcja mięsa z loszek może być rekomendowana wówczas, gdy jest zapotrzebowanie na prosięta i jeśli cena na cięższy żywiec jest do zaakceptowania. Jednocześnie badania te wykazały dużą wartość rzeźną tusz loszek jednorazówek, które charakteryzowały się znacznie większą zawartością mięsa niż niepokryte loszki kontrolne (tab. 1).

Badacze brytyjscy [5, 6, 7, 10, 36] w szerokim zakresie oceniali rzeźne aspekty produkcji loszek jednorazówek. Rozpatrywano różne terminy krycia w pierwszej, drugiej i trzeciej rui, uwzględniano wiek i masę ciała loszek przy kryciu, liczbę urodzonych prosiąt w miocie, termin odsadzenia prosiąt oraz termin uboju loch po odsadzeniu prosiąt, a także sposób żywienia, zużycie i wykorzystanie paszy przez zwierzęta.

Umięśnienie loszek jednorazówek było zdecydowanie większe, a otluszczenie mniejsze niż loszek kontrolnych [6, 10, 36]. Pewnym mankamentem tusz loszek po odchowaniu prosiąt była gorsza jakość brzusznej części boczku z powodu niepełnej inwolucji gruczołów mlecznych po laktacji [7]. Tym niemniej uważano, że system jednorazowego użycia loszek do rozplodu, przy kryciu w pierwszej rui, jest najtańszą metodą produkcji żywca wieprzowego.

Tabela 1

Charakterystyka tuczna i rzeźna loszek tuczników i loszek jednorazówek.
Fattening and slaughter characteristics of the fattener gilts and first farrowing gilts.

Badana cecha Trait investigated	Loszki tuczniki Fattener gilts		Jednorazówki First farrowing gilts
Liczba zwierząt Number of animals	14	14	11
Okres testu [dni] Testing period [days]	89,5 ± 2,1	175,6 ± 3,3	278 ± 3,7
Masa ciała przy uboju [kg] Live weight at slaughter	89,7 ± 0,1	130,5 ± 0,3	151,9 ± 3,9
Przyrost dzienny [g] Daily gain	664 ± 17	571 ± 11	438 ± 10
Całkowite spożycie paszy [kg] Total feed consumption	204,6 ± 4,1	447,8 ± 8,8	852,5 ± 16,7
Pow. oka połędwicy [cm ²] Loin eye area	37,3 ± 1,4	47,8 ± 0,6	49,2 ± 1,4
Śr. grubość słoniny (5 pom.) [cm] Av. backfat thickness	2,5 ± 0,1	3,2 ± 0,1	2,4 ± 0,2
Zawartość mięsa w szynce [kg] Ham meat volume	5,0 ± 0,1	6,5 ± 0,1	8,2 ± 0,2
Zawartość mięsa w półtuszy [kg] Hal-carcass lean meat volume	17,1 ± 0,3	22,9 ± 0,3	29,6 ± 0,7
Liczba prosiąt w miocie Number of piglets in a litter	-	-	8,8

Źródło: / Source: [29]

Badania nad metabolizmem białka i energii u pierwiastek i wieloródek oraz loch tuczników w późniejszych latach prowadzili Fandrejewski i Raj [12]. Lochy jednorazówki i wieloródki w porównaniu z lochami kontrolnymi miały niższą wydajność rzeźną, większy procentowy udział mięsa w badanych wyrębach (połędwica i szynka), cieńszą słoninę i więcej białka w tuszy ($p \leq 0,01$).

Możliwości oddziaływania na indukcję rui u młodych loszek

Jedną z gwarancji korzyści produkowania loszek jednorazówek jest wczesne ich wejście w cykl rozrodczy, czyli maksymalne obniżanie wieku wystąpienia płodnej rui. Współczesne rasy świń charakteryzują się szybkim wzrostem, dzięki czemu w stosunkowo młodym wieku mogą osiągać dużą masę ciała i tym samym spełniają wymagane kryteria zalecające krycie loszek po uzyskaniu odpowiedniej masy ciała i

odpowiedniej rezerwie tłuszczowej ocenianej grubości słoniny [35, 39, 40]. U obecnie preferowanych i użytkowanych ras i linii świń wysokomięsnych często obserwuje się pewne zakłócenia w występowaniu dojrzewania płciowego oraz obniżenie płodności i plenności.

Niewątpliwie istotny wpływ na procesy rozrodcze i wyniki rozplodu loszek i loch ma stosowane żywienie zarówno w fazie odchowu, jak i późniejszego użytkowania. Zagadnieniom tym poświęcono wiele badań [8, 25, 32; 33, 44]. Wykazano, że korzystny wpływ na wystąpienie pierwszej rui i uzyskanie zadowalająco licznych miotu ma zastosowanie obfitego żywienia przez 10 dni przed rują, tzw. „flush feeding”, co pozytywnie wpływa na rozwój pęcherzyków jajnikowych i selekcję większej puli pęcherzyków przeznaczonych do owulacji [45]. Loszki po flushingu charakteryzują się wyższymi zawartościami LH, FSH i estradiolu w okresie okołooowulacyjnym w porównaniu z loszkami żywionymi tradycyjnie [2]. Zjawisko flushingu wyjaśniane jest korzystnym oddziaływaniem insuliny i innych hormonów metabolicznych (hormon wzrostu, tyroksyna) na rozwój pęcherzyków jajnikowych.

Innym naturalnym sposobem stymulacji dojrzałości płciowej loszek jest zastosowanie diety insulinogennej, pobudzającej cykliczne poposiłkowe wydzielanie insuliny [42, 22, 23, 47]. Wykazano, że wprowadzenie do diety (przy zachowaniu izokaloryczności dawki) łatwostrawnych cukrów, najlepiej glukozy, skutecznie podnosiło okresowo poziom insuliny w surowicy [47] i w następstwie zwiększało masę jajników, masę macicy i liczbę owulacji [20, 21].

Klasycznym już sposobem indukcji rui u młodych loszek jest biotechniczna metoda hormonalnej stymulacji rui poprzez iniekcję w odpowiednim czasie hormonów gonadotropowych, PMSG (pregnant mare serum gonadotropin) i hCG (human chorionic gonadotropin). PMSG przyspiesza rozwój pęcherzyków jajnikowych, a hCG indukuje owulację. Przydatność tych preparatów jako metody regulacji reprodukcji u loszek i loch potwierdziło szereg badań i obserwacji [4, 11, 22, 23, 37, 46]. Wydaje się, że korzystnym sposobem poprawy kontroli owulacji i rozwoju układu rozrodczego u młodych loszek jest połączenie oddziaływania metabolicznych regulatorów potęgowane dietą insulinogenną ze stosowaniem tradycyjnych hormonów gonadotropowych. Uzyskuje się wówczas zwiększoną receptywność układu rozrodczego na iniekowanie PMSG/hCG. Wykazano w doświadczeniach prowadzonych przez Kapelańskiego i wsp. [22], że zastosowanie przez 25 dni diety wzmagającej wydzielanie insuliny i następnie iniekcyjne podanie PMSG/hCG przyspieszyło wystąpienie pierwszej rui i spotęgowało jej objawy ($p \leq 0,05$). Dalsze badania [23] z zastosowaniem hormonalnej stymulacji dwóch kolejnych rui, po uprzednim stosowaniu diety insulinogennej, wykazały korzystny wpływ hormonalnej indukcji rui na obniżenie wieku wystąpienia I płodnej rui, na synchronizację wystąpienia II rui oraz na odpowiednio dużą liczebność prosiąt w miocie (tab. 2).

Tabela 2

Użytkowość rozplodowa loch przy zastosowaniu diety insulinogennej i hormonalnej stymulacji dwóch kolejnych rui.

The reproductive performance of gilts on an insulin-genic diet and with hormonally stimulated during their two consecutive estrus.

Badana cecha Trait investigated	Rodzaj diety / Diet types	
	insulinogenna insulingenic	standardowa standard
Liczba loszek Number of gilts	20	20
Wiek loszek na początku badań [dni] Age of gilts at the beginning of the investigations [days]	145,55 ± 1,43	146,40 ± 4,03
Masa ciała na początku badań Gilts' body weight at the beginning of the investigations [kg]	73,40 ± 5,10	73,95 ± 5,70
Liczba dni od iniekcji hCG do I rui Number of days after the hCG injected to I estrus	1,86 ^a ± 0,66	6,14 ^b ± 6,67
Wiek loszek przy I rui [dni] Age of gilts at estrus I [days]	174,21 ^a ± 1,53	177,71 ^b ± 5,85
Wiek loszek przy II rui (krycie) [dni] Age of gilts at estrus II (covering/mating) [days]	196,11 ± 7,98	198,50 ± 7,10
Liczba koszek pokrytych Number of mated gilts	18	18
Skuteczność krycia Covering/Mating efficiency [%]	83,00	83,00
Liczba loszek oprosionych Number of farrowed gilts	15	15
Liczba prosiąt żywo urodzonych, cykl I Piglets born alive, cycle I	10,27 ± 3,15	9,40 ± 1,96
cykl II / cycle II	11,14 ± 1,51	10,61 ± 1,04
Masa miotu przy urodzeniu, cykl I Litter weight at birth, cycle I	13,81 ± 3,28	14,12 ± 2,76
cykl II / cycle II	14,83 ± 1,43	15,04 ± 1,41
Liczba dni do wystąpienia rui po odsadzeniu: Period (in days) between the moment when estrus occurred and the individual litters had been weaned:		
I miotu / as for litter I	5,73 ± 2,86	5,27 ± 2,37
II miotu / as for litter II	5,78 ± 2,01	5,46 ± 2,90

Objaśnienia: / Explanatory notes:

a, b – statystycznie istotne przy $p \leq 0,05$ / a, b – statistically significant at $p \leq 0,05$

A, B – statystycznie istotne przy $p \leq 0,01$ / A, B – statistically significant at $p \leq 0,01$

Źródło: Source: [23]

Najbardziej zalecanym sposobem przyspieszania dojrzałości płciowej loszek jest bezpośredni kontakt z dojrzałym knurem i to dwukrotnie każdego dnia [45]. Ten sam autor przytacza, że loszki rasy duroc w wieku poniżej 150 dni wymagały 17 dni stymulacji, podczas gdy loszki w wieku powyżej 170 dni już tylko 7 dni. Skuteczność pokryć loszek stymulowanych knurem była wyjątkowo wysoka i wynosiła 98,5%. Podobnie stwierdzono w badaniach Kapelańskiego i wsp. [19], że spora grupa loszek stymulowana obecnością knura, w porównaniu z indukowaniem rui iniekcją PMSG/hCG, wykazała wcześniej płodną ruję (171,6 wobec 193,4 dni; $p \leq 0,01$).

Wartość rzeźna i jakość mięsa

Dotychczasowe wyniki oceny wartości rzeźnej tusz loszek jednorazówek wskazywały na wysokie walory wartości rzeźnej tuszy i jakości mięsa [17, 18]. Loszki jednorazówki w porównaniu z loszkami rzeźnymi były starsze o około 5 miesięcy (155 dni), ponieważ były kryte w drugiej rui, przebyły ciężę i 21-dniowy okres karmienia prosiąt oraz 7–10 dniowy odpoczynek po laktacji i były ubijane w wieku średnio 346,9 dni życia. Dane charakteryzujące wartość rzeźną przedstawiono w tab. 3. Z aktualnie prowadzonych badań można przytoczyć dane charakteryzujące wartość rzeźną loszek jednorazówek poddanych kryciu w pierwszej lub drugiej rui (tab. 4). Nie dowiedziono, aby charakterystyka rzeźna tuszy w wyraźny sposób różniła się w zależności od terminu krycia loszek [19]. Nieco większe otłuszczenie w niektórych miejscach pomiaru grubości słoniny u loszek krytych w drugiej rui nie spowodowało jednak statystycznie istotnych różnic w średniej wartości grubości słoniny. Na podkreślenie zasługuje fakt wysokiego umięśnienia i małego otłuszczenia tusz, mimo że masa ciała przy uboju była wysoka. To właśnie odróżnia loszki jednorazówki od podobnych pod względem wieku i masy ciała tuczników ciężkich produkowanych np. na potrzeby produkcji szynek markowych długo dojrzewających lub innych sortymentów wyrobów luksusowych. Mięso zwierząt starszych zawsze było cenionym surowcem do produkcji wyrobów luksusowych ze względu na duże walory smakowe i odżywcze, a także przetwórcze.

Badania wielu autorów [14, 27, 28, 31, 43] wykazały, że w mięsie zwierząt ubijanych przy wyższej masie ciała i tym samym starszych i bardziej dojrzałych występuje mniej wad jakościowych typu PSE niż w mięsie zwierząt młodszych i lżejszych, nawet jeśli są to populacje obciążone genem wrażliwości na stres [3, 14]. Wykazano też, że mięso zwierząt starszych nawet przy takim samym poziomie tłuszczu śródmięśniowego zawiera więcej białka i mniej wody [3, 14, 43]. Dużo wcześniejsze badania, nad wpływem wieku i masy ciała świń na jakość mięsa i jego przydatność w przetwórstwie i produkcji szynek konserwowych, dowodziły wyższych

walorów smakowych oraz bardziej pożądaną barwy wyrobów z mięsa zwierząt starszych [16].

Tabela 3

Charakterystyka loszek jednorazówek i loszek tuczników.
Profile of the first farrowing gilts and fattener gilts.

Badana cecha Trait investigated	Loszki / Gilts	
	Jednorazówki First farrowing gilts	Tuczniki Fattener gilts
Liczba loszek Number of gilts	65	39
Wiek przy uboju [dni] Age at slaughter [days]	346,88 ^A ± 13,04	191,50 ^B ± 10,90
Masa ciała przy uboju [kg] Live weight at slaughter	141,65 ^A ± 13,23	105,20 ^B ± 6,33
Masa tuszy ciepłej [kg] Warm carcass weight	110,27 ^A ± 12,22	82,91 ^B ± 5,49
Wydajność rzeźna [%] Killing yield	77,76 ^A ± 2,61	80,23 ^B ± 1,94
Długość tuszy [cm] Carcass length	95,38 ^A ± 3,18	83,50 ^B ± 1,84
Powierzchnia oka połówki [cm ²] Loin eye area	51,27 ^A ± 7,51	45,57 ^B ± 4,09
Mięsność tuszy, ULTRA-FOM [%] Carcass leanness, ULTRA-FOM	50,73 ± 5,35	48,76 ± 4,98
Zawartość mięsa w półtuszy (SKURTCh) [kg] Half-carcass lean meat volume [%]	27,47 ^A ± 2,71 52,47 ± 3,67	21,26 ^B ± 1,59 51,87 ± 3,28
Średnia grubość słoniny (n = 5) [cm] Av. backfat thickness	1,94 ^A ± 0,38	2,71 ^B ± 0,40

Objaśnienia: / Explanatory notes:

A, B – statystycznie istotne przy $p \leq 0,01$, A, B – statistically significant at $p \leq 0,01$

Źródło: Source: [17]

Pewnym wyjaśnieniem wpływu wieku i jego oddziaływania na właściwości sensoryczne związane z pożądanym profilem smakowości i soczystości mięsa mogą być wyniki badań Candek-Potokar i wsp., [9], gdzie wykazano wiele ważnych zależności między histologiczną charakterystyką mięśnia zmieniającą się wraz z wiekiem ubijanych zwierząt a oceną sensoryczną produktu. Można przypuszczać, że zwierzęta starsze charakteryzujące się większą dojrzałością fizjologiczną i somatyczną wykazują nieco inne wzajemne proporcje i powierzchnie włókien poszczególnych typów (wolno kurczliwe oksydatywne STO; szybko kurczliwe oksydatywne FTO i

szybko kurczliwe glikolityczne FTG), a w związku z tym również inną aktywność metaboliczną mięśnia [9, 30].

Tabela 4

Wskaźniki wartości rzeźnej tusz loszek jednorazówek krytych w I lub II rui.
Carcass slaughter value of first farrowing gilts mated at I or II estrus.

Badana cecha Trait investigated	Krycie / Covering/Mating	
	I ruja – estrus I	II ruja – estrus II
Liczba loszek Number of gilts	34	36
Wiek przy uboju [dni] Age at slaughter [days]	338,1 ^A ± 21,8	362,5 ^B ± 10,9
Masa ciała przy uboju [kg] Live weight at slaughter	149,6 ± 18,3	154,8 ± 13,4
Masa tuszy cieplej [kg] Warm carcass weight	118,0 ± 15,4	121,3 ± 10,5
Wydajność rzeźna [%] Killing yield	78,8 ± 2,0	78,8 ± 1,9
Śr. grubość słoniny (5 pom.) [cm] Av. backfat thickness	2,06 ± 0,57	2,25 ± 0,56
Powierzchnia oka polędwicy [cm ²] Loin eye area	53,40 ± 8,26	54,80 ± 7,81
Mięsność tuszy UFOM [%] Carcass leanness, ULTRA-FOM	53,39 ± 5,45	50,88 ± 5,98
Masa szynki właściwej [kg] Proper ham weight	12,93 ± 1,74	13,28 ± 1,20
Masa mięsa w szynce [kg] Ham meat weight	8,81 ± 1,13	8,99 ± 0,92
Masa polędwicy bez słoniny [kg] Loin weight without backfat	6,81 ^a ± 1,44	6,19 ^b ± 0,78
Masa słoniny z polędwicy [kg] Loin backfat weight	3,49 ± 1,07	3,98 ± 1,02

Objaśnienia: / Explanatory notes:

a, b – statystycznie istotne przy $p \leq 0,05$, a, b – statistically significant at $p \leq 0,05$

A, B – statystycznie istotne przy $p \leq 0,01$, A, B – statistically significant at $p \leq 0,01$

Źródło: / Source: [19]

Jak podkreślają Karlsson i wsp. [24], włókna mięśniowe nie stanowią struktury statycznej, lecz łatwo dostosowują się do zaistniałych potrzeb mięśni i hormonalnych lub nerwowych impulsów. Wzajemne proporcje poszczególnych typów włókien

mięśniowych ulegają zmianom wraz z wiekiem i aktywnością zwierzęcia [34, 38, 41]. Są też determinowane założeniami genetycznymi zwierząt [26, 13] i wykazują duże powiązania z cechami jakości mięsa [15].

Tabela 5

Wskaźniki jakości mięsa loszek jednorazówek i loszek tuczników.
Indicators of meat quality of the first farrowing gilts and fattener gilts.

Badana cecha Trait investigated	Loszki / Gilts	
	Jednorazówki First farrowing gilts	Tuczniki Fattener gilts
pH ₁	6,63 ^A ± 0,43	6,34 ^B ± 0,36
pH _k	5,48 ± 0,06	5,48 ± 0,11
WHC – woda luźna [%] WHC – loose water	20,97 ± 2,45	21,55 ± 1,50
Plastyczność [cm ²] Plasticity	2,36 ^a ± 0,23	2,22 ^b ± 0,17
Swobodny wyciek soku [%] Drip loss	2,02 ^A ± 1,19	5,11 ^B ± 3,85
Dominująca długość fali [nm] Dominant wavelength	588,6 ^A ± 2,26	585,3 ^B ± 1,83
Nasycenie barwy [%] Colour saturation	26,00 ^A ± 3,29	23,84 ^B ± 3,08
Jasność barwy [%] Colour lightness	20,45 ^A ± 2,38	25,29 ^B ± 2,45
Barwniki mięśniowe [µg/g] Muscle pigments	77,34 ^A ± 29,22	49,27 ^B ± 11,62
Sensoryczna ocena jakości mięsa [pkt] Sensory assessment of meat [scores]	3,02 ± 0,18	2,95 ± 0,11
Mięso normalne [%] Normal meat	100,00	100,00

Objaśnienia: / Explanatory notes:

a, b – istotne przy $P \leq 0,05$, a, b – significant at $P \leq 0,05$

A, B – istotne przy $P \leq 0,01$, A, B – significant at $P \leq 0,01$

Źródło: / Source: [17]

Wstępne wyniki oceny jakości mięsa loszek jednorazówek zamieszczone w tab. 5. w pełni potwierdzają te obserwacje i wnioski. Wykazano bowiem że pH₁ było prawidłowe i wysokie, wodochłonność mięsa bardzo dobra, plastyczność mięsa wysoka, wskazująca na odpowiednią jego kruchość, swobodny wyciek soku w trakcie składowania niewielki, wysoka wartość dominującej długości fali światła wskazująca

na wysoki udział czerwieni, wysoka wartość nasycenia barwy podkreślająca jej czystość kolorymetryczną oraz odpowiednio ciemna barwa przy dużej zawartości barwników hemowych – wszystko to potwierdza pożądaną charakterystykę wysokiej jakości mięsa loszek jednorazówek. Stosowana przez autorów klasyfikacja występowania wad jakości nie wykazała żadnych objawów mięsa PSE ani DFD.

Podsumowanie

Reasumując, można stwierdzić, że użytkowanie loszek jednorazówek może stanowić metodę korzystnej produkcji wieprzowiny. Badania jeszcze trwają i dopiero po ich zakończeniu przeprowadzona zostanie dokładna analiza porównawcza obu grup loszek – tuczników i jednorazówek z uwzględnieniem oceny ekonomicznej produkcji.

Praca w części finansowana przez KBN, grant nr PB2P06Z 001 26

Literatura

- [1] Alexandrowicz S., Benedykciński S., Kraupe W.: Production of baby pigs from primiparous sows slaughtered after weaning a first litter. *Roczn. Nauk Roln.*, 1954, **68-B**, 283-296.
- [2] Almeida F.R.C., Mao J., Novak S., Cosgrove J.R., Foxcroft G.R.: Effects of different patterns of feed restriction and insulin treatment during luteal phase on reproductive, metabolic, and endocrine parameters in cyclic gilts. *J. Anim. Sci.*, 2001, **79**, 200-212.
- [3] Beattie V.E., Weatherup R.N., Moss B.W., Walker N.: The effect of increasing carcass weight of finishing boars and gilts on joint composition and meat quality. *Meat Sci.*, 1999, **52 (2)**, 205-211.
- [4] Britt J.H., Day B.N., Webel S.K., Brauer M.A.: Induction of fertile estrus in prepubertal gilts by treatment with a combination of pregnant mare's serum gonadotropin and human chorionic gonadotropin. *J. Anim. Sci.*, 1989, **67**, 1148-1153.
- [5] Brooks P.H., Cole D.J.A.: Meat production from pigs, which have farrowed. 1. Reproductive performance and food conversion efficiency. *Anim. Prod.*, 1973, **17 (3)**, 305-315.
- [6] Brooks P.H., Cole D.J.A., Jennings W.J.N.: Meat production from pigs, which have farrowed. 2. Carcass characteristics. *Anim. Prod.*, 1975, **20 (1)**, 123-131.
- [7] Brooks P.H., Smith D.A.: Meat production from pigs, which have farrowed. 3. The effect of weaning – to – slaughter interval on food utilization and carcass quality. *Anim. Prod.*, 1977, **25 (2)**, 247-254.
- [8] Cameron N.D., Kerr J.C., Garth G.B., Sloan R.L.: Genetic and nutritional effects on age at first oestrus of gilts selected for components of efficient lean growth rate. *Anim. Sci.*, 1999, **69**, 93-103.
- [9] Candek-Potokar M., Lefaucheur L., Žlender B., Bonneau M.: Effect of slaughter weight and/or age on histological characteristics of pig longissimus dorsi muscle as related to meat quality. *Meat Sci.*, 1999, **52**, 195-203.
- [10] Cole D.J.A., Brooks P.H.: An assessment of the once-bred gilts as a meat animal. *Proc. Meeting EAAP, Viena. Ref. Przegląd Nauk Lit. Zoot. XX*], 1973, **4 (82)**, 61-62.
- [11] Dybała J., Zięćik A.J., Skrzypiński W.: Effect of repeated application of PG-600 preparation in sows. *Ann. Anim. Sci.*, 2002, **Suppl. 2**, 109-112.

- [12] Fandrejewski H., Raj. S.: Carcass composition of sows. *Polsko-Słowacko-Czeska Konf. Nauk. nt. "Aktualne problemy w produkcji trzody chlewnej"*. Olsztyn 1997, s. 83.
- [13] Fiedler I., Ender K., Wicke M., Maak S., von Lengerken G., Meyer W.: Structural and functional characteristics of muscle fibres in pigs with different malignant hyperthermia susceptibility (MHS) and different meat quality. *Meat Sci.*, 1999, **53**, 9-15.
- [14] Garcia-Macias J.A., Gispert M., Oliver M.A., Diestre A., Alonso P., Munoz-Luna A., Siggens K., Cuthbert-Heavens D.: The effects of cross, slaughter weight and halothane genotype on leanes and meat and fat quality in pig carcasses. *Anim. Sci.*, 1996, **63**, 487-496.
- [15] Henckel P., Oksbjerg N., Erlandsen E., Barton-Gade P., Bjernholm C.: Histo- and biochemical characteristics of the longissimus dorsi muscle in pigs and their relationships to performance and meat quality. *Meat Sci.*, 1997, **47**, 311-321.
- [16] Janicki M.A., Kortz J., Różycka J.: Meat quality in relation to age and live weight in pigs. *Technologija Mesa*, 1966, **7**, 61-64. (Jugosławia)
- [17] Kapelańska J., Dylas R., Kapelański W., Dybała J., Rak B., Grajewska S.: Slaughter value and meat quality of primiparous gilts. *Ann. Anim. Sci.*, 2002, **Suppl. 2**, 297-300.
- [18] Kapelański W., Dybała J., Kapelańska J., Bocian M., Biegiewska M.: Slaughter value of first farrowing sows, early mated and stimulated for sexual maturity. *Proc. Anim. Sci. - British Society of Animal Science*, 2004, 42.
- [19] Kapelański W., Rak B., Wajda S., Sobczyński T., Bocian M., Kapelańska J., Dybała J., Grajewska S., Biegiewski J.: Przydatność rzeźna loszek jednorazówek przy zastosowaniu stymulacji ich dojrzałości płciowej. 2005, Grant PB2P06Z 001 26.
- [20] Kapelański W., Soede N.M., Zięcik A.J.: Effects of diet composition and frequency of feeding on postprandial insulin level and ovarian follicular development in prepuberal pigs. *14th Int. Congress Anim. Reprod.*, Stockholm 2000, **1**, 285.
- [21] Kapelański W., Zięcik A.J.: Effect of glucose supplemented diet on natural and gonadotropins induced puberty attainment in gilts. *5th Annual Conference of the European Society for Domestic Animal Reproduction*, Vienna 2001, *ESDAR Newsletter* **6**, 64.
- [22] Kapelański W., Zięcik A.J., Dybała J., Kapelańska J.: Wpływ diety i gonadotropinowej stymulacji dojrzałości płciowej na użytkowość rozplodową loch. *Medycyna Wet.*, 2002, **58 (10)**, 803-806.
- [23] Kapelański W., Zięcik A.J., Dybała J., Rak B., Kapelańska J.: Wpływ insulinogennej diety oraz hormonalnej stymulacji dwóch kolejnych rui na użytkowość rozplodową loch. *Medycyna Wet.*, 2003, **59 (6)**, 546-549.
- [24] Karlsson A.H., Klont R.E., Fernandez X.: Skeletal muscle fibres as factors for pork quality. In „Quality of meat and fat in pigs as affected by genetics and nutrition”. Eds. C. Wenk, J.A. Fernandez, M. Dupuis, 2000, *EAAP Pub. No 100*, p. 47-67.
- [25] Klindt J., Yen J.T., Christenson R.K.: Effect of prepubertal feeding regimen on reproductive development of gilts. *J. Anim. Sci.*, 1999, **77**, 1968-1976.
- [26] Kłosowska D., Kurył J., Cieślak D., Elminowska-Wenda G., Walasik K., Kapelański W.: The relationship between polymorphism in porcine MYOG, Myf-3 and Myf-5 genes and microstructural characteristics of Longissimus muscle – A preliminary study. *47th Int. Congress of Meat Science and Technology*, Kraków 2001, *Proc. vol I*, p. 142-143.
- [27] Koćwin-Podsiadła M., Zybert A., Krzęcio E.: The influence of carcass weight of fatteners with different Hal genotype on carcass leanes and selected traits. *46th Int. Congr. Meat Sci. Technol. Argentine 2000*, vol **1**, p. 92-93.
- [28] Kortz J., Gardzielewska J., Jakubowska M., Blaut D.: Pork quality in relation to backfat thickness and carcass weight. *Adv. in Agric. Sci. AR Szczecin*, 1995, **IV**, (1), 7-13.

- [29] Kotarbińska M., Kielanowski J.: A note on meat production from pigs slaughtered after first weaning a litter. *Anim. Prod.*, 1973, **17** (3), 317-320.
- [30] Larzul C., Lefaucheur L., Ecolan P., Gogue J., Talmant A., Sellier P., Le Roy P., Monin G.: Phenotypic and genetic parameters for longissimus muscle fiber characteristics in relation to growth, carcass and meat quality traits in Large White pigs. *J. Anim. Sci.*, 1997a, **75**, 3126-3137.
- [31] Larzul C., Roy P. Le, Gueblez R., Talmant A., Gogue J., Sellier P., Monin G. Effect of halothane genotype (NN, Nn, nn) on growth, carcass and meat quality traits of pigs slaughtered at 95 kg or 125 kg live weight. *J. Anim. Breeding and Genetics*, 1997b, **114** (4), 309-320.
- [32] Le Cozler Y., Ringmar-Cederberg E., Johansen S., Dourmad J.Y., Neil M., Stern S.: Effect of feeding level during rearing and mating strategy on performance of Swedish Yorkshire sows.1. Growth, puberty and conception rate. *Anim. Sci.*, 1999a, **68**, 355-363.
- [33] Le Cozler Y., Ringmar-Cederberg E., Johansen S., Dourmad J.Y., Neil M., Stern S.: Effect of feeding level during rearing and mating strategy on performance of Swedish Yorkshire sows.2. Reproductive performance, food intake, backfat changes and culling rate during the first two parities. *Anim. Sci.*, 1999b, **68**, 365-377.
- [34] Lefaucher L., Vigneron P.: Post-natal changes in some histochemical and enzymatic characteristics of three pig muscle. *Meat Sci.*, 1986, **16**, 199-216.
- [35] Łyczyński A., Bartkowiak Z., Pospiech E., Urbaniak M.: Wpływ wybranych cech oceny przyżyciowej na użytkowość rozplodową loch. *Biul. Nauk. UWM*, 2000, **7**, 137-144.
- [36] Mac Pherson R.M., Hovell T.D.DeB., Jones A.S.: Performance of sows first mated of puberty or second or third oestrus and carcass assessment of once – bred gilts. *Animal Prod.*, 1977, **24**, 333-342.
- [37] Martinat-Botte F., Forgerit Y., Macar C., Moreau A., Terqui M., Signoret J.P.: Control of oestrus in gilts: II. Synchronization of oestrus with a progestagen, Altrenogest (Regumate) effect on fertility and litter size. *Anim. Reprod. Sci.*, 1999, **22**, 227-233.
- [38] Peterson J.S., Henckel P., Oksbjerg N., Sørensen M.T.: Adaptation in muscle fibre characteristics induced by physical activity in pigs. *Anim. Sci.*, 1998, **66**, 733-739.
- [39] Rekiel A., Staniszewski K., Więcek J.: Wpływ dojrzałości rozplodowej na wyniki reprodukcji loch pierwiastek. *Biul. Nauk. UWM.*, 2000, **7**, 233-240.
- [40] Rekiel A., Więcek J., Batorska M., Kulisiewicz J.: The effect of reproductive maturity on the performance of sows hard. *Ann. Anim. Sci.*, 2002, Suppl. **2**, 25-27.
- [41] Solomon M.B., Cambell R.G., Steele N.C.: Effect of sex, exogenous porcine somatotropin on longissimus muscle fiber characteristics of growing pigs. *J. Anim. Sci.*, 1990, **68**, 1176-1181.
- [42] Van den Brand H., Soede N.M., Schrama J.W., Kemp B.: Effects of dietary energy source on plasma glucose and insulin concentration in gilts. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutrit.*, 1997, **79**, 27-32.
- [43] Weatherup R.N., Beattie V.E., Moss B.W., Walker N.: The effect of increasing slaughter weight on growth performance of pigs and on meat quality. *Proc. Brit. Soc. Anim. Sci.*, Annal Meeting in Scarborough in March 1997, p. 100.
- [44] Xue J.L., Koketsu Y., Dial G.D., Pettigrew J., Sower A.: Glucose tolerance, luteinizing hormone release, and reproductive performance of first-litter sows fed two levels of energy during gestation. *J. Anim. Sci.*, 1997, **75**, 1845-1852.
- [45] Zięcik A.: Zastosowanie osiągnięć badań podstawowych we współczesnej biotechnice rozrodu świń. *Prace i Mat. Zoot. Zesz. Specj.*, 2004, **15**, 47-51.
- [46] Zięcik A.J., Dybała J., Martin Rillo S., Kapelański W., Biegniowski S., De Alba C., Gajewski Z.: Induction of fertile estrus in prepubertal gilts and weaned sows. *Reprod. Dom. Anim.*, 1996, **31**, 469-472.

- [47] Zięcik A.J., Kapelański W., Zaleska M.: Effect of glucose supplemented diet on natural and gonadotropin induced puberty attainment in gilts. *J. Anim. Feed Sci.* 2002, **11**, 461-469.


THE ISSUE OF SLAUGHTER UTILISATION OF THE FIRST FARROWING SOWS

S u m m a r y

When utilizing the first farrowing sows for slaughter purposes, after they have reared their first litter, it is possible to decrease costs of the pork meat production, because valuable slaughter material is obtained at the same time as are piglets. The basic prerequisite to gain a profit is that the first farrowing sows enter a reproductive cycle early enough, i.e. it is necessary to maximally lower the age of fertile estrus to occur, and to produce numerous litters. In this paper, it was proved that the application of glucose-supplemented diets at specific, exactly predetermined time points resulted in a periodic increase in the level of insulin, and in other metabolic hormones accelerating the development of ovarian follicles and the number of ovulations.

It was stated that a biotechnical method of hormonal estrus stimulation applied strongly influences the results of gilt reproduction. The usefulness of PMSG and hCG preparations in inducing and synchronising estrus in the first farrowing sows, which were previously fed insulinogenic diets, was also confirmed by our previous investigations. An alternative method of accelerating the sexual maturity of first farrowing sows is to expose them to contacts with a mature boar. It was proved that a group of gilts stimulated by the presence of boar showed an earlier fertile estrus ($p < 0.01$). In addition, the first farrowing sows produced a satisfactory number of live piglets in a litter amounting to averagely 9.50 (the first reproductive cycle).

The hitherto results of assessing the slaughter value of gilt carcasses indicated that both their slaughter value and their meat quality were high. The first farrowing gilts were slaughtered at an age of about 11 months; their fattening characteristic was clearly lower, and their musculature was higher if compared with the average slaughter animals at an age of about 6 months. This high muscling and low fattening of the carcasses examined, despite their high body weight, are features distinguishing the first farrowing sows from heavy porkers that are similar to them in age and body weight. The meat of older animals was always a valuable raw material used to produce delicacy and high quality meat products owing to its exceptional taste, and nutritive and processing values. The initial results of the assessment of meat quality have fully confirmed the high quality of meat obtained from first farrowing gilts.

Key words: estrus induction, carcass and meat quality, primiparous gilts 

JACEK KONDRATOWICZ

**JAKOŚĆ SENSORYCZNA ORAZ OGÓLNA LICZBA
DROBNOUSTROJÓW W MIĘŚNIACH PIERSIOWYCH KURCZĄT
BROJLERÓW W ZALEŻNOŚCI OD METODY I CZASU
PRZECHOWYWANIA CHŁODNICZEGO**

S t r e s z c z e n i e

Nowoczesną metodą przedłużania trwałości mięsa jest chłodnicze przechowywanie w kontrolowanej atmosferze. Celem pracy było określenie wpływu dwóch chłodniczych metod przechowywania (w temp. 2°C) mięśni piersiowych kurcząt brojlerów, a mianowicie: w atmosferze gazów kontrolowanych o składzie 95% azotu i 5% tlenu oraz w powietrzu atmosferycznym, w okresie od 5 do 25 dób, na cechy sensoryczne mięsa oraz ogólną liczbę drobnoustrojów.

W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że stopień zanieczyszczenia mikrobiologicznego w czasie chłodniczego przechowywania mięśni oraz niekorzystne wyniki sensorycznej oceny jakości ograniczały czas przechowywania mięśni, a tym samym przydatność mięsa do spożycia, do 5 dób. Wielkość zanieczyszczenia mikrobiologicznego uznano za zadowalającą, a zmiany cech sensorycznych mięsa za niewielkie w nieopakowanych mięśniach przechowywanych w atmosferze gazów kontrolowanych przez 15 dób. Natomiast w próbach przechowywanych w powietrzu atmosferycznym wzrost ogólnej liczby drobnoustrojów oraz niekorzystne zmiany jakości sensorycznej ograniczały czas przechowywania mięśni do 5 dób.

Słowa kluczowe: mięśnie piersiowe kurcząt, kontrolowana atmosfera, przechowywanie chłodnicze, jakość mikrobiologiczna, jakość sensoryczna

Wprowadzenie

Mimo dynamicznego rozwoju przetwórstwa przemysłowego mięsa drobiowego, w tym również mięsa kurcząt, wysoki udział w sprzedaży ma nadal mięso chłodzone o niskim stopniu przetworzenia. Mięso takie oferowane jest konsumentom w postaci całych tuszek, elementów tuszek lub filetów z mięśni. Mięso drobiowe w takiej postaci łatwo znajduje nabywców, ponieważ poddane obróbce cieplnej zachowuje charakterystyczną gatunkową smakowitość [5]. Ponadto mięso chłodzone odznacza się wyższymi właściwościami sensorycznymi i przerobowymi niż mięso mrożone oraz powszechnie jest uważane przez odbiorców za świeże [7].

Nowoczesną metodą przedłużania świeżości, a tym samym okresu trwałości mięsa jest chłodnicze przechowywanie w kontrolowanej (KA) lub modyfikowanej (MA) atmosferze. Różnica między tymi metodami polega na sposobie realizacji procesu. Jak donosi Krala [8], zasadnicza różnica między modyfikowaną a kontrolowaną atmosferą polega na tym, że skład MA ustala się tylko raz w chwili rozpoczęcia przechowywania, natomiast skład KA podlega stałemu pomiarowi i jest korygowany w czasie. Zalety tych metod w zapewnieniu wysokiej jakości i bezpieczeństwa mikrobiologicznego przechowywanego mięsa sprawiły, że w ostatnich latach przeprowadzono wiele badań [8, 10, 13], szczególnie nad przechowywaniem mięsa drobiowego w modyfikowanej atmosferze, a głównie jej wpływu na procesy mikrobiologiczne i tym samym trwałość mięsa. Niewiele jest natomiast informacji naukowych o stosowaniu kontrolowanej atmosfery w chłodniczym przechowywaniu mięsa drobiowego. Najczęściej przechowywanie w kontrolowanej atmosferze może być stosowane w specjalnie do tego celu dostosowanych komorach lub kontenerach chłodniczych. Może to przynieść korzystny skutek ekonomiczny, gdyż uzyskiwana z fazy skroplonej mieszanka gazowa jednocześnie stanowi medium chłodnicze.

Uwzględniając powyższe informacje przeprowadzono badania, których celem było określenie wpływu dwóch chłodniczych metod przechowywania (w temp. 2°C) mięśni piersiowych kurcząt brojlerów, a mianowicie: w atmosferze gazów kontrolowanych o składzie 95% N₂ i 5% O₂ oraz w powietrzu atmosferycznym, w okresie od 5 do 25 dób, na cechy sensoryczne mięsa oraz ogólną liczbę drobnoustrojów.

Materiały i metody badań

Materiał badawczy stanowiły kurczęta brojlery Ross 308, odchowane do wieku 7 tygodni w fermie prywatnej tego samego hodowcy, o masie przedubojowej około 2700 g, z reprezentacją płci jak 1:1. Uboj kurcząt i obróbkę poubojową tuszek prowadzono metodą przemysłową na linii automatycznej holenderskiej firmy Storck. Po uboju tuszki poddawano schładzaniu metodą owiewowo–natryskową do temp. od 3 do 6°C przez 90 min.

Badania przeprowadzono na próbach mięśni piersiowych (*musculus pectoralis*), charakteryzujących się normalną jakością mięsa świeżego. Jako kryterium oceny jakości przyjęto wartość pH₁, oznaczoną w mięśniu piersiowym, stosując pH-metr firmy Radiometer, po 15 – 20 min od uboju kurcząt. Jako mięśnie o normalnej jakości uznawano te, których wartość pH₁ wynosiła od 5,9 do 6,2 (eliminacja mięśni z wadami PSE i DFD) [4, 11]. Przygotowane do przechowywania próby mięśni piersiowych kurcząt przewożono w izotermicznych pojemnikach (temp. około 2°C) do Laboratorium Oceny Jakości Mięsa, gdzie wykonywano badania zasadnicze. Zastosowano dwie technologie przechowywania mięśni piersiowych kurcząt w warunkach chłodniczych, a mianowicie: w atmosferze gazów kontrolowanych i w powietrzu atmosferycznym. W każdej metodzie do badań przeznaczono po 50 nieopakowanych prób mięśni piersiowych o masie około 300 g każda.

Metoda przechowywania mięśni w atmosferze gazów kontrolowanych

Próby mięśni (50 szt.) przechowywano w komorze wychładzalniczej KA – 600 zasilanej automatycznie mieszaniną skroplonego azotu i tlenu ze zbiornika TS–500 L'ari Liquide. Zastosowano następujące warunki przechowywania: temp. 2°C, stężenie azotu gazowego 95%, tlenu 5%, wilgotność 40%. Skład atmosfery komory wychładzalniczej kontrolowano codziennie, stosując miernik zawartości gazów typu Oxymetr, z dokładnością do 0,2%. Pomiar temperatury wykonywano automatycznie, za pomocą termometru firmy Therm, natomiast wilgotność kontrolowano przy użyciu psychrometru.

Metoda przechowywania mięśni w powietrzu atmosferycznym

Próby mięśni (50 szt.) przechowywano w komorze wychładzalniczej typu Polar 600, zasilanej agregatem sprężarkowym w środowisku powietrza atmosferycznego o następującym składzie: 78% N₂, 21% O₂ i 1% inne gazy. Temp. około 2°C utrzymywano automatycznie za pomocą termostatu. Wilgotność względna w komorze wahała się w granicach od 40 do 50%. Nie stosowano nadmuchu powietrza.

W obu zastosowanych technologiach przyjęto okres przechowywania od 5 do 25 dób lub do czasu, kiedy jakość mięsa osiągnęła poziom dyskwalifikujący je do spożycia. Eliminację prób przechowywanych w atmosferze gazów kontrolowanych przez 25 dób i w powietrzu atmosferycznym przez 20 dób przeprowadzono, uwzględniając następujące kryteria: wartość pH_u powyżej 6,0, ogólna liczba drobnoustrojów w 1 g mięsa powyżej 5·10⁸, ocena sensoryczna – szarzielone przebarwienie powierzchni mięśni, śluz oraz wyczuwalny gnilny zapach [8, 14].

Metody oceny jakości mięsa

W celu właściwego przygotowania mięśni do analiz laboratoryjnych usuwano zewnętrzne błony otaczające oraz tłuszcz z powierzchni próbek. Badania wykonywano w mięśniach świeżych po upływie 24 godz. od momentu uboju kurcząt oraz po: 5, 10, 15 i 20 dobach przechowywania chłodniczego. Jakość mięśni określano uwzględniając: wielkość ubytków masy prób w procesie przechowywania, ocenę cech sensorycznych mięsa, a także oznaczano ogólną liczbę drobnoustrojów w 1 g mięsa.

Ocenę cech sensorycznych mięsa z piersi kurcząt wykonywano według metodyki podanej przez Baryłko-Pikielną [1]. Próbki 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 próbki znajdowały się w przykrytych i zakodowanych naczynkach. Degustację prowadzono w temp. 20°C. Zastosowano 5-punktową skalę sensorycznej oceny jakości cząstkowej, uwzględniając następujące cechy: zapach, soczystość, kruchość, smakowitość. Ocenę, podczas trzech niezależnych sesji, przeprowadził stały 5-osobowy zespół, sprawdzony pod względem wrażliwości sensorycznej.

Określenie ogólnej liczby drobnoustrojów wykonano metodą zalewową według Burbianki i Pliszki [2]. Podłożem była pożywka „Plate count agar”, a posiewy inkubowano w temp. 23°C przez 72 godz.

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

Wyniki i dyskusja

Wyniki oceny sensorycznej mięsa i ogólną liczbę drobnoustrojów w mięśniach piersiowych kurcząt brojlerów, oznaczoną przed przechowywaniem chłodniczym, przedstawiono w tab. 1.

Tabela 1

Jakość sensoryczna mięsa i ogólna liczba drobnoustrojów w mięśniach piersiowych (*musculus pectoralis*) kurcząt brojlerów przed przechowywaniem chłodniczym (n = 10).

The sensory quality of and the total microorganisms count in breast muscles of broiler chickens prior to cold-storing (n = 10).

Wyszczególnienie Specification	\bar{x}	s / SD
pH _u	5,51	0,12
Zapach - natężenie [pkt] Odour -intensity [scores]	5,0	0,00
Zapach - pożądalność [pkt] Odour - desirability [scores]	5,0	0,00
Soczystość [pkt] Juiciness [scores]	5,0	0,00
Kruchość [pkt] Tenderness [scores]	4,9	0,32
Smakowitość - natężenie [pkt] Flavour - intensity [scores]	5,0	0,00
Smakowitość- pożądalność [pkt] Flavour - desirability [scores]	5,0	0,00
Ogólna liczba bakterii [jtk/g] Total bacterial count [cfu/g]	3,40·10 ⁴	2,52·10 ⁴

Wartość pH_u badanych prób mięśni piersiowych wynosiła średnio 5,51, co wskazywało na ich właściwą jakość [3]. W 5-punktowej sensorycznej ocenie jakości analizowane próby mięsa z piersi kurcząt uzyskały za wszystkie cechy sensoryczne noty na poziomie od 4,9 do 5,0 pkt, co dowodzi, że mięso kurcząt było najwyższej jakości. Analiza mikrobiologiczna wykazała, że w chwili rozpoczęcia przechowywania ogólna liczba drobnoustrojów wynosiła średnio 3,40·10⁴ ± 2,52·10⁴ jtk/g mięsa. Stwierdzony poziom początkowego zanieczyszczenia mikrobiologicznego schłodzonych mięśni można uznać za przeciętny, mieszczący się w granicach obowiązującej normy [14].

Wyniki charakteryzujące ubytki masy mięśni piersiowych kurcząt nieopakowanych i jakość sensoryczną mięsa w zależności od metody i czasu przechowywania chłodniczego przedstawiono w tab. 2.

Stwierdzono, że zastosowane chłodnicze metody składowania i czas przechowywania miały istotny wpływ na wielkość ubytków masy mięśni piersiowych. W obu stosowanych metodach ubytki masy wykazywały tendencje wzrostowe, jednak w mięśniach przechowywanych w atmosferze gazów kontrolowanych były one większe i wynosiły od 0,68% po 5 dobach przechowywania do 5,26% po 20 dobach. Natomiast w powietrzu atmosferycznym straty te były znacznie mniejsze i po 15 dobach przechowywania wynosiły 1,54%. Można sądzić, że wielkość ubytków masy mięśni w czasie przechowywania zależała od szybkości parowania wody i wycieku soku w miarę przedłużania czasu przechowywania [6].

Kwasowość końcowa badanych mięśni po 5 dobach przechowywania w obu technologiach była podobna i statystycznie nieistotna. W miarę wydłużania czasu chłodniczego przechowywania wartość pH końcowego analizowanej tkanki mięśniowej istotnie wzrastała, zależnie od zastosowanych metod przechowywania. Najwyższy wzrost pH odnotowano w mięśniach piersiowych przechowywanych w powietrzu atmosferycznym po 15 dobach ($pH_u = 5,94$). Natomiast zastosowanie kontrolowanej atmosfery ograniczyło wzrost wartości badanego wskaźnika jakości mięsa i był on tym wolniejszy, im dłuższy był okres przechowywania chłodniczego (pH_u po 20 dobach – 5,72). Uzasadniona wydaje się zatem sugestia, że mogło to wynikać z ograniczenia przez atmosferę ochronną zakresu zmian proteolitycznych białek mięśniowych, które zawsze prowadzą do stopniowej alkalizacji przechowywanych mięśni [3].

Zastosowane metody i czas przechowywania miały istotny wpływ na wysokość ocen zarówno natężenia, jak i pożądalności zapachu mięsa z piersi kurcząt (tab. 2). Próby przechowywane w atmosferze kontrolowanej w okresie od 5 do 20 doób oceniono pod względem natężenia zapachu wysoko i określono je jako zdecydowane. Natomiast ocena pożądalności zapachu ulegała wyraźnemu obniżaniu w miarę wydłużania czasu przechowywania i po 20 dobach była obojętna, co mogło wskazywać na znaczny stopień zanieczyszczenia mikrobiologicznego. Mięso z mięśni piersiowych przechowywane w powietrzu atmosferycznym przez okres 5 i 10 doób charakteryzowało się bardzo zdecydowanym i pożądanym zapachem. Jednak po 15 dobach przechowywania chłodniczego pożądalność zapachu uległa istotnemu obniżeniu (2,0 pkt), wyczuwalny był zapach lekko niepożądany, co mogło świadczyć o rozpoczętym procesie chłodniczego zepsucia mięśni przechowywanych tą metodą.

W miarę wydłużania czasu przechowywania mięśni piersiowych soczystość mięsa malała. W próbach przechowywanych w atmosferze kontrolowanej soczystość po 20 dobach obniżyła się do poziomu mięsa słabo soczystego (3,2 pkt.). Podobne tendencje stwierdzono w próbach przechowywanych w powietrzu atmosferycznym. Po 15 dobach przechowywania wartość tego wskaźnika zmniejszyła się istotnie i wynosiła 3,9 pkt. Było to niewątpliwie związane z wielkością ubytków masy mięśni w czasie

przechowywania, głównie z wielkością parowania wody oraz samoczynnym wyciekaniem soku. Również kruchość badanego mięsa z piersi kurcząt ulegała pogorszeniu wraz z wydłużeniem czasu przechowywania, zarówno w atmosferze gazów kontrolowanych, jak i w powietrzu atmosferycznym. Jak podaje Schott [15], wartość tego wyróżnika jakości sensorycznej zależy od soczystości mięsa.

Analizując wpływ metod przechowywania mięśni piersiowych na smakowitość mięsa wykazano, że zarówno pod względem natężenia, jak i pożądalności najlepszą smakowitością charakteryzowały się próby po 5 dobach przechowywania w atmosferze kontrolowanej. W miarę wydłużania okresu przechowywania, niezależnie od zastosowanej metody chłodniczego przechowywania, stwierdzono istotne pogorszenie smakowitości. Po 20 dobach przechowywania w atmosferze gazów kontrolowanych smakowitość mięsa była na poziomie obojętnym, a mięso składowane w powietrzu atmosferycznym po 15 dobach sklasyfikowano na poziomie lekko niepożądanym. Uzyskane wyniki mogą świadczyć o rozpoczętym procesie chłodniczego zepsucia mięśni. Główną jednak przyczyną znacznego pogorszenia się smakowitości mięsa w czasie przechowywania jest oddziaływanie enzymów bakteryjnych [12, 15].

Przepisy żywnościowe określają szczegółowe normy badania mięsa na obecność mikroflory potencjalnie chorobotwórczej, jak również wskazują na konieczność badania ogólnego stopnia zanieczyszczenia mięsa przeznaczonego do przechowywania chłodniczego. Orientacyjnym wskaźnikiem jakości mięsa chłodzonego jest najczęściej ogólna liczba drobnoustrojów w 1 g [8]. Wartość tego wskaźnika zazwyczaj osiąga poziom krytyczny zdecydowanie wcześniej aniżeli wystąpią sensoryczne oznaki zepsucia [9]. W tab. 3. przedstawiono wyniki badań mikrobiologicznych nieopakowanych mięśni piersiowych kurcząt w zależności od metody i czasu przechowywania chłodniczego. Wraz z wydłużeniem okresu przechowywania chłodniczego w atmosferze gazów kontrolowanych odnotowano wolny i systematyczny wzrost stopnia zanieczyszczenia mikrobiologicznego mięśni. Jednak w 20. dobie przechowywania ogólna liczba bakterii tlenowych w mięśniach, badana metodą zalewową, przekroczyła akceptowaną wartość progową $5 \cdot 10^6$ jtk/g tkanki mięśniowej [14]. Należy uznać, że uzyskane w tym czasie

Tabela 2

Ubytki masy oraz pH mięśni piersiowych i jakość sensoryczna mięsa z piersi kurcząt brojlerów w czasie chłodniczego przechowywania w atmosferze kontrolowanej oraz w powietrzu (n = 10).

Weight losses & pH of breast muscles, and sensory quality of meat of broiler chickens' breast muscles while cold-storing the meat samples in an atmosphere of controlled gases and in air atmosphere (n = 10).

Wyszczególnienie Specification	Miara statyst. Statistical measure	Metoda przechowywania / Method of storage							Statystyczna istotność różnic Statistical significance of differences
		Atmosfera kontrolowana Controlled atmosphere				Powietrze atmosferyczne Atmospheric Air			
		Czas przechowywania [doby] / Storage period [days]							
		5 (A)	10 (B)	15 (C)	20 (D)	5 (E)	10 (F)	15 (G)	
Ubytki masy w procesie przechowywania [%] Weight losses occurring during the storage period	\bar{x}	0,68	2,14	2,73	5,26	0,50	0,91	1,54	D>A,B,C,E,F,G **
	s / SD	±1,11	±1,47	±2,32	±3,97	±0,58	±1,21	±1,41	
pH _u (po przechowywaniu) pH _u (after storage)	\bar{x}	5,57	5,57	5,60	5,72	5,60	5,69	5,94	G>A,B,C,D,E,F*** D>A,B*
	s / SD	±0,08	±0,14	±0,14	±0,14	±0,11	±0,14	±0,20	
Zapach - natężenie [pkt] Odour - intensity [scores]	\bar{x}	5,00	5,00	5,00	4,20	5,00	5,00	4,45	A,B,C,E,F>D,G** G>D*
	s / SD	±0,00	±0,00	±0,00	±0,42	±0,00	±0,00	±0,50	
Zapach - pożądalność [pkt] Odour - desirability [scores]	\bar{x}	5,00	5,00	4,20	3,50	5,00	4,30	2,00	A,B,E>C,D,F,G** F,C>D,G**; D>G*
	s / SD	±0,00	±0,00	±0,79	±0,82	±0,00	±0,63	±0,00	
Soczystość [pkt] Juiciness [scores]	\bar{x}	4,60	4,60	4,30	3,20	4,45	4,30	3,90	A,B,E,C,F,G>D ** A,B>G**; E>G*
	s / SD	±0,52	±0,70	±0,26	±0,42	±0,44	±0,48	±0,57	
Kruchość [pkt] Tenderness [scores]	\bar{x}	4,90	4,40	4,40	4,35	4,45	4,30	4,10	A>B,C,D,E,F,G **
	s / SD	±0,32	±0,52	±0,70	±0,34	±0,44	±0,48	±0,61	
Smakowitość - natężenie [pkt] Flavour - intensity [scores]	\bar{x}	5,00	4,80	4,05	3,50	4,50	4,10	4,20	A,B>C,D,E,F,G ** E,G,F,C>D** E>C,F *
	s / SD	±0,00	±0,42	±0,37	±0,53	±0,53	±0,32	±0,35	
Smakowitość - pożądalność [pkt] Flavour - desirability [scores]	\bar{x}	5,00	4,80	3,85	3,05	4,50	4,00	2,00	A,B,E,F,C>D,G**
	s / SD	±0,00	±0,42	±0,47	±0,16	±0,53	±0,47	±0,00	

Objaśnienia: / Explanatory notes:

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

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

Tabela 3

Ogólna liczba drobnoustrojów w mięśniach piersiowych kurcząt brojlerów w czasie chłodniczego przechowywania w atmosferze kontrolowanej oraz w powietrzu (n = 10) [jtk/g].

Total microorganism count in breast muscles of broiler chickens while cold-storing the meat samples in an atmosphere of controlled gases and in air atmosphere (n = 10) [cfu/g].

Miara stat. Statistical measure	Metoda przechowywania / Method of storage							Statystyczna istotność różnic Statistical significance of differences
	Atmosfera kontrolowana Controlled atmosphere				Powietrze atmosferyczne Atmospheric Air			
	Czas przechowywania [doby] / Storage Period [days]							
	5 (A)	10 (B)	15 (C)	20 (D)	5 (E)	10 (F)	15 (G)	
\bar{x}	$2,30 \cdot 10^5$	$5,80 \cdot 10^5$	$1,53 \cdot 10^6$	$1,73 \cdot 10^8$	$2,77 \cdot 10^6$	$7,59 \cdot 10^7$	$1,47 \cdot 10^8$	D,G,F > A,B,C**
s / SD	$\pm 8,91 \cdot 10^4$	$\pm 8,38 \cdot 10^4$	$\pm 9,68 \cdot 10^5$	$\pm 5,05 \cdot 10^7$	$\pm 1,19 \cdot 10^6$	$\pm 5,22 \cdot 10^7$	$\pm 4,97 \cdot 10^7$	D>E,F**, F>E**
min.	$1,00 \cdot 10^5$	$4,40 \cdot 10^5$	$3,90 \cdot 10^5$	$1,00 \cdot 10^8$	$1,50 \cdot 10^6$	$7,30 \cdot 10^6$	$1,00 \cdot 10^8$	G>E,F**
max.	$3,30 \cdot 10^5$	$6,90 \cdot 10^5$	$2,90 \cdot 10^6$	$2,40 \cdot 10^8$	$4,60 \cdot 10^6$	$1,30 \cdot 10^8$	$2,20 \cdot 10^8$	E,C > A,B**

Objaśnienia: / Explanatory notes:

** - różnice statystycznie istotne przy $p \leq 0,01$

** - statistically significant differences at a level of $p \leq 0.01$

przechowywania wyniki były niezadowalające, gdyż bardzo duży stopień zanieczyszczenia mikrobiologicznego wykluczał przydatność badanego mięsa do spożycia. Wyniki oceny stanu zanieczyszczenia bakteryjnego nieopakowanych mięśni przechowywanych chłodniczo w powietrzu atmosferycznym wskazują, że już w 10. dobie przechowywania badane próby wykazywały stopień zanieczyszczenia, który według cytowanej normy wykluczał ich spożycie. A zatem, ogólna liczba drobnoustrojów tlenowych w chłodzonych mięśniach przekroczyła akceptowaną wartość progową szybciej niż wystąpiły oznaki sensorycznego zepsucia.

Wnioski

1. Jakość sensoryczna mięsa z nieopakowanych mięśni piersiowych kurcząt brojlerów wykazywała związek z metodą i czasem przechowywania chłodniczego. Stwierdzono, że w miarę wydłużania okresu przechowywania następowało pogorszenie jakości sensorycznej mięsa, głównie jego zapachu, soczystości, kruchości i smakowitości. Szybsze tempo zmian występowało jednak w próbach przechowywanych w powietrzu atmosferycznym w porównaniu z atmosferą gazów kontrolowanych.
2. Wykazano, że stopień zanieczyszczenia mikrobiologicznego w czasie chłodniczego przechowywania mięśni piersiowych kurcząt brojlerów, określany ogólną liczbą drobnoustrojów tlenowych, oraz poziom sensorycznej jakości mięsa ograniczyły przydatność badanego surowca do spożycia. Wielkość zanieczyszczenia mikrobiologicznego uznano za zadawalającą, a oceniane zmiany sensoryczne za niewielkie w nieopakowanych mięśniach przechowywanych w atmosferze gazów kontrolowanych przez okres 15 dób. Natomiast w mięśniach przechowywanych w powietrzu atmosferycznym wzrost ogólnej liczby drobnoustrojów oraz niekorzystne zmiany jakości sensorycznej mięsa ograniczały czas przechowywania prób do 5 dób.

Literatura

- [1] Baryłko-Pikielna N. : Zarys analizy sensorycznej żywności. WNT. Warszawa 1975.
- [2] Burbianka M., Pliszka A.: Mikrobiologia żywności. PZWL. Warszawa 1971.
- [3] Gardzielewska J., Jakubowska M., Buryta B., Karamucki T., Natalczyk-Szymkowska W.: Pomiar pH₁ a jakość mięsa kurcząt brojlerów. *Medycyna Wet.*, 2003, **59(3)**, 426 - 428.
- [4] Kijowski J., Niewiarowicz A., Kujawska-Biernat A.: Biochemical and technological characteristics of hot chicken meat. *J. Food Technol.*, 1982, **17, 5**, 553–560.
- [5] Kijowski J., Cegielska-Radziejewska A., Krala L.: Shelf – life extension of meat and its further processed products stored under modified atmosphere packaging (MAP) – a review. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2001, **10 (51)**, 4, 3–12.


- [6] Kondratowicz J., Podlejska Z.: Changes in the sensory quality of pork stored in the air and controlled atmosphere. *Natur. Sci.*, 2001, **8**, 175-181.
- [7] Kondratowicz J., Kawałko P.: Zmiany właściwości fizykochemicznych i mikrobiologicznych mięsa kurcząt brojlerów w zależności od metody i czasu przechowywania chłodniczego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2003, **4 (37)** Supl., 184-193.
- [8] Krala L.: Oddziaływanie atmosfery kontrolowanej i modyfikowanej na właściwości chłodzonego mięsa kurcząt. *Wyd. Nauk. Politechniki Łódzkiej. Rozp. Nauk.* 1999, **255**, 5-141.
- [9] Lambert A., Smith J., Dodds K.: Effect of headspace CO₂ concentration in MAP fresh pork. *J. Food Prot.*, 1991, **54 (8)**, 588-592.
- [10] Michniewicz J.: Pakowanie żywności z zastosowaniem modyfikowanej atmosfery. *Chłodnictwo*, 1998, **6**, 42-44.
- [11] Niewiarowicz A., Pikul J.: pH – Wert der Hautoberfläche von der Schlachtung als Indikator für PSE – und DFD – Fleisch bei Broilern. *Fleischwirt.*, 1979, **59 (3)**, 405-407.
- [12] Pfeiffer T., Menner M. : Modified atmosphere packaging for self service fresh meat – change of gas atmosphere during storage. *Fleischwirt.*, 1999, **79(12)**, 79-84.
- [13] Pikul J.: Rola modyfikowanej oraz kontrolowanej atmosfery w przechowywaniu schłodzonego mięsa. *Chłodnictwo*, 2001, **8-9**, 78-84.
- [14] PN-A-86527: 1996. Produkty drobiarskie. Półprodukty z surowego mięsa drobiowego. Wymagania i metody badań.
- [15] Schott J.: Modified atmosphere packing for self- service meat. *Fleischwirt.*, 1999, **79 (12)**, 32-34.

THE SENSORY QUALITY AND TOTAL MICRO-ORGANISM COUNT IN BREAST MUSCLES OF BROILER CHICKENS DEPENDING ON THE METHOD AND PERIOD OF COLD STORAGE

S u m m a r y

A modern method for prolonging the shelf-life of meat is the cold storage of meat under controlled atmospheric conditions. The objective of the present paper was to determine effects of the two methods for storing breast muscles of broiler chickens, i.e. in an atmosphere of controlled gases (95% nitrogen, 5% oxygen), as well as in an air atmosphere, during a period of 5 to 25 days, on both the sensory properties of meat and the total micro-organism count.

It was stated that the degree of microbiological infection occurring whilst cold-storing the breast muscles under investigation, and the unfavourable results of the sensory assessment of meat quality limited the period of storing breast muscles meat, and, in consequence, its usefulness for consumption, to a period of 5 days. In the case of the unwrapped breast muscles meat stored for 15 days under an atmosphere of controlled gases, the level of microbiological infection was considered to be satisfactory, and changes in the sensory properties to be insignificant. However, in the case of meat samples stored in the atmospheric air, the storage time was limited to 5 days owing to the increase in total micro-organism count, and unfavourable changes in the sensory quality of meat limited the period of storing the breast muscles meat to a period of 5 days.

Key words: chicken breast muscles, controlled atmosphere, cold storage, sensory quality, microbiological quality 

JACEK KONDRATOWICZ

**OCENA WŁAŚCIWOŚCI FIZYKOCHEMICZNYCH
I MIKROBIOLOGICZNYCH MIĘŚNI PIERSIOWYCH KURCZĄT
BROJLERÓW PRZECHOWYWANYCH W KONTROLOWANEJ
ATMOSFERZE W ZALEŻNOŚCI OD SPOSOBU PAKOWANIA
I CZASU PRZECHOWYWANIA CHŁODNICZEGO**

Streszczenie

Przeprowadzono ocenę właściwości fizykochemicznych oraz określono ogólną liczbę drobnoustrojów w mięśniach piersiowych kurcząt brojlerów przechowywanych chłodniczo (w temp. 2°C) w atmosferze gazów kontrolowanych o składzie 95% azotu i 5% tlenu, w okresie od 5 do 25 dób. Badano mięśnie opakowane w folię typu Nordfilm-Nordform oraz bez opakowania.

Na podstawie wyników badań wykazano, że w miarę wydłużania czasu przechowywania stopniowo wzrastało pH mięśni oraz postępowało ciemnienie ich barwy. Te niekorzystne zmiany jakości wolniej przebiegały w mięśniach opakowanych w folię niż w mięśniach przechowywanych bez opakowania. Podobne prawidłowości stwierdzono w kształtowaniu się trwałości lipidów śródmięśniowych określanych na podstawie liczby kwasowej. Ocena jakości mikrobiologicznej mięśni dokonana na podstawie ogólnej liczby drobnoustrojów w 1 g wykazała, że stopień zanieczyszczenia mikrobiologicznego był zadowalający w opakowanych mięśniach piersiowych przechowywanych w atmosferze gazów kontrolowanych przez okres 20 dób, a w mięśniach nieopakowanych w ciągu 15 dób.

Słowa kluczowe: mięśnie piersiowe kurcząt, przechowywanie, kontrolowana atmosfera, sposób pakowania, jakość, trwałość

Wprowadzenie

Świeże mięso drobiowe oferowane jest konsumentom w postaci tuszek, elementów lub filetów z mięśni. Mięso w takiej postaci łatwo znajduje nabywców, ponieważ poddane obróbce cieplnej zachowuje charakterystyczną gatunkową smakowitość [6]. Ponadto mięso schłodzone odznacza się korzystniejszymi właściwościami sensorycznymi i technologicznymi niż mięso mrożone oraz powszechnie jest uważane przez odbiorców za świeże [7].

W ostatnich latach przeprowadzono wiele badań [8, 9, 11] nad przechowywaniem mięsa drobiowego w modyfikowanej atmosferze oraz pakowaniem technologią próżniową. Analizowano głównie wpływ różnych metod przechowywania na procesy mikrobiologiczne, a tym samym trwałość mięsa. Informacje naukowe o stosowaniu kontrolowanej atmosfery w chłodniczym przechowywaniu mięsa drobiowego i kształtowaniu jego jakości są znacznie skromniejsze.

Technologia przechowywania mięsa w kontrolowanej atmosferze stosowana może być w stacjonarnych komorach chłodniczych, a jej główną zaletą jest możliwość kontroli składu mieszanek gazowych w przeciwieństwie do powszechnie stosowanej metody pakowania w modyfikowanej atmosferze [7]. Ponadto, zastosowanie kontrolowanej atmosfery do przedłużania trwałości i bezpieczeństwa mikrobiologicznego mięsa może przynieść wymierne efekty ekonomiczne, gdyż uzyskiwana z fazy skroplonej mieszanka gazowa stanowi jednocześnie medium chłodnicze.

Uwzględniając powyższe informacje przeprowadzono badania, których celem była ocena właściwości fizykochemicznych i ogólnej liczby drobnoustrojów w mięśniach piersiowych kurcząt brojlerów przechowywanych chłodniczo (w temp. 2°C) w atmosferze gazów kontrolowanych o składzie 95% N₂ i 5% O₂, w ciągu od 5 do 25 dób. Badano mięśnie opakowane w folię Nordfilm-Nordform oraz bez opakowania.

Materiał i metody badań

Materiał badawczy stanowiły kurczęta brojlery Ross 308, odchowane do wieku 7 tygodni w fermie prywatnej tego samego hodowcy, o masie przedubojowej około 2700 g z reprezentacją płci jak 1:1. Uboj kurcząt i obróbkę poubojową tuszek przeprowadzano metodą przemysłową na linii automatycznej holenderskiej firmy Storck. Po uboju tuszki poddawano schładzaniu metodą owiewowo-natryskową do temp. od 3 do 6°C przez 90 min.

Badania przeprowadzono na próbach mięśni piersiowych (*musculus pectoralis*), charakteryzujących się normalną jakością mięsa świeżego. Jako kryterium oceny jakości przyjęto wartość pH₁, oznaczaną w mięśniu piersiowym, stosując pH-metr firmy Radiometer, po 15–20 min od momentu uboju kurcząt. Za mięśnie o normalnej jakości uznawano te, których wartość pH₁ wynosiła od 5,9 do 6,2 (eliminacja mięśni z wadami PSE i DFD) [5, 10].

W eksperymencie zastosowano technologię przechowywania mięśni piersiowych w warunkach chłodniczych z zastosowaniem atmosfery gazów kontrolowanych. Do badań przeznaczono 100 prób mięśni piersiowych o masie około 300 g każda. Próby podzielono na dwie grupy po 50 sztuk: przechowywane w opakowaniach z folii PA/PE typu Nordfilm-Nordform oraz bez opakowania. Pakowanie prób przeprowadzono w temp. 4°C w standardowych warunkach Zakładów Drobiarskich, odpowiadających normom ISO 9002 i HACCP, stosując firmową pakowarkę Multivac A 300/52. Zastosowano folię wielowarstwową typu Nordfilm-Nordform 208 o grubości 80 µm,

masie 78 g/m², o przepuszczalności tlenu (0%RH)-53, azotu (0%RH)-21, dwutlenku węgla (0%RH)-134 [2].

Przygotowane do przechowywania próby mięśni piersiowych kurcząt przewożono w izotermicznych pojemnikach (temp. około 2°C) do laboratorium, gdzie wykonywano badania zasadnicze.

Metoda przechowywania mięśni w atmosferze gazów kontrolowanych

Próby mięśni (po 50 szt. opakowanych i nieopakowanych) przechowywano w gazoszczelnej komorze chłodniczej KA-600 zasilanej automatycznie mieszaniną skroplonego azotu i tlenu ze zbiornika TS-500 L'ari Liquide. Zastosowano następujące warunki przechowywania: temp. 2°C, stężenie azotu gazowego 95%, tlenu 5%, wilgotność 40%. Skład atmosfery komory chłodniczej kontrolowano stosując miernik zawartości gazów typu Oxymetr z dokładnością do 0,2%. Pomiary temperatury wykonywano automatycznie, za pomocą termometru firmy Therm, natomiast wilgotność kontrolowano przy użyciu psychrometru.

W zastosowanej technologii przyjęto okres przechowywania od 5 do 25 dób lub do czasu, kiedy jakość mięśni osiągnie poziom dyskwalifikujący je do spożycia. Eliminację prób przechowywanych w atmosferze gazów kontrolowanych w czasie 25 dób przeprowadzano, uwzględniając następujące kryteria: wartość pH_u powyżej 6,0, ogólna zawartość drobnoustrojów w 1 g mięsa powyżej 5 x 10⁸, ocenę sensoryczną – szarozielone przebarwienie powierzchni prób oraz wyczuwalny gnilny zapach [8, 12].

Metody oceny jakości mięsa

W celu właściwego przygotowania mięśni do analiz laboratoryjnych usuwano zewnętrzne błony otaczające oraz tłuszcz z powierzchni próbek. Następnie próby rozdrabniano w wilku laboratoryjnym z siatką o średnicy oczek 2 mm i mięso dokładnie mieszano.

Po 5, 10, 15 i 20 dobach przechowywania chłodniczego wykonywano następujące analizy ilościowo-jakościowe mięsa:

- ubytki masy prób w procesie przechowywania przez pomiar masy na początku i po zakończeniu poszczególnych etapów przechowywania z dokładnością do 1g;
- zawartość suchej masy, poddając naważkę mięsa denaturacji białka 96% alkoholem etylowym, a następnie suszeniu w temp. 105°C [13];
- odczyn mięsa na podstawie pomiarów wartości pH homogenatów wodnych mięsa (stosunek ilościowy mięsa do wody destylowanej 1:1), używając pehametru firmy Radiometer z elektrodą GK 2311 C;
- jasność barwy na podstawie procentowej zawartości odbicia światła od powierzchni zmielonych prób mięsa, mierzonego w spektrokolorymetrze „Spekol” przy długości fali 560 nm z zastosowaniem przystawki remisyjnej R 45/O (wzorzec bieli stanowiła płytką z tlenku magnezu);
- wodochłonność metodą Grau'a i Hamma [4];

- obliczenie liczby kwasowej wg PN-84/A-85803 [13];
- oznaczenie ogólnej liczby drobnoustrojów wykonywano metodą zalewową według Burbianki i Pliszki [1]. Podłożem była pożywka „Plate count agar”, a posiewy inkubowano w temp. 30°C przez 72 godz.

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 wersja 6.0.

Wyniki i dyskusja

W tab. 1. przedstawiono wielkości ubytków masy mięśni piersiowych kurcząt brojlerów przechowywanych w atmosferze gazów kontrolowanych w zależności od sposobu pakowania i czasu przechowywania chłodniczego. Ubytki masy mięśni opakowanych próżniowo w folię Nordfilm-Nordform oraz prób nieopakowanych istotnie wzrastały wraz z upływem czasu przechowywania i po 20 dobach były zbliżone, wynosząc odpowiednio 5,23 i 5,26%. Wydaje się, że stwierdzone w badaniach duże ubytki masy mięśni opakowanych mogły być wynikiem różnicy ciśnień pomiędzy otoczeniem a wnętrzem opakowania, co prowadziło do zwiększonego wymuszonego wycieku soku. Zastosowanie folii opakowaniowej o bardzo dużej barierowości niewątpliwie ograniczyło wielkość ubytków poprzez parowanie. W mięśniach kurcząt przechowywanych bez opakowania ubytki masy spowodowane były prawdopodobnie odparowaniem wody i wyciekami samoczynnym z mięsa w trakcie przechowywania [6, 8].

Uzyskane wartości liczbowe (tab. 1) wskazują, że na zawartość suchej masy badanych mięśni istotny wpływ miał czas przechowywania prób. W obu zastosowanych sposobach pakowania zarejestrowano wzrost zawartości suchej masy wraz z przedłużeniem czasu przechowywania. Przyrost suchej masy w mięśniach opakowanych w czasie od 5 do 20 dób wynosił średnio 0,91%. W przypadku mięśni nieopakowanych zawartość suchej masy zwiększyła się z 25,11% po 5 dobach do 25,80% po 20 dobach przechowywania. Tendencje wzrostu względnej ilości suchej masy w badanych grupach doświadczalnych były prawdopodobnie następstwem rosnących ubytków na skutek wycieku soku mięsnego i wysychania powierzchni mięśni w warunkach chłodniczych [7].

Spośród wielu wskaźników fizykochemicznych określających jakość mięśni w badaniach uwzględniono: kwasowość, barwę i wodochłonność. Zmiany hydrolytyczne lipidów śródmięśniowych przeanalizowano na podstawie liczby kwasowej (tab. 1). Analizując wartości pH_1 mierzone po 15–20 min od chwili uboju kurcząt można stwierdzić, że do doświadczenia wybrano dobre jakościowo mięśnie piersiowe. Wartości tego wskaźnika w badanych grupach mięśni były podobne i wahały się w granicach od 5,94 do 6,12 i były zgodne z założeniami metodycznymi oraz normami referencyjnymi standardów jakościowych mięsa normalnego [3, 10, 11]. Kwasowość badanych mięśni mierzona jako wskaźnik pH w chwili rozpoczęcia przechowywania

była podobna i wskazywała na poprawny przebieg glikogenolizy poubojowej. Natomiast kwasowość końcowa mięśni opakowanych w czasie chłodniczego przechowywania wykazywała tendencje niewielkiego wzrostu o 0,1 jednostki w próbach przechowywanych 20 dób w porównaniu z próbami przechowywanymi 5 dób. Największy wzrost pH_u odnotowano w nieopakowanych mięśniach piersiowych. Najmniejszą kwasowością (najwyższym pH) charakteryzowały się mięśnie przechowywane przez okres 20 dób (5,72). Świadczyć to może na korzyść przechowywania mięśni opakowanych w folię Nordfilm-Nordform, gdyż po 20 dobach przechowywania charakteryzowały się niższym pH, rzędu 0,2 jednostki w porównaniu z próbami przechowywanymi bez opakowania. Na podstawie wyników pomiarów jasności barwy (tab. 1) stwierdzono istotne różnice w jakości mięśni w zależności od sposobu pakowania i czasu przechowywania chłodniczego. Podczas przechowywania mięśni opakowanych w czasie od 5 do 20 dób nastąpiło pociemnienie barwy (procent odbicia światła po 5 dobach wynosił 35,10, a po 20 dobach 33,40). Również w mięsie przechowywanym bez opakowania w czasie od 5 do 20 dób barwa mięsa uległa pociemnieniu (procent odbicia światła wynosił odpowiednio 36,00 i 29,30%). Jednak zmiany te były bardziej intensywne i już po 10 dobach przechowywania próby mięśni przechowywane bez opakowania charakteryzowały się ciemniejszą barwą od prób opakowanych w folię Nordfilm-Nordform. Zatem można sugerować, iż przechowywanie opakowanych mięśni piersiowych kurcząt brojlerów w atmosferze gazów kontrolowanych przez okres 20 dób powoduje zachowanie jaśniejszej barwy mięśni w porównaniu z próbami przechowywanymi bez opakowania.

Istotnym wskaźnikiem jakości oraz przydatności technologicznej mięsa jest wodochłonność, charakteryzująca się zdolnością zatrzymywania wody przez strukturę białkową tkanki mięśniowej. Na podstawie wyników (tab. 1) stwierdzono istotne polepszanie się wodochłonności mięśni w miarę przedłużania czasu przechowywania, niezależnie od sposobu pakowania. Uzyskane wyniki nie są jednoznaczne z doniesieniami innych autorów [8], którzy wykazali, że powinna to być zależność odwrotna. Jest prawdopodobne, że w przeprowadzonym doświadczeniu mięśnie piersiowe w czasie przechowywania chłodniczego utraciły więcej wody na skutek parowania i wycieku, dlatego też pozornie wzrastała ich wodochłonność oznaczona metodą Grau'a i Hamma [4].

Procesy hydrolitycznego rozkładu lipidów w sposób decydujący limitują trwałość mięsa w czasie chłodniczego przechowywania. W pracy ocenę tych zmian w wydzielonym z mięśni tłuszczu śródmięśniowym dokonano na podstawie liczby kwasowej (tab. 1). Uzyskane wyniki wskazują, że w czasie chłodniczego przechowywania opakowanych mięśni piersiowych w atmosferze gazów kontrolowanych odnotowano niewielki wzrost liczby kwasowej z pierwotnej wartości 14,17 mg 0,1 KOH/g po 5 dobach do 15,38 mg 0,1 KOH/g w 20. dobie przechowywania. Intensywniejszej hydrolizie ulegały substancje tłuszczowe w mięśniach nieopakowanych, w których liczba kwasowa po 20 dobach przechowywania

osiągnęła wartość 19 mg 0,1 KOH/g. Jak podaje Krala [8], wtórne produkty hydrolizy lipidów mogą powodować nie tylko wystąpienie oznak jęlczenia tłuszczu, ale również wpływać na zmiany barwy tkanki mięśniowej podczas reakcji aldehydów z białkami, wolnymi aminokwasami oraz innymi składnikami mięsa.

Polska Norma [12] dotycząca wymagań odnoszących się do półproduktów z surowego mięsa drobiowego wskazuje na konieczność badania ogólnej liczby drobnoustrojów tlenowych w mięśniach przechowywanych w warunkach chłodniczych. Orientacyjnym wskaźnikiem bezpieczeństwa zdrowotnego jest między innymi ogólna liczba bakterii tlenowych w 1 g. Oceniając ogólną liczbę drobnoustrojów w mięśniach piersiowych kurcząt brojlerów przechowywanych w atmosferze gazów kontrolowanych w zależności od sposobu pakowania i czasu przechowywania, stwierdzono istotne różnice w stopniu zanieczyszczenia mięśni (tab. 2).

Uzyskane wyniki wykazały, że w miarę wydłużania czasu przechowywania chłodniczego do 20 dób, wolniejsze tempo wzrostu drobnoustrojów zarejestrowano w mięśniach opakowanych w folię Nordfilm-Nordform w porównaniu z próbkami nieopakowanymi. Ogólna liczba drobnoustrojów badana w mięśniach opakowanych nie przekroczyła w tym czasie wartości progowej określonej w PN-A-86527 [12]. Natomiast w mięsie nieopakowanym w 20. dobie przechowywania poziom zanieczyszczenia bakteryjnego przekroczył dopuszczalną normę, co wskazywało na rozpoczęty proces mikrobiologicznego zepsucia. Uzyskane wyniki badań mikrobiologicznych wskazują, że w przeprowadzonym eksperymencie dopuszczalny czas przechowywania opakowanych mięśni piersiowych kurcząt brojlerów w atmosferze gazów kontrolowanych wynosił 20 dób, natomiast mięśni nieopakowanych nie dłużej niż 15 dób.

Tabela 1

Ubytki masy, właściwości fizykochemiczne i liczba kwasowa mięśni piersiowych kurcząt w zależności od sposobu i czasu przechowywania chłodniczego (n = 10).
Weight loss, physicochemical properties and acid value of chicken breast muscles depending on packaging method and cold storage time (n = 10).

Wyszczególnienie Specification	Miara stat. Statistical measure	Sposób pakowania / Packaging method								Statystyczna istotność różnic Statistical significance of differences
		Próby opakowane / Packed samples				Próby nieopakowane / Unpacked samples				
		Czas przechowywania [doby] / Time of storage [days]								
		A (5)	B (10)	C (15)	D (20)	E (5)	F (10)	G (15)	H (20)	
Ubytki masy w procesie przechowywania [%] Weight losses during storage	\bar{x} s / SD	0,25 ±0,49	1,66 ±0,99	4,10 ±1,26	5,23 ±3,36	0,68 ±1,11	2,14 +1,47	2,73 +2,32	5,26 +3,97	H,D>A,B,E,F,G** C>A,B,E** G>A**
Sucha masa [%] Dry matter	\bar{x} s / SD	25,01 ±0,49	25,14 ±0,40	25,24 ±0,51	25,92 ±0,47	25,11 ±0,28	25,33 ±0,61	25,49 ±0,56	25,80 ±0,34	D,H>A,B,C,E,F** G>A**
pH ₁	\bar{x} s / SD	6,12 ±0,08	6,06 ±0,13	6,03 ±0,12	6,10 ±0,09	5,94 ±0,07	5,94 ±0,11	6,01 ±0,07	5,98 ±0,09	-
pH (przed przechowywaniem) (before storage)	\bar{x} s / SD	5,43 ±0,05	5,49 ±0,14	5,54 ±0,10	5,55 ±0,07	5,41 ±0,12	5,50 ±0,07	5,52 ±0,16	5,53 ±0,11	-
pH ₀ (po przechowywaniu) (after storage)	\bar{x} s / SD	5,53 ±0,11	5,61 ±0,09	5,59 ±0,14	5,64 ±0,09	5,57 ±0,08	5,57 ±0,14	5,60 ±0,14	5,72 ±0,14	H>A,B,C,D,E,F,G** E,F,G,D,C,B>A**
Jasność barwy [%] Colour lightness	\bar{x} s / SD	35,10 ±2,88	34,50 ±3,44	33,60 ±3,86	33,40 ±3,13	36,00 ±1,94	33,00 ±2,40	30,90 ±2,88	29,30 ±3,02	E,A,B>G,H** C,D,F>G,H*
Wodochłonność [cm ²] Water-holding capacity	\bar{x} s / SD	7,36 ±1,28	6,33 ±0,09	6,17 ±0,65	5,48 ±0,90	6,71 ±1,11	6,18 ±1,37	5,92 ±1,21	4,48 ±0,83	A,E,B,F,C>H** A>D**
Liczba kwasowa [mg 0,1 KOH/1g] Acid value	\bar{x} s / SD	14,17 ±3,08	14,50 ±3,96	14,67 ±6,15	15,38 ±2,83	14,73 ±4,27	16,22 ±2,94	17,55 ±4,34	19,00 ±4,52	H>A,B,C,D,E,F** G>A,B,C,E**

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

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

Tabela 2

Ogólna liczba drobnoustrojów w mięśniach piersiowych w zależności od sposobu pakowania i czasu przechowywania chłodniczego (n = 10) [jtk/g].
Total micro-organism count in breast muscles depending on packaging method and cold storage time (n = 10) [cfu/g].

Miara stat. Statistical measure	Sposób pakowania / Packaging method								Statystyczna istotność różnic
	Próby opakowane / Packed samples				Próby nieopakowane / Unpacked samples				
	Czas przechowywania [doby] / Storage time [days]								Statistical significance of differences
	A (5)	B (10)	C (15)	D (20)	E (5)	F (10)	G (15)	H (20)	
\bar{x}	$1,29 \cdot 10^4$	$4,70 \cdot 10^4$	$7,56 \cdot 10^5$	$1,62 \cdot 10^6$	$2,30 \cdot 10^5$	$5,80 \cdot 10^5$	$1,53 \cdot 10^6$	$1,73 \cdot 10^8$	H > A, B, C, D
s / SD	$\pm 1,02 \cdot 10^4$	$\pm 3,23 \cdot 10^4$	$\pm 5,99 \cdot 10^5$	$\pm 2,38 \cdot 10^6$	$\pm 8,91 \cdot 10^4$	$\pm 8,38 \cdot 10^4$	$\pm 9,68 \cdot 10^5$	$\pm 5,05 \cdot 10^7$	E, F, G**
min.	$2,70 \cdot 10^3$	$2,30 \cdot 10^4$	$1,80 \cdot 10^5$	$3,30 \cdot 10^4$	$1,00 \cdot 10^5$	$4,40 \cdot 10^5$	$3,90 \cdot 10^5$	$1,00 \cdot 10^8$	D, G > A, B, E, F**
max.	$2,80 \cdot 10^4$	$9,10 \cdot 10^4$	$1,80 \cdot 10^5$	$4,90 \cdot 10^6$	$3,30 \cdot 10^5$	$6,90 \cdot 10^5$	$2,90 \cdot 10^6$	$2,40 \cdot 10^6$	C > A, B, E**

** - różnice statystycznie istotne przy $p \leq 0,01$

** - statistically significant differences at $p \leq 0.01$

Wnioski

1. Zmiany właściwości fizykochemicznych mięśni piersiowych kurcząt brojlerów zależały od sposobu pakowania i czasu przechowywania chłodniczego. W miarę wydłużania czasu przechowywania do 20 dób wzrastało stopniowo pH mięśni oraz postępowało ciemnienie barwy. Te niekorzystne zmiany jakości wolniej przebiegały w mięśniach opakowanych w folię Nordfilm-Nordform niż w mięśniach przechowywanych bez opakowania. Podobne prawidłowości stwierdzono pod względem zmian lipidów śródmięśniowych określonych na podstawie wartości liczby kwasowej.
2. Ocena jakości mikrobiologicznej mięśni piersiowych dokonana na podstawie ogólnej liczby drobnoustrojów tlenowych w 1 g mięśnia wykazała, że stopień zanieczyszczenia mikrobiologicznego był zadawalający w opakowanych mięśniach piersiowych przechowywanych w atmosferze gazów kontrolowanych przez okres 20 dób i nieopakowanych w ciągu 15 dób.

Literatura

- [1] Burbianka M., Pliszka A.: Mikrobiologia żywności. PZWL. Warszawa 1971.
- [2] Czerniawski B., Michniewicz J.: Opakowania żywności. AGRO Food Technology. Czeladź 1998.
- [3] Gardzielewska J., Jakubowska M., Buryta B., Karamucki T., Natalczyk – Szymkowska W.: Pomiar pH₁ a jakość mięsa kurcząt brojlerów. Med. Wet., 2003, **59** (3), 426-428.
- [4] Grau R., Hamm R.: Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung in Fleisch. Fleischwirt., 1952, **32** (12), 295.
- [5] Kijowski J., Niewiarowicz A., Kujawska-Biernat A.: Biochemical and technological characteristics of hot chicken meat. J. Food Technol., 1982, **17**, 5, 553-560.
- [6] Kijowski J., Cegielska-Radziejewska A., Krala L.: Shelf – life extension of meat and its further processed products stored under modified atmosphere packaging (MAP) – a review. Pol. J. Food Nutr. Sci., 2001, **10** (51), 4, 3-12.
- [7] Kondratowicz J., Kawałko P.: Zmiany właściwości fizykochemicznych i mikrobiologicznych mięsa kurcząt brojlerów w zależności od metody i czasu przechowywania chłodniczego. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2003, **4** (37) Supl., 184-193.
- [8] Krala L.: Oddziaływanie atmosfery kontrolowanej i modyfikowanej na właściwości schłodzonego mięsa kurcząt. Wyd. Nauk. Politechniki Łódzkiej. Rozp. Nauk. 1999, **255**, 5-141.
- [9] Michniewicz J.: Pakowanie żywności z zastosowaniem modyfikowanej atmosfery. Chłodnictwo, 1998, **6**, 42-44.
- [10] Niewiarowicz A., Pikul J.: pH – Wert der Hautoberfläche von der Schlachtung als Indikator für PSE – und DFD – Fleisch bei Broilern. Fleischwirt., 1979, **59** (3), 405-407.
- [11] Pikul J.: Rola modyfikowanej oraz kontrolowanej atmosfery w przechowywaniu schłodzonego mięsa. Chłodnictwo, 2001, **8-9**, 78-84.
- [12] PN-A-86527: 1996. Produkty drobiarskie. Półprodukty z surowego mięsa drobiowego. Wymagania i metody badań.
- [13] Rak L., Morzyk K.: Chemiczne badania mięsa. Wyd. AR. Wrocław, 2002, s. 87-146.

PHYSICAL-CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL PROPERTIES OF BROILER CHICKEN BREAST MUSCLES, STORED IN A CONTROLLED ATMOSPHERE, DEPENDING ON PACKAGING METHOD AND COLD STORAGE TIME

S u m m a r y

The objective of the present study was to determine the physical-chemical and microbiological (total micro-organism count) properties of broiler chicken breast muscles stored in a controlled atmosphere (95% nitrogen, 5% oxygen) at 2°C during a period from 5 to 25 days. The samples investigated were breast muscles both wrapped in a Nordfilm–Nordform packing and unpacked.

On the basis of the investigation results it was proved that the pH value of meat increased gradually, and its colour became darker and darker as the time of cold-storage was prolonged. These undesirable changes in the meat quality proceeded slower in the packed samples than in unpacked. Similar regularities were stated during the development of the intramuscular lipids stability determined on the basis of acid number. According to the results of microbiological analysis and assessment of breast muscles, based on the total microorganisms count per one gram, it was confirmed that the level of microbial contamination was satisfactory in packed samples stored 20 days under the controlled atmosphere, and, also, in unpacked samples stored during a period of 15 days.

Key words: chicken breast muscles, storage, controlled gases atmosphere, packaging method, quality, stability ☒

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 nieschłodzone (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 nieschłodzonym 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 $\text{pH}_1 > 6,3$ [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 ☒

PIOTR KONIECZNY, EDWARD POSPIECH, IZABELA POLITOWSKA

WPLYW SOLI MORSKIEJ NA WYBRANE WŁAŚCIWOŚCI FRAKCJI TŁUSZCZOWEJ MIĘSA BYDŁĘCEGO

S t r e s z c z e n i e

Przeprowadzone badania miały na celu ocenę wpływu dodatku soli morskiej, w porównaniu z innymi rodzajami chlorku sodu, na zmiany frakcji lipidowej mięsa bydła. W doświadczeniu technologicznym zastosowano 4 rodzaje soli, a mianowicie: NaCl cz.d.a., sól kuchenną niejodowaną i jodowaną oraz sól morską, które metodą iniekcji wprowadzano do karkówki wołowej bez kości. Zastosowano jednakowy poziom nasolenia prób (2%), przechowując je w warunkach obniżonej temperatury +4°C lub -20°C. Jako wyróżniki charakteryzujące zmiany ilościowe produktów utlenienia i/lub hydrolizy lipidów w próbach mięsa przyjęto liczbę nadtlennową, kwasową oraz TBA. Wykonano również ocenę sensoryczną prób mięsa po obróbce cieplnej w piecu typu Rational (w temp. 120°C przez około 12 min) i 18-dniowym przechowywaniu chłodniczym.

Przeprowadzone badania nie potwierdziły tezy o negatywnym wpływie rodzaju użytej soli na zmiany tłuszczu mięsa. Poziom mierzonych wskaźników w badanych próbach uległ pewnemu zróżnicowaniu, jednak nie w stopniu umożliwiającym jednoznaczne wskazanie prób o niepożądanych zmianach tłuszczu. Jak wykazano, w warunkach opisanych w doświadczeniu, obecność licznych mikroelementów i innych substancji o charakterze naturalnie występujących zanieczyszczeń w soli morskiej nie skutkowało przyspieszeniem niekorzystnych zmian w mięsie solonym za jej pomocą. Analiza sensoryczna prób po obróbce termicznej wskazała na wyższą pożądalność sensoryczną mięsa z dodatkiem soli morskiej.

Słowa kluczowe: mięso bydłecze, produkty mięsne, sól morską, lipidy

Wprowadzenie

Jednym z czynników mających istotny wpływ na stabilność lipidów w mięsie i przetworach mięsnych są stosowane dodatki funkcjonalne, a wśród nich sól kuchenna. Solenie mięsa można uznać za jeden z najstarszych sposobów jego utrwalania.

Istota solenia polega na wymianie osmotyczno-dyfuzyjnej, tj. odwodnieniu środowiska wskutek przenikania wody z tkanek do stężonego roztworu zewnętrznego oraz związania wody przez jony soli wnikaące do mięsa. Bakteriostatyczne działanie

chlorku sodu jest związane głównie z ograniczeniem dostępności wody potrzebnej do rozwoju bakterii (obniża wskaźnik aktywności wody a_w). Wśród nie do końca poznanych przyczyn hamowania rozwoju drobnoustrojów przez chlorek sodu wymienia się m.in.: podniesienie ciśnienia osmotycznego i plazmolizę komórek drobnoustrojów, bezpośrednie toksyczne działanie na komórki mikroorganizmów, zmniejszenie rozpuszczalności tlenu w środowiskach płynnych oraz osłabienie aktywności wewnątrzkomórkowych enzymów proteolitycznych [22]. Zależnie od stężenia sól kuchenna wykazuje zróżnicowany efekt konserwujący wobec licznych drobnoustrojów chorobotwórczych, zwiększający się dzięki zastosowaniu, zgodnie z koncepcją „płatków”, innych czynników o działaniu synergistycznym [15]. Gdy w procesie peklowania mięsa obok soli wprowadza się azotan(III) sodu, następuje zahamowanie rozwoju *Clostridium botulinum*, a także innych patogenów np. *Salmonella* i *Staphylococcus aureus* [3, 5, 12, 22].

Poza zwiększeniem trwałości mikrobiologicznej, stosowanie soli kuchennej w przetwórstwie mięsa przysparza wielu innych korzyści, jak np. zwiększenie wodochłonności, nadanie charakterystycznego smaku i zapachu oraz poprawienie właściwości żelujących i emulgujących [14, 18].

Jednocześnie coraz większą uwagę zwraca się na niekorzystne działanie soli. Zwiększa ona bowiem ryzyko nadciśnienia i stymuluje tworzenie szkodliwych produktów utleniania lipidów. Niepożądane przemiany lipidów mogą ograniczać możliwości technologicznego i żywieniowego wykorzystania surowców, zwłaszcza pochodzenia zwierzęcego. Utlenianie lipidów, zachodzące zarówno w czasie przetwarzania, jak i późniejszego przechowywania produktu, często prowadzi do znacznego pogorszenia jego jakości, a nawet zepsucia. Obecność soli w mięsie może mieć niekorzystne działanie prooksydacyjne na tkankę tłuszczową mięsa surowego, ogrzewanego, peklowanego lub zamrażanego [4, 10, 17, 21, 23, 24].

Poszukiwane są zatem możliwości ograniczenia prooksydacyjnego wpływu chlorku sodu na lipidy mięsa, głównie poprzez obniżenie jego ilości w diecie. Szacuje się, że przeciętne spożycie NaCl w naszym kraju kształtuje się na poziomie ok. 15 g/dzień, a zatem 2,5-krotnie przekracza zalecenia WHO (6 g/dzień) [25].

Jak wskazują doświadczenia innych krajów, konsumenci coraz częściej zwracają uwagę na zdrowotność stosowanych soli. Z tego powodu, w miejsce tradycyjnej soli kuchennej, proponuje się m.in. sól jodowaną, sól wzbogaconą fluorem, a nawet sól z 15% dodatkiem mieszaniny przypraw i kilku witamin [14]. W Niemczech lub Szwajcarii, w produktach mięsnych należących do dynamicznie rozwijającego się segmentu tzw. produktów rolnictwa ekologicznego, wykorzystuje się obecnie tzw. sól morską. Jako zawierająca szczególnie dużo cennych mikroelementów jest ona traktowana jako źródło dodatkowych składników prozdrowotnych [9]. W Polsce sól morska jest już dostępna w handlu, ale jej wykorzystanie do celów spożywczych ma niewielki zasięg. Nieliczne są też badania dotyczące wpływu soli morskiej na jakość żywności, w tym również produktów mięsnych.

Kierując się tymi przesłankami, w niniejszej pracy podjęto próbę określenia wpływu soli morskiej i innych rodzajów chlorku sodu na zmiany wybranych właściwości tłuszczu oraz cechy sensoryczne mięsa bydła podczas przechowywania w warunkach obniżonej temperatury.

Materiał i metody badań

Surowcem mięsnym użytym w badaniach była karkówka wołowa bez kości (b/k), wolna od wad jakościowych. Mięso zakupiono w sklepie detalicznym.

Do badań porównawczych zastosowano następujące rodzaje chlorku sodu: NaCl cz.d.a., sól kuchenną niejodowaną, sól kuchenną jodowaną oraz sól morską. Za wyjątkiem soli cz.d.a., pozostałe zakupiono w sklepie detalicznym.

Przed wykonaniem doświadczenia technologicznego przeprowadzono wstępną charakterystykę wymienionych rodzajów soli. Obejmowała ona następujące wyróżniki: wygląd, barwę, zapach, smak. Wybrano je i analizowano wg Polskiej Normy [20]. Dodatkowo, w tym etapie badań, określano progi wyczuwalności, tzn. najmniejsze stężenie danej soli powodujące przejście od braku wrażenia do pojawienia się wrażenia smakowego. Stężenia wodnych roztworów badanych soli wynosiły [%]: 0,10; 0,15; 0,20; 0,25; i 0,30. Grupa składająca się z 6 osób oceniała kolejno smak każdego z otrzymywanych sukcesywnie roztworów, określając jego jakość oraz natężenie w następującej skali: żadne – 0, bardzo słabe – 1, dość wyraźne – 2, silne – 3 [1].

W mięsie, przed dodaniem soli, oznaczano zawartość: białka metodą Kjeldahla, tłuszczu metodą ekstrakcyjną Soxhleta z wykorzystaniem jednostki ekstrakcyjnej HT6 firmy TECATOR, suchej masy metodą suszarkową, jak również mierzono kwasowość czynną (pH) [16].

W tłuszczu wyekstrahowanym z mięsa za pomocą chloroformu, według procedury opisanej przez Charzyńskiego i Kosibę [2] oznaczano: liczbę nadtlenną – metodą jodometryczną oraz liczbę kwasową – metodą miareczkowania roztworem KOH [13]. Zawartość aldehydu malonowego w przeliczeniu na 1 kg badanego mięsa oznaczano kolorymetrycznie, w reakcji z kwasem 2-tiobarbiturowym, według zmodyfikowanej metody opisanej przez Pikula i wsp. [19].

W doświadczeniu technologicznym surowiec mięsny podzielono na dwie części. Jedną rozdrabniano za pomocą wilka laboratoryjnego, drugą krojono w plastry. Następnie rozdrobnione próby mieszano z solą, a plastry nastrokiwano roztworami soli, w ilości zapewniającej 2% zawartości w mięsie nasolonym. Plastry poddawano dodatkowo procesowi plastyfikacji z wykorzystaniem wytrząsarki laboratoryjnej (30/30 min przez 4 h), po czym umieszczano w woreczkach poliamidowo-polietylenowych i zamykano próżniowo.

Próby mięsa przeznaczone do badań składowano w warunkach chłodniczych w temp. +4°C lub zamrażalniczych w temp. -20°C. Badania wybranych wyróżników charakteryzujących zmiany frakcji tłuszczowej wykonywano w 1., 18. i 30. dniu przechowywania w obu warunkach oraz dodatkowo w 48. dniu przechowywania zamrażalniczego.

Jednorazowo, po 18 dniach przechowywania, wykonywano również ocenę sensoryczną mięsa – plastrów o szerokości ok. 15 mm lub kotletów z mięsa mielonego o masie ok. 50 g – po obróbce cieplnej (gotowaniu w parze przez ok. 12 min) w piecu konwekcyjno-parowym typu Rational, w temp. 120°C, do uzyskania temp. 68°C wewnątrz próby. Oceniano próby ciepłe. Mięso podawano do oceny w sposób losowy, a próby były zakodowane. Oceniano następujące wyróżniki: barwę, zapach, smak, kruchość i soczystość metodą skalowania liniowego, stosując karty oceny sensorycznej, na których umieszczono skale liniowe odnoszące się do każdego wyróżnika o długości 10 cm, z minimalnymi i maksymalnymi ocenami brzegowymi. Ocenę przeprowadzał każdorazowo ten sam, sześciuosobowy zespół [7].

Wszystkie oznaczenia wykonano przynajmniej w trzech powtórzeniach. Analiza statystyczna wyników, w zależności od potrzeb, obejmowała obliczenie odchyłeń standardowych uzyskanych wartości średnich oraz analizę wariancji [6].

Wyniki i dyskusja

Badania przewidziane do realizacji w ramach niniejszej pracy rozpoczęto od charakterystyki poszczególnych rodzajów soli (tab. 1). Sole nie różniły się istotnie w zakresie wyglądu, barwy, zapachu i smaku. Wszystkie były wolne od zanieczyszczeń mechanicznych, miały postać krystaliczną, o wyraźnie większych kryształach jedynie w przypadku soli morskiej.

Zgodnie z metodyką podaną przez Baryłko-Pikielną [1], natężenie smaku słonego wyrażano opisowo, posługując się odpowiednią skalą. Jak wynika z tab. 2., progi wyczuwalności smaku słonego badanych rodzajów soli zawierały się z reguły w zakresie stężeń od 0,10 do 0,20%. Przy wyższych stężeniach, większość oceniających uznała smak słony jako dość wyraźny lub silny, natomiast przy niższych stężeniach występowały pewne różnice. Oceniający rozpoznawali najłatwiej smak słony soli zwykłej, natomiast nie stwierdzono istotnej różnicy w tym zakresie w odniesieniu do pozostałych rodzajów soli, w tym soli morskiej. Z powyższych badań wynika, że po zastosowaniu soli morskiej jako składnika receptur przetworów mięsnych, nie należy spodziewać się wystąpienia, istotnych odstępstw smakowych. Należy dodać, że w zakresie badanych stężeń (0,10 - 0,30%), nie stwierdzono różnic w rozpuszczalności użytych soli w wodzie destylowanej o temperaturze pokojowej (ok. +18° C).

Udział procentowy wody, suchej masy, białka i tłuszczu w karkówce wołowej bez kości, użytej jako wyjściowy surowiec mięsny, przedstawiono w tab. 3. Wartości te, oznaczone przed dodaniem soli, nie odbiegały zasadniczo od danych literaturowych dotyczących składu podstawowego poszczególnych rodzajów mięsa. Przeciętnie, według Pezackiego [18], w mięsie dorosłych zwierząt rzeźnych zawartość wody wynosi 70%, białka – 17,5%, tłuszczu – 9,0%. Z danych przedstawionych w tab. 3. wynika, że karkówkę wołową bez kości (b/k) charakteryzowała średnia wartość pH ok. 5,9. Skład chemiczny tkanki mięśniowej jest z reguły bardzo zróżnicowany i zależy od wielu czynników przed- i poubojowych [18]. Średnia zawartość tłuszczu w badanym

mięsie wynosiła 8,15%, co pozwoliło sklasyfikować analizowany surowiec jako mięso bydła średnio tłuste.

W tab. 4. przedstawiono wyniki oznaczania wyróżników jakościowych frakcji tłuszczowej badanego mięsa, oznaczonych przed jego nasoleniem i przechowywaniem. Uzyskane wyniki porównano z danymi literaturowymi. Według Medyńskiego [17], wartości testu TBA w mięsie wieprzowym pochodzącym z dwóch handlowych elementów zasadniczych wynosiły od 0,06 do 0,83 mg aldehydu malonowego/kg

Tabela 1

Porównawcza charakterystyka badanych rodzajów chlorku sodu.
Comparative profile of investigated sorts of sodium chloride.

Właściwość Attribute	Sól kuchenna niejodowana (SNJ) Un-iodized table salt	Sól kuchenna jodowana (SJ) Iodized table salt	Sól morska (SM) Sea salt	NaCl cz.d.a. (SCZDA) Analytically pure salt
Wygląd Appearance	produkt krystaliczny crystalline form of the product		produkt grubo- krystaliczny coarse crystalline form of the product	produkt krystaliczny crystalline form of the product
Barwa Colour	biała white	biała o naturalnym odcieniu szarym white with a grey tone	biała white	biała white
Zapach Odour	bez obcego zapachu no strange odour			
Smak Taste	bez obcego posmaku no strange taste			
Zanieczyszczenia mechaniczne Mechanical impurities	brak lack			
Zawartość jodu Iodine content	-	30 mg/kg ± 10 mg/kg	ca 24 mg/kg	-

Tabela 2

Progi wyczuwalności smaku słonego badanych rodzajów NaCl.
Salty taste thresholds for the investigated sorts of NaCl.

Rodzaj soli	Stężenie soli [%] / Salt concentration [%]
-------------	--

Salt sort	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30
	Natężenie smaku słonego próbek roztworów (n = 6) Salty taste intensity of the solution samples:				
Sól kuchenna niejodowana (SNJ) Unionized table salt	0	1	2	2	3
	1	1	2	2	3
	1	1	2	3	3
	1	2	2	3	3
	1	2	2	3	3
	1	2	2	3	3
Sól kuchenna jodowana (SJ) Ionized table salt	0	1	1	2	2
	0	1	1	2	3
	0	1	2	2	3
	0	1	2	2	3
	1	1	2	3	3
	1	1	2	3	3
Sól morską (SM) Sea salt	0	0	1	2	3
	0	0	1	2	3
	0	1	1	2	3
	0	1	1	2	3
	0	1	2	3	3
	0	1	2	3	3
NaCl cz.d.a. (SCZDA) Analytically pure salt	0	1	1	2	3
	0	1	2	3	3
	0	1	2	3	3
	0	1	2	3	3
	0	1	2	3	3
	0	1	2	3	3

Objaśnienia: / Explanatory notes:

Natężenie smaku słonego: - żadne – 0, bardzo słabe – 1, dość wyraźne – 2, silne – 3;

Intensity of salty taste: none – 0; very weak -1; quite distinct – 2; strong – 3;

mięsa (schab) oraz od 0,16 do 0,80 mg aldehydu malonowego/kg mięsa (karkówka). Jak wynika z badań Karpińskiej i wsp. [11], tłuszcz wyekstrahowany z kotletów mielonych zawierających 60% surowego mięsa z indyka charakteryzował się liczbą nadtlenkową poniżej 0,07 mg O₂/kg tłuszczu, liczbą kwasową około 3 mg KOH/g tłuszczu i wartością testu TBA poniżej 0,01 mg aldehydu malonowego/kg produktu. W badaniach Zaborowskiej [23] oznaczono liczbę kwasową oraz nadtlenkową w gotowych wędlinach (typu mortadela i piwna) i wyrażono, odpowiednio, w mg KOH/g tłuszczu i mmol O₂/kg tłuszczu. Uzyskane wartości mieściły się w zakresach:

Tabela 3

Odczyn (pH) oraz zawartość suchej masy, tłuszczu i białka w mięsie była przed soleniem i przechowywaniem.

The pH value and content of dry matter, fat, and protein in beef meat investigated prior to its salting and storing.

Rodzaj oznaczenia Type of determination	Wartość średnia \pm s Mean value \pm SD
Zawartość suchej masy [%] Dry matter content	24,15 \pm 1,33
Zawartość tłuszczu [%] Fat content	8,15 \pm 1,38
Zawartość białka [%] Protein content	19,92 \pm 0,12
Odczyn (pH) pH value	5,91 \pm 0,01

Objaśnienia: / Explanatory notes:

s - odchylenie standardowe / SD - standard deviation

T a b e l a 4

Charakterystyka wybranych wyróżników jakościowych frakcji tłuszczowej mięsa bydła przed soleniem i przechowywaniem.

Selected characteristic quality parameters of fat fraction in the beef meat prior to its salting and storing.

Wyróżnik jakościowy Characteristic quality parameter	Wartość średnia \pm s Mean value \pm SD
Liczba nadtlenkowa [mg O ₂ /kg tłuszczu] Peroxide value [mg O ₂ /kg of fat]	0,090 \pm 0,010
Liczba kwasowa [mg KOH/g tłuszczu] Acid value [mg KOH/g of fat]	0,63 \pm 0,09
Test TBA [mg aldehydu malonowego/kg mięsa] Test TBA [mg malonaldehyde / kg of meat]	0,789 \pm 0,105

Objaśnienie jak w tab. 3 / Explanatory notes as in Tab. 3.

2,20 do 2,42 (liczba kwasowa) i 2,25 do 3,16 (liczba nadtlenkowa). Można zatem uznać, że wyjściowy poziom produktów utlenienia tłuszczu, wyekstrahowanego z surowca mięsnego badanego w niniejszej pracy, mierzony wartościami badanych liczb, był niski, charakterystyczny dla mięsa świeżego.

Zmiany wyróżników charakteryzujących jakość frakcji tłuszczowej badanego mięsa poddanego przechowywaniu w warunkach obniżonej temperatury przedstawiono w tab. 5. W doświadczeniu zastosowano 3 czynniki zmienności tj. czas przechowywania mięsa, rodzaj użytej soli oraz sposób przygotowania wyrobu (mięso mielone lub plastry). Główną przyczyną różnej szybkości procesów utleniania i powstawania obcego smaku i zapachu przechowywanego mięsa jest odmienny skład fosfolipidów w stosunku do triacylogliceroli [17]. Niska stabilność lipidów komórkowych wynika między innymi z bliskiego sąsiedztwa błon komórkowych z czynnikami katalizującymi procesy utleniania lipidów, takimi jak: barwniki hemowe, jony metali i enzymy. Szkodliwe ich oddziaływanie zwiększa się w wyniku uszkodzeń błon komórkowych spowodowanych m.in. rozdrabnianiem, co powoduje odsłonięcie i

wyekspozowanie fosfolipidów np. na działanie tlenu atmosferycznego. Dlatego również ten czynnik, tj. różny sposób przygotowania prób, uwzględniono w niniejszych badaniach.

Stwierdzono, że średnie wartości liczby nadtlenkowej w próbach przechowywanych chłodniczo (+ 4°C) zmieniały się w granicach od 0,090 do 0,117 g O₂/kg tłuszczu, w zależności od rodzaju soli i sposobu przygotowania mięsa. Wraz z wydłużaniem okresu przechowywania badanego mięsa w tych warunkach, liczba nadtlenkowa stopniowo wzrastała. W próbach mięsa przechowywanych w warunkach zamrażalniczych największa średnia wartość liczby nadtlenkowej wynosiła 0,177 g O₂/kg tłuszczu (mięso w plastrach, z dodatkiem soli jodowanej). Zaobserwowano również, że średnia wartość liczby nadtlenkowej wszystkich badanych prób mięsa przechowywanych w plastrach (P) była większa (0,125 g O₂/kg tłuszczu) od średniej wartości tej liczby prób mielonych (M) (0,103 g O₂/kg tłuszczu), choć oczekiwano, że rozdrobnienie mięsa przyspieszy zmiany oksydacyjne tłuszczu podczas przechowywania. Wprawdzie rodzaj użytej soli nie różnicował wartości liczby nadtlenkowej tłuszczu w sposób statystycznie istotny ($p \leq 0,05$), jednak metodą analizy wariancji potwierdzono istotność różnic związanych z wpływem czasu przechowywania prób mięsa, jak i sposobem ich przygotowania na wartość tej liczby. Test TBA należy do standardowych, a zarazem najbardziej użytecznych wskaźników oceny niekorzystnych zmian oksydacyjnych zachodzących w tłuszczu. Wykrywany za pomocą tego testu aldehyd malonowy jest jednym z wtórnych produktów autooksydacji. Znany jest jako związek o działaniu rakotwórczym i mutagennym na organizm ludzki [17]. W warunkach omawianego doświadczenia, w przypadku prób mięsa przechowywanych chłodniczo, średnie wartości testu TBA zmieniały się w granicach od 0,492 do 1,365 mg aldehydu malonowego/kg mięsa, a próby przechowywanej w temp. -20°C przez 48 dni zawierały się w granicach od 0,673 do 0,780 mg aldehydu malonowego/kg mięsa, w zależności od rodzaju soli i sposobu przygotowania mięsa. Jak wykazała analiza wariancji, spośród badanych czynników zmienności statystycznie istotny wpływ na poziomie istotności $p \leq 0,05$ na zmiany wartości TBA miał czas przechowywania prób i rodzaj użytej soli.

Surowce zwierzęce, w tym mięso, w obecności wody i hydrolaz estrów glicerolowych, zwanych lipazami, ulegają procesowi hydrolitycznego rozpadu.

Zmienna szybkość rozkładu hydrolitycznego tłuszczu jest funkcją czynników fizycznych i chemicznych [21, 23, 24]. Na intensywność zmian hydrolitycznych

Tabela 5

Liczba nadtlenkowa, zawartość aldehydu malonowego (test TBA) i liczba kwasowa badanego mięsa była w zależności od sposobu przygotowania prób oraz czasu i temperatury ich przechowywania.

Peroxide value, malonaldehyde content (TBA), and acid value of the beef meat investigated depending on the method of preparing samples, and on the duration and temperature of storing them.

Czas przechowywania [dni] Storing period (days)	Sól Salt	Przygotowanie mięsa Preparing meat	Liczba nadtlenkowa [g O ₂ /kg tłuszczu] Peroxide value [mg O ₂ /kg of fat]	Test TBA [mg aldehydu malonowego/kg mięsa] Test TBA [mg malonaldehyde/ kg of meat]	Liczba kwasowa [mg KOH/g tłuszczu] Acid value [mg KOH/ g fat]
0	-	P	0,090 ^a ± 0,010	0,789 ^b ± 0,105	0,63 ^a ± 0,09
		M	0,090 ^a ± 0,010	0,789 ^b ± 0,105	0,63 ^a ± 0,09
18	SCZDA	P	0,108 ^a ± 0,003	1,017 ^c ± 0,040	0,87 ^b ± 0,05
		M	0,104 ^a ± 0,006	1,031 ^c ± 0,040	0,80 ^b ± 0,05
	SNJ	P	0,150 ^b ± 0,012	1,365 ^c ± 0,040	0,56 ^a ± 0,10
		M	0,103 ^a ± 0,076	1,081 ^c ± 0,020	0,67 ^a ± 0,05
	SJ	P	0,099 ^a ± 0,022	0,762 ^b ± 0,030	0,73 ^a ± 0,05
		M	0,094 ^a ± 0,071	0,940 ^c ± 0,020	0,94 ^b ± 0,05
	SM	P	0,146 ^b ± 0,003	0,938 ^c ± 0,040	0,59 ^a ± 0,05
		M	0,114 ^a ± 0,006	0,982 ^c ± 0,040	0,80 ^b ± 0,05
30	SCZDA	P	0,112 ^a ± 0,003	0,965 ^b ± 0,113	0,84 ^b ± 0,09
		M	0,117 ^a ± 0,010	0,679 ^b ± 0,051	0,80 ^b ± 0,05
	SNJ	P	0,149 ^b ± 0,003	0,814 ^b ± 0,093	0,66 ^a ± 0,15
		M	0,138 ^b ± 0,006	0,615 ^a ± 0,054	1,22 ^b ± 0,05
	SJ	P	0,129 ^b ± 0,005	0,660 ^b ± 0,039	0,66 ^a ± 0,05
		M	0,117 ^a ± 0,010	0,701 ^b ± 0,019	0,87 ^b ± 0,05
	SM	P	0,117 ^a ± 0,010	0,572 ^a ± 0,124	0,73 ^a ± 0,05
		M	0,102 ^a ± 0,020	0,492 ^a ± 0,089	0,74 ^a ± 0,39
48**	SCZDA	P	0,137 ^b ± 0,003	0,750 ^b ± 0,089	0,52 ^a ± 0,05
		M	0,107 ^a ± 0,009	0,780 ^b ± 0,023	0,63 ^a ± 0,09
	SNJ	P	0,172 ^b ± 0,011	0,714 ^b ± 0,039	0,52 ^a ± 0,15
		M	0,137 ^b ± 0,017	0,714 ^b ± 0,039	0,45 ^a ± 0,05
	SJ	P	0,177 ^b ± 0,011	0,712 ^b ± 0,004	0,70 ^a ± 0,01
		M	0,127 ^b ± 0,011	0,701 ^b ± 0,058	0,84 ^b ± 0,09
	SM	P	0,137 ^b ± 0,039	0,673 ^b ± 0,019	0,63 ^a ± 0,09
		M	0,098 ^a ± 0,011	0,701 ^b ± 0,058	0,63 ^a ± 0,19

Objaśnienia: / Explanatory notes:

* – wartość średnia ± odchylenie standardowe / mean value ± standard deviation;

** – próba przechowywana zamrażalniczo / sample stored under the frozen conditions;

P – plastry / slices; M – mięso mielone / mincemeat;

a, b, c – wartości średnie różnią się statystycznie istotnie przy p ≤ 0,05

a,b,c – mean values differ statistically significantly at p ≤ 0.05.

może wpływać zarówno zawartość wody, jak i domieszki mineralne w soli kuchennej [21]. Potwierdzenia tego dostarczyć miało oznaczenie zmian liczby kwasowej tłuszczu wyekstrahowanego z badanego mięsa.

Średnie wartości liczby kwasowej w próbach tłuszczu pozyskanego z mięsa przechowywanego w warunkach obniżonej temperatury uległy pewnemu zróżnicowaniu (tab. 5). Średnie wartości liczby kwasowej prób przechowywanych chłodniczo zmieniały w granicach od 0,56 do 1,22 mg KOH/g tłuszczu, a próby przechowywanej w temp. -20°C przez 48 dni, zawierały się w granicach od 0,45 do 0,84 mg KOH/g tłuszczu, w zależności od rodzaju soli i sposobu przygotowania mięsa. Z wyjątkiem mięsa solonego chlorkiem sodu (SCZDA), próby mięsa mielonego (M)

charakteryzowała z reguły większa wartość liczby kwasowej niż mięsa w plastrach (P) przechowywanego w tych samych warunkach, niezależnie od czasu przechowywania.

Największą wartość liczby kwasowej (1,22 mg KOH/g tłuszczu) odnotowano w 30. dniu przechowywania chłodniczego (mięso mielone, z dodatkiem soli niejodowanej), natomiast najmniejszą (0,45 mg KOH/kg tłuszczu) w próbie przechowywanej zamrażalniczo (również mięso mielone, z dodatkiem soli niejodowanej). Można przypuszczać, że w wyniku zamrożenia prób mięsa do temp. -20°C nastąpiło spowolnienie procesu hydrolizy tłuszczu, a wartości liczby kwasowej pozostały na poziomie zbliżonym do takiego, jaki występował w surowcu wyjściowym. Analiza wariancji wykazała, że statystycznie istotny wpływ na zmiany ocenianego wyróżnika ($p \leq 0,05$) miał tylko czas przechowywania prób i sposób ich przygotowania. Choć uwidoczniło się pewne, zróżnicowane oddziaływanie rodzaju soli na zmiany liczby kwasowej badanego tłuszczu, nie stwierdzono, aby wartości liczby kwasowej w próbach mięsa poddanych działaniu soli, do której wprowadzono dodatkowo jod (SJ), jak i soli morskiej (SM) różniły się statystycznie istotnie. Jak wykazano, w warunkach opisanych w doświadczeniu, obecność licznych mikroelementów i innych substancji o charakterze naturalnie występujących zanieczyszczeń w soli morskiej [8] nie skutkowało więc przyspieszeniem niekorzystnych zmian hydrolitycznych w mięsie nasolonym z jej udziałem.

Istotnych informacji o wpływie zastosowanych rodzajów soli na jakość mięsa oczekiwano w związku z wykonaniem obróbki cieplnej badanych prób. W tab. 6. przedstawiono wyniki oceny sensorycznej próbek badanego mięsa, wykonanej po 18 dniach ich przechowywania chłodniczego.

Uzyskano znaczne zróżnicowanie ocen poszczególnych wyróżników, a ich zakres mieścił się w szerokich granicach od 3,9 do 8,5 pkt (w skali od 0 do 10 pkt). Najmniejszą akceptację oceniających uzyskały próby solone chlorkiem sodu cz.d.a., które jedynie pod względem barwy na przekroju nie ustępowały, a nawet przewyższały (próby w plastrach) pozostałe próby. Negatywny wpływ tej soli zaobserwowano zwłaszcza w odniesieniu do kruchości mięsa w plastrach (ocena 4,0 pkt). Wyraźnie niższą akceptację barwy na przekroju uzyskały próby mięsa w plastrach z solą niejodowaną i jodowaną (noty odpowiednio 4,0 i 3,9 pkt).

Smakowitość prób mięsa solonego przy użyciu soli morskiej, zarówno plastrów, jak i mięsa mielonego, oceniono najwyższej (odpowiednio 8,5 i 8,0 pkt). Oceniający zgodnie podkreślali bogatszy bukiet smakowo-zapachowy tych prób w porównaniu z pozostałymi. W celu uzupełnienia zebranych informacji poproszono oceniających, aby posługując się metodą kolejności, uszeregowali produkty rosnąco pod względem ogólnej pożądalności sensorycznej od najmniej do najbardziej pożądanym. Zarówno w przypadku prób mięsa w plastrach, jak i prób z mięsa mielonego, wyniki tak przeprowadzonej oceny były jednakowe i przedstawiały się następująco: mięso solone chlorkiem sodu (SCZDA) < mięso solone solą niejodowaną (SN) < mięso solone solą jodowaną (SJ) < mięso solone solą morską (SM).

Chociaż ocena sensoryczna prób mięsa po ogrzaniu miała charakter rozpoznania i nie była wykonywana we wszystkich terminach badań, jej wyniki dowiodły, że wprowadzając do produktu różne rodzaje soli, przy zachowaniu tego samego poziomu ilościowego, można oczekiwać znacznego zróżnicowania ocen sensorycznych. Przy zbliżonych wartościach wskaźników charakteryzujących procesy utleniania i hydrolizy tłuszczu, sól morską okazała się dodatkiem recepturowym poprawiającym jakość sensoryczną mięsa.

Wnioski

1. Porównawcza charakterystyka różnych, dostępnych na krajowym rynku rodzajów soli kuchennej i NaCl cz.d.a. wykazała, iż charakteryzują się one swoistymi, zbliżonymi do siebie cechami w zakresie wyglądu, barwy, zapachu, smaku i zawartości zanieczyszczeń mechanicznych.
2. Stwierdzono, że oceniający progi wyczuwalności smaku słonego najłatwiej rozpoznawali smak słony wodnych roztworów soli niejodowanej, nie stwierdzając przy tym wyraźnych różnic między pozostałymi rodzajami badanych soli, w tym soli morskiej;
3. Zastosowanie wytypowanych rodzajów soli do solenia mięsa bydła tzn. karkówki b/k, w jednakowej ilości zapewniającej 2% stężenie soli w produktach gotowych, przechowywanych następnie w warunkach chłodniczych, w plastrach lub w postaci rozdrobnionej, jedynie w nieznacznym stopniu wpływało na zróżnicowanie jakości frakcji tłuszczowej mięsa.
4. Zaobserwowano, że mięso solone solą morską, przechowywane chłodniczo przez 18 dni i poddane ogrzewaniu, zarówno w postaci zmielonej, jak i w plastrach, charakteryzowała największa smakowitość w porównaniu z próbami mięsa traktowanego innym rodzajami soli.

Literatura

- [1] Baryłko-Piekielna N.: Zarys analizy sensorycznej żywności. Wyd. WNT. Warszawa 1975.
- [2] Charzyński J., Kosiba E.: Analiza techniczna w przemyśle mięsnym. Wyd. II. Warszawa 1966.
- [3] Cierach M.: Rola azotynu sodu jako inhibitora oksydacji lipidów w przetworach mięsnych. *Gosp. Mięs.*, 1997, **4**, 28-30.
- [4] Drozdowski B.: Lipidy. W: Sikorski Z. E. (red.): Chemiczne i funkcjonalne właściwości składników żywności. WNT. Warszawa 1996, s. 167-233.
- [5] Duda Z.: Wybrane zagadnienia stosowania azotynu w przetwórstwie mięsa. *Żywność. Technologia. Jakość.*, 1998, **3 (16)**, 5-42.
- [6] Gawęcki J., Wagner W.: Podstawy doświadczałnictwa w nauce o żywieniu i żywności. Wyd. AR. Poznań 1988.
- [7] Gawęcki J., Jędryka T.: Analiza sensoryczna. Wybrane metody i przykłady zastosowań. Wyd. AE. Poznań 2001.
- [8] Gutorski K.: Sól. Wyd. Krajowa Agencja Wydawnicza. Warszawa 1978.
- [9] Honikel K.O.: Bio-keine Frage der Fleischqualität: Inhaltsstoffe von Ökofleisch, *MPV Metzger+Wurster*, 2000, **22**, 1-6 .

- [10] Jelińska M.: Nowe dane o roli tłuszczów w żywieniu. *Przem. Spoż.* 1989, **9-10**, 249.
- [11] Karpińska M., Borowski J., Danowska-Oziewicz M.: The use of natural antioxidants in ready to serve food. *Food Chem.*, 2001, **72**, 5-9.
- [12] Kowalski Z.: Konserwowanie mięs i produktów mięsnych. *Gosp. Mięs.*, 1995, **11**, 36-37.
- [13] Krełowska-Kułas M.: Badanie jakości produktów spożywczych. Wyd. PWE. Warszawa 1993.
- [14] Krieger-Mettbach B.: Das Salz in der Wurst, *Die Fleischerei*. 2004, **5**, 118-122.
- [15] Leistner L.: Mild and effective thermal treatment of meat products by application of hurdle technology. *Technologija Mesa*, 1998, **XXXIX**, **3**, 95-100.
- [16] Ładoński W., Gospodarek T.: Podstawowe metody analityczne produktów żywieniowych. Wyd. PWN. Warszawa 1986.
- [17] Medyński A.: Ocena wpływu mikrokapsułkowanej soli kuchennej na wybrane właściwości fizykochemiczne mięsa solonego w środowisku kwaśnym i przechowywanego w obniżonej temperaturze. Praca doktorska wykonana w Instytucie Technologii Mięsa AR w Poznaniu. Poznań 2004.
- [18] Pezacki W.: *Technologia mięsa*. Wyd. WNT. Warszawa 1981.
- [19] Pikul J., Leszczynski D.E., Kummerow F.A.: Elimination of sample autoxidation by butylated hydroxytoluene additions before thiobarbituric acid assay for malonaldehyde in fat from chicken meat. *J. Agric. Food Chem.*, 1983, **31**, 1338-1342.
- [20] PN-C-84081-2: 1998. Sól (chlorek sodu) – Sól spożywcza.
- [21] Sikorski Z., Drozdowski B., Samotus B.: *Chemia żywności*. Wyd. PWN. Warszawa 1988.
- [22] Stobińska H.: *Metody utrwalania żywności*. Rozdz.8. W: *Mikrobiologia i higiena w przemyśle spożywczym* – red. Żakowska Z. i Stobińska H. Wyd. Politechniki Łódzkiej. Łódź 2000.
- [23] Zaborowska Z.: Wpływ wybranych czynników technologicznych na zawartość oksysteroli w wyrobach mięsnych. Praca doktorska wykonana w Instytucie Technologii Mięsa AR w Poznaniu. Poznań 2001.
- [24] Ziemiański Ś., Budzyńska-Topolowska J.: Ocena żywieniowa tłuszczów utlenionych. *Przem. Spoż.* 1991, **4**, 98-100.
- [25] Ziemiański Ś., Bułhak-Jachymczyk B., Budzyńska-Topolowska J.: Normy żywienia dla ludności w Polsce (energia, białko, tłuszcz witaminy i składniki mineralne). *Nowa Medycyna*, 1998, **4**, 17.

THE EFFECT OF SEA SALT ON SOME SELECTED PROPERTIES OF FAT FRACTION IN BEEF MEAT

S u m m a r y

The investigations performed aimed at estimating an effect of sea salt added on changes in the lipid fraction of beef meat, compared with other sodium chloride sorts. In the technological experiment, four different salts were used, namely: analytically pure NaCl, non-iodized table salt, iodized table salt, and sea salt; they were introduced into the boneless beef neck part using an injection method. The same salting rate (2%) was used for all the samples, which were, then, stored under the conditions of a decreased temperature: +4°C or -20°C. Peroxide value, acid value, and malonaldehyde content (TBA) were assumed as the characteristic parameters of quantitative changes in the oxidation products and/or in the hydrolysis of lipids in the beef meat samples. Additionally, the selected meat samples were sensory evaluated after having been thermally processed in a 'Rational' combi oven (at 120°C, for ca. 12 minutes), and, also, after the 18-day cool storage.

The investigations accomplished did not confirm the thesis that a salt type added to the beef meat samples had a negative effect on changes in the fat contained in beef meat. The level of characteristic parameters measured in the samples under investigation became diversified, however, its variation degree did not make it possible to explicitly indicate samples showing undesirable changes in fat. It was proved

that, under the described conditions of the experiment, the presence of numerous microelements and other substances in the character of impurities naturally occurring in sea salt did not speed up unfavourable changes in the beef meat salted using this sea salt. The sensory analysis of thermally treated samples showed a higher level of sensory desirability of beef meat with sea salt added.

Key words: beef meat, meat products, sea salt, lipids 

MIROŚŁAWA KRZYWDZIŃSKA-BARTKOWIAK, WŁODZIMIERZ DOLATA

WPŁYW DODATKU WODY NA MIKROSTRUKTURĘ DROBNO ROZDROBNIONYCH FARSZÓW MIĘSNYCH I WYPRODUKOWANYCH Z NICH WĘDLIN

Streszczenie

Badano wpływ dodatku wody (30, 40 i 50%) na jakość farszów mięsnych i wyprodukowanych z nich wędlin. Do badań histologicznych pobrano próbki farszów (po 5, 6 i 8 min procesu kutrowania) oraz próbki wędlin. Analiza mikrostruktury dotyczyła pomiarów elementów struktury (cząstek tłuszczu oraz włókien kolagenowych) przeprowadzonych za pomocą komputerowej analizy obrazu. Stwierdzono, że najlepszą dyspersję cząstek tłuszczu w matrycy białkowej i optymalne rozdrobnienie tkanki łącznej, uzyskano stosując 40% dodatek wody.

Słowa kluczowe: komputerowa analiza obrazu, mikrostruktura, drobno rozdrobniony farsz mięsny, tłuszcz, włókna kolagenowe, dodatek wody

Wstęp

Woda jest związkiem bardzo reaktywnym, pełniącym rolę uniwersalnego rozpuszczalnika i czynnika dyspergującego. W przetwórstwie mięsa rolę wody rozpatruje się nie tylko jako naturalnego, dominującego składnika tkanki mięśniowej, lecz również jako substancji dodawanej w procesie przetwórczym i wpływającej na cechy reologiczne farszów mięsnych oraz wytworzonych z nich wyrobów gotowych [4]. Ma ona duże znaczenie w tworzeniu struktury farszu. Powoduje nawodnienie i rozpuszczenie uwolnionych z włókien mięśniowych białek i tworzy wraz z rozpuszczonymi w niej niskocząsteczkowymi związkami fazę rozpraszającą. Ułatwia termohydroлизę skleroprotein, podnosi soczystość i pożądalność smakową wędlin. Wpływa także na wydajność wędlin [1, 6, 9, 15]. Od ilości dodanej do farszu wody zależy proporcja ilościowa wody do białka. Niedobór wody w farszu powoduje objawy jego niedokutrowania i niedostatecznej soczystości wyrobu. Nadmiar wody dodanej w czasie kutrowania wywołuje natomiast spadek kohezji, tj. spójności między micelami białka kutrowanego farszu. Ponadto woda ta łatwo oddziela się podczas denaturacji cieplnej białek i powoduje, że wyroby stają się mniej soczyste, suche i „trocinowate” lub wodniste oraz mało sprężyste. Każdy rodzaj farszu (zestaw surowcowy) wymaga

optymalnego dodatku wody, przy którym uzyskuje się wyroby o najlepszej jakości. Przekroczenie tego dodatku powoduje pogorszenie cech jakościowych gotowego wyrobu [2, 3, 7, 11, 12].

Duży wpływ na ilość wchłoniętej i związanej wody w czasie kutrowania ma między innymi stopień rozdrobnienia farszu. Ze wzrostem stopnia rozdrobnienia farszu do określonej wielkości zwiększa się jego zdolność wiązania wody. Jednak zbyt duże rozdrobnienie farszu powoduje pogorszenie wiązania wody [1, 6, 9, 12, 15].

Celem podjętych badań było określenie wpływu zróżnicowania dodatku wody na strukturę farszów mięsnych oraz wyprodukowanych z nich wędlin przy wykorzystaniu metod histochemicznych i systemu komputerowej analizy obrazu mikroskopowego.

Materiał i metody badań

Materiałem doświadczalnym były drobno rozdrobnione farsze mięsne oraz wyprodukowane z nich wędliny z 30-, 40- i 50-procentowym dodatkiem wody. Surowiec do produkcji drobno rozdrobnionych farszów oraz wyprodukowanych z nich wędlin stanowiły mięśnie golonki tylnej oraz tłuszcz drobny z szynek. Surowiec był pobierany bezpośrednio z zakładów mięsnych. Wyrób modelowy wytworzono według następującej receptury: 70% mięso wieprzowe kl. III (ścięgniste), 30% tłuszcz drobny oraz 40% woda z lodem dodawana w stosunku do masy mięsno-tłuszczowej. Do produkcji drobno rozdrobnionych farszów mięsnych zastosowano następujące prędkości obrotowe noży kutra: 3000 obr. \cdot min⁻¹ oraz misy kutra: 20 obr. \cdot min⁻¹. Pojemność misy kutra wynosiła 22 dm³, natomiast na wale nożowym zamontowano cztery noże w kształcie linii łamanej. Surowiec mięsny i tłuszczowy do produkcji modelowego farszu rozdrabniano w wilku, przez siatkę o średnicy otworów 3 mm. Mięso peklowano przez 24 godz. z dodatkiem mieszanki peklującej w ilości 2,2% w temp. 4-6°C. Następnie surowce kutrowano, podając do misy kutra kolejno: mięso, wodę z lodem oraz tłuszcz. Czas trwania procesu kutrowania wynosił 8 min. Temp. farszu po zakończeniu procesu kutrowania nie przekroczyła 12°C.

Wyprodukowane farsze nadziewano w jelita naturalne o średnicy 28–30 mm. Po nadzianiu wędliny podsuszano w temp. 35°C przez 30 min, wędzono w temp. 60°C i parzono w temp. 75°C w komorze wędzarniczo-parzelniczej do uzyskania temp. 70°C w centrum geometrycznym batonu. Następnie wędliny schładzano w zimnej wodzie i przechowywano w chłodni przez 24 godz., w temp. 4-6°C. Z drobno rozdrobnionych farszów mięsnych i wyprodukowanych z nich wędlin wykonano po 4 preparaty histologiczne z każdego wariantu doświadczenia. Próbkę farszów pobierano po 5, 6 i 8 min procesu kutrowania. Z farszów i wędlin sporządzono bloczki o wymiarach 10x10x10 mm, które zamrażano w ciekłym azocie. Następnie bloczki przenoszono do kriostatu i ścinano na skrawki o grubości 10 μ m. Skrawki nakładano na nabiałczone szkiełka podstawowe i suszono w temp. pokojowej około 30 min, po czym preparaty barwiono czerwiecią oleistą w celu wykazania dyspersji tłuszczu. Do obserwacji zmian w tkance łącznej, głównie kolagenu, zastosowano barwienia metodą van Giesona [10].

Strukturę preparatów oceniano przy użyciu systemu komputerowej analizy obrazu mikroskopowego za pomocą programu MultiScan v.13,01, przy stałym powiększeniu mikroskopu ($\times 200$). Z każdego preparatu analizowano 10 pól o stałej powierzchni. Charakterystykę uzyskanych obrazów przeprowadzono analizując następujące parametry: powierzchnia, długość, szerokość i obwód pól tłuszczowych; liczba analizowanych pól tłuszczowych; procentowy udział pól tłuszczowych w analizowanym polu; powierzchnia, długość, szerokość i obwód włókien kolagenowych [13, 16]. Uzyskane za pomocą komputerowej analizy obrazu dane liczbowe, ze względu na ich wartości mieszczące się w szerokim zakresie, przekształcono do następującej postaci:

$Y = \log(x)$. Za pomocą testu Kołmogorowa–Smirnova potwierdzono, że przeprowadzona transformacja logarymiczna umożliwiła uzyskanie normalności rozkładu danych. Taka procedura postępowania zalecana jest przez Wagnera i Błażczaka [14]. Do oceny zróżnicowania wartości średnich zastosowano test t-Studenta. Wyniki analiz przedstawiono w podwójnej postaci: logarymicznej oraz po ich delogarytmowaniu do wartości rzeczywistych. W tym przypadku odchylenie standardowe nie było miarą precyzji oznaczeń. Spowodowane jest to tym, że dla małych wartości logarymicznych odchyłeń standardowych efekty mają charakter liniowy, natomiast dla większych potęgowej. Statystyczną istotność oddziaływania badanych czynników oceniano za pomocą dwuczynnikowej analizy wariancji (ANOVA) na poziomie istotności wnioskowania $p \leq 0,05$. Przyjęto założenie, że czas kutowania ma oczywisty wpływ na badane parametry [5, 8].

Wyniki i dyskusja

Cząstki tłuszczu

Wyniki analizy wariancji wpływu serii doświadczalnej oraz wariantu doświadczenia tzn. dodatku wody na wymiary cząstek tłuszczu wykazały, że zarówno w przypadku farszu, jak i wędliny, ilość dodanej wody miała statystycznie istotny wpływ na wszystkie badane wymiary cząstek tłuszczu (tab. 1). Stwierdzono, że wraz ze wzrostem dodatku wody do farszu wymiary cząstek tłuszczu zwiększały się (tab. 2).

Tabela 1

Wyniki analizy wariancji wpływu serii i wariantu doświadczenia na wymiary cząstek tłuszczu i włókien kolagenowych w farszach i wędlinach wyprodukowanych ze zmiennym dodatkiem wody (30, 40 i 50%) ($p \leq 0,05$).

Results of the analysis of variance applied to analyse the effect of experiment series and variant on the dimensions of fat globules and collagen fibres in meat batters and processed meats products produced with varying water contents (30%, 40% and 50%) ($p \leq 0.05$).

Parametr Parameter	Czynnik zmienności	Cząstki tłuszczu Fat globules	Włókna kolagenowe Collagen fibres
-----------------------	-----------------------	----------------------------------	--------------------------------------

	Factor of variation	Wartość F Value F	Poziom istotności F Level of significance F	Wartość F Value F	Poziom istotności F Level of significance F
Powierzchnia Area (F) / (MB)	Seria A / Series A	0,121	0,727	0,048	0,827
	Wariant B/ Variant B	36,968	0,000	3,424	0,034
	A x B	0,9165	0,400	0,358	0,700
Obwód / Periphery (F) / (MB)	Seria A / Series A	0,002	0,960	0,271	0,603
	Wariant B/ Variant B	29,743	0,000	3,551	0,030
	A x B	0,861	0,422	0,264	0,768
Długość / Length (F) / (MB)	Seria A / Series A	0,071	0,789	0,480	0,489
	Wariant B/ Variant B	29,152	0,000	3,349	0,036
	A x B	0,972	0,378	0,224	0,799
Szerokość / Width (F) / (MB)	Seria A / Series A	1,604	0,205	0,234	0,629
	Wariant B/ Variant B	35,669	0,000	2,439	0,089
	A x B	1,050	0,349	0,557	0,574
Powierzchnia Area (W) / (PMP)	Seria A / Series A	0,592	0,441	0,073	0,787
	Wariant B/ Variant B	345,836	0,000	0,566	0,568
	A x B	10,368	0,000	0,350	0,705
Obwód / Periphery (W) / (PMP)	Seria A / Series A	0,813	0,366	0,208	0,649
	Wariant B/ Variant B	330,845	0,000	0,975	0,378
	A x B	9,110	0,000	0,323	0,725
Długość / Length (W) / (PMP)	Seria A / Series A	0,749	0,386	0,202	0,480
	Wariant B/ Variant B	303,912	0,000	0,737	0,480
	A x B	8,7335	0,000	0,570	0,566
Szerokość / Width (W) / (PMP)	Seria A / Series A	0,368	0,544	1,327	0,250
	Wariant B/ Variant B	360,496	0,000	0,276	0,759
	A x B	10,744	0,000	0,032	0,969

Objaśnienia: / Explanatory notes:

F – farsz / MB – meat batter; W – wędlina / PMP – processed meat product

Współczynniki korelacji liniowej pomiędzy ilością dodanej wody a wymiarami cząstek tłuszczu w farszu są dość wysokie, jednak ich statystyczna istotność nie jest wystarczająca do sformułowania wniosku o liniowym związku pomiędzy zmiennymi (tab. 3). Wydaje się celowe, aby wyniki obliczeń potraktować jako liczbową ilustrację wyraźnego trendu do wzrostu parametrów wymiaru cząstek tłuszczu wraz z czasem kutrowania i dodatkiem wody do farszu.

Tabela 2

Wymiary cząstek tłuszczu w zależności od czasu kutrowania i dodatku wody (30, 40 i 50%) w farszach i wędlinach.

Dimensions of fat globules depending on the chopping time and water addition (30%, 40%, 50%) in meat batters and processed meat products.

Parametr Parameter	Czas kutrowania [min] Chopping time [min]		Dodatek wody [%] Water addition [%]	Wartość średnia [log] Mean value [log]	s / SD	Wartość średnia Mean value	s / SD	
	Meat	at						
Powierzchnia zchnia [µm ²] Area	Meat	at	5	30	1,98 ^a	0,52	95,50 ^a	3,31
				40	2,24 ^b	0,49	173,78 ^b	3,09

		6	50	2,38 ^c	0,45	239,88 ^c	2,82		
			30	2,48 ^a	0,55	302,00 ^a	3,55		
			40	2,52 ^a	0,64	331,13 ^a	4,37		
			50	2,75 ^c	0,76	562,34 ^c	5,75		
			8	30	2,40 ^a	0,52	251,19 ^a	3,31	
				40	2,43 ^b	0,55	269,15 ^b	3,55	
		50		2,69 ^c	0,63	489,78 ^c	4,27		
		Wędlina Processed meat products			30	1,99 ^a	0,51	97,72 ^a	3,24
					40	2,21 ^b	0,50	162,18 ^b	3,16
					50	2,42 ^c	0,45	263,03 ^c	2,82
		Obwód [µm] Periphery	Farsz / Meat batter	5	30	1,52 ^a	0,30	33,11 ^a	2,00
					40	1,67 ^b	0,27	46,77 ^b	1,86
50	1,75 ^c				0,26	56,23 ^c	1,82		
6	30			1,81 ^a	0,30	64,57 ^a	2,00		
	40			1,82 ^a	0,36	66,07 ^a	2,29		
	50			1,94 ^b	0,41	87,10 ^b	2,57		
8	30			1,76 ^a	0,29	57,54 ^a	1,95		
	40			1,77 ^a	0,30	58,88 ^a	2,00		
	50			1,91 ^b	0,34	81,28 ^b	2,19		
Wędlina Processed meat products				30	1,52 ^a	0,29	33,11 ^a	1,95	
				40	1,65 ^b	0,28	44,67 ^b	1,91	
				50	1,77 ^c	0,25	58,88 ^c	1,78	

c.d. tab. 2

Długość [μm] Length	Farsz / Meat batter	5	30	1,09 ^a	0,29	12,30 ^a	1,95		
					40	1,22 ^b	0,28	16,60 ^b	1,91
			50	1,30 ^c	0,26	19,95 ^c	1,82		
		6	30	1,37 ^a	0,31	23,44 ^a	2,04		
				40	1,38 ^a	0,36	23,99 ^a	2,29	
				50	1,50 ^b	0,41	31,62 ^b	2,57	
		8	30	1,31 ^a	0,29	20,42 ^a	1,95		
				40	1,33 ^a	0,31	21,38 ^a	2,04	
				50	1,47 ^b	0,35	29,51 ^b	2,24	
	Wędlina Processed meat products		30	1,09 ^a	0,29	12,30 ^a	1,95		
			40	1,20 ^b	0,28	15,85 ^b	1,91		
			50	1,32 ^c	0,26	20,89 ^c	1,82		
Szerokość [μm] Width	Farsz / Meat batter	5	30	0,93 ^a	0,29	8,51 ^a	1,95		
				40	1,09 ^b	0,27	12,30 ^b	1,86	
				50	1,15 ^c	0,24	14,13 ^c	1,74	
			6	30	1,19 ^a	0,30	15,49 ^a	2,00	
					40	1,22 ^a	0,35	16,60 ^a	2,24
					50	1,34 ^b	0,41	21,88 ^b	2,57
			8	30	1,16 ^a	0,28	14,45 ^a	1,91	
					40	1,17 ^a	0,30	14,79 ^a	2,00
					50	1,31 ^b	0,33	20,42 ^b	2,14
		Wędlina Processed meat products		30	0,93 ^a	0,28	8,51 ^a	1,91	
				40	1,07 ^b	0,27	11,75 ^b	1,86	
				50	1,18 ^c	0,25	15,14 ^c	1,78	

Podobnie jak w farszach, w wędlinach zaobserwowano zwiększenie wymiarów cząstek tłuszczu wraz ze wzrostem dodatku wody. Wartości te różniły się statystycznie istotnie. Pomimo, że wartości współczynników korelacji liniowej pomiędzy dodatkiem wody a parametrami wymiarów cząstek tłuszczu w wędlinie są mniejsze niż w farszu, to są statystycznie wysoko istotne (tab. 3). Zależy to od liczby stopni swobody układu pomiarowego. Tak więc wszystkie wymiary cząstek tłuszczu w wędlinie wzrastają wraz z ilością dodatku wody do farszu mięsnego.

Ilość dodanej wody miała również statystycznie istotny wpływ na powierzchnię zajmowaną przez cząstki tłuszczu oraz ich ilość w badanym polu, zarówno w farszu, jak i w wędlinie (tab. 4). Stwierdzono, że w miarę zwiększania dodatku wody do farszu powierzchnia zajmowana przez cząstki tłuszczu ulegała zmniejszeniu zarówno w farszach, jak i wyprodukowanych z nich wędlinach. W farszach z dodatkiem wody w ilości 30 i 40% zaobserwowano zmniejszenie powierzchni zajmowanej przez cząstki tłuszczu po 6 min kutrowania, a następnie jej wartość wzrosła po 8 min. Natomiast w farszu z 50-procentowym dodatkiem wody powierzchnia ta zmniejszała się w całym okresie badanego procesu kutrowania (tab. 4).

Tabela 3

Korelacja liniowa pomiędzy czasem kutrowania, wielkością dodatku wody a wymiarami cząstek tłuszczu i włókien kolagenowych.

Linear correlation between the chopping time, amount of water added, and dimensions of fat globules and collagen fibres.

Parametr Parameter	Cząstki tłuszczu Fat globules			Włókna kolagenowe Collagen fibres	
	Czas kutrowania Chopping time	Dodatek wody (F) Water addition (MB)	Dodatek wody (W) Water addition (S)	Czas kutrowania Chopping time	Dodatek wody (F) Water addition (MB)
Powierzchnia Area	0,4728 (0,199)*	0,6029 (0,086)*	0,3082 (0,000)*	-0,8823 (0,002)*	0,0952 (0,808)*
Długość Length	0,4713 (0,200)*	0,5806 (0,101)*	0,2922 (0,000)*	-0,8278 (0,006)*	0,0857 (0,827)*
Szerokość Width	0,4634 (0,209)*	0,6238 (0,073)*	0,3111 (0,000)*	-0,8058 (0,009)*	0,0831 (0,832)*
Obwód Periphery	0,4702 (0,202)*	0,876 (0,096)*	0,3029 (0,000)*	-0,9192 (0,000)*	0,1050 (0,788)*

*poziomy istotności współczynnika korelacji ($p \leq 0,05$)

*Level of significance of the correlation coefficient ($p \leq 0.05$).

Pozostałe objaśnienia jak w tab. 1. / Other explanatory notes see Tab. 1.

Tabela 4

Liczba cząstek tłuszczu oraz ich procentowy udział w farszach i wędlinach w zależności od czasu kutrowania i dodatku wody (30, 40 i 50%).

The number of fat globules and their per cent content in meat batters and processed meat products produced from them depending on the chopping time and water addition (30%, 40%, 50%).

Czas kutrowania [min] Chopping time [min]	Dodatek wody / Water addition [%]					
	30		40		50	
	Liczba cząstek tłuszczu Number of fat globules	Udział cząstek tłuszczu [%] Per cent content of fat globules [%]	Liczba cząstek tłuszczu Number of fat globules	Udział cząstek tłuszczu [%] Per cent content of fat globules percentage [%]	Liczba cząstek tłuszczu Number of fat globules	Udział cząstek tłuszczu [%] Per cent content of fat globules [%]
5 min	107,20 ^a	37,00 ^a	83,5 ^b	35,50 ^{ab}	39,7 ^c	33,55 ^b
6 min	149,8 ^a	34,15 ^a	107,7 ^b	32,50 ^a	54,9 ^c	33,05 ^a
8 min	210,1 ^a	34,95 ^a	159,3 ^b	33,30 ^{ab}	77,2 ^c	30,70 ^b
Wędlina Processed meat products	262,1 ^a	28,40 ^a	213 ^b	25,25 ^b	160,7 ^c	23,65 ^b

Liczba cząstek tłuszczu rosła wraz z upływem czasu kutrowania w każdym wariancie. Natomiast porównując farsze z różnym dodatkiem wody w tym samym czasie procesu kutrowania stwierdzono, że ilość liczba tłuszczu malała ze wzrostem dodatku wody, a ich wartości różniły się statystycznie istotnie (tab. 4). Wraz ze wzrostem ilości dodanej wody zmniejszała się również liczba cząstek tłuszczu w wędlinach. Wędlina z 30-procentowym dodatkiem wody charakteryzowała się

największą liczbą cząstek tłuszczu, a ich wartości różniły się statystycznie istotnie od liczby cząstek tłuszczu uzyskanych w wariantach z 40- i 50-procentowym dodatkiem wody.

Włókna kolagenowe

Wyniki analizy wariancji wpływu serii doświadczalnej oraz wariantu doświadczenia tzn. dodatku wody na wymiary włókien kolagenowych wykazały, że w przypadku farszu statystycznie istotny wpływ na badane wyróżniki miała ilość dodanej wody (tab. 1).

Po 5 min procesu kutrowania najmniejszymi wartościami powierzchni, obwodu, długości i szerokości charakteryzował się farsz wyprodukowany z 50-procentowym dodatkiem wody. Dalsze kutrowanie spowodowało, że już po 6 i 8 minutach czasu trwania tego procesu najmniejszymi wymiarami włókien kolagenowych charakteryzował się farsz z 30-procentowym dodatkiem wody (tab. 5).

Wymiary włókien kolagenowych w farszach były statystycznie istotne i ujemnie skorelowane z czasem kutrowania (tab. 3). Wielkość wpływu tego czynnika wynosiła od 64,9 do 84,5%. Największą dynamikę zmian tych parametrów stwierdzono w farszu wyprodukowanym z 50-procentowym dodatkiem wody. Prawdopodobnie było to spowodowane napęcznieniem włókien i zmniejszeniem spójności między włóknami mięśniowymi, co wpłynęło na poprawę warunków cięcia. Według Dolaty [2], wraz ze wzrostem dodatku wody do 50% ulega skróceniu optymalny czas kutrowania, a dalsze zwiększenie ilości dodanej wody (60%) powoduje jego wydłużenie. W wędlinach doświadczalnych nie stwierdzono istotnego wpływu żadnego z badanych czynników na zmienność wymiarów włókien kolagenowych. Dlatego analizę względem czasu pomiarów ograniczono do obliczeń podstawowych statystyk opisowych (tab. 5).

Wnioski

1. Najlepszym rozdrobnieniem cząstek tłuszczu charakteryzowały się: farsz i wędlina z 30-procentowym dodatkiem wody.
2. Obrazy mikrostruktury farszów i wędlin ze zróżnicowanym dodatkiem wody potwierdziły, że na wielkość powierzchni cząstek tłuszczu w farszach wpłynęła obecność dużej liczby bardzo drobnych cząstek, pośród których można było zaobserwować duże pola tłuszczowe nierównomiernie rozproszone w matrycy białkowej.
3. Farsz z 40-procentowym dodatkiem wody charakteryzował się mniejszymi wymiarami cząstek tłuszczu, większą ich liczbą i lepszą dyspersją w porównaniu z farszem o 30-procentowym dodatku wody.

Tabela 5

Wymiary włókien kolagenowych w farszach w zależności od czasu kutrowania i dodatku wody (30, 40 i 50%).

Dimensions of collagen fibres in meat batters depending on the chopping time and water addition (30%, 40%, 50%).

Parametr Parameter	Czas kutrowania [min] Chopping time [min]	Dodatek wody [%] Water addition [%]	Wartość średnia [log] Mean value[log]	s / SD	Wartość średnia Mean value	s / SD

Powierzchnia [µm ²] Area	5	30	3,84 ^a	0,54	6918,31 ^a	3,47
		40	3,79 ^a	0,45	6165,95 ^a	2,82
		50	3,88 ^a	0,40	7585,78 ^a	2,51
	6	30	3,42 ^a	0,40	2630,27 ^a	2,51
		40	3,56 ^b	0,42	3630,78 ^b	2,63
		50	3,45 ^{ab}	0,36	2818,38 ^{ab}	2,29
	8	30	3,29 ^a	0,42	1949,84 ^a	2,63
		40	3,36 ^a	0,37	2290,87 ^a	2,34
		50	3,37 ^a	0,30	2344,23 ^a	2,00
Obwód [µm] Periphery	5	30	2,66 ^a	0,29	457,09 ^a	1,95
		40	2,61 ^a	0,24	407,38 ^a	1,74
		50	2,68 ^a	0,21	478,63 ^a	1,62
	6	30	2,42 ^a	0,22	263,03 ^a	1,66
		40	2,50 ^b	0,25	316,23 ^b	1,78
		50	2,43 ^a	0,20	269,15 ^a	1,58
	8	30	2,37 ^a	0,23	234,42 ^a	1,70
		40	2,43 ^a	0,20	269,15 ^a	1,58
		50	2,41 ^a	0,17	257,04 ^a	1,48
Długość [µm] Length	5	30	2,25 ^a	0,31	177,83 ^a	2,04
		40	2,20 ^a	0,25	158,49 ^a	1,78
		50	2,27 ^a	0,22	186,21 ^a	1,66
	6	30	1,99 ^a	0,24	97,72 ^a	1,74
		40	2,08 ^b	0,28	120,23 ^b	1,91
		50	2,01 ^a	0,22	102,33 ^a	1,66
	8	30	1,96 ^a	0,25	91,20 ^a	1,78
		40	2,02 ^a	0,22	104,71 ^a	1,66
		50	1,99 ^a	0,18	97,72 ^a	1,51
Szerokość [µm] Width	5	30	1,83 ^a	0,28	67,61 ^a	1,91
		40	1,81 ^a	0,24	64,57 ^a	1,74
		50	1,84 ^a	0,25	69,18 ^a	1,78
	6	30	1,62 ^a	0,21	41,69 ^a	1,62
		40	1,68 ^b	0,20	47,86 ^b	1,58
		50	1,64 ^{ab}	0,18	43,65 ^{ab}	1,51
	8	30	1,52 ^a	0,22	33,11 ^a	1,66
		40	1,55 ^{ab}	0,20	35,48 ^{ab}	1,58
		50	1,58 ^b	0,18	38,02 ^b	1,51

Praca naukowa finansowana ze środków Komitetu Badań Naukowych w latach 2003-2005 jako projekt badawczy.

Literatura

- [1] Ambrosiadis I., Klettner P.: Einfluss der Kutterprozesse auf Brühwurst. Fleischwirt., 1981, **61** (11), 1621-1628.
- [2] Dolata W.: Wpływ dodatku wody na optymalny czas kutrowania oraz jakość farszów i wędlin parzonych drobno rozdrobnionych. Gosp. Mięś., 1988, **3**, 26-29.
- [3] Dolata W., Krzywdzińska M., Piotrowska E.: The effect of added water on the quality and structure of batter. Properties of Water in Foods, 2000, 184-189.
- [4] Dolatowski Z., Twarda J.: Rola wody w mięsie. Mięso i Wędliny, 2002, **8**, 32-34.
- [5] Eland R.: Statystyka matematyczna w zastosowaniu do doświadczałnictwa rolniczego. PWN. Warszawa 1964.

- [6] Girard I., Dantchevs S., Calderon F.: Beziehungen zwischen Temperatur sowie Zerkleinerungsgrad beim Kuttern und Struktur von Brühwurstbrät. *Fleischwirt.*, 1983, **63** (5), 909-912.
- [7] Gorbатов A., Kosoj W., Jełkin W.: Wlijanije niekotorych technologiczeskich faktorow na reologiczeskije swojstwa kołbasnowo farsza i gotowycch izdelij. *Mjasn. Ind. SSSR*, 1976, **1**, 23-26.
- [8] Karpiński A.: <http://astro.temple.edu/~andykarp/psych522/03> (Psychology 522 – Statistics and Data Analysis I) 2003.
- [9] Klettner P.: Zerkleinerungstechnik bei Brühwurst. *Fleischwirt.*, 1985, **65** (1), 22-30.
- [10] Kłosowska D., Lewandowska M., Puchajda H.: *Anim. Prod. Review, Appl. Sci. Report.*, 1999, **45**, 73-81.
- [11] Makąła H., Olkiewicz M.: Wpływ dodatku wody, białka sojowego i skrobi modyfikowanej na jakość produktów mięsnych. *Gosp. Mięś.*, 1999, **11**, 38-41.
- [12] Puolanne E., Ruusunen M. : On the water- binding capacity of the ingredients of the cooked sausage. 25th European Meeting of Meat Research Workers. Budapest 1979, p. 256.
- [13] Stetkiewicz J.: Zastosowanie badań morfometrycznych w ocenie toksyczności działania substancji chemicznych. *Studia i materiały monograficzne. Łódź. Instytut Medycyny Pracy*, 1992, **39**, 146.
- [14] Wagner W., Błażczak P.: *Statystyka matematyczna z elementami doświadczałnictwa*. Wyd. AR. Poznaniu 1992.
- [15] Wirth F.: Wasserbindung, Fettbindung, Strukturbildung. *Fleischwirt.*, 1985, **65** (1), 10-20.
- [16] Wojnar L., Majorek M.: *Komputerowa analiza obrazu*. Computer Scanning System Ltd. 1994.

THE EFFECT OF WATER ADDITION ON MICROSTRUCTURE OF FINELY COMMINUTED MEAT BATTERS AND PROCESSED MEAT PRODUCTS PRODUCED OF THEM

S u m m a r y

It was investigated the effect of water addition (30%, 40% and 50%) on the quality of meat batters and processed meat products produced from them. For the purpose of histological analyses, there were collected batter samples (following the 5, 6, and 8 minute chopping process) and processed meat products samples. The analysis of microstructure included the measuring of structure elements (fat globules and collagen fibres); the measurements were performed using a computer image analysis. It was stated that the best dispersion of fat globules in the protein lattice, and the optimum comminution of connective tissue were obtained when 40% of water was added.

Key words: computer image analysis, microstructure, finely comminuted meat batters, fat, collagen fibres, water addition ☒

MIROŚŁAWA KRZYWDZIŃSKA-BARTKOWIAK, WŁODZIMIERZ DOLATA,
MICHAŁ PIĄTEK

KOMPUTEROWA ANALIZA OBRAZU MIKROSTRUKTURY DROBNO ROZDROBNIONYCH FARSZÓW MIĘSNYCH I WĘDLIN Z RÓŻNYM UDZIAŁEM TŁUSZCZU

Streszczenie

Badano wpływ zmiennego udziału tłuszczu w składzie recepturowym farszu mięsnego na jakość farszów i wyprodukowanych z nich wędlin. Do badań histologicznych pobrano próbki farszów (po 5, 6 i 8 min procesu kutrowania) i wędlin. Analiza mikrostruktury dotyczyła pomiarów elementów struktury (cząstek tłuszczu oraz włókien kolagenowych) przeprowadzonych za pomocą komputerowej analizy obrazu. Stwierdzono, że optymalne rozdrobnienie tkanki tłuszczowej oraz równomierną dyspersję tłuszczu w matrycy białkowej, uzyskuje się przy udziale tłuszczu w farszu w granicach od 20 do 30%.

Słowa kluczowe: komputerowa analiza obrazu, mikrostruktura, drobno rozdrobniony farsz mięsny, tłuszcz, włókna kolagenowe

Wprowadzenie

Tłuszcz jest jednym z podstawowych składników w zestawie surowcowym drobno rozdrobnionych farszów mięsnych. Wnosi on do produktu cechy pożądanej tekstury, smakowitości i soczystości [4]. Badania przeprowadzone przez Dolatę [3] nad wpływem zróżnicowanego dodatku tłuszczu w zakresie 10-40% na jakość i teksturę wędlin drobno rozdrobnionych wykazały, że zwiększenie dodatku tłuszczu do farszu wpływa w zróżnicowany sposób na teksturę i ocenę sensoryczną gotowego wyrobu. W trakcie procesu rozdrabniania, zwłaszcza kutrowania, tkanka tłuszczowa ulega zniszczeniu. Największe zdolności emulgujące i powinowactwo do tłuszczu mają białka miofibrylarne, głównie one tworzą otoczkę na powierzchni kropelek tłuszczu. Towarzyszy temu kształtowanie się sieciowej przestrzennej struktury. Tak wytworzona struktura ma istotny wpływ na teksturę i stabilność farszu, a następnie gotowego

wyrobu [15]. Dlatego, aby uzyskać stabilną emulsję należy dobrać odpowiednie proporcje czynnika emulgującego, tłuszczu i wody. Zmiana zawartości tłuszczu w farszu ma wpływ na właściwości reologiczne oraz strukturalne farszu i gotowego wyrobu [1, 2, 3, 6].

Ilość i jakość tkanki łącznej w mięśniach oraz średnica włókien mają duży wpływ na opór mięśni na cięcie. Rozdrobnienie zwiększa wodochłonność kolagenu po obróbce cieplnej. Zbyt duże rozdrobnienie tkanki łącznej w farszu pogarsza związanie wody i tłuszczu, a tym samym konsystencję i związanie wędlin [4, 10, 17].

Kutrowanie powinno więc zapewnić optymalny stopień rozdrobnienia tkanki mięśniowej, tkanki łącznej i tkanki tłuszczowej oraz równomierność rozproszenia tłuszczu w fazie rozpraszającej [4].

Celem badań było określenie wpływu zróżnicowania udziału tłuszczu na strukturę drobno rozdrobnionych farszów mięsnych i wyprodukowanych z nich wędlin z zastosowaniem metod histochemicznych i systemu komputerowej analizy obrazu.

Materiał i metody badań

Materiałem doświadczalnym były drobno rozdrobnione farsze mięsne oraz wyprodukowane z nich wędliny z 20-, 30- i 40-procentowym udziałem tłuszczu w składzie recepturowym farszu. Surowiec do produkcji farszów stanowiły mięśnie golonki tylnej oraz tłuszcz drobny z szynek. Skład receptury wyrobu modelowego był następujący: 70% mięsa wieprzowego kl. III (ścięgnistego), 30% tłuszczu drobnego oraz 40% wody z lodem dodawanej w stosunku do masy mięsno-tłuszczowej i sól peklującą w ilości 2,2%. Do produkcji farszów mięsnych zastosowano następujące prędkości obrotowe noży kutra: 3000 obr·min⁻¹ oraz misy kutra: 20 obr·min⁻¹. Pojemność misy kutra wynosiła 22 dm³, natomiast na wale nożowym zamontowano cztery noże w kształcie linii łamanej. Surowiec mięsny i tłuszczowy rozdrabniano w wilku i przepuszczano przez siatkę o średnicy otworów 3 mm. Mięso peklowano przez 24 godz. z dodatkiem mieszanki peklującej w temp. 4–6°C i kutrowano, podając do misy kutra kolejno: mięso, wodę z lodem oraz tłuszcz. Czas trwania procesu kutrowania wynosił 8 min. Końcowa temp. farszu uzyskiwana w procesie kutrowania nie przekroczyła 12°C.

Wyprodukowane farsze nadziewano w jelita naturalne o średnicy 28–30 mm, podsuszano w temp. 35°C przez 30 min, wędzono w temp. 60°C, a następnie parzono w temp. 75°C w komorze wędzarniczo-parzelniczej do uzyskania temp. 70°C w centrum geometrycznym batonu. Wędliny schładzano i przechowywano przez 24 godz. w chłodni, w temp. 4–6°C. Z farszów, po 5, 6 i 8 min procesu kutrowania, oraz z wędlin, wykonano po 4 preparaty histologiczne. Z próbek farszów i wędlin sporządzano bloczki o wymiarach 10x10x10 mm, które zamrażano w ciekłym azocie i ścinano w kriostacie na skrawki o grubości 10 µm. Skrawki nakładano na nabiałczoną szkiełka podstawowe i suszono w temp. pokojowej ok. 30 min, po czym preparaty

barwiono czerwienią oleistą w celu wykazania dyspersji tłuszczu. Do obserwacji zmian w tkance łącznej, głównie kolagenu, zastosowano barwienie metodą van Giesona [11]. Strukturę preparatów oceniano przy użyciu systemu komputerowej analizy obrazu mikroskopowego za pomocą programu MultiScan v.13,01 przy stałym powiększeniu mikroskopu (x200). Z każdego preparatu analizowano 10 pól o stałej powierzchni. Charakterystykę uzyskanych obrazów przeprowadzono analizując następujące parametry: powierzchnia, długość, szerokość i obwód pól tłuszczowych; liczba analizowanych pól tłuszczowych; procentowy udział pól tłuszczowych w analizowanym polu; powierzchnia, długość, szerokość i obwód włókien kolagenowych [14, 18]. Uzyskane za pomocą komputerowej analizy obrazu dane liczbowe, ze względu na ich wartości mieszczące się w szerokim zakresie, przekształcono do postaci: $Y = \log(x)$. Za pomocą testu Kołmogorowa-Smirnova potwierdzono, że przeprowadzona transformacja logarymiczna umożliwiła uzyskanie normalności rozkładu danych [16]. Do oceny zróżnicowania wartości średnich zastosowano test t-Studenta. Wyniki analiz przedstawiono w podwójnej postaci: logarymicznej oraz po ich delogarytmowaniu do wartości rzeczywistych. W tym przypadku odchylenie standardowe nie jest miarą precyzji oznaczeń. Spowodowane jest to tym, że dla małych wartości logarymicznych odchyłeń standardowych efekty mają charakter liniowy, natomiast dla większych potęgowe. Statystyczną istotność oddziaływania badanych czynników oceniano za pomocą dwuczynnikowej analizy wariancji (ANOVA) na poziomie istotności wnioskowania $p \leq 0,05$. Przyjęto założenie, że czasu kutrowania ma wpływ na badane parametry [5, 9].

Wyniki i dyskusja

Cząstki tłuszczu

Analiza wariancji (tab. 1) wykazała, że zarówno w przypadku farszu jak i wędliny na wymiary cząstek tłuszczu miały statystycznie istotny wpływ wszystkie badane czynniki zmienności. Największą powierzchnią, obwodem i długością charakteryzował się farsz i wędlina z 40-procentowym udziałem tłuszczu (tab. 2). Taką zależność można było zaobserwować w próbach farszu po każdym z badanych okresów procesu kutrowania. Wartości te różniły się statystycznie istotnie od uzyskanych w farszach z 20- i 30-procentowym dodatkiem tłuszczu. Udział tłuszczu w farszu w ilości 40% wpłynął na zwiększenie dynamiki zmian powierzchni cząstek tłuszczu w stosunku do pozostałych wariantów. Stwierdzono bowiem zmniejszenie powierzchni prawie o 64%, a w pozostałych wariantach tzn. z 20- i 30-procentową zawartością tłuszczu odpowiednio o 47 i 40%.

Obliczona zależność liniowa pomiędzy czasem kutrowania a parametrami wymiarów cząstek tłuszczu w farszu wykazała statystycznie istotną i ujemną korelację.

Oznacza to, że wraz z upływem czasu kutrowania cząstki tłuszczu malały. Zależność liniowa pomiędzy wielkością udziału tłuszczu a parametrami wymiarów cząstek tłuszczu w wędlinie wykazała, że wszystkie współczynniki korelacji były dodatnie i statystycznie wysoko istotne (tab. 3).

Tabela 1

Wyniki analizy wariancji wpływu serii i wariantu doświadczenia na wymiary cząstek tłuszczu i włókien kolagenowych w farszach i wędlinach wyprodukowanych ze zmiennym udziałem tłuszczu (20, 30, 40%). Results of the analysis of variance applied to analyse the effect of experiment series and variant on the dimensions of fat globules and collagen fibres in meat batters and processed meat products produced with varying fat contents (20%, 30%, 40%).

Parametr Parameter	Czynnik zmienności Factor of variation	Cząstki tłuszczu Fat globules		Włókna kolagenowe Collagen fibres	
		Wartość F Value F	Poziom istotności F Level of significance F	Wartość F Value F	Poziom istotności F Level of significance F
Powierzchnia Area [μm^2] (F) / (MB)	Seria A/Seria A	48,507	0,000	1,232	0,268
	WariantB /Variant B	59,998	0,000	17,145	0,000
	A x B	6,796	0,001	7,834	0,000
Obwód /Periphery (F) / (MB) [μm]	Seria A/Seria A	42,098	0,000	0,672	0,413
	WariantB /Variant B	56,639	0,000	15,097	0,000
	A x B	5,665	0,004	8,211	0,000
Długość / Length (F) / (MB) [μm]	Seria A/ Series A	43,779	0,000	1,453	0,229
	Wariant B	53,427	0,000	14,865	0,000
	A x B	7,361	0,001	8,738	0,000
Szerokość / Width (F) / (MB) [μm]	Seria A/Seria A	42,442	0,000	3,973	0,047
	WariantB /Variant B	58,216	0,000	15,794	0,000
	A x B	5,246	0,005	4,075	0,018
Powierzchnia Area [μm^2] (W) / (PMP)	Seria A/Seria A	67,200	0,000	3,727	0,055
	Wariant B	150,800	0,000	1,237	0,292
	A x B	10,000	0,000	1,827	0,163
Obwód Periphery (W) / (PMP) [μm]	Seria A/Seria A	54,500	0,000	6,284	0,013
	WariantB /Variant B	164,700	0,000	1,933	0,147
	A x B	11,100	0,000	0,546	0,580
Długość / Length (W) / (PMP) [μm]	Seria A/Seria A	38,100	0,000	5,643	0,018
	WariantB /Variant B	158,800	0,000	1,641	0,196
	A x B	10,200	0,000	0,202	0,817
Szerokość / Width (W) / (PMP) [μm]	Seria A/Seria A	76,600	0,000	3,480	0,063
	WariantB /Variant B	132,000	0,000	0,753	0,472
	A x B	10,100	0,000	2,628	0,074

Objaśnienia: / Explanatory notes:

F – farsz / MB – meat batter; W – wędlina / PMP – processed meat product.

Tabela 2

Powierzchnia cząstek tłuszczu w zależności od czasu kutrowania i udziału tłuszczu (20, 30, 40%).

Area of fat globules depending on the chopping time and per cent fat content (20%, 30%, 40%).

Parametr [μm^2] Parameter [μm]	Czas kutrowania [min] Chopping time [min]	Dodatek tłuszczu [%] Fat addition [%]	Wartość średnia [log] Mean value [log]	s / SD	Wartość średnia [μm^2] Mean value [μm^2]	s / SD	
Powierzchnia cząstek tłuszczu Area of fat globules	Farsz / Meat batter	5	20	2,64 ^a	0,72	436,52 ^a	5,25
			30	2,63 ^a	0,69	426,58 ^a	4,90
			40	2,95 ^b	0,68	891,25 ^b	4,79
		6	20	2,55 ^a	0,72	354,81 ^a	5,25
			30	2,55 ^a	0,58	353,71 ^a	3,80
			40	2,71 ^b	0,56	512,86 ^b	3,63
	8	20	2,39 ^a	0,57	245,47 ^a	3,72	
		30	2,39 ^a	0,55	243,03 ^a	3,55	
		40	2,44 ^b	0,51	275,42 ^b	3,24	
	Wędlina Processed meat product	20	2,17 ^a	0,50	147,91 ^a	3,16	
		30	2,20 ^a	0,50	158,49 ^a	3,16	
		40	2,38 ^b	0,45	239,88 ^b	2,82	

Tabela 3

Korelacja linowa pomiędzy parametrami wymiaru cząstek tłuszczu i włókien kolagenowych a czasem kutrowania i udziałem tłuszczu w farszu i wędlinie.

Linear correlation between the dimension parameters of fat globules and collagen fibres and the chopping time, per cent content of fat in the meat batters and processed meat products.

Parametr Parameter	Cząstki tłuszczu / Fat globules			Włókna kolagenowe Collagen fibres	
	Czas kutrowania Chopping time	Udział tłuszczu w farszu/ Per cent content of fat in meat batters	Udział tłuszczu w wędlinie/ Per cent content of fat in processed meat products	Czas kutrowania Chopping time	Udział tłuszczu w farszu/ Per cent content of fat in meat batters
Powierzchnia Area	-0,7658 (0,000)*	0,3954 (0,104)*	0,8435 (0,035)*	-0,8160 (0,000)*	-0,0071 (0,978)*
Długość Length	-0,7663 (0,000)*	0,3980 (0,102)*	0,8878 (0,018)*	-0,8249 (0,000)*	-0,0174 (0,945)*
Szerokość Width	-0,7613 (0,000)*	0,4016 (0,099)*	0,8181 (0,047)*	-0,8215 (0,000)*	-0,0237 (0,926)*
Obwód Periphery	-0,7772 (0,000)*	0,3957 (0,104)*	0,8590 (0,028)*	-0,8145 (0,000)*	-0,0069 (0,978)*

Objaśnienia: / Explanatory notes:

* - poziomy istotności współczynników korelacji ($p \leq 0,05$) / *Levels of significance of the correlation coefficients ($p \leq 0,05$)

Dodatek tłuszczu do farszu nie jest skorelowany statystycznie istotnie z parametrami wymiarów, przyjmując jako graniczny poziom wnioskowania 0,05. Jednakże, zarówno dość duże wartości współczynników korelacji, jak i poziomy istotności bliskie przyjętemu wskazują, że celowe jest wygenerowanie równań regresji liniowej wielokrotnej.

Powierzchnia = $2,93 - 0,101 \cdot \text{czas} + 0,008 \cdot \text{udział tłuszczu}$; $R^2 = 0,7427$, $p < 0,000$

Beta = (-0,7634) (0,3953)

Długość = $1,60 - 0,053 \cdot \text{czas} + 0,004 \cdot \text{udział tłuszczu}$; $R^2 = 0,7455$, $p < 0,000$

Beta = (-0,7662) (0,3979)

Szerokość = $1,43 - 0,053 \cdot \text{czas} + 0,004 \cdot \text{udział tłuszczu}$; $R^2 = 0,74095$, $p < 0,000$

Beta = (-0,7613) (0,4016)

Obwód = $2,04 - 0,054 \cdot \text{czas} + 0,004 \cdot \text{udział tłuszczu}$; $R^2 = 0,7606$, $p < 0,000$

Beta = (-0,7772) (0,3957)

Z równań wynika, że prawie dwukrotnie ważniejszy okazał się wpływ czasu kutrowania niż ilość tłuszczu. Wskazują na to wartości standaryzowanych, cząstkowych współczynników regresji liniowej wielokrotnej – Beta. Potwierdził się też kierunek wektora wpływu, to jest ujemny w przypadku czasu kutrowania oraz dodatni w przypadku zawartości tłuszczu.

Najbardziej dynamiczny wzrost ilości cząstek tłuszczu w czasie procesu kutrowania stwierdzono w farszu, w którym dodatek tłuszczu wynosił 40%. Największą ilością cząstek tłuszczu charakteryzował się farsz i wyprodukowana z niego wędlina z 30-procentowym dodatkiem tłuszczu. Wartości te różniły się statystycznie istotnie od wariantów z 20- i 40-procentowym udziałem tłuszczu.

Wraz ze wzrostem udziału tłuszczu w farszach oraz wyprodukowanych z nich wędlinach zwiększała się powierzchnia zajmowana przez cząstki tłuszczu w badanym polu, a jej wartości różniły się statystycznie istotnie pomiędzy stosowanymi wariantami dodatku tłuszczu tj. 20, 30 i 40% (tab. 4).

Wpływ udziału tłuszczu i czasu kutrowania na teksturę wędlin drobno rozdrobnionych badań Dolata [4]. Stwierdził on, że zwiększenie dodatku tłuszczu do farszu wpływa na obniżenie spoistości oraz oceny sensorycznej. Szczególnie dzieje się tak po przekroczeniu 30-procentowego udziału tłuszczu. Optymalny czas kutrowania powinien zmniejszać się ze wzrostem udziału tłuszczu w farszu. Zmniejszanie optymalnego czasu kutrowania wraz ze wzrostem udziału tłuszczu związane jest ze spadkiem odporności mechanicznej farszu. Tłuszcz jest surowcem bardziej plastycznym od tkanki mięśniowej i wymaga krótszego czasu rozdrabniania do tej samej wielkości cząstek [3]. Tłumaczy to dużą dynamikę zmian powierzchni cząstek

tłuszczu w czasie kutrowania w farszu z 40-procentowym udziałem tłuszczu. Między 5. a 8. min procesu kutrowania zmniejszyła się ona o prawie 64%.

Tabela 4

Liczba cząstek tłuszczu oraz ich procentowy udział w farszu mięsnym w zależności od czasu kutrowania i udziału tłuszczu (20, 30, 40%).

The quantity of fat globules and their per cent content in meat batters depending on the chopping time and per cent content of fat (20%, 30%, 40%).

Czas kutrowania [min] Chopping time [min]	Udział tłuszczu w farszu mięsnym [%] Per cent content of fat in meat batters [%]					
	20		30		40	
	Liczba cząstek tłuszczu Quantity of fat globules	Udział cząstek tłuszczu [%] Per cent content of fat globules percentage [%]	Liczba cząstek tłuszczu Quantity of fat globules	Udział cząstek tłuszczu [%] Per cent content of fat globules [%]	Liczba cząstek tłuszczu Quantity of fat globules	Udział cząstek tłuszczu [%] Per cent content of fat globules [%]
5 min	52,35 ^a	29,45 ^a	74,05 ^b	37,23 ^b	53,9 ^a	41,46 ^c
6 min	90,85 ^a	27,15 ^a	113,1 ^b	32,95 ^b	99,6 ^a	35,44 ^c
8 min	144,45 ^a	25,77 ^a	192,6 ^b	34,57 ^b	187,95 ^b	41,75 ^c
(W) / (PMP)	192,6 ^a	18,48 ^a	230,4 ^b	24,17 ^b	186,3 ^a	26,47 ^c

Objaśnienia: / Explanatory notes:

W – wędlina / (PMP) – Processed meat product

Rozdrobnienie tłuszczu oraz jego dyspersja w matrycy proteinowej mają zasadnicze znaczenie dla jakości końcowego produktu. Mocna emulsja charakteryzuje się tym, że wszystkie kuleczki tłuszczu pokryte są otoczką białek rozpuszczalnych w roztworach soli, co zapobiega koalescencji tłuszczu w czasie obróbki termicznej [6, 12, 13]. Według Honikela [8] i Hermansson [7], dodatek tłuszczu do rozdrobnionego chudego mięsa tak długo poprawia wydajność aż w końcowej fazie rozdrabniania zostanie dobrze rozproszony w matrycy proteinowej.

Włókna kolagenowe

Analiza wariancji wpływu serii doświadczalnej oraz wariantu doświadczenia (udział tłuszczu w składzie recepturowym) na wymiary włókien kolagenowych wykazała, że w przypadku farszu statystycznie istotny wpływ na wszystkie wymiary włókien kolagenowych miał wariant doświadczenia. W wędlinie statystycznie istotny wpływ na obwód i długość włókien kolagenowych miała jedynie seria doświadczenia,

natomiast na powierzchnię i szerokość włókien kolagenowych nie miał wpływu żaden z eksperymentalnych czynników zmienności (tab. 1).

Wyniki obliczeń korelacji liniowej (tab. 3) pomiędzy czasem kutrowania i udziałem tłuszczu w farszu a parametrami wymiarów włókien kolagenowych wskazują jednoznacznie, że jedynie czas kutrowania był wysoko statystycznie istotnie i ujemnie skorelowany z wymiarami włókien kolagenowych. Wielkość ta, wyrażona współczynnikiem determinacji (obliczonym jako $100 \cdot R^2$), jest dominująca i wyniosła od 66 do 68%. Wpływ pozostałych czynników doświadczalnych, jak również czynników nieuwzględnionych w doświadczeniu wyniósł od 32 do 34%. W wędlinie natomiast statystycznie istotny wpływ na obwód i długość włókien kolagenowych miała jedynie seria doświadczenia. Na powierzchnię i szerokość włókien kolagenowych nie wpływał żaden z eksperymentalnych czynników zmienności.

Wnioski

1. Stosując system komputerowej analizy obrazu wykazano, że udział tłuszczu w drobno rozdrobnionym farszu mięsnym w granicach od 20% do 30% wpłynął na optymalne rozdrobnienie tkanki tłuszczowej oraz równomierną dyspersję tłuszczu w fazie rozpraszającej.
2. Zwiększenie udziału tłuszczu do 40% spowodowało pogorszenie jakości farszu i wędliny.
3. Nie stwierdzono statystycznie istotnego wpływu udziału tłuszczu na powierzchnię i długość włókien kolagenowych.

Praca naukowa finansowana ze środków Komitetu Badań Naukowych w latach 2003-2005 jako projekt badawczy.

Literatura

- [1] Claus J.R., Hunt M.C., Kastner C.L., Kropf, D.H.: Low-fat, high-added water bologna: effects of massaging, pre-blending, and time of addition of water and fat on physical and sensory characteristics. *J. Food Sci.*, 1990, **55**, 338-341, 345.
- [2] Colmenero F.J., Barreto G., Mota N., Carballo J.: Influence of protein and fat content and cooking temperature on texture and sensory evaluation of bologna sausage. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 1995, **28**, 481-487.
- [3] Dolata W.: Wpływ dodatku tłuszczu i czasu kutrowania na teksturę i ocenę organoleptyczną kiełbas parzonych drobno rozdrobnionych. *Gosp. Mięś.*, 1992, **9**, 20-24.
- [4] Dolata W.: Wpływ udziału ścięgniętego mięsa wołowego na czas kutrowania oraz jakość farszów i kiełbas drobno rozdrobnionych. *Gosp. Mięś.*, 1994, **4**, 17-21.
- [5] Eland R.: Statystyka matematyczna w zastosowaniu do doświadczalnictwa rolniczego. PWN. Warszawa 1964.

- [6] Hamm R., Rede R.: Zur Rheologie des Fleisches. VII. Einfluss des Fettgehaltes und der Temperatur auf das Fließverhalten von Bräten. *Fleischwirt.*, 1975, **55**, 1, 99-102.
- [7] Hermansson A.M.: Meat raw materials in comminuted meat products. Proc. of 33rd Inter. Congress in Meat Sci. Technol., 1987, **2**, 290-297.
- [8] Honikel K.O.: Water binding and fat emulsification during the processing of meat batters. *Meat Sci.*, 1983, **55** (1), 1179-1182.
- [9] Karpiński A.: <http://astro.temple.edu/~andykarp/psych522/03> (Psychology 522–Statistics and Data Analysis I 2003).
- [10] Klettner P.: Zerkleinerungstechnik bei Brühwurst. *Fleischwirt.*, 1985, **65** (1), 22-30.
- [11] Kłosowska D., Lewandowska M., Puchajda H.: *Anim. Prod. Review. Appl. Sci. Report.* 1999, **45**, 73-81
- [12] Paneras E.D., Bloukas J.G., Papadima S.N.: Effect of meat source and fat level on processing and quality characteristics of frankfurters. *Lenensm.-Wiss.u.-Technol.*, 1996, **29**, 507-514.
- [13] Sadowska M., Sikorski Z.: Reologiczna charakterystyka silnie rozdrobnionych farszów wędlinowych. *Rocz. Inst. Przem. Mięś.* 1976, **23**, (1), 41-45.
- [14] Stetkiewicz J.: Zastosowanie badań morfometrycznych w ocenie toksyczności działania substancji chemicznych. *Studia i materiały monograficzne. Łódź. Instytut Medycyny Pracy. Zeszyt* 1992, **39**, 146.
- [15] Tyszkiewicz I.: Strukturotwórcze funkcje białek mięśniowych i niemięśniowych (elementy teorii i rady praktyczne). *Gosp. Mięś.* 1991, **2**, 1-4.
- [16] Wagner W., Błażczak P.: *Statystyka matematyczna z elementami doświadczałnictwa.* Wyd. AR. Poznań 1992.
- [17] Wirth F.: Wasserbindung, Fettbindung, Strukturbildung. *Fleischwirt.* 1985, **65** (1), 10-20.
- [18] Wojnar L., Majorek M.: *Komputerowa analiza obrazu.* Computer Scanning System Ltd. 1994.

**COMPUTER IMAGE ANALYSIS OF MICROSTRUCTURE IMAGE IN FINELY
COMMUNUTED MEAT BATTERS AND PROCESSED MEAT PRODUCTS WITH VARYING
PER CENT CONTENT OF FAT**

S u m m a r y

It was investigated the effect of varying fat contents in the formulation of meat batters on the quality of batters and processed meat products produced from these batters. For the purpose of histological analyses, samples of meat batters (following the 5, 6, and 8 minute chopping process) and of processed meat products were collected. The analysis of microstructure included the measuring of structural elements (fat globules and collagen fibres); the measurements were performed using a computer image analysis. It was stated that the optimum comminution of adipose tissue and uniform fat dispersion in the protein lattice are obtained when the per cent content of fat in the meat batter ranges from 20% to 30%.

Key words: computer image analysis, microstructure, finely comminuted meat batters, fat, collagen fibres



ANNA LITWIŃCZUK, MARIUSZ FLOREK, PIOTR SKAŁECKI,
TOMASZ GRODZICKI

JAKOŚĆ MIĘSA TUCZNIKÓW ZAKWALIFIKOWANYCH DO POSZCZEGÓLNYCH KLAS W SYSTEMIE EUROP

Streszczenie

Celem pracy było porównanie jakości mięsa pozyskanego od tuczników, których tusze zakwalifikowano do poszczególnych klas handlowych w systemie EUROP. Badaniami objęto 100 tuczników, pochodzących z chowu masowego w regionie środkowo-wschodniej Polski. Analizując wyciek naturalny z ocenianych mięśni nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy klasami handlowymi EUROP. Oceniając skład chemiczny mięśnia najdłuższego grzbietu wykazano, że mięso z tusz klasy E odznaczało się istotnie niższą zawartością suchej masy i tłuszczu w porównaniu z klasą P. Tusze z klasy E i U zawierały natomiast istotnie więcej białka w mięśniu półbłoniastym w porównaniu z tuszami klasy P.

Słowa kluczowe: tuczniaki, klasyfikacja tusz, jakość mięsa

Wprowadzenie

Pozytywnym efektem upowszechniania klasyfikacji EUROP jest znaczny wzrost mięsności tuczników. Od 1993 r. do II kw. 2001. r. średnia mięsność tuczników wzrosła w Polsce z ok. 43,0 do ok. 50,4%, a w 2003 r. wyniosła ponad 51% [7].

Podnoszenie mięsności świń jest procesem koniecznym zarówno z punktu widzenia producenta, przemysłu mięsnego, jak również konsumenta. Niestety, podnoszeniu zawartości chudego mięsa zawsze towarzyszył wzrost mięsa o obniżonej jakości [11]. Straty wynikające z występowania mięsa PSE szacowane są na ok. 2% wartości żywca [1].

Celem pracy było porównanie jakości mięsa pochodzącego z tusz zakwalifikowanych do poszczególnych klas handlowych w systemie EUROP.

Materiał i metody badań

Badaniami objęto 100 tuczników pochodzących z chowu masowego w regionie środkowo-wschodniej Polski. Uboju dokonywano zgodnie z technologią obowiązującą w przemyśle mięsnym. Poubojowo określano masę tuszy ciepłej z dokładnością do 0,1 kg oraz mięsność aparatem UltraFom 100.

W trakcie rozbioru na elementy zasadnicze pobierano próbki mięśnia najdłuższego z części lędźwiowej (*m. longissimus lumborum*) i półbłoniastego (*m. semimembranosus*) do oznaczeń właściwości fizycznych i składu chemicznego mięsa. Powierzchnię przekroju mięśnia najdłuższego grzbietu określano planimetrując jego obrys wykonany na kalce technicznej z dokładnością do 1 cm². Za pomocą aparatu PQM I-KOMBI firmy INTEK GmbH, bezpośrednio w tkance mięśniowej, oznaczano 2 parametry, tzn. pH i przewodność elektryczną właściwą – EC (mS/cm); pomiary wykonano dwukrotnie, tj. 45 min po uboju (odpowiednio pH₁ i EC₁) oraz po upływie 24 godz. (pH₂₄ i EC₂₄). Po 48 godz. *post mortem* oznaczano wyciek naturalny [3]. Jasność mięsa, po 30 min ekspozycji, oceniano za pomocą miernika nasycenia barwy Minolta CR-310. W głowicy pomiarowej wykorzystano iluminację szeroko-kątową (oświetlenie szeroko obrazowe), geometrię 0° kąt projekcji oraz obszar pomiarowy o średnicy 50 mm. Wyniki obliczano jako średnią arytmetyczną z dwóch pomiarów. Miernik kalibrowano przy użyciu białej płytki wzorcowej CR-A44 o danych kalibracyjnych $Y = 93,50$; $x = 0,3114$ i $y = 0,3190$.

Siłę cięcia (kruchość) mierzono instrumentalnie za pomocą kruchomierza uniwersalnego typu SZ, będącego odpowiednikiem aparatu Warner-Bratzlera. Próbki mięsa oceniano po obróbce termicznej w łaźni wodnej (do uzyskania temp. 75°C wewnątrz próbki), rejestrując maksymalną siłę potrzebną do przerwania włókien mięśniowych. Cięciu poddawane były słupki mięśnia o wymiarach 5 x 1 x 1 cm, i przekroju powierzchni cięcia = 1 cm². Przebieg włókien mięśniowych był prostopadły do płaszczyzny cięcia.

W próbkach mięsa oznaczano zawartość białka ogółem metodą Kjeldahla przy użyciu aparatu Büchi B-324 i tłuszczu metodą Soxhleta przy użyciu aparatu Büchi B-811.

W analizie statystycznej zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji, wyróżniając 5 klas EUROP przy wykorzystaniu programu StatSoft Statistica ver. 6.0. Istotność różnic pomiędzy średnimi w poszczególnych grupach weryfikowano testem rozstępu Duncana.

Wyniki i dyskusja

Pod względem cech fizykochemicznych mięśnia najdłuższego lędźwi stwierdzono istotne różnice w kształtowaniu się ich wartości w zależności od klasy EUROP (tab. 1).

Istotnie najniższą wartość pH_1 stwierdzono w mięśniach tusz klasy P (5,97), a istotnie najwyższą w tuszach klasy O (6,16). Najniższą wartością pH_{24} charakteryzowały się próby mięsa pochodzące z tusz klasy O – 5,45, a najwyższą z klasy E – 5,54. Kortz i wsp. [4], analizując mięsień najdłuższy, uzyskali średnie wartości pH_1 w klasach: E – 6,33, U – 6,33, R – 6,45, O – 6,27, P – 6,31. Statystycznie istotne różnice autorzy wykazali między wartościami pH_{24} ; najniższymi wartościami charakteryzowały się tusze zakwalifikowane do najwyższych klas E – 5,46, U – 5,42 R – 5,48 w porównaniu z klasami O i P, w których mięśnie wykazywały odczyn pH_{24} odpowiednio 5,49 i 5,62.

Tabela 1

Właściwości fizykochemiczne mięśnia najdłuższego lędźwi z tusz zaliczonych do różnych klas w systemie EUROP.

Physical-chemical properties of a *longissimus lumborum* muscle from carcasses classified under different classes of the EUROP system.

Wyszczególnienie Specification		E	U	R	O	P
pH_1	\bar{x}	6,08 ^{ab}	6,09 ^{ab}	6,11 ^{ab}	6,16 ^b	5,97 ^a
	s / SD	0,38	0,34	0,34	0,39	0,32
pH_{24}	\bar{x}	5,54 ^b	5,50 ^{ab}	5,48 ^{ab}	5,45 ^a	5,53 ^{ab}
	s / SD	0,13	0,12	0,15	0,18	0,19
EC_1 [mS/cm]	\bar{x}	5,42 ^b	4,77 ^{ab}	4,65 ^{ab}	4,24 ^a	5,17 ^b
	s / SD	3,46	1,62	2,11	1,49	2,71
EC_{24} [mS/cm]	\bar{x}	5,78	5,66	5,52	5,44	5,29
	s / SD	2,90	2,11	3,06	3,94	3,89
Wyciek naturalny [%] Natural Drip Loss	\bar{x}	4,78	5,29	4,98	5,01	6,09
	s / SD	1,95	2,35	1,91	2,65	2,52
L* – Jasność Lightness	\bar{x}	54,45	52,80	52,23	53,80	50,82
	s / SD	3,32	3,62	3,95	4,78	4,71
Kruchość mięsa po gotowaniu [kg/cm ²] Tenderness of cooked meat	\bar{x}	2,64 ^a	3,25 ^{ab}	3,50 ^b	3,20 ^{ab}	3,03 ^{ab}
	s / SD	1,29	1,51	1,5	1,3	1,03

Objaśnienia: / Explanatory notes:

Wartości średnie oznaczone różnymi literami w wierszach różnią się statystycznie istotnie: a, b – przy $P \leq 0,05$, A,B – przy $P \leq 0,01$

Mean values in rows, and marked by different letters, differ statistically significantly: a, b – at $P \leq 0.05$, A,B – at $P \leq 0.01$

Analizując kruchość mięśnia najdłuższego lędźwi po obróbce termicznej, wyrażoną siłą cięcia W-B, odnotowano istotnie najniższą jej wartość w klasie E, gdzie wyniosła średnio (2,64 kg/cm²). Najmniej kruche okazało się natomiast mięso

tuczników z klasy R, gdzie siła cięcia W-B była największa tj. 3,50 kg/cm². Podobne tendencje stwierdzono również pod względem kruchości mięśnia półbłoniastego (tab. 2), lecz różnice pomiędzy klasami nie były statystycznie istotne. Z uwagi na duży wpływ białek łącznotkankowych na kruchość mięsa szczególną uwagę zwraca się na zawartość w nim kolagenu. Jego większa ilość w mięśniu może sprzyjać zwiększeniu twardości, choć najwięcej jest go w mięsie bardzo młodych i bardzo starych zwierząt. Zmniejszenie kruchości mięsa w wyniku oddziaływania kolagenu związane jest jednak głównie z usieciowaniem białka, które wzrasta z wiekiem zwierzęcia [10].

Tabela 2

Właściwości fizykochemiczne mięśnia półbłoniastego z tusz zaliczonych do różnych klas w systemie EUROP.

Physical-chemical properties of a *semimembranosus* muscle from carcasses classified under different classes of the EUROP system.

Wyszczególnienie Specification		E	U	R	O	P
pH ₁	\bar{x}	6,19	6,23	6,20	6,17	6,12
	s / SD	0,37	0,30	0,34	0,29	0,34
pH ₂₄	\bar{x}	5,57	5,61	5,65	5,62	5,6
	s / SD	0,15	0,17	0,23	0,22	0,21
EC ₁ [mS/cm]	\bar{x}	5,68	5,01	4,92	5,56	5,87
	s / SD	3,54	2,42	1,47	3,06	3,69
EC ₂₄ [mS/cm]	\bar{x}	5,98	5,69	5,87	5,99	6,02
	s / SD	5,16	4,39	4,09	4,29	3,78
Wyciek naturalny [%] Natural Drip Loss	\bar{x}	2,79	2,56	3,63	2,97	2,61
	s / SD	1,69	1,33	1,58	2,19	0,55
L* – Jasność Lightness	\bar{x}	52,21 ^b	50,78 ^b	48,12 ^a	52,39 ^b	50,36 ^{ab}
	s / SD	2,99	3,73	2,42	6,34	4,69
Kruchość mięsa po gotowaniu [kg/cm ²] Tenderness of cooked meat	\bar{x}	2,94	3,44	3,85	3,78	3,77
	s / SD	1,54	1,61	1,7	1,47	1,5

Objaśnienia jak w tab. 1 / Explanatory notes as in Tab 1.

Oznaczając wyciek naturalny w analizowanych próbkach mięsa nie uzyskano istotnych różnic pomiędzy klasami w obu mięśniach. Kortz i wsp. [4] podają średni wyciek termiczny z mięśnia najdłuższego na poziomie 27,10% w klasie E; 27,36% – U; 25,35% – R; 25,09% – O i najniższy (23,89%) w klasie P. Jak wykazali Szymański i wsp. [13] oraz inni autorzy [9, 12], zdolność wiązania wody związana jest ściśle z budową histologiczną mięsa. Włókna o większej średnicy gorzej utrzymują wodę.

Natomiast na grubość włókien mięśniowych wpływa wiele czynników między innymi płęć, gatunek, rasa. Największy jednak wpływ ma wiek i przyrost masy ciała.

Uzyskane wartości parametrów barwy mięsa umożliwiły określenie istotnych różnic jedynie w odniesieniu do mięśnia półbłoniastego. Istotnie najwyższą wartością L^* po 24 godz. od uboju, a więc najjaśniejszym mięsem charakteryzował się surowiec pochodzący z tusz zakwalifikowanych do klas E i U. Podobne zależności, ale w odniesieniu do mięśnia najdłuższego, podają Krzęcio i wsp. [6], którzy najwyższe wartości L^* oznaczyli w mięsie z tusz klasy E - 55,17.

Mięso z tusz pochodzących z różnych klas handlowych wykazywało istotne różnice w składzie chemicznym (tab. 3). Mięso z mięśnia najdłuższego lędźwi tusz zakwalifikowanych do klas E i U odznaczało się najniższą zawartością suchej masy wynoszącą średnio 26,47 i 26,45% w porównaniu z tuszami z klas o niższej mięsności, (R - 26,90%, O - 26,87% i P - 27,53%).

Tabela 3

Skład chemiczny mięsa tuczników w zależności od klasy handlowej tusz wieprzowych w systemie EUROP.

Chemical composition of fatterer meat depending on the commercial class of pork carcasses according to the EUROP system.

Wyszczególnienie Specification		E	U	R	O	P
<i>musculus longissimus lumborum</i>						
Sucha masa [%] Dry matter	\bar{x}	26,47 ^a	26,45 ^a	26,90 ^{ab}	26,87 ^{ab}	27,53 ^b
	s / SD	0,95	1,55	1,12	1,15	0,68
Popiół [%] Ash	\bar{x}	1,25	1,20	1,20	1,14	1,13
	s / SD	0,24	0,14	0,18	0,23	0,18
Białko ogółem [%] Total protein	\bar{x}	22,98	23,03	22,57	22,50	22,62
	s / SD	1,50	1,74	2,08	1,98	1,34
Tłuszcz [%] Fat	\bar{x}	2,35 ^A	2,71 ^A	2,80 ^A	2,47 ^A	4,19 ^B
	s / SD	1,16	1,14	1,49	1,44	1,19
<i>musculus semimembranosus</i>						
Sucha masa [%] Dry matter	\bar{x}	25,05	25,51	25,63	25,17	25,23
	s / SD	1,29	1,10	1,94	0,98	1,88
Popiół [%] Ash	\bar{x}	1,25	1,23	1,20	1,17	1,15
	s / SD	0,21	0,15	0,19	0,19	0,15
Białko ogółem [%] Total protein	\bar{x}	22,46 ^b	22,55 ^b	22,04 ^{ab}	22,33 ^b	20,94 ^a
	s / SD	1,68	1,95	1,65	1,31	1,39
Tłuszcz [%] Fat	\bar{x}	1,93	2,21	2,03	2,68	2,64
	s / SD	0,88	1,48	1,36	1,29	1,70

Objaśnienia jak w tab. 1 / Explanatory notes as in Tab 1.

Mięsień najdłuższy lędźwi pozyskany z tusz zakwalifikowanych do najniższej klasy (P) zawierał jednak istotnie więcej tłuszczu (4,19%) w stosunku do mięsa tuczników z pozostałych klas EURO (2,35–2,80%). Litwińczuk i wsp. [8] podają podobne zależności odnoszące się do mięśnia najdłuższego grzbietu (od 2,85% w klasie E do 3,60% w klasie P) i czterogłowego uda (od 1,70 % w klasie E do 3,00% w klasie P).

W mięśniu półbłoniastym stwierdzono natomiast istotne różnice w zawartości białka. W mięsie z tusz z wyższych klas handlowych (E i U) średnia zawartość białka wynosiła odpowiednio 22,46 i 22,55%, a w klasie P jedynie 20,94%.

Daszkiewicz i Wajda [1] badając mięsień najdłuższy z tusz zakwalifikowanych do klasy E wykazali następujące średnie wartości: sucha masa – 25,09%, tłuszcz – 1,67%, białko – 21,31%. Wraz ze spadkiem mięsności istotnie zwiększała się zawartość suchej masy, jak również udział białka i tłuszczu. Kortz i wsp. [5] oznaczyli w mięsie tusz klasy E średnią zawartość białka na poziomie 21,85%, w U – 21,77%, R – 22,03, O – 21,86 i P – 21,84; sucha masa wynosiła: w klasie E – 26,06%, U – 26,24%, R – 26,75%, O – 26,64% i P – 26,92%; tłuszcz kształtował się na poziomie: w klasie E – 2,97%, U – 3,27%, R – 3,51%, O – 3,61%, P – 3,93%; zaś związki mineralne oznaczone jako popiół: E – 1,13%, U – 1,12%, R – 1,09%, O – 1,11%, P – 1,07%.

Wnioski

1. Pod względem wskaźników wodochłonności ocenianych mięśni tuczników nie stwierdzono znacznych różnic pomiędzy klasami handlowymi EUROP pod względem wycieku naturalnego, który w mięśniu najdłuższym lędźwi wyniósł odpowiednio: 4,8–6,1%, a w półbłoniastym 2,6–3,6%.
2. Oceniając skład chemiczny mięśnia najdłuższego grzbietu wykazano, że mięso z tusz klasy E odznaczało się istotnie niższą zawartością suchej masy i tłuszczu (26,47 i 2,35%) w porównaniu z klasą P (27,53 i 4,19%). Najmniej białka spośród porównywanych klas stwierdzono w mięśniu półbłoniastym tusz klasy P.

Literatura

- [1] Borzuta K.: Potrzeba doskonalenia polityki skupu surowca wieprzowego w przemyśle mięsnym. Trzoda Chlewna, 2003, **7**, 30-32.
- [2] Daszkiewicz T., Wajda S.: Jakość mięsa tusz tuczników zaliczonych do klasy E, U i R w systemie klasyfikacji EUROP. Prace i Mat. Zoot., 2002, Zeszyt Specjalny **13**, 31-36.
- [3] Honikiel K.O.: Reference methods for the assessment of physical characteristic of meat. Meat Sci., 1998, **49** (4), 447-448.
- [4] Kortz J., Karamucki T., Rybarczyk A., Gardzielewska J., Jakubowska M., Natalczyk-Szymkowska W.: Charakterystyka jakości mięsa wieprzowego pozyskiwanego z tusz klasyfikowanych w

- systemie EUROP na podstawie mięsności szacowanej aparatem Ultra Fom bądź metodą dysekcji. *Prace i Mat. Zoot.*, 2002, Zeszyt Specjalny **13**, 77-84.
- [5] Kortz J., Rybarczyk A., Karamucki T., Gardzielewska J., Jakubowska M., Natalczyk-Szymkowska W.: Charakterystyka jakości tuszy i podstawowego składu chemicznego mięsa tuczników o różnej mięsności określonej za pomocą aparatu ULTRA-FOM oraz metodą SKURTCH. *Prace i Mat. Zoot.*, 2002, Zeszyt Specjalny **13**, 85-92.
- [6] Krzęcio E., Zybert A., Sieczkowska H., Koćwin-Podsiadła M., Antosik K.: Wpływ mięsności tusz wieprzowych na wybrane cechy rzeźne i cechy jakości mięsa tuczników pogłowia masowego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2003, **4** (37) Supl., 194-203.
- [7] Lisiak D., Borzuta K., Jankowski M.: Wyniki monitoringu mięsności tusz tuczników pogłowia masowego. *Gosp. Mięś.*, 2004, **8**, 18-20.
- [8] Litwińczuk A., Skąlecki P., Grodzicki T., Kędzierska-Matysek M.: Jakość mięsa tuczników zakwalifikowanych do poszczególnych klas w systemie EUROP. *Annales UMCS*, 2002, vol. **XX**, sec. EE, 69-72.
- [9] Mazaraki J., Szeffer M., Łabecka S., Kisielnicka H.: Badania nad symbolem histobiologicznym jako wskaźnikiem użytkowości trzody chlewnej cz. I. Badania różnic międzyrasowych w wymiarze symbolu histobiologicznego tkanki mięśniowej trzody chlewnej. *Zesz. Nauk. WSR w Szczecinie*, 1968, **29**, 15-2.
- [10] Nishimura T., Hattori A., Takahashi K.: Structural weakening of intramuscular connective tissue during conditioning of beef. *Meat Sci.*, 1997, **39**, 127-133.
- [11] Ostrowski A., Blicharski T.: Problemy poprawy jakości tusz wieprzowych. *Mięso i Wędliny*, 1999, **3**, 46-50.
- [12] Sośnicki A., Domański J.: Występowanie włókien olbrzymich w tkance mięśniowej świń a wodnistość mięsa. *Gosp. Mięś.*, 1983, **2**, 17-18.
- [13] Szymańko T., Wyskiel S., Gajewczyk P.: Zależność między zdolnością utrzymywania wody a budową histologiczną tkanki mięśniowej świń. *Prace i Mat. Zoot.*, 2002, Zeszyt Specjalny **13**, 177-184.
- [14] Walczak Z.: Laboratoryjna metoda oznaczania galarety w konserwach mięsnych. *Roczniki Nauk Rolniczych*, 1959, **74-B-4**, 619.

MEAT QUALITY OF FATTENERS CLASSIFIED UNDER INDIVIDUAL CLASSES OF THE 'EUROP' SYSTEM

S u m m a r y

The objective of the paper was to compare the quality of meat obtained from fatteners the carcasses of which were classified under individual commercial classes according to the EUROP system. The investigations included 100 fatteners originating from a mass raising farm located in a region in central-eastern part of Poland. While analysing the natural drip loss from the muscles investigated, no significant differences were recorded among commercial classes of the EUROP system. When assessing the chemical composition of a longissimus dorsi muscle, it was indicated that the meat from carcasses classified under Class 'E' showed significantly lower contents of dry matter and fat compared with Class 'P'. However, the carcasses from Class 'E' and 'U' contained significantly more protein in a semitendinous muscle compared with the carcasses under Class 'P'.

Key words: fatteners, carcass classification, meat quality ☒

JAN MICIŃSKI, JANUSZ KLUPCZYŃSKI, HALINA OSTOJA,
MAREK CIERACH, MARIA DYMNICKA, ANDRZEJ ŁOZICKI,
TOMASZ DASZKIEWICZ

WPŁYW RASY I ŻYWIENIA BUHAJKÓW NA WYNIKI KLASYFIKACJI ICH TUSZ W SYSTEMIE EUROP ORAZ NA OCENĘ TEKSTURY MIĘSA

Streszczenie

Materiał doświadczalny stanowiły buhajki rasy hereford (14 szt.) i limousine (11 szt.) żywione kiszonką z kukurydzy, bądź kiszonką z traw jako paszami podstawowymi w dawkach pokarmowych. Po zakończonym opasie (420 ± 7 dni) buhajki ubijano w zakładach mięsnych. Po 24 h *post mortem* z prawych półtuszy pobierano próbki dwóch mięśni – najdłuższego grzbietu (*m. longissimus* – LD) i półścięgnistego (*m. semitendinosus* – ST), w których analizowano pH i teksturę mięsa.

Stwierdzono, że buhajki rasy limousine miały większą masę przedubojową i wskaźnik wydajności rzeźnej, a ich tusze oraz tusze buhajków żywionych kiszonką z kukurydzy zaliczono do wyższych klas uformowania i otłuszczenia w systemie EUROP. Ponadto stwierdzono, że mięso tych buhajków miało wyższe wartości pH_{48} , co wynikało z większej częstotliwości występowania u nich mięsa DFD. W badaniach odnotowano istotny wpływ rasy i zastosowanej diety na parametry tekstury mięsa. Mięso buhajków rasy limousine (mięsień LD i ST) charakteryzowało się mniejszą sprężystością oraz większą twardością, gumowatością, żuwalnością i siłą cięcia (mięsień LD). W obrębie grup żywieniowych stwierdzono niższą średnią wartość siły cięcia oraz większą twardość i gumowatość próbek mięśni ST oraz większą sprężystość mięśni LD pochodzących z tusz buhajków żywionych kiszonką z kukurydzy.

Słowa kluczowe: buhajki, rasa hereford, rasa limousine, żywienie, klasyfikacja EUROP, tekstura mięsa

Dr inż. J. Miciński, prof. dr hab. J. Klupczyński, Katedra Hodowli Bydła, UWM w Olsztynie, ul. Oczapowskiego 5, 10-718 Olsztyn, dr inż. T. Daszkiewicz, Katedra Towaroznawstwa Surowców Zwierzęcych, UWM w Olsztynie, ul. Oczapowskiego 5, 10-718 Olsztyn, dr H. Ostoja, prof. dr hab. M. Cierach, prof. nadzw., Katedra Technologii i Chemii Mięsa, UWM w Olsztynie, pl. Cieszyński 1, 10-718 Olsztyn, dr hab. M. Dymnicka, prof. SGGW, dr A. Łozicki, Katedra Żywienia Zwierząt i Gospodarki Paszowej SGGW w Warszawie, ul. Ciszewskiego 8, 02-786 Warszawa

Wprowadzenie

W odbiorze konsumenckim jedną z najistotniejszych cech jakościowych mięsa wołowego, składającą się na jego teksturę, jest kruchość. Może ona być kształtowana przez czynniki przyżyciowe m.in. rasę i sposób żywienia oraz czynniki poubojowe (obróbka poubojowa tusz, dojrzewanie mięsa).

Tyburcy i Pisula [13] podają, że intensywne żywienie bydła ma pozytywny wpływ na kruchość mięsa poprzez zwiększenie tempa syntezy kolagenu mającego większą liczbę wiązań termolabilnych oraz zwiększone odkładanie tłuszczu śródmięśniowego. Z kolei wzrost kruchości podczas dojrzewania mięsa spowodowany jest zmianami proteolitycznymi białek miofibrylarnych – troponiny, titiny i desminy oraz obecnością białek o ciężarze $30 \cdot 10^3$ Da [16]. Wyniki przeprowadzanych badań wskazują, że zarówno aktywność aparatu enzymatycznego uczestniczącego w procesach degradacji białek mięśniowych podczas dojrzewania mięsa, jak również zdolność odkładania tłuszczu śródmięśniowego, które biorą udział w kształtowaniu tekstury mięsa, pozostają w zależności m.in. z rasą bydła.

Celem pracy było określenie wpływu zróżnicowanego żywienia buhajków rasy limousine i hereford na wyniki klasyfikacji ich tusz w systemie EUROP oraz ocenę tekstury mięsa.

Materiał i metody badań

Materiał doświadczalny stanowiły buhajki ras: limousine (11 sztuk), pochodzące z gospodarstwa w Bałdach oraz hereford (14 sztuk) wyhodowane w gospodarstwie rolnym w Konradowie. Buhajki każdej z ras podzielono na dwie podgrupy i żywiono dawkami pokarmowymi złożonymi z różnych pasz objętościowych – kiszonek. W jednej podgrupie (KK) buhajki otrzymywały jako podstawę dawki kiszonkę z kukurydzy, zaś w drugiej (KT) kiszonkę z traw podsuszonych. W obydwu gospodarstwach zwierzęta otrzymywały tę samą podsuszoną balotowaną kiszonkę z traw i te same mieszanki treściwe, natomiast kiszonki z kukurydzy były produkowane w każdym z gospodarstw. Pasze objętościowe uzupełniano mieszankami treściwymi o wartości pokarmowej dostosowanej do paszy podstawowej, jakimi były kiszonki. W skład mieszanek treściwych wchodziły te same komponenty (śruty: jęczmienna, poekstrakcyjna rzepakowa, poekstrakcyjna sojowa i z pszenżyta oraz otręby pszenne, kreda pastewna i mieszanka witaminowo-mineralna), a różnicował je poziom białka dostosowany do rodzaju kiszonki. Dawki pokarmowe układano według norm IŻ-INRA [6], przyjmując dla buhajków rasy limousine przyrosty 1200 g/dzień, a dla buhajków rasy hereford 1100 g/dzień.

Buhajki od urodzenia do momentu odsadzenia (210 dni) przebywały przy matkach. Korzystały wówczas do woli z mleka matki i otrzymywały pasze

objętościowe z dodatkiem paszy treściwej. Po odsadzeniu przechodziły do wychowalni, gdzie przebywały w indywidualnych kojcach. Przez cały czas trwania doświadczenia żywieniowego (od 7 do 14 miesiąca życia buhajków) codziennie kontrolowano pobieranie paszy przez zwierzęta. Pasze były analizowane według metody weendeńskiej aparaturą firmy Tecator, w laboratorium Katedry Żywienia Zwierząt i Gospodarki Paszowej SGGW w Warszawie. Średnie dzienne pobranie składników pokarmowych przedstawiono w tab. 1.

Po zakończonym opasie (420 ± 7 dni), buhajki przewożono do zakładów mięsnych w Morlinach, gdzie ubijano je zgodnie z obowiązującymi normami. Po uboju ustalano masę tusz oraz dokonywano ich klasyfikacji w systemie EUROP.

T a b e l a 1

Średnie pobranie paszy i składników pokarmowych przez buhajki.
The mean intake of feed and nutrients by young bulls.

Pasze Feeds	Hereford		Limousine	
	KK	KT	KK	KT
Pasza [kg] / Feed [kg]				
Kisz. z kukurydzy Maize silage	10,10	-	11,44	-
Kisz. z traw Grass silage	-	8,85	-	11,73
Siano Hay	1,20	1,12	1,99	2,10
Pasza treściwa Concentrated feed	2,62	2,93	3,13	3,80
Pobranie składników pokarmowych / Feed value of the consumed rations (intake of nutrients)				
Sucha masa Dry matter	6,3	6,6	6,9	8,2
JPM / UFL	5,2	5,1	6,6	7,0
BTJN / PDIN [g]	583	618	696	796
BTJE / PDIE [g]	601	625	745	781

Objasnienia: / Explanatory notes:

JPM - jednostka paszowa produkcji mleka / UFL - forage unit for milk production;

BTJN - białko trawione w jelicie z przemian azotu w żwaczu / PDIN - protein truly digested in the small intestine allowed by nitrogen;

BTJE - białko trawione w jelicie z energii paszy / PDIE - protein truly digested in the small intestine allowed by energy.

Z wychłodzonych (24 h, temp. 2–3°C) prawych półtuszy pobierano wycinki mięśnia najdłuższego grzbietu (*m. longissimus* – LD) z okolic 13 kręgu piersiowego

oraz mięśnia półścięgnistego (*m. semitendinosus* – ST), które poddawano badaniom laboratoryjnym po upływie około 48 h od momentu uboju buhajków. W trakcie badań oznaczano wartość pH mięsa stosując pH-metr PHM80 wyposażony w elektrodę GK2401C, którą umieszczano bezpośrednio w każdym mięśniu oraz badano teksturę mięsa za pomocą analizatora tekstury, typ TA – XT2i firmy Stable Micro Systems, sprzężonego z komputerem, używając programu komputerowego Texture expert exceed. Analizę profilu tekstury mięsa wykonano metodą dwukrotnego ściskania [10]. Próbki mięsa gotowanego o wymiarach 10 x 10 x 10 mm poddawano podwójnemu ściskaniu (prostopadle do kierunku włókien mięśniowych) do połowy wysokości. Określano następujące parametry tekstury: twardość, sprężystość, kohezyność, gumowatość, żuwalność. Dokonano także pomiaru wartości siły cięcia (przystawka Warnera-Bratzlera) potrzebnej do przecięcia próbek o wymiarach 10 x 10 mm, wyciętych wzdłuż włókien mięśniowych z mięsa gotowanego przez 1 h w temp. 80°C.

Otrzymane wyniki opracowano dwuczynnikową analizą wariancji. Statystyczną istotność różnic między średnimi grup obliczano testem Duncana.

Wyniki i dyskusja

W przeprowadzonych badaniach buhajki rasy limousine charakteryzowały się zdecydowanie większą masą przedubojową i wyższym wskaźnikiem wydajności rzeźnej niż buhajki rasy hereford (tab. 2). Różnice między średnimi wartościami tych parametrów zostały potwierdzone statystycznie ($P \leq 0,01$). Uzyskane wyniki są oczywiste z uwagi na przynależność zwierząt analizowanych ras do grup bydła mięsnego o różnej wielkości [5].

T a b e l a 2

Masa przedubojowa i wydajność rzeźna buhajków.
Pre-slaughter weight and dressing yield of young bulls.

Wyszczególnienie Specification	Miara statyst. Statistical measure	Rasa Breed		Rodzaj żywienia Type of feeding	
		Hereford	Limousine	KK	KT
Liczebność Quantity	n	14	11	14	11
Masa ciała przed ubojem [kg] Pre-slaughter weight	\bar{x} v	476 ^A 8,97	613 ^B 14,90	571 17,32	540 19,02
Masa półtuszy ciepłych [kg] Hot half-carcass weight	\bar{x} v	263 ^A 9,73	390 ^B 13,21	346 21,70	316 23,80
Wydajność rzeźna ciepła [%] Hot dressing yield	\bar{x} v	55,30 ^A 2,18	63,86 ^B 3,83	60,23 7,26	58,08 6,93

Objaśnienia: / Explanatory notes:

Wartości średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami w obrębie cechy różnią się statystycznie istotnie ^{A,B} P ≤ 0,01; ^{a,b} P ≤ 0,05;

Mean values in rows denoted by different letters within the some parameter differ statistically significantly ^{A,B} P ≤ 0.01, ^{a,b} P ≤ 0.05.

Nie stwierdzono istotnego zróżnicowania średniej masy przedubojowej i wskaźnika wydajności rzeźnej buhajków z badanych grup żywieniowych (tab. 2). Większe wartości tych cech stwierdzono w grupie zwierząt żywionych kiszoną z kukurydzy.

Wyniki klasyfikacji tusz w systemie EUROP (tab. 3) wykazały zdecydowanie lepsze uformowanie tusz buhajków rasy limousine, które zaliczono do klas E (63,64%) i U (36,37%). W przypadku buhajków rasy hereford ich tusze zaklasyfikowano do klas uformowania R (85,71%) i O (14,29%). Tusze buhajków rasy hereford charakteryzowały się z kolei mniejszym otłuszczeniem (42,86% tusz w klasie 1 i 57,14% w klasie 2) niż tusze buhajków rasy limousine (18,18% tusz w klasie 1 i 81,82% tusz w klasie 2).

Analiza wpływu żywienia buhajków na wyniki klasyfikacji ich tusz w systemie EUROP (tab. 3) wykazała, że tusze zwierząt żywionych kiszoną z kukurydzy były częściej zaliczane do najwyższych klas uformowania (E i U) oraz wyższej (w obrębie stwierdzonych) klasy otłuszczenia (2) niż tusze zwierząt otrzymujących w dawce kiszoną z traw.

Tabela 3

Udział tusz buhajków w klasach EUROP [%].

Per cent content of the young bull carcasses in the EUROP classes [%].

Wyszczególnienie Specification	Rasa Breed		Rodzaj żywienia Type of feeding	
	Hereford	Limousine	KK	KT
Uformowanie: Musculature:				
E	-	63,64	28,57	27,27
U	-	36,37	21,43	9,09
R	85,71	-	50,00	45,46
O	14,29	-	-	18,18
Otłuszczenie: Fatness:				
1	42,86	18,18	28,57	36,37
2	57,14	81,82	71,43	63,64

Uzyskane wyniki są zgodne z wynikami badań Mandella i wsp. [1], którzy podają, że było rasy hereford i limousine różni się znacznie między sobą wydajnością

rzeźną i otłuszczeniem tuszy. Cytowani autorzy stwierdzili jednak, że bydło rasy hereford karmione nawet niskoenergetyczną dietą cechowało się większym otłuszczeniem w porównaniu z bydłem rasy limousine.

Jednym z podstawowych parametrów mięsa, na podstawie którego ocenia się jego jakość technologiczną, jest wartość pH. Stwierdzone w przeprowadzonych badaniach wysokie średnie wartości pH_u mięsa buhajków niezależnie od rasy, sposobu żywienia i badanego mięśnia (tab. 4 i 5), jednoznacznie wskazywały na występowanie wady DFD w badanym surowcu mięsnym. Szczegółowa analiza udziału próbek mięsa o cechach mięsa DFD (dane nie prezentowane) wykazała ich większy udział w obrębie buhajków rasy limousine (90,91% próbek mięśnia LD i 72,73% próbek mięśnia ST) oraz zwierząt żywionych kiszonką z kukurydzy (92,86% próbek mięśnia LD i 90,91% próbek mięśnia ST).

T a b e l a 4

Parametry tekstury mięśnia *m. longissimus* (LD) buhajków hereford i limousine.

Texture parameters of the *m. longissimus* (LD) of the young Hereford and Limousine bulls.

Wyszczególnienie Specification	Miara statyst. Statistical measure	Rasa Breed		Rodzaj żywienia Type of feeding	
		Hereford	Limousine	KK	KT
Liczebność / Quantity	n	14	11	14	11
pH ₄₈	\bar{x}	6,25	6,58	6,53	6,28
	v	5,45	6,53	5,22	6,45
Siła cięcia [N] Shear force	\bar{x}	92,43 ^a	104,80 ^b	81,78 ^A	116,32 ^B
	v	50,70	37,35	53,57	19,63
Twardość [N] Toughness	\bar{x}	31,98 ^A	49,61 ^B	38,21	40,91
	v	53,66	71,10	65,39	24,30
Sprężystość [mm] Springiness	\bar{x}	0,645 ^a	0,585 ^b	0,639 ^a	0,589 ^b
	v	11,50	8,24	8,53	9,14
Kohezynność Cohesion	\bar{x}	0,553	0,552	0,561	0,545
	v	8,14	8,20	8,17	8,31
Gumowatość [N] Gumminess	\bar{x}	17,35 ^A	27,24 ^B	21,27	22,00
	v	52,84	66,94	65,98	27,85
Żuwalność [J 10 ⁻³] Chewiness	\bar{x}	11,07 ^A	16,02 ^B	12,99	13,34
	v	50,64	64,33	64,88	32,39

Objaśnienia jak w tab. 2. / Explanatory notes as in Tab. 2.

Dużą częstotliwość występowania mięsa DFD u buhajków potwierdzają także inne badania. Ostoja i wsp. [10] podają, że w przypadku buhajków pochodzących z krzyżowania rasy czarno-białej z belgijską białą-błękitną, 83% próbek mięśnia LD

oraz 75% próbek mięśnia ST wykazywało cechy mięsa DFD. Korzeniowski i wsp. [8] wykorzystując do krzyżowania rasy mięsne wykazali, że wartość $pH_{48} > 6,2$ miało 90% próbek mięśnia LD i 40% próbek mięśnia ST pobranych z tusz buhajków. Zjawisko to jest następstwem dużej pobudliwości buhajków oraz wpływu stresu przedubojowego. Lowe i wsp. [9] podają, że zależność między reakcją na stres u buhajków i jakością mięsa jest bardzo wyraźna, a spowodowane to jest przede wszystkim spadkiem zawartości glikogenu. Stres może spowodować u bydła utratę 11 $\mu\text{mol/g}$ glikogenu w ciągu jednej godziny [15].

Tabela 5

Parametry tekstury mięśnia *m. semitendinosus* (ST) buhajków hereford i limousine.
Texture parameters of the *m. semitendinosus* (ST) of the young Hereford and Limousine bulls.

Wyszczególnienie Specification	Miara statyst. Statistical measure	Rasa Breed		Rodzaj żywienia Type of feeding	
		Hereford	Limousine	KK	KT
Liczebność / Quantity	n	14	11	14	11
pH_{48}	\bar{x}	6,03	6,41	6,30	6,13
	v	4,78	6,58	5,15	6,51
Siła cięcia [N] Shear force	\bar{x}	99,10 ^a	96,14 ^b	96,78 ^a	99,03 ^b
	v	16,50	29,34	25,96	21,49
Twardość [N] Toughness	\bar{x}	39,19 ^A	55,16 ^B	48,20 ^a	43,92 ^b
	v	28,19	50,54	43,71	26,72
Sprężystość [mm] Springiness	\bar{x}	0,629	0,603	0,618	0,618
	v	8,35	10,93	9,14	6,75
Kohezjność Cohesion	\bar{x}	0,571	0,543	0,561	0,559
	v	6,76	7,31	4,78	6,47
Gumowatość [N] Gumminess	\bar{x}	22,33 ^a	29,66 ^b	26,35	24,78
	v	29,35	46,04	41,65	30,34
Żuwalność [$J \cdot 10^{-3}$] Chewiness	\bar{x}	14,29 ^A	18,39 ^B	16,52	15,76
	v	35,51	47,96	46,26	37,02

Objaśnienia jak w tab. 2. / Explanatory notes as in Tab. 2.

W ocenie konsumentkiej jednym z głównych wyznaczników jakości mięsa kulinarnego jest jego kruchość. W badaniach naukowych często jej instrumentalnym odzwierciedleniem jest wartość siły cięcia. Z analizy danych zawartych w tab. 4. i 5. wynika, że próbki mięśni LD buhajków rasy limousine odznaczały się wyraźnie większą ($P \leq 0,05$) wartością siły cięcia niż mięso buhajków rasy hereford. Z kolei wynik pomiaru siły cięcia próbek mięśnia ST, pomimo stwierdzonej statystycznie

istotnej ($P \leq 0,05$) różnicy między średnimi grup rasowych, należy uznać za zbliżony (różnica 3 N). W badaniach przeprowadzonych przez Mandell i wsp. [1] także stwierdzono, że mięso uzyskane z bydła rasy hereford odznaczało się niższą wartością siły cięcia oraz korzystniejszą oceną kruchości w porównaniu z mięsem bydła rasy limousine.

W badaniach stwierdzono istotny wpływ żywienia buhajków na pomiar siły cięcia mięsa. W przypadku obu badanych mięśni niższą średnią wartością siły cięcia charakteryzowały się mięśnie buhajków żywionych kiszonką z kukurydzy. Należy przy tym podkreślić, że tak jak w przypadku analizy wpływu rasy, znacznie wyraźniej różnica ta zaznaczała się w obrębie mięśni LD.

Wpływ żywienia (trawa, trawa i zboże) na kruchość mięsa wołowego wykazali Xiong i wsp. [16]. Ich zdaniem zastosowanie diety wysokoenergetycznej może być przyczyną wzrostu zawartości kolagenu rozpuszczalnego. Z kolei Vestergaard i wsp. [14] podają, że mięso buhajków żywionych na pastwisku odznaczało się mniejszą ilością tłuszczu międzymięśniowego i było mniej kruche.

W badaniach Belew i wsp. [2], którzy przebadali kruchość 40 różnych mięśni, *m. semitendinosus* sklasyfikowali jako „średnio twarde”, a *m. longissimus lumborum* jako „kruchy”. Wyniki przeprowadzonych badań własnych nie potwierdziły do końca tej klasyfikacji, co mogło wynikać z dużej zmienności wartości pH_u mięsa w obrębie grup doświadczalnych. Także cytowani autorzy wskazywali, że siła cięcia mięsa DFD (pH 6,2 do 6,7) była istotnie niższa niż mięsa normalnego (pH 5,5 do 5,8).

Przeprowadzona w badaniach, testem dwukrotnego ściskania (TPA), analiza profilu tekstury mięsa (tab. 4 i 5) wykazała istotny wpływ (różnice potwierdzone statystycznie) rasy buhajków na takie parametry, jak: twardość, gumowatość, sprężystość i żuwalność mięsa. Mięso buhajków rasy limousine charakteryzowało się większą twardością, gumowatością i żuwalnością, przy jednocześnie mniejszej sprężystości. Zależność ta została stwierdzona w przypadku obu badanych mięśni.

Uzyskane wyniki korespondują z wynikami badań przeprowadzonych przez Chambaz i wsp. [4], w których wykazano, że poszczególne rasy bydła mogą znacznie różnić się jakością mięsa mimo zastosowanego takiego samego żywienia.

W obrębie grup żywieniowych stwierdzono większą twardość i gumowatość próbek mięśni ST oraz większą sprężystość mięśni LD pochodzących z tusz buhajków żywionych kiszonką z kukurydzy.

Wnioski

1. Buhajki rasy limousine w wieku 420 (± 7) dni odznaczały się istotnie większą średnią masą przedubojową (o 137 kg) oraz wyższym wskaźnikiem wydajności rzeźnej (o 8,56%) niż buhajki rasy hereford. Nie stwierdzono istotnego wpływu na te cechy żywienia buhajków kiszonką z kukurydzy i traw.

2. Wyniki klasyfikacji tusz w systemie EUROP wykazały, że tusze buhajków rasy limousine oraz zwierząt żywionych kiszonką z kukurydzy charakteryzowały się lepszym uformowaniem oraz większym otłuszczeniem niż tusze buhajków żywionych kiszonką z traw.
3. Stwierdzone wysokie średnie wartości pH_u mięsa buhajków niezależnie od rasy, sposobu żywienia i badanego mięśnia wskazywały na problem występowania wady DFD w badanym surowcu mięsnym. Większy udział próbek mięsa z wadą DFD stwierdzono w obrębie buhajków rasy limousine oraz zwierząt żywionych kiszonką z kukurydzy.
4. Mięso buhajków rasy limousine (mięsień LD i ST) charakteryzowało się większą twardością, gumowatością, żuwalnością i siłą cięcia (mięsień LD). W obrębie grup żywieniowych stwierdzono większą twardość i gumowatość próbek mięśni ST oraz większą sprężystość mięśni LD pochodzących z tusz buhajków żywionych kiszonką z kukurydzy. W przypadku obu badanych mięśni, niższą średnią wartością siły cięcia charakteryzowały się mięśnie buhajków żywionych kiszonką z kukurydzy.

Literatura

- [1] Mandell B., Gullett E.A., Wilton J.W., Allen O.B., Kemp R.A.: Effects of breed and dietary energy content within breed on growth performance, carcass and chemical composition, and beef quality in Hereford and Simmental steers. *Can. J. Anim. Sci.*, 1998, **78** (4), 533-541.
- [2] Belew J.B., Brooks J.C., McKenna D.R., Savell J.W.: Warner-Bratzler shear evaluation of 40 bovine muscles. *Meat Sci.*, 2003, **64**, 507-512.
- [3] Beltrain J.A., Jaime I., Santolaria P., Sanudo C., Alberti P., Roncales P.: Effect of stress-induced high post-mortem pH on protease activity and tenderness of beef. *Meat Sci.*, 1997, **45**, 201-207.
- [4] Chambaz A., Scheeder M.R.L., Kreuzer M., Dufey P.A.: Meat quality of Angus, Simmental, Charolaise and Limousine steers compared at the same intramuscular fat content. *Meat Sci.*, 2003, **63**, 461-500.
- [5] Dobicki A., Szulc T.: Hodowla i kierunki produkcji żywca wołowego na trwałych użytkach zielonych. Referat na III Konf. Nauk. nt.: Hodowla bydła i kierunki produkcji żywca wołowego na trwałych użytkach zielonych. Sława Śląska, 28-29.06.1990. Wyd. AR Wrocław. 1990, s. 1-20.
- [6] IŻ-INRA.: Standards of cattle, sheep and goat nutrition (in Polish), national research. Institute of Animal Production. Kraków 2001.
- [7] Kołczak T.: Wpływ czynników poubojowych na kruchość wołowiny. *Gosp. Mięś.*, 2000, **5**, 28-31.
- [8] Korzeniowski W., Ostoja H., Wroński M., Pogorzelska J., Kijak Z., Groth I.: Jakość mięsa buhajków z krzyżówek towarowych. *Gosp. Mięś.*, 1998, **6**, 40-44.
- [9] Lowe T.E., Devine C.E., Wells R.W., Lynch L.L.: The relationship between post-mortem urinary catecholamines, meat ultimate pH, and shear force in bulls and cows. *Meat Sci.*, 2004, **67**, 251-260.
- [10] Ostoja H., Korzeniowski W., Pogorzelska J., Kijak Z., Groth I., Wroński M.: Effect of commercial crossbreeding of black-and-white cows with charolaise and belgian blue-and-white on physico-chemical properties of meat. *Natur. Sci.*, 1999, **2**, 201-209.

- [11] Palka K.: Roasting-induced changes in texture and fibre microstructure of bovine *semitendinosus* muscle. Pol. J. Food Nutr. Sci. 2000, **9/50,(2)**, 41-45.
- [12] Renand G., Picard B., Touraille C., Berge P., Lepetit J.: Relationships between muscle characteristics and meat quality traits of young Charolaise bulls. Meat Sci., 2001, **59**, 49-60.
- [13] Tyburcy A., Pisula A.: Czynniki wpływające na jakość kulinarnego mięsa wołowego. Mięso i Wędliny. 1999, **4**, 20-22.
- [14] Vestergaard M., Therkildsen M., Henckel P., Jensen L.R., Andersen H.R., Sejrsen K.: Influence of feeding intensity, grazing, and finishing feeding on meat and eating quality of young bulls and the relationship between muscle fibre characteristics, fibre fragmentation, and meat tenderness. Meat Sci., 2000, **54**, 187-195.
- [15] Wichłacz H.: Wpływ postępowania z bydłem przed ubojem na przydatność mięsa do celów kulinarnych. Gosp. Mięś. 1995, **12**, 58-60.
- [16] Xiong Y.L., Moody W.G., Blanchard S.P., Liu G., Burris W.R.: Post-mortem proteolytic and organoleptic changes in hot-boned muscle from grass- and grain-fed and zeranol – implanted cattle. Food Res. Inter., 1996, **29 (1)**, 27-34.

**THE EFFECT OF BREED AND FEEDING OF YOUNG BULLS ON THE CLASSIFICATION
RESULTS OF THEIR CARCASSES UNDER THE 'EUROP' SYSTEM
AND ON THE EVALUATION OF THEIR MEAT TEXTURE**

S u m m a r y

The material investigated included 14 young Hereford bulls and 11 young Limousine bulls fed on maize or grass silages as the basic feeds contained in rations of feeding. As soon as the fattening was accomplished (420 ± 7 days), the bulls were slaughtered in a meat plant. 24 h post-mortem, samples of two muscles, i.e. m. longissimus – LD and m. semitendinosus – ST, were taken from the right half carcasses and their pH value and meat texture were analysed. It was stated that the Limousine bulls had a higher pre-slaughter weight and a higher dressing yield, and their carcasses, as well as the carcasses of young bulls fed on maize silages were classified under the higher classes of musculature and fatness according to the EUROP system. Furthermore, it was stated that the meat of these young bulls had higher pH₄₈ owing to the fact that a DFD meat occurred in them more often (with higher frequency). During the investigations performed, it was also reported that both the breed and the feed diet applied had the significant effect on parameters of the meat texture. The meat from the Limousine bulls (the muscles LD and ST) had a lower springiness and a higher toughness, gumminess, chewiness, and shear force (the muscle LD). Within the feed groups, it was stated that the samples of ST muscle in meat from the bulls fed on maize silages showed a lower mean value of shear force and a higher toughness and gumminess whereas the samples of LD muscles in meat of the same young bulls had a higher springiness.

Key words: young bulls, Hereford breed, Limousine breed, feeding, EUROP classification, meat texture



WŁADYSŁAW MIGDAŁ, DOROTA WOJTYSIAK, PIOTR PAŚCIAK

**PROFIL HISTOCHEMICZNY MIĘŚNI TUCZNIKÓW
W ZALEŻNOŚCI OD RODZAJU MIĘŚNIA, PŁCI, RASY,
MASY CIAŁA I ŻYWIENIA**

Streszczenie

Mięśnie szkieletowe świń mają określony profil włókien mięśniowych, który decyduje nie tylko o charakterze czynnościowym mięśnia, ale również o wartości technologicznej i kulinarnej. Przeprowadzono 5 doświadczeń, w których bezpośrednio po uboju tuczników (do 20 min) pobierano i zamrażano w ciekłym azocie próbki mięśni. Przeprowadzono reakcję histochemiczną na aktywność NADH2 (diaforazy) i wyróżniono trzy typy włókien mięśniowych: I – włókna czerwone, IIA – włókna pośrednie i IIB – włókna białe. Stwierdzono, że liczba włókien mięśniowych jest określona genetycznie, a występujące w niej zmiany mogą być spowodowane różnicami rasowymi (schematem krzyżowania). Tuczniaki mieszańce po knurach rasy pietrain charakteryzowały się największym udziałem włókien mięśniowych białych, a najmniejszym udziałem włókien czerwonych w porównaniu z tucznikami mieszańcami po knurach rasy duroc. W mięśniach tych tuczników występowały najczęściej zmiany wielkości włókien. Średnica włókien mięśniowych uzależniona była od rasy, żywienia (lub dodatków np. izomerów CLA), masy ciała oraz rodzaju mięśnia. Płeć nie miała wpływu na kompozycję poszczególnych typów włókien mięśniowych, wpływała natomiast na średnicę włókien mięśniowych białych i pośrednich. Wraz ze wzrostem masy ciała zwiększała się średnica włókien mięśniowych. Procentowy udział włókien mięśniowych oraz średnica tych włókien zależały nie tylko od rodzaju mięśnia, ale również od miejsca pobrania próby w obrębie tego samego mięśnia.

Słowa kluczowe: tuczniaki, rasa, płeć, masa ciała, żywienie, mięśnie, profil histochemiczny

Wprowadzenie

Jakość wieprzowiny, jej walory dietetyczne i przydatność technologiczna uzależnione są zarówno od czynników genetycznych, jak i środowiskowych, szczególnie żywieniowych [6]. Z dotychczasowych badań wynika, że wielkość i ilość

Prof. dr hab. W. Migdał, Katedra Przetwórstwa Produktów Zwierzęcych, Wydz. Technologii Żywności, Akademia Rolnicza, ul. Balicka 122, 30-149 Kraków, dr D. Wojtysiak, Katedra Rozrodu i Anatomii Zwierząt, Wydz. Hodowli i Biologii Zwierząt, Akademia Rolnicza, al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków, dr inż. P. Paściak, Ecopig, 41-510 Wojkowice Kościelne 28

poszczególnych typów włókien decydują o „charakterze czynnościowym” mięśnia, a tym samym o jego jakości oraz wartości technologicznej i kulinarnej [6]. Każdy mięsień szkieletowy ssaków ma określony profil typów włókien mięśniowych, który decyduje o jego fizjologicznej funkcji [11]. Różnice pomiędzy poszczególnymi typami włókien mięśniowych polegają głównie na ich właściwościach metabolicznych tj. metabolizmie oksydacyjnym. Brooke i Kaiser [2] sklasyfikowali włókna mięśniowe, uwzględniając aktywność ATP-azy miozynowej, wyróżniając włókna mięśniowe I – czerwone (skurcz wolny, odporne na zmęczenie) i II – białe (skurcz szybki, wrażliwe na zmęczenie). Greaser i wsp. [13], używając monoklonalnych przeciwciał skierowanych przeciw różnym izoformom miozyny (MyHC), podzielili włókna mięśniowe na: I – wolne o metabolizmie oksydacyjnym, IIB – szybkie o metabolizmie glikolitycznym oraz IIX lub IIA – szybkie o metabolizmie oksydacyjno-glikolitycznym. Karlsson i wsp. [20] stwierdzili, że istnieje korelacja pomiędzy klasyfikacją włókien mięśniowych uwzględniającą aktywność ATP-azy miozynowej i klasyfikacji opartej na obecności różnych izoform miozyny (MyHC). Znane są zależności pomiędzy proporcją poszczególnych typów włókien mięśniowych oraz ich średnicą a jakością technologiczną i konsumpcyjną mięsa [5, 7, 15, 29, 35]. Stąd też poprzez zmiany w kompozycji oraz wielkości włókien mięśniowych można wpływać nie tylko na „charakter czynnościowy” mięśnia, lecz także na jego jakość [6, 13, 19]. Z dotychczasowych badań wynika, że liczba włókien mięśniowych jest ustalona genetycznie, a występujące w niej zmiany mogą być związane z żywieniem [14, 21, 31], wiekiem i masą ciała [4, 23], intensywną selekcją [3] czy różnicami rasowymi [11, 12, 19, 24, 25, 26, 30]. Wiele wskazuje też na to, że biologiczne różnice między samcami i samicami, sposób zachowania, aktywność fizyczna może wpływać na profil włókien mięśniowych [17, 18, 26, 32, 33]. Ponadto występuje zróżnicowanie w kompozycji włókien mięśniowych poszczególnych mięśni (np. pomiędzy mięśniem najdłuższym *m. longissimus* a mięśniem półbłoniastym *m. semimembranosus*), jak i w różnych częściach tego samego mięśnia [16, 27, 34]. Prace z zakresu genetyki mające na celu zwiększenie mięsności świń spowodowały zakłócenie mechanizmów regulacyjnych organizmu. Efektem tego jest wystąpienie zmian histopatologicznych: zmiany wielkości i kształtu włókien (włókna: atroficzne, hipertroficzne-olbrzymie, trójkątne, trapezowate, kwadratowe), zmiany zwyrodnieniowe (przerost tkanki łącznej) oraz martwica włókien. Zmiany te występują najczęściej u tuczników z udziałem świń ras pietrain lub belgijskiej zwislouchej i wpływają na pogorszenie jakości mięsa wieprzowego. Polskie tuczniki nie są wolne od zmian patologicznych w mięśniach [1].

Celem podjętych badań było porównanie kompozycji i grubości włókien mięśniowych w mięśniach tuczników w zależności od schematu krzyżowania, płci, masy ciała, żywienia oraz rodzaju mięśnia.

Materiał i metody badań

Przeprowadzono 5 różnych doświadczeń, w których bezpośrednio po uboju tuczników (do 20 min) pobierano próbki mięśni i zamrażano je w ciekłym azocie. Następnie w temp. -25°C próbki skrawano w kriostacie typu Slee MEV (Niemcy) na skrawki grubości $10\ \mu\text{m}$. W celu wyróżnienia trzech typów włókien mięśniowych (I – włókna czerwone o wysokiej aktywności enzymatycznej, IIA – włókna pośrednie o średniej aktywności oraz IIB – włókna białe o słabej aktywności enzymatycznej – według Brooke i Kaisera [2]) przeprowadzono reakcję histochemiczną na aktywność diaforazy [9]. Udział procentowy poszczególnych typów włókien mięśniowych obliczano w mikroskopie świetlnym Nikon E600 na podstawie oceny 30 wiązek mięśniowych, natomiast średnicę (największą) trzech typów włókien oceniano na przekrojach poprzecznych co najmniej 300 włókien z każdej analizowanej próbki, zgodnie z metodą podaną przez Brooke i wsp. [2]. Pomiary prowadzono przy użyciu programu komputerowego MultiScan Base98. Wyniki opracowano statystycznie obliczając średnią arytmetyczną i odchylenie standardowe ($\bar{x} \pm s$) analizowanych pomiarów. Do oceny istotności różnic między wartościami średnimi pomiarów zastosowano test *t*-Studenta ($p \leq 0,05$).

Doświadczenie I – Wpływ płci na cechy mikrostruktury m. longissimus thoracis i m. longissimus lumborum

Badania przeprowadzono na 6 loszkach i 6 wieprzkach mieszańcach [$\text{♀}(\text{♀pbz} \times \text{♂wbp}) \times \text{♂linia 990}$] pochodzących z tego samego miotu. Po uzyskaniu masy ciała ok. 105 kg tuczniki poddawano ubojowi, a następnie (do 20 min) z prawej półtuszy pobierano próbki mięśnia najdłuższego *m. longissimus thoracis* (LT) na wysokości szóstego kręgu piersiowego oraz *m. longissimus lumborum* (LL) na wysokości piątego kręgu lędźwiowego.

Doświadczenie II – Wpływ rasy na cechy mikrostruktury m. longissimus

Badania przeprowadzono na 30 tucznikach pochodzących z trzech różnych miotów (po 5 loszek i 5 wieprzków z każdego miotu). Trzy lochy rasy polskiej białej zwislouchej, będące pełnymi siostrami, pokryto knurami ras: duroc, hampshire lub pietrain i otrzymano tuczniki mieszańce LD ($\text{♀pbz} \times \text{♂duroc}$), LH ($\text{♀pbz} \times \text{♂hampshire}$), oraz LP ($\text{♀pbz} \times \text{♂pietrain}$). Po uzyskaniu masy ciała ok. 115 kg tuczniki poddawano ubojowi, a następnie (do 20 min) z prawej półtuszy pobierano próbki mięśnia najdłuższego *m. longissimus* między 13. a 14. żebrzem.

Doświadczenie III – Wpływ masy ciała na cechy mikrostruktury m. semimembranosus

Badania przeprowadzono na 8 tucznikach mieszańcach [$\text{♀}(\text{♀pbz} \times \text{♂wbp}) \times \text{♂pietrain}$] pochodzących z tego samego miotu (4 loszki i 4 wieprzki). Połowę

zwierząt (2 loszki i 2 wieprzki) poddawano ubojowi po osiągnięciu masy ciała ok. 100 kg, a pozostałe po osiągnięciu masy ciała 130 kg. Do 20 min po uboju z prawej półtuszy pobierano próbki mięśnia półbłoniastego *m. semimembranosus*.

Doświadczenie IV – Wpływ diety – dodatek olejów kukurydzianego, słonecznikowego lub izomerów sprzężonego kwasu linolowego – CLA na cechy mikrostruktury m. semimembranosus

Badania przeprowadzono na 36 tucznikach mieszańcach [♀(♀wbp × ♂pbz) × ♂pietrain)] przydzielonych losowo do trzech grup żywieniowych (n = 12 w tym 6 loszek i 6 wieprzków). W grupie I zastosowano dodatek oleju kukurydzianego do paszy w ilości 2%, w grupie II dodatek oleju słonecznikowego w ilości 2%, a w grupie III dodatek 2% izomerów sprzężonego kwasu linolowego (CLA). Mieszanka treściwa dla tuczników zawierała 17,75% białka ogółem; 4,79% ekstraktu eterowego; 2,74% włókna surowego; 13,2 MJ/kg energii metabolicznej kalkulowanej; 0,82% ogólnego Ca; 0,30% P strawnego. Do badań histochemicznych pobierano próbki mięśnia półbłoniastego *m. semimembranosus* (do 20 min po uboju).

Doświadczenie V – Różne części mięśnia półścięgnistego m. semitendinosus a jego mikrostruktura

Do badań histochemicznych pobierano, do 20 min po uboju, 3 próbki mięśnia półścięgnistego *m. semitendinosus*. – przy przyczepie początkowym (część dogłowowa), końcowym (część doogonowa) oraz z części środkowej – od 6 loszek (program hodowlany JSR NEWSHAM) o masie ciała ok. 105 kg.

W okresie wzrostu zwierzęta były żywione zgodnie z Normami Żywienia Świń (1993) pełnodawkową mieszanką treściwą.

Wyniki i dyskusja

Na podstawie profilu histochemicznego mięśnia najdłuższego (*m. longissimus thoracis* i *m. longissimus lumborum*) loszek i wieprzków (tab. 1) dowiedziono, że najliczniejszą grupę stanowiły włókna mięśniowe białe o największej średnicy, a najmniej liczne były włókna pośrednie i czerwone o najmniejszej średnicy. Potwierdzają to wcześniejsze badania prowadzone na świniami przez innych autorów [10, 26]. Procentowy udział badanych typów włókien mięśniowych nie był uzależniony od płci tuczników. Stwierdzono natomiast wpływ płci na średnicę włókien mięśniowych białych i pośrednich. Znajduje to potwierdzenie we wcześniejszych badaniach przeprowadzonych na świniami przez Kłosowską [22]. W *m. longissimus thoracis* i *m. longissimus lumborum* wieprzków stwierdzono większe średnice włókien białych w porównaniu z loszkami. Zmiana grubości włókien mięśniowych białych może w pewnym stopniu wpływać na jakość mięsa. Cameron i wsp. [6] twierdzą, że

wzrost grubości włókien mięśniowych białych dodatnio koreluje z kruchością, a ujemnie z soczystością mięsa, natomiast większa grubość włókien mięśniowych czerwonych dodatnio koreluje z soczystością, a ujemnie z kruchością. Wzrost grubości włókien mięśniowych pośrednich może być związany z wielkością przyrostów dziennych masy ciała [26, 29].

Tabela 1

Zawartość oraz średnica włókien mięśniowych w mięśniu najdłuższym klatki piersiowej (*m. longissimus thoracis*) i mięśniu najdłuższym lędźwi (*m. longissimus lumborum*) tuczników.

Content and diameter of muscle fibres in *m. longissimus thoracis* and in *m. longissimus lumborum* in fatteners.

Typy włókien Fibre types	Wieprzki / Bars				Loszki / Gilts			
	<i>m. longissimus thoracis</i>		<i>m. longissimus lumborum</i>		<i>m. longissimus thoracis</i>		<i>m. longissimus lumborum</i>	
	\bar{x}	s / SD	\bar{x}	s / SD	\bar{x}	s / SD	\bar{x}	s / SD
Zawartość włókien mięśniowych [%] / Per cent content of muscle fibres [%]								
Czerwone / Red (I)	18,66	1,56	22,18	3,52	19,84	1,52	21,81	2,65
Pośrednie Intermediate IIA	11,97	1,26	14,29	3,43	15,66	1,24	15,83	1,83
Białe / White (IIB)	69,37	2,19	63,53	5,59	64,50	2,22	62,36	3,91
Średnica włókien mięśniowych [μm] / Diameter of muscle fibres [μm]								
Czerwone / Red (I)	52,14 ^{ax}	1,94	78,11 ^{bx}	3,15	52,77 ^{ax}	1,77	62,91 ^{by}	2,06
Pośrednie Intermediate (IIA)	59,31 ^{ax}	2,14	93,45 ^{bx}	3,29	61,64 ^{ax}	2,01	69,25 ^{by}	1,59
Białe / White (IIB)	72,64 ^{ax}	1,81	100,67 ^{bx}	3,09	68,72 ^{ax}	1,65	78,99 ^{by}	2,22

Objaśnienia: / Explanatory notes:

\bar{x} – wartość średnia / mean value; s – odchylenie standardowe / SD – standard deviation;

a, b – (w obrębie płci) – wartości średnie odnoszące się do mięśni, oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy $p < 0,05$;

a, b – (within each gender) – mean values referring to muscles and denoted by different letters differ statistically significant at $p < 0,05$;

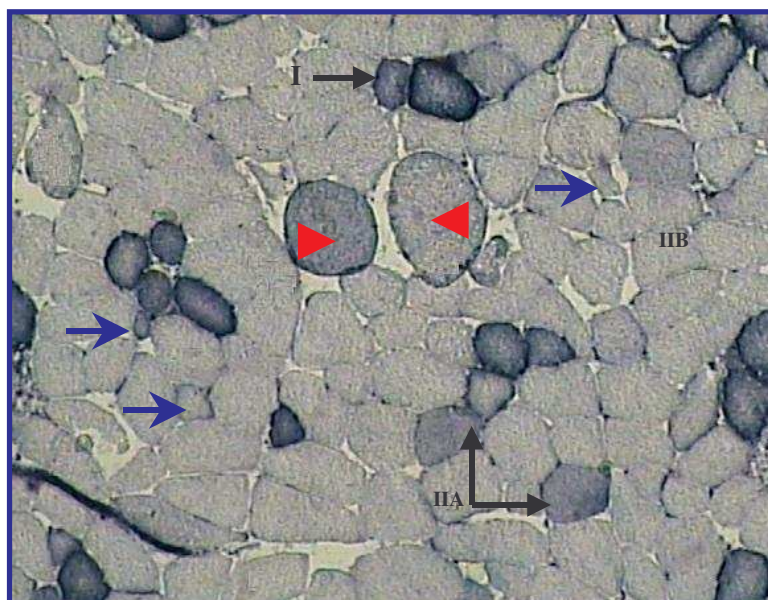
x, y – (w obrębie mięśni) – wartości średnie odnoszące się do płci, oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy $p < 0,05$;

x, y – (within the muscles) – mean values referring to genders and denoted by different letters differ statistically significant at $p < 0,05$.

Wyniki uzyskane w doświadczeniu II wskazują na wpływ genotypu (rasy knura) na profil histochemiczny mięśnia najdłuższego (*m. longissimus*) (tab. 2). Tuczники mieszańce po knurach rasy pietrain charakteryzowały się największym udziałem włókien mięśniowych białych, a najmniejszym udziałem włókien czerwonych w porównaniu z tucznikami mieszańcami po knurach rasy duroc. Ponadto średnica włókien mięśniowych białych i czerwonych tuczników po knurach rasy pietrain była

statystycznie istotnie większa w porównaniu z tucznikami po knurach rasy duroc i hampshire. Brocks i wsp. [3] oraz Kłosowska i Fiedler [25] uważają, że udział poszczególnych włókien mięśniowych jest uwarunkowany genetycznie i jest charakterystyczny dla poszczególnych ras i mieszańców. Ruusunen i Puolanne [30] stwierdzili, że mięśnie świń rasy hampshire mają charakter oksydatywny (przewaga włókien czerwonych) w porównaniu z mięśniami świń rasy landrace czy yorkshire. Kłosowska i Fiedler [25] sugerują, że większy udział włókien typu glikolitycznego, włókien angulanych oraz olbrzymich wiąże się z genetyczną predyspozycją do występowania wodnistości mięsa u świń.

Na fot. 1. przedstawiono przekrój wiązki mięśniowych *m. longissimus lumborum* tuczników po knurze rasy pietrain. Na uwagę zasługuje występowanie zmian wielkości i kształtu włókien – włókna olbrzymie oraz zniekształcone.



(I) – włókna czerwone - red fibres; (IIA) - włókna pośrednie - intermediate fibres;
 (IIB) - włókna białe - white fibres; (▶) – włókna olbrzymie – giant fibres; (→) – włókna zniekształcone – angular fibres

Fot. 1. Struktura włókien mięśniowych *m. longissimus lumborum* tuczników.
 Phot. 1. Structure of muscle fibres of *m. longissimus lumborum* in fatteners.

W tab. 3. przedstawiono wpływ masy ciała w dniu uboju na profil histochemiczny włókien mięśniowych tuczników mieszańców po knurach rasy pietrain. Wraz ze zwiększeniem masy ciała tuczników zwiększał się udział włókien mięśniowych

białych, a zmniejszał włókien czerwonych. Zwiększała się również średnica wszystkich

Tabela 2

Udział oraz średnica włókien mięśniowych *m. longissimus* tuczników mieszańców ($\bar{x} \pm s$).
Content and diameter of muscle fibres in *m. longissimus* in fatteners - crossbreeds ($\bar{x} \pm SD$).

Typy włókien / Fibre types	♀ rasy pbz / ♀ Polish landrace ×		
	♂ Duroc	♂ Hampshire	♂ Pietrain
Udział włókien mięśniowych [%] / Per cent content of muscle fibres [%]			
Czerwone / Red (I)	13,8 ± 1,6 ^a	7,8 ± 1,4 ^b	6,3 ± 2,1 ^b
Pośrednie / Intermediate (IIA)	10,4 ± 2,1	12,1 ± 1,7	10,3 ± 2,2
Białe / White (IIB)	76,8 ± 1,7 ^a	80,1 ± 1,4 ^b	83,4 ± 1,5 ^c
Średnica włókien mięśniowych [µm] / Diameter of muscle fibres [µm]			
Czerwone / Red (I)	72,1 ± 2,1 ^a	83,1 ± 1,6 ^b	90,8 ± 1,9 ^c
Pośrednie / Intermediate (IIA)	80,9 ± 1,4	79,6 ± 2,1	80,3 ± 1,2
Białe / White (IIB)	72,1 ± 2,1 ^a	83,1 ± 1,6 ^b	90,8 ± 1,9 ^c

Objaśnienia: / Explanatory notes:

a, b, c (w rzędach) – wartości średnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy $p < 0,05$ / mean values denoted by different letters differ statistically significant at $p < 0,05$.

Tabela 3

Udział oraz średnica włókien mięśniowych *m. semimembranosus* tuczników mieszańców w zależności od masy ciała ($\bar{x} \pm s$).

Content and diameter of muscle fibres in *m. semimembranosus* in fatteners - crossbreeds depending on the body weight ($\bar{x} \pm SD$).

Typy włókien / Fibre types	Masa ciała / Body weight [kg]	
	100 kg	130 kg
Udział włókien mięśniowych [%] / Per cent content of muscle fibres [%]		
Czerwone / Red (I)	24,18 ± 1,01 ^{bx}	15,6 ± 1,1 ^{cy}
Pośrednie / Intermediate (IIA)	14,11 ± 0,99 ^{bx}	13,8 ± 1,4 ^{bx}
Białe / White (IIB)	61,56 ± 1,24 ^{ax}	70,6 ± 1,9 ^{ay}
Średnica włókien mięśniowych [µm] / Diameter of muscle fibres [µm]		
Czerwone / Red (I)	57,22 ± 2,53 ^{cx}	74,8 ± 2,4 ^{by}
Pośrednie - intermediate (IIA)	68,49 ± 2,77 ^{bx}	82,6 ± 3,4 ^{ay}
Białe - white (IIB)	80,69 ± 3,2 ^{ax}	88,4 ± 3,4 ^{ay}

Objaśnienia: / Explanatory notes:

x, y (w rzędach) – wartości średnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy $p < 0,05$ / mean values denoted by different letters differ statistically significant at $p < 0,05$.

a, b, c (w kolumnach) – wartości średnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy $p < 0,05$ / mean values denoted by different letters differ statistically significant at $p < 0,05$.

analizowanych włókien mięśniowych. Jarmuż [17], w badaniach prowadzonych na buhajkach, wykazał, że wraz z wiekiem i wzrostem masy ciała zmniejsza się liczba włókien mięśniowych czerwonych na korzyść włókien mięśniowych białych. Zmiany te autor tłumaczy możliwością transformacji włókien mięśniowych pośrednich o wyższej aktywności oksydacyjnej we włókna o niższej aktywności oksydacyjnej, tj. włókna białe. Zwiększanie się średnicy włókien mięśniowych u ciężkich tuczników (120–130 kg) wpływa korzystnie na zdolności przetwórcze mięsa [29]. Mięśnie składające się z grubszych włókien łatwiej poddają się zabiegowi masowania.

Tabela 4

Zawartość oraz średnica włókien mięśniowych *m. semimembranosus* w badanych grupach zwierząt żywionych paszą z dodatkiem: grupa I - oleju kukurydzianego, grupa II - oleju słonecznikowego i grupa III - izomerów CLA ($\bar{x} \pm s$).

Content and diameter of muscle fibres in *m. semimembranosus* in examined groups of animals fed with a feed supplemented with: corn oil – in group I; sunflower oil - in group II; and CLA - in group III ($\bar{x} \pm SD$).

Typy włókien / Fibre types	Grupy żywieniowe / Feeding group		
	Grupa I / Group I	Grupa II / Group II	Grupa III / Group III
Zawartość włókien mięśniowych [%] / Per cent content of muscle fibres [%]			
Czerwone / Red (I)	24,3 ± 1,1 ^{ax}	15,6 ± 1,2 ^{ay}	15,0 ± 1,4 ^{ay}
Pośrednie / Intermediate (IIA)	14,1 ± 1,0 ^{bx}	13,8 ± 1,4 ^{ax}	15,1 ± 2,2 ^{ax}
Białe / White (IIB)	61,6 ± 1,2 ^{cx}	70,6 ± 1,9 ^{by}	69,9 ± 2,6 ^{by}
Średnica włókien mięśniowych [µm] / Diameter of muscle fibres [µm]			
Czerwone / Red (I)	57,2 ± 2,5 ^{ax}	74,8 ± 2,4 ^{ay}	81,4 ± 4,0 ^{ay}
Pośrednie / Intermediate (IIA)	68,5 ± 2,8 ^{ax}	82,6 ± 3,4 ^{by}	93,9 ± 2,9 ^{bz}
Białe / White (IIB)	80,7 ± 3,2 ^{bx}	88,4 ± 3,4 ^{by}	96,7 ± 3,0 ^{bz}

Objaśnienia: / Explanatory notes:

a, b, c – wartości średnie (w kolumnach) oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie $p \leq 0,05$ / mean values (in column) denoted by different letters differ statistically significantly at $p \leq 0,05$.

x, y, z – wartości średnie (w rzędach) oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie $p \leq 0,05$ / mean values (in rows) denoted by different letters differ statistically significantly at $p \leq 0,05$.

W tab. 4. przedstawiono wpływ żywienia (dodatku różnych olejów roślinnych) tuczników na profil histochemiczny włókien mięśniowych. Stwierdzono zwiększenie się średnicy włókien mięśniowych tuczników żywionych paszą z dodatkiem oleju słonecznikowego (grupa II) i izomerów CLA (grupa III). W mięśniu półbłoniastym tuczników otrzymujących dodatek oleju kukurydzianego stwierdzono przewagę włókien czerwonych. Jednocześnie włókna te charakteryzowały się najmniejszą średnicą. Nuernberg i wsp. [28] nie stwierdzili wpływu 5-procentowego dodatku oliwy

z oliwek lub oleju lnianego na skład tuszy i jakość mięsa loszek i wieprzków. Loszki charakteryzowały się większą powierzchnią przekroju poprzecznego (CSA) *m. longissimus* w porównaniu z wieprzkami, będącą efektem zwiększonej średnicy wszystkich typów włókien. Zwiększenie grubości włókien mięśniowych korzystnie wpływa na zdolności przetwórcze mięsa [29]. Essen-Gustavsson i wsp. [11] wykazali większe nagromadzenie lipidów we włóknach mięśniowych czerwonych. Większy udział procentowy włókien mięśniowych czerwonych w grupie I mógł poprawiać kruchość wieprzowiny. Dodatek izomerów CLA w paszy dla tuczników zwiększył średnicę wszystkich rodzajów włókien mięśniowych, wzbogacając jednocześnie tłuszcz w izomery CLA.

Tabela 5

Zawartość oraz średnica włókien mięśniowych w mięśni półścięgnistym *m. semitendinosus* tuczników JSR ($\bar{x} \pm s$).

Content and diameter of muscle fibres in *m. semitendinosus* in JSR fatteners ($\bar{x} \pm SD$).

Typy włókien / Fibre types	Części <i>m. semitendinosus</i> / Part of <i>m. semitendinosus</i>		
	Początkowa / Initial	Środkowa Middle	Końcowa End
Zawartość włókien mięśniowych [%] / Per cent content of muscle fibres [%]			
Czerwone / Red (I)	30,36±3,02 ^{ax}	25,09±2,20 ^{ay}	38,37±4,13 ^{axz}
Pośrednie / Intermediate (IIA)	15,39±1,36 ^{bx}	10,26±0,41 ^{by}	11,18±0,53 ^{bz}
Białe / White (IIB)	54,08±6,31 ^{cx}	64,3± 8.98 ^{cy}	50,45±5,24 ^{acxy}
Średnica włókien mięśniowych [µm] / Diameter of muscle fibres [µm]			
Czerwone / Red (I)	65,18±3,42 ^{ax}	68,42±2,69 ^{ax}	68,04±1,98 ^{ax}
Pośrednie / Intermediate (IIA)	87,27±2,17 ^{bx}	82,56±3,04 ^{bx}	81,03±3,34 ^{bx}
Białe / White (IIB)	96,41±2,21 ^{cx}	95,19±3,82 ^{cx}	99,06±3,49 ^{cx}

Objaśnienia: / Explanatory notes:

a, b, c – wartości średnie (w kolumnach) oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie $p \leq 0,05$ / mean values (in column) denoted by different letters differ statistically significantly at $p \leq 0,05$

x, y, z – wartości średnie (w rzędach) oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie $p \leq 0,05$ / mean values (in rows) denoted by different letters differ statistically significantly at $p \leq 0,05$

W tab. 5. przedstawiono profil histochemiczny włókien mięśniowych części początkowej, środkowej i końcowej mięśnia półścięgnistego (*m. semitendinosus*) tuczników z programu hodowlanego JSR. Część środkowa *m. semitendinosus* charakteryzowała się większym udziałem włókien białych, natomiast części skrajne większym udziałem włókien czerwonych. Miejsca przyczepu mięśnia są narażone na większe zmęczenie, dlatego też w tych częściach mięśnia przeważają czerwone włókna mięśniowe. Nie obserwowano istotnych różnic w średnicy włókien mięśniowych w

poszczególnych częściach *m. semitendinosus*. Wykazano natomiast statystycznie istotne różnice w średnicy poszczególnych typów włókien mięśniowych pomiędzy mięśniem najdłuższym lędźwi (*m. longissimus lumborum*) a mięśniem najdłuższym klatki piersiowej (*m. longissimus thoracis*) (tab. 1). Mięsień najdłuższy lędźwi zarówno loszek, jak i wieprzków charakteryzował się większą średnicą wszystkich typów włókien mięśniowych w porównaniu z mięśniem najdłuższym klatki piersiowej. Stwierdzono jednocześnie, zarówno u loszek jak i u wieprzków, większą liczbę włókien czerwonych w mięśniem najdłuższym lędźwi w porównaniu z mięśniem najdłuższym klatki piersiowej. We wcześniejszych badaniach mięśni bydła [28], świń [16] oraz królików [34] wykazano również zróżnicowanie średnicy i kompozycji włókien mięśniowych w różnych częściach *m. longissimus*.

Wnioski

1. Liczba włókien mięśniowych jest określona genetycznie, a występujące w niej zmiany mogą być warunkowane różnicami rasowymi (schematem krzyżowania), rodzajem mięśnia lub miejscem pobrania próby.
2. Średnica włókien mięśniowych uzależniona jest od rasy, żywienia (modyfikacja paszy dodatkami, np. izomerami CLA), masy ciała oraz rodzaju mięśnia.
3. Wielkość i liczba poszczególnych typów włókien mięśniowych decydują o „charakterze czynnościowym” mięśnia, a w konsekwencji o jego jakości oraz wartości technologicznej i kulinarnej.
4. Płeć nie ma wpływu na kompozycję poszczególnych typów włókien mięśniowych, wpływa natomiast na ich średnicę.

Literatura

- [1] Bogucka J., Kapelański W.: Histopathological changes in *longissimus lumborum* muscle of Polish Landrace and crossbred Stamboek and Torhyb pigs. Anim. Sci. Pap. Rep., 2004, **22**, supp. **3**, 67-72.
- [2] Brooke M.H., Kaiser K.: Muscle fibre type: how many and what kind? Archives of Neurology, 1970, **23**, 369-370.
- [3] Brocks L., Hulsegge B., Merkus G.: Histochemical characteristic in relation to meat quality properties in the Longissimus Lumborum of fast and lean growing lines of large White pigs. Meat Sci., 1998, **50** (4), 441-420.
- [4] Candek-Potokar M., Lefaucheur L., Zlender B., Bonneau M.: Effect of slaughter weight and/or age on histological characteristics of pigs longissimus dorsi muscle as related to meat quality. Meat Sci., 1999, **52**, 195-203.
- [5] Cameron N.D., Oksbjerg N. and Henckel P.: Muscle fibre characteristics of pigs selected for components of efficient lean growth rate. BSAS Annual Meeting, 1997, 32.
- [6] Cameron N.D., Oksbjerg N., Henckel P., Nute G., Brown S., Wood J.D.: Relationships between muscle fibre traits with meat and eating quality in pigs. BSAS Annual Meeting, 1998, 123.
- [7] Cameron N.D., Nute G.R., Brown S.N., Enser M., Wood J.D.: (1999). Meat quality of Large White pig genotype selected for components of efficient lean growth rate. Animal Sci., 1999, **68**, 115-127.

- [8] Dietl G., Groeneveld E., Fiedler I.: Genetic parameters of muscle structure traits in pigs. 44th Annu. Meeting EAAP, Aarhus, Denmark 1993.
- [9] Dubovitz V., Brooke M.H., Neville H.E.: Muscle biopsy. A Modern Approach. W.B. Saunders Company LTD London, Philadelphia, Toronto 1973.
- [10] Ender K.: Future demands on meat quality. Proc. 2nd Dummerstorf Muscle Workshop Muscle Growth and Meat Quality, Rostock, Germany 1995, p. 58.
- [11] Essén-Gustavsson B., Karlsson A., Lundström K., Enfält A.C.: Intramuscular fat and muscle fibre lipid contents in halothane-gene-free pigs fed high or low protein diets and its relation to meat quality. Meat Sci., 1994, **38**, 269-277.
- [12] Fiedler I., Nurnberg K., Hardge T., Nurnberg G., Ender K.: Phenotypic variation of muscle fibres and intramuscular fat traits in longissimus muscle of F₂ population Duroc x Berlin Miniature Pig and its relationship to meat quality. Meat Sci., 2003, **63**, 131-139.
- [13] Greaser M.L., Okachi H., Sośnicki A.: Role of fiber types in meat quality. Proc. of the 47th Int. Congress of Meat Sci. and Technol., Kraków 2001, I, pp. 34-37.
- [14] Harrison A.P., Rowleson A.M., Dauncey M.J.: Selective regulation of myofiber differentiation by energy status during post-natal development. Am. J. Phys., 1996, **270**, R667.
- [15] Henckel P., Oksbjerg N., Erlandsen E., Barton-Gade P. and Bejerholm C.: Histo- and biochemical characteristics of the *longissimus dorsi* muscle in pigs and their relationships to performance and meat quality. Meat Sci., 1997, **47**, 311-321.
- [16] Iwamoto H., Ono Y., Kawaida H., Takahara H.: Histochemical fiber composition of *longissimus* muscle in the Berkshire pigs bred in Kagoshima prefecture. Jap. J. Zoot. Sci., 1989, **60**, 261-272.
- [17] Jarmuż W.: Ocena histologiczna włókien mięśniowych mięśnia najdłuższego grzbietu u buhajków rasy NCB. Roczn. Nauk Rol. ser. B, 1991, **107**, 4, 201-207.
- [18] Jurie C., Picard B., Geay Y.: Influences of the method of housing bulls on their body composition and muscle fibre types. Meat Sci., 1998, **50** (4), 457-469.
- [19] Karlsson A.H., Enfält A., Essen-Gustavsson B., Lundstrom K., Rydhmer I., Stern S.: Muscle histochemical and biochemical properties in relation to meat quality during selection for increased lean tissue growth rate in pigs. J. Anim. Sci., 1993, **71**, 930-938.
- [20] Karlsson A.H., Klont R.E., Fernandez J.A.: Skeletal muscle fibres as factor for pork quality. In: Quality of meat and fat in pigs affected by genetics and nutrition. EAAP Publication, 2000, **100**, 47-67.
- [21] Kiessling K., Lundstrom K., Petersson H., Stalhammar H.: Age and feed related changes of fibre composition. Swed. J. Agric. Res., 1982, **12**, 69-75.
- [22] Kłosowska D.: Kongress, Bern 1975. Das histologische Bild des Musculus longissimus dorsi des Schweines ante and post mortem. 21st Eur. Fleischforsch
- [23] Kłosowska D.: Cechy histologiczne i histochemiczne mięśni świń, bydła i drobiu a jakość mięsa. Prace Wydz. Nauk Przyrodniczych Bydgoskiego Towarzystwa Naukowego, Seria B, 1984, **31**, 1-129.
- [24] Kłosowska D., Kłosowski B., Kapelański W., Wegner J.: Muscle composition and fibre characteristics in M. longissimus lumborum of the pigs different breeds. Proc. of the 2nd Int. Conference „The influence of genetic and non genetic traits on carcass and meat quality”, Siedlce 1994, pp. 218-223.
- [25] Kłosowska D., Fiedler I.: Muscle fibre types in pigs of different genotypes in relations to meat quality. Anim. Sci. Pap. Rep., 2003, **21**, Supp. 1, 49-60.
- [26] Larzul C., Lefaucheur L., Ecolan P., Gogué J., Talmant A., Le Roy P., Monin G.: Phenotypic and genetic parameters for longissimus muscle fiber characteristics in relation to growth, carcass, and meat quality traits in Large White Pigs. J. Anim. Sci., 1997, **75**, 3126-3137.

- [27] Morita S., Iwamoto H., Fukumitsu Y., Gotoh T., Nishimura S., Ono Y.: Heterogeneous composition of histochemical fibre types in the different parts of *m. longissimus thoracis* from Mishima (Japanese native) steers. *Meat Sci.*, 2000, **54**, 59-63.
- [28] Nuernberg K., Fischer K., Nuernberg G., Kuechenmeister U., Kłosowska D., Eliminowska-Wenda G., Fiedler I., Ender K.: Effects of dietary olive and linseed oil on lipid composition, meat quality, sensory characteristics and muscle structure in pigs. *Meat Sci.*, 2005, **70**, 1, 63-74.
- [29] Oksbjerg N., Petersen J.S., Sorensen I.L., Hencsek P., Vestergaard M., Ertbjerg P., Moller A.J., Bejerholm C., Stoier S.: Long-term changes in performance and meat quality of Danish Landrace pigs: a study on a current compared with an unimproved genotype. *Animal Sci.*, 2000, **71**, 81-92.
- [30] Ruusunen M., Puolanne E.: Comparison of histochemical properties of different pig breeds. *Meat Sci.*, 1997, **45**, 119-125.
- [31] Solomon M.B., Campbell R.G., Steele N.C., Caperna T.J., McMurtry J.P.: Effect of feed intake and exogenous porcine somatotropin on longissimus dorsi muscle fiber characteristics of pigs weighing 55 kg live weights. *J. Anim. Sci.*, 1988, **66**, 3279-3284.
- [32] Solomon M.B., Campbell R.G., Steele N.C.: Effect of sex and exogenous porcine somatotropin on longissimus muscle fiber characteristics of growing pigs. *J. Anim. Sci.*, 1990, **68**, 1176-1181.
- [33] Swatland H.J.: Histochemical changes during muscle growth in pigs. *Zentralblatt fur Veterinarmedizin, seria A*, 1997, **24**, 248-251.
- [34] Vigeneron R., Bacou F., Ashmore C.R.: Distribution heterogeneity of muscle fiber types in the rabbit *longissimus* muscle. *J. Anim. Sci.*, 1976, **43**, 483-490.
- [35] Warriss P.D.: *Meat Science – an introductory text*. Cabi Publishing, England 2000.

**THE HISTOCHEMICAL PROFILE OF FATTENERS' MUSCLES DEPENDING
ON THE TYPE OF MUSCLES, GENDER AND BREED OF FATTENERS,
THEIR BODY WEIGH, AND FEEDING**

S u m m a r y

The pigs' skeletal muscles have a specific profile of muscle fibres, and this profile determines not only a functional character of each muscle, but, also, its technological and culinary properties. Five (5) experiments were performed during which samples of the muscles were taken upon the completed slaughter of fatteners, (not later than 20 minutes at the latest), and frozen in a liquid nitrogen. A histochemical reaction to determine the activity of NADH₂ (diaphorase) was performed, and three (3) types of muscle fibres were distinguished: I – red fibres; IIA – intermediate fibres, and IIB – white fibres. It was stated that the number of muscle fibres was genetically determined, and changes occurring in this number could be caused by breed differences (cross-breeding scheme). The fatteners cross-bred with Pietrain boars were characterized by the highest per cent content of white fibres of muscles, and by the lowest per cent content of red fibres compared with the fatteners cross-bred with Duroc boars. In the muscles of the latter fatteners, changes in the size of fibres occurred most frequently. The diameter of muscle fibres depended on the breed, feeding (or supplements, for example CLA isomers), body weight, and muscles type. The gender had no effect on the composition of individual types of muscle fibres, however, it impacted the diameter of white and intermediate fibres of muscles. Together with the increase in the body weight, there was an increase in the diameter of muscle fibres. The per cent content of muscle fibres, as well as their diameter depended not only on the muscle type, but, also, on the place within the muscle itself from which a sample was taken.

Key words: fatteners, breed, gender, body weight, feeding, muscle, histochemical profile 

ROMAN NIEDZIÓŁKA, KRYSZYNA PIENIAK–LENDZION

WSTĘPNE BADANIA WSPÓLZALEŻNOŚCI MIĘDZY POZIOMEM WYBRANYCH KWASÓW TŁUSZCZOWYCH A OCENĄ SENSORYCZNĄ MIĘSA KOZIOŁKÓW I TRYCZKÓW

Streszczenie

Celem badań było określenie poziomu kwasów tłuszczowych oraz ich zależności z oceną sensoryczną mięsa koziołków i tryczków. Badania przeprowadzono na koziołkach rasy białej uszlachetnionej i tryczkach polskiej owcy nizinnej tuczonych do 180. dnia życia. Zwierzęta żywione były mieszanką CJ z dodatkiem siana do woli.

Stwierdzono istotnie wyższy o 6,1% poziom kwasów nienasyconych w mięsie koziołków. W mięsie koziołków stwierdzono wyższy poziom PUFA (5,26) i MUFA (57,22) w porównaniu z mięsem tryczków.

Szczególnie poziom kwasu C18:3, którego więcej zawierało mięso koziołków (0,39%) ma pozytywny wpływ na cechy sensoryczne mięsa. Natomiast w mięsie tryczków stwierdzono istotnie więcej, o 2,98%, kwasu C18:0, który może mieć negatywny wpływ zwłaszcza na zapach mięsa. Na uwagę zasługują dodatnie i istotne statystycznie korelacje pomiędzy zawartością kwasu C18:3 a zapachem ($r = 0,771$) i smakowitością ($r = 0,736$) w przypadku mięsa koziołków. W mięsie tryczków współzależności te były nieistotne.

W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że poziom kwasów ma wpływ na cechy sensoryczne mięsa. Wyższy poziom kwasów nienasyconych miał wpływ głównie na zapach i smakowitość badanego mięsa.

Słowa kluczowe: tryczki, koziołki, tkanka mięśniowa, kwasy tłuszczowe, ocena sensoryczna

Wprowadzenie

Wzrastają wymagania konsumentów odnośnie jakości produktów pochodzenia zwierzęcego przeznaczonych do bezpośredniej konsumpcji, jak też przeznaczonych do przerobu. Obserwuje się zainteresowanie problematyką składu tłuszczów zwierzęcych, co wynika z wielorakich funkcji jakie spełniają one w diecie człowieka. Miarą jakości tłuszczu jest stosunek ilości nienasyconych do nasyconych kwasów tłuszczowych. W żywieniu człowieka powinien osiągać wartość zbliżoną do liczby 2 [5, 9].

Należy jednak mieć na względzie, że o sukcesie czy akceptacji rynkowej produktów spożywczych, w tym również mięsa jagnięcego i koźlęcego, decydują często bardzo utrwalone upodobania konsumentów. Oprócz walorów zdrowotnych skład kwasów tłuszczowych decyduje o zapachu mięsa, co w przypadku owiec i kóz ma duże znaczenie. Poznanie czynników wpływających na cechy sensoryczne takiego mięsa może w dalszej kolejności prowadzić do podejmowania prac hodowlanych mających na celu poprawę jakości sensorycznej mięsa jagnięcego i koźlęcego [1, 2, 3].

Celem badań było określenie profilu kwasów tłuszczowych oraz ich związku z cechami sensorycznymi mięsa koziołków i tryczków.

Materiał i metody badań

Badania wykonano na 48 koziołkach rasy polskiej białej uszlachetnionej i 48 tryczkach polskiej owcy nizinnej w latach 1999–2001. Po odłączeniu od matek ok. 70. dnia życia zwierzęta otrzymywały, w systemie żywienia *ad libitum*, mieszankę pełnoporcjową granulowaną „CJ” o wartości pokarmowej 6,05 MJ energii i 157 g białka ogółem oraz dodatek siana [7]. Tucz prowadzono do 180. dnia życia zwierząt. Przy uboju koziołki charakteryzowały się masą ciała 33,5 kg, a tryczki 39,6 kg. Zarówno koziołki, jak i tryczki w 2. miesiącu życia były kastrowane. Ubój i analizę rzeźną przeprowadzono wg metodyki stosowanej w Instytucie Zootechniki [6]. Materiał do badań stanowiły próbki mięśnia przywodziciela uda (*m. adductor*) i półbłoniastego uda (*m. semimembranosus*). Skład kwasów tłuszczowych tłuszczu śródmięśniowego określano metodą chromatografii gazowej w aparacie Chrom 5 produkcji czeskiej, z detektorem płomieniowo-jonizującym FID, przy użyciu kolumny SILAR 5CP o długości 2,5 m i średnicy 4 mm. Na mięśniu półbłoniastym uda wykonano ocenę sensoryczną mięsa metodą 5-punktową. Wcześniej próby poddano pieczeniu bez żadnych dodatków smakowych, a następnie każda ciepła próba była oceniana przez 5-osobową komisję pod względem zapachu, kruchości, soczystości i smakowitości wg PN-ISO [11]. Próby podawano do oceny w sposób losowy. Uzyskane wyniki opracowano statystycznie uwzględniając w jednoczynnikowej analizie wariancji wpływ gatunku zwierząt w układzie ortogonalnym, stosując do weryfikacji istotności różnic między wartościami średnimi test Tukey'a. Obliczano też współczynniki korelacji liniowej wyrażające siłę zależności między analizowanymi cechami [12].

Wyniki i dyskusja

Dane charakteryzujące procentową zawartość kwasów tłuszczowych tłuszczu śródmięśniowego koziołków i tryczków zestawiono w tab. 1. Analiza porównawcza omawianych wyników wykazała, że tkanka mięśniowa koziołków zawierała

nieznacznie więcej tj. o 0,89% kwasu linolowego ($C_{18:2}$) niż mięśnie tryczków. Kwas $C_{18:2}$, którego zazwyczaj więcej zawiera mięso zwierząt tuczonych mieszankami treściwymi niż pasionych na pastwisku, może mieć ujemny wpływ na intensywność zapachu. Takie tendencje zaobserwowano w badaniach dotyczących zarówno jagniąt [1, 3], jak i kozłat [3, 8]. Konsument nie jest jednak w stanie odróżnić mięsa jagniąt pastwiskowych od mięsa jagniąt tuczonych mieszankami treściwymi [2].

T a b e l a 1

Kwasy tłuszczowe tłuszczu śródmięśniowego koziołków i tryczków [%].
Fatty acids contained in intramuscular fat in goatlings and ram lambs [%].

Kwasy tłuszczowe Fatty acids	Gatunek zwierząt / Animal species			
	kozyłki / goatlings n = 48		tryczki / ram lambs n = 48	
	\bar{x}	s/ SD	\bar{x}	s / SD
$C_{18:0}$ kwas stearynowy (stearic acid)	12,74 ^a	1,44	15,72 ^b	1,91
$C_{18:2}$ kwas linolowy (linoleic acid)	4,05	1,08	3,16	0,69
$C_{18:3}$ kwas linolenowy (linolenic acid)	0,39	0,12	0,24	0,07
Kwasy nasycone (SFA) Saturated fatty acids	37,56 ^A	2,35	43,63 ^B	2,09
Kwasy nienasycone (UFA) Unsaturated fatty acids (UFA)	62,48 ^A	2,30	56,38 ^B	2,07
Kwasy jednonienasycone (MUFA) Monounsaturated fatty acids (MUFA)	57,22 ^A	1,88	52,28 ^B	2,46
Kwasy wielonienasycone (PUFA) Polyunsaturated fatty acids (PUFA)	5,26 ^a	1,48	4,10 ^b	0,52

Objaśnienia: / Explanatory notes:

a, b – wartość istotna na poziomie $P \leq 0,05$.

A, B – wartość istotna na poziomie $P \leq 0,01$.

a, b - a value significant at $P \leq 0.05$.

Wyższy, o 0,15%, poziom kwasu linolenowego ($C_{18:3}$) zawierały mięśnie koziołków w porównaniu z mięśniami jagniąt. Zawartość tego kwasu jest bardzo pożądana, ponieważ ma pozytywny wpływ na zapach mięsa i wzrasta u jagniąt otrzymujących zielonkę. Gruszecki i wsp. [3] stwierdzili wysoki poziom kwasu linolenowego w mięsie koziołków w porównaniu z tryczkami, tj. 1,39%. Również wysoki poziom kwasu linolenowego (1,02%) stwierdził Bodkowski i wsp. [1] w mięsie tryczków merynosa polskiego żywionych intensywnie mieszanką treściwą. Analizując profil kwasów tłuszczowych stwierdzono wysoko istotnie wyższą (o 6,10%) zawartość kwasów tłuszczowych nienasyconych w mięsie koziołków, w których oznaczono ich

62,48%. Natomiast według informacji literaturowych [1, 2], negatywnie na jakość sensoryczną mięsa, a głównie na zapach, może wpływać wysoki poziom kwasu $C_{18:0}$, którego w mięsie tryczków stwierdzono 15,72%, czyli o 2,98% więcej niż w mięsie koziołków. Johnson i wsp. [4] stwierdzili jeszcze wyższy poziom kwasu stearynowego, o około 3%, w mięsie koźląt w porównaniu z wynikami uzyskanymi w badaniach własnych autorów.

Tabela 2

Wyniki oceny sensorycznej [pkt].
Results of the sensory evaluation [scores].

Cechy Traits	Gatunek zwierząt / Animal Species			
	kozyłki / goatlings n = 48		tryczki / ram lambs n = 48	
	\bar{x}	s / SD	\bar{x}	s / SD
Zapach / Odour	4,33 ^A	0,07	4,04 ^B	0,08
Kruchość / Tenderness	4,22 ^A	0,09	3,95 ^B	0,08
Soczystość / Juiciness	4,18 ^A	0,11	4,01 ^B	0,11
Smakowitość / Flavour	4,47 ^A	0,10	4,09 ^B	0,12
\bar{x}	4,30 ^A	0,10	4,02 ^B	0,11

A,B dla $P \leq 0,01$.

Przedstawione w tab. 2. wyniki oceny sensorycznej mięsa badanych zwierząt wykazują, że w skali 5-punktowej wyższe noty uzyskało mięso koziołków, co może świadczyć o jego lepszych walorach konsumpcyjnych. W ogólnej punktacji, która uwzględniała zapach, kruchość, soczystość i smakowitość różnice były wysoko istotne na korzyść mięsa koźlącego. Największe różnice stwierdzono w przypadku takich cech, jak: zapach i smakowitość mięsa, które oceniono odpowiednio na poziomie 4,33 i 4,47 pkt (kozyłki) oraz 4,04 i 4,09 pkt (tryczki). Wydaje się, że jest to ściśle związane ze składem tłuszczowym tłuszczu śródmięśniowego, na co wskazuje szereg statystycznie potwierdzonych współzależności. (tab. 3 i 4). Współzależności pomiędzy zawartością kwasu $C_{18:0}$ a udziałem wszystkich kwasów nasyconych SFA były dodatnie i wyniosły w przypadku koziołków $r = 0,921$ ($P \leq 0,01$) a tryczków $r = 0,414$. Zaobserwowano ujemne i istotne współzależności pomiędzy zawartością kwasu ($C_{18:0}$) a oceną zapachu ($r = -0,781$) i smakowitości ($r = -0,754$) w przypadku mięsa koziołków. Natomiast między tymi samymi cechami mięsa tryczków korelacje były nieistotne i wyniosły odpowiednio $r = -0,287$ i $r = 0,110$. Dodatkowo korelacje stwierdzono pomiędzy zawartością kwasu $C_{18:3}$ a oceną zapachu mięsa koziołków ($r = 0,771$, przy $P \leq 0,01$) i tryczków ($r = 0,329$). Uwagę zwracają również dodatnia i istotna korelacja pomiędzy zawartością kwasu linolenowego

a oceną smakowitości mięsa koziołków ($r = 0,736$) oraz ujemna i nieistotna zależność analogicznych cech mięsa tryczków ($r = -0,436$). Udział poszczególnych kwasów nasyconych i nienasyconych był zróżnicowany w zależności od gatunku zwierząt. Wyższy poziom kwasów nasyconych, a szczególnie $C_{18:0}$, miał wpływ na niższe oceny zapachu i smakowitości mięsa tryczków. Istotnie wyższy poziom kwasów nienasyconych zarówno MUFA, jak i PUFA, korzystnie wpłynął na ocenę sensoryczną mięsa koziołków.

Tabela 3

Współczynniki korelacji pomiędzy zawartością kwasów tłuszczowych a cechami sensorycznymi mięsa tryczków ($n = 48$).

The coefficients of correlations between the content of fatty acids and the sensory traits of ram lamb meat ($n = 48$).

Cechy / Traits	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 $C_{18:0}$	X	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2 $C_{18:2}$	-0,484	X	–	–	–	–	–	–	–	–
3 $C_{18:3}$	-0,738*	0,218	X	–	–	–	–	–	–	–
4 SFA	0,414	0,530	-0,489	X	–	–	–	–	–	–
5 UFA	-0,425	-0,524	0,481	-0,999**	X	–	–	–	–	–
6 MUFA	-0,317	-0,638	0,381	-0,985**	0,987**	X	–	–	–	–
7 PUFA	-0,199	0,916**	0,123	0,661	-0,667*	-0,777*	X	–	–	–
8 Zapach / Odour	-0,287	0,511	0,329	0,054	-0,060	-0,178	0,596	X	–	–
9 Kruchość Tenderness	0,128	-0,025	-0,098	0,039	-0,051	-0,074	0,147	0,354	X	–
10 Soczystość Juiciness	-0,095	0,174	0,060	0,138	-0,115	-0,098	-0,004	-0,069	-0,539	X
11 Smakowitość Flavour	0,110	0,011	-0,436	0,139	-0,126	-0,103	-0,017	0,295	0,634	-0,204

* $P \leq 0,05$, ** $P \leq 0,01$.

W badaniach hiszpańskich [cyt. za 2] ocena intensywności zapachu była wysoko i dodatnio skorelowana ($r = 0,7$) z zawartością kwasu linolenowego oraz wysoko i ujemnie skorelowana ($r = -0,6$) z zawartością kwasu linolowego jagniąt tuczonych na pastwisku. W zakresie poszczególnych kwasów tłuszczowych dodatnie współzależności uzyskał Piwczyński i wsp. [10] w odniesieniu do zawartości kwasów $C_{16:0}$, $C_{16:1}$ i $C_{18:1}$, a ujemne w odniesieniu do kwasów wielonienasyconych; $C_{18:0}$, czy $C_{18:2}$. Ich udział był również istotnie zależny od tempa wzrostu jagniąt.

Zaobserwowano korzystne współzależności pomiędzy poziomem kwasów tłuszczowych a cechami sensorycznymi mięsa. Istotnie wyższy poziom kwasów nienasyconych w mięsie koziołków wpłynął pozytywnie na ocenę zapachu i smakowitości tego mięsa, co potwierdziły dodatnie i wysoko istotne korelacje.

Natomiast niższe oceny mięsa tryczków mogły być spowodowane wyższym poziomem kwasu stearynowego.

Tabela 4

Współczynniki korelacji pomiędzy zawartością kwasów tłuszczowych a cechami sensorycznymi mięsa koziołków (n = 48).

The coefficients of correlations between the content of fatty acids and the sensory traits of goatling meat (n = 48).

Cechy / Traits	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 C _{18:0}	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2 C _{18:2}	-0,189	X	-	-	-	-	-	-	-	-
3 C _{18:3}	-0,800*	0,212	X	-	-	-	-	-	-	-
4 SFA	0,921**	-0,251	-0,909**	X	-	-	-	-	-	-
5 UFA	-0,943**	0,253	0,855**	-0,976**	X	-	-	-	-	-
6 MUFA	-0,772*	-0,333	0,561	-0,751*	0,776*	X	-	-	-	-
7 PUFA	-0,485	0,814**	0,677*	-0,608	0,561	-0,063	X	-	-	-
8 Zapach / Odour	-0,781*	0,304	0,771*	-0,794**	0,781*	-0,828**	-0,188	X	-	-
9 Kruchość Tenderness	0,746*	-0,496	0,805**	0,899**	-0,879**	-0,511	0,750*	0,565	X	-
10 Soczystość Juiciness	0,556	-0,133	-0,664	0,602	-0,582	-0,271	-0,523	0,621	0,463	X
11 Smakowitość Flavour	-0,754*	0,086	0,736*	-0,851**	0,877**	-0,821	-0,303	0,863**	0,789*	0,534

* P≤0,05, ** P≤0,01

Wnioski

1. Mięso koziołków zawierało istotnie więcej kwasów tłuszczowych nienasyconych (62,48%) niż mięso jagniąt (56,38%).
2. Wyższy poziom kwasów linolowego i linolenowego w mięsie koziołków miał dodatni wpływ na ocenę sensoryczną, a szczególnie intensywność zapachu. Natomiast w mięsie jagniąt stwierdzono istotnie wyższą zawartość kwasu stearynowego (15,72%), który negatywnie wpływa na zapach mięsa.
3. W ocenie sensorycznej istotnie wyżej oceniono mięso koziołków (szczególnie zapach i smakowitość), co mogło być związane z pożądanym składem kwasów tłuszczowych, czego potwierdzeniem mogą być obliczone współczynniki korelacji.

Literatura

- [1] Bodkowski R., Patkowska-Sokoła B., Popiołek R., Jabłońska J.: Skład kwasów tłuszczowych w tłuszczu podskórnym, śródmięśniowym, okołonerkowym i wewnątrzmięśniowym u tryczków rasy merynos polski. Zesz. Nauk., Przegl. Hod., 1999, 43, 27-34.

- [2] Borys B.: Wypasowe systemy produkcji a jakość spożywczych produktów owczarskich. Mat. Konf. nt. "Miejsce wypasu i gospodarki owczarskiej w koncepcji rozwoju zrównoważonego", Zakopane 9-11 luty 2004, s. 85-94.
- [3] Gruszecki T., Lipecka Cz., Szymanowska A., Wierciński J., Junkuszew A.: Skład kwasów tłuszczowych w wewnątrzmięśniowym tłuszczu owiec i kóz. Zesz. Nauk. Przegł. Hod., 1999, **43**, 87-94.
- [4] Johnson D.D., Eastridge J.S., Neubauer D.R., McGowan P.: Effect of sex class on nutrient content of meat from young goat. J Anim. Sci., 1995, **73**, 296-301.
- [5] Krupa J., Zin M., Dominik M.: Wykorzystanie mięsa koziego w przetwórstwie mięsnym. Gosp. Mięs., 1992, **4**, 18.
- [6] Nawara W., Osikowski M., Kluz I., Modelska M.: Wycena tryków na podstawie badania wartości potomstwa w stacjach oceny tryków Instytutu Zootechniki za 1962 rok. Wyd. IZ. Kraków 1963, s. 45-58.
- [7] Normy Żywienia Bydła i Owiec Systemem Tradycyjnym - pod red. R. Rysia. Instytut Zootechniki, Kraków 1998.
- [8] Pieniak-Lendzion K., Niedziółka R., Szeliga W.: Fatty acids composition of the intramuscular fat of goat kids and ram lambs. Pol. J. Food Nutr. Sci., 2001, **10/51**, **3(S)**, 87-89.
- [9] Pieniak-Lendzion K., Niedziółka R., Szeliga W.: Comparison of slaughter value and some quality traits of ram lambs and goat kids. Ann. Anim. Sci., 2003, **3**, **1**, 35-40.
- [10] Piwczyński D., Borys B., Mroczkowski S., Jarzynowska A.: Wstępna charakterystyka cech reżynnych i jakości mięsa jagniąt mlecznych w zależności od ich tempa wzrostu. Roczn. Nauk. Zoot., 2001, **11 Supl.**, 171-180.
- [11] PN - ISO 4121: 1998. Analiza sensoryczna. Metodologia. Ocena produktów żywnościowych przy użyciu metod skalowania.
- [12] Stanisz A.: Przystępny kurs statystyki w oparciu o program Statistika PL, na przykładach z medycyny. Stat.Soft Polska Sp.z.oo., Kraków 1998.

PRELIMINARY RESEARCH ON CORRELATIONS BETWEEN THE LEVEL OF SELECTED FATTY ACIDS AND SENSORY EVALUATION OF GOATLING AND RAM MEAT


S u m m a r y

The objective of this research was to determine levels of fatty acids and correlations between those fatty acid levels and the sensory evaluation of goatling and ram meats. The research investigations were conducted on goatlings representing the improved white breed, and on rams representing the Polish Lowland breed; the animals investigated were fattened up to the 180th day of life, and they were free-fed (ad libitum) on a CJ mixture containing hay.

The significantly higher level of unsaturated fatty acids, i.e. higher by 6.1 %, was stated in the meat of goatlings. In the same meat of goatlings, higher levels of PUFA (5.26%) and MUFA (57.22%) were found compared with the ram meat.

It was found that the level of C18:3 acid, the content of which was higher in the goatling meat ($r = 0.39\%$), had a particularly positive effect on the sensory evaluation of meat. However, the significantly higher content of C18:0 acid, i.e. higher by 2.98%, was found in the ram meat, and this could have a negative impact, especially on the odour of meat. Positive and statistically significant correlations between C18:3 acid content, meat odour ($r = 0.771$), and meat flavour ($r = 0.736$) in the case of goatlings meat deserve attention. As for the ram meat, those correlations were insignificant.

The results of the investigations under this research showed that the acid level impacted the sensory traits of meat. The higher level of unsaturated fatty acids influenced, first of all, the odour and the flavour of the meat investigated.

Key words: rams, goatlings, muscular tissue, fatty acids, sensory evaluation 

MARZENA NOWAK, KRYSZYNA PALKA, DECLAN TROY

SKŁAD CHEMICZNY I JAKOŚĆ WYBRANYCH MIĘŚNI BYDLĘCYCH

Streszczenie

W celu urozmaicenia oferty handlowej oraz podwyższenia wartości tuszy bydłowej, w przemyśle mięsnym istnieje tendencja i potrzeba poszukiwania nowych wyrębów kulinarnych. Szczególną uwagę zwraca się na mięśnie znajdujące się w ćwierćtuszy przedniej, które najczęściej są kierowane do produkcji wyrobów rozdrobnionych. Celem pracy było porównanie składu chemicznego i jakości wybranych ośmiu mięśni bydłowych z ćwierćtuszy przedniej i tylnej: *m. infraspinatus* (IS), *m. triceps brachii* (TB), *m. serratus ventralis* (SV), *m. pectoralis profundus* (PP), *m. longissimus dorsi* (LD), *m. semimembranosus* (SM), *m. semitendinosus* (ST), *m. biceps femoris* (BF). Mięśnie nie różniły się między sobą pod względem zawartości wody i związków mineralnych oznaczonych jako popiół. Zawartość tłuszczu była największa w mięśniu IS a najmniejsza w SM. Najwięcej białka zawierał LD a najmniej IS. Metoda obróbki cieplnej (pieczenie, smażenie, grilowanie) nie wpływała istotnie na ocenę sensoryczną mięsa z poszczególnych mięśni. Zaobserwowano następujące tendencje: smażenie było optymalną metodą obróbki SM, grilowanie - ST, TB i SV a pieczenie - BF. Istotny wpływ na wyniki oceny sensorycznej miał rodzaj mięśnia. Najwyżej zostały ocenione mięśnie: LD, IS, TB i SV, a najniżej BF, SM i PP. Wartości siły cięcia mięśni były ujemnie skorelowane z kruchością mięsa ocenianą sensorycznie. Jakość mięśni z ćwierćtuszy przedniej IS, TB i SV jest porównywalna z LD, co świadczy o tym, że mogą być one sprzedawane jako mięso kulinarne.

Słowa kluczowe: mięśnie bydłowe, pieczenie, smażenie, grilowanie, analiza sensoryczna, siła cięcia

Wprowadzenie

Zaspokajanie potrzeb konsumentów jest istotnym aspektem działalności przemysłu mięsnego. Aktualnie czynnikiem decydującym o wyborze konsumenta jest jakość mięsa i jego przetworów. Pierwszą cechą, ocenianą bezpośrednio przed zakupem, jest barwa i ogólny wygląd mięsa. W dalszej kolejności, po obróbce cieplnej, ocenia się jego kruchość i smakowitość. Są to najważniejsze wyróżniki jakości mięsa

Mgr inż. M. Nowak, dr hab. K. Palka, Katedra Przetwórstwa Produktów Zwierzęcych, Wydz. Technologii Żywności, Akademia Rolnicza, ul. Balicka 122, 30-149 Kraków, MSc. D. Troy, The National Food Centre, Ashtown, Dublin 15, Ireland

kulinarnego. Ogólne wrażenie kruchości obejmuje wstępną penetrację mięsa przez zęby, następnie łatwość, z jaką mięso rozdziela się na fragmenty i ostatecznie ilość pozostałości po przeżuciu [15]. Wpływ na kruchość mają czynniki przyżyciowe (gatunek i rasa zwierzęcia, płeć, wiek w momencie uboju, żywienie, stopień otłuszczenia, rodzaj mięśnia i jego skład tkankowy, przemiany fizjologiczne zachodzące w mięśniach bezpośrednio przed ubojem) oraz poubojowe (stężenie pośmiertne i dojrzewanie mięsa) [19]. Kształtowanie kruchości jest wielokierunkowe, stąd bardzo trudne jest wskazanie jednoznacznego mechanizmu tego procesu.

Mięśnie różnią się między sobą pod względem zawartości tłuszczu, białka, rodzaju włókien mięśniowych, a także ilości i jakości kolagenu [3]. Wszystkie te czynniki wpływają na cechy sensoryczne mięsa oraz siłę cięcia po obróbce cieplnej. Mięśnie, w których przeważają włókna białe, są z reguły bardziej kruche. Aktywność fizyczna wzmacnia produkcję włókien czerwonych i mięśnie z ich przewagą są twardsze [19].

Smakowitość mięsa jest odczuciem złożonym. Obejmuje między innymi smak, zapach oraz teksturę. Smak i zapach mięsa są bardzo ważne ze względów estetycznych i fizjologicznych, jeśli są przyjemne, stymulują wydzielanie soków trawiennych [15]. Podczas obróbki cieplnej mięsa zachodzi wiele reakcji chemicznych. Prowadzą one do wytworzenia różnego rodzaju związków, których obecność i interakcje dają charakterystyczną smakowitość mięsa ogrzewanego [18]. Jest ona dodatkowo skorelowana z zawartością tłuszczu w surowcu [16].

W celu urozmaicenia oferty handlowej oraz podwyższenia wartości tuszy bydłej istnieje tendencja i potrzeba poszukiwania nowych wyrębów kulinarnych. Szczególną uwagę zwraca się na mięśnie znajdujące się w ćwierćtuszy przedniej, które najczęściej są kierowane do produkcji wyrobów rozdrobnionych [11, 14].

Celem badań było porównanie właściwości fizykochemicznych i sensorycznych mięśni bydłych powszechnie uznanych jako mięso kulinarne i mięśni, które dotychczas kierowane były głównie do przetwórstwa.

Materiał i metody badań

Badania wykonywano w The National Food Centre w Dublinie. Materiałem badawczym były mięśnie pobrane z lewych półtuszy 6 jałowic mieszańców towarowych od krów fryzyjskich po buhajach rasy hereford w wieku 22 miesięcy, o ciepłej masie po uboju równej 250 kg. Tusze po uboju chłodzono w pomieszczeniach o temp. 10°C przez 10 h, po tym czasie temp. obniżano do 2°C i przetrzymywano surowiec przez dalsze 38 h. W drugim dniu po uboju wycinano następujące mięśnie: *m. longissimus dorsi (thoracis et lumborum)* (LD), *m. biceps femoris* (BF), *m. semimembranosus* (SM), *m. semitendinosus* (ST), *m. triceps brachii* (TB), *m. pectoralis profundus* (PP), *m. serratus ventralis* (SV), i *m. infraspinatus* (IS). Średnie pH mięśni wynosiło 5,6.

Z mięśni odcinano plastry do analizy składu chemicznego, które pakowano i zamrażano do temp. -20°C . Pozostałe części mięśni pakowano próżniowo i przechowywano do 14. dnia po uboju w temp. 2°C . Po tym okresie mięśnie krojono w plastry o grubości 2,5 cm, a następnie pakowano próżniowo, zamrażano do temp. -20°C i przechowywano do czasu pobrania prób do analizy sensorycznej i pomiaru siły cięcia.

Podstawowy skład chemiczny

Próbki przeznaczone do oznaczania podstawowego składu chemicznego rozdrabniano do uzyskania homogennej masy za pomocą urządzenia Robot Coupe Blender (R301 Ultra, Robot Coupe Ltd.) i przechowywano w polietylenowych pojemniczkach. Zawartość tłuszczu i wody określano stosując automatyczną, zintegrowaną metodę polegającą na mikrofalowym suszeniu, a następnie ekstrakcji tłuszczu chlorkiem metylenu [7]. Zawartość białka ogółem oznaczano metodą Sweeney i Rexroad [22] przy użyciu automatycznego analizatora firmy Leco (Model No. FP-428 Leco Corporation). Zawartość związków mineralnych w postaci popiołu określano na podstawie różnicy mas próbki przed i po spopieleniu w piecu (Carbolite, Sheffield, England), w temp. 540°C przez 12 h. Wszystkie analizy powtarzano dwukrotnie.

Analiza sensoryczna

Analizę sensoryczną przeprowadzano metodą podaną przez AMSA [2]. Plastry mięsa rozmrażano i ogrzewano do osiągnięcia wewnątrz próby temp. 70°C , stosując następujące metody obróbki: grilowanie w otwartym piekarniku elektrycznym o temp. 200°C na folii aluminiowej, odwracając steki co 3 min; pieczenie w piekarniku elektrycznym o temp. 170°C , z nawiewem, na folii aluminiowej, bez odwracania steków; smażenie na rozgrzanej patelni teflonowej bez tłuszczu, odwracając steki co 1 min. Tak przygotowane steki dzielono na kawałki o wymiarach 2,5 cm x 1,5 cm x 1,5 cm, pakowano w folię aluminiową i przetrzymywano w temp. 60°C do czasu przygotowania wszystkich próbek. Następnie podawano je ośmiu przeszkolonym oceniającym, którzy określali kruchość (w skali od 1-najbardziej twardej do 8 – najbardziej kruchej), soczystość (od 1 – najmniej soczystej do 8 – najbardziej soczystej), smakowitość (1 – bardzo niepożądana do 6 – bardzo pożądana) oraz ogólną ocenę mięsa z mięśni (1 – najgorsza do 8 – najlepsza).

Siła cięcia

Pomiary siły cięcia prowadzono zgodnie z metodą Shackelforda i wsp. [20]. Przed wykonaniem pomiarów plastry mięśni rozmrażano w wodzie o temp. 10°C , a następnie gotowano w łaźni wodnej (Model Y38, Grant Instruments Ltd) do

osiągnięcia wewnątrz próby temp. 70°C i chłodzono do 4°C. Z każdego plastra wycinano 6 walców o średnicy 1,3 cm, które pozostawiano do uzyskania temp. pokojowej. Siłę cięcia mierzono za pomocą urządzenia Instron (Model 5543) z przystawką Warnera-Bratzlera, z wykorzystaniem oprogramowania Merlin series IX, Instron Ltd.

Analizę statystyczną prowadzono przy użyciu programu Statistica 5. Obliczano wartości średnie oraz odchylenia standardowe, wykonano analizę wariancji (jedno- i dwu-czynnikową), a do określenia istotności różnic między wartościami średnimi zastosowano test Tukey'a (HSD) przy poziomie istotności $p < 0,05$.

Wyniki i dyskusja

W tab. 1. przedstawiono skład chemiczny analizowanych mięśni bydła. Różnice w zawartości wody i związków mineralnych w postaci popiołu były nieistotne, średnie ich ilości w mięśniach wynosiły odpowiednio 75,5 i 1,1%. Zawartość tłuszczu wahała się od około 1,2% w SM do 4,5% w IS i w mięśniu IS była istotnie wyższa niż w pozostałych mięśniach, z wyjątkiem SV. Stwierdzono również statystycznie istotne różnice w zawartości tłuszczu pomiędzy SV a ST, SM i PP.

Zawartość białka była największa w mięśniu LD (22,4%), a najmniejsza w mięśniu IS (19,3%). Statystycznie istotne różnice w zawartości białka występowały pomiędzy mięśniem IS a pozostałymi analizowanymi mięśniami, z wyjątkiem SV. Ponadto wystąpiły istotne różnice pomiędzy BF a LD i SM oraz pomiędzy SV a ST, LD i SM.

Tabela 1

Skład chemiczny mięśni bydłowych.
Chemical composition of beef muscles.

Rodzaj mięśnia Type of muscle	Woda Water [%]	Tłuszcz Fat [%]	Białko ogółem Total protein (Nx 6,25) [%]	Popiół Ash [%]
<i>Longissimus dorsi</i>	74,76 ± 0,7 ^a	1,93 ± 0,8 ^{bc}	22,41 ± 0,6 ^a	1,06 ± 0,1 ^a
<i>Biceps femoris</i>	75,38 ± 0,6 ^a	2,23 ± 0,6 ^{bc}	20,67 ± 0,6 ^{bc}	1,14 ± 0,1 ^a
<i>Semimembranosus</i>	75,19 ± 0,7 ^a	1,17 ± 0,6 ^c	22,29 ± 0,5 ^a	1,12 ± 0,1 ^a
<i>Semitendinosus</i>	75,91 ± 0,4 ^a	1,24 ± 0,4 ^c	21,83 ± 0,6 ^{ab}	1,13 ± 0,1 ^a
<i>Infraspinatus</i>	75,86 ± 1,3 ^a	4,46 ± 1,8 ^a	19,32 ± 0,7 ^d	0,97 ± 0,1 ^a
<i>Pectoralis profundus</i>	75,71 ± 0,4 ^a	1,61 ± 0,3 ^c	21,16 ± 0,9 ^{abc}	1,03 ± 0,1 ^a
<i>Triceps brachii</i>	75,13 ± 0,6 ^a	2,31 ± 0,9 ^{bc}	21,33 ± 1,0 ^{abc}	1,04 ± 0,1 ^a
<i>Serratus ventralis</i>	75,03 ± 0,8 ^a	3,51 ± 1,1 ^{ab}	20,10 ± 0,6 ^{cd}	1,06 ± 0,1 ^a

Objaśnienie: / Explanatory notes:

^{a,b,c,d} Różne litery w tej samej kolumnie oznaczają statystycznie istotne różnice między wartościami średnimi ($p < 0,05$) / Different letters in the same column denote statistically significant differences between the means ($p < 0.05$).

Wyniki analizy sensorycznej mięsa z poszczególnych mięśni, w zależności od metody obróbki cieplnej, przedstawiono w tab. 2. Stwierdzono wpływ rodzaju mięśnia na analizowane wyróżniki jakości. Za najbardziej kruche uznano mięso z mięśni IS, LD, TB i SV, na poziomie średnim oceniono ST i najniżej SM, BF i PP. Podobne wyniki uzyskali Carmack i wsp. [8]. Istnieje teoria, że mięśnie z przewagą włókien białych są bardziej podatne na proteolizę podczas dojrzewania *post mortem* i w konsekwencji bardziej kruche po obróbce cieplnej [9]. Według Kirchofera i wsp. [13] IS zaliczany jest do mięśni czerwonych, TB i SV do grupy pośrednich, a LD, SM, ST i BF do białych. Uzyskane wyniki nie potwierdziły jednoznacznie powyższej teorii. Wskazują one, że na kruchość mięsa po ogrzewaniu może wpływać nie tylko skład włókien mięśniowych, ale również inne czynniki. Lepsza kruchość mięsa z IS mogła mieć związek z większą zawartością tłuszczu w jego składzie chemicznym w porównaniu z pozostałymi mięśniami. Według Millera [17], tłuszcz śródmięśniowy wpływa pozytywnie na kruchość mięsa między innymi dlatego, że jest bardziej miękki niż włókna mięśniowe. Ponadto tworzy on swoistą ochronę włókien przed szybką denaturacją cieplną oraz zatrzymuje wodę w mięsie, co powoduje wrażenie kruchości. Najwyżej oceniono smakowitość mięsa z LD, IS, TB i SV, a najniżej SM i BF (tab. 2). Mięśnie IS, TB i SV zawierały w swym składzie większą ilość tłuszczu w porównaniu z pozostałymi, co zgodnie z danymi literaturowymi [16], mogło mieć korzystny wpływ na ocenę smakowitości mięsa po obróbce cieplnej.

Najbardziej soczyste mięso pochodziło z mięśni IS, SV i TB, średnio soczyste z PP, LD i BF, a najmniej soczyste z ST i SM (tab. 2). Wyniki oceny sensorycznej soczystości mięsa z badanych mięśni były dodatnio skorelowane z zawartością tłuszczu ($r = 0,44$). Również Carmack i wsp. [8] podczas oceny sensorycznej grilowanych mięśni bydlęcych do najbardziej soczystych zaliczyli mięso z IS i SV, a do najmniej soczystych z SM i ST.

Nie stwierdzono istotnego wpływu metody ogrzewania na jakość ogólną mięsa z poszczególnych mięśni (tab. 2). Było to szczególnie wyraźne w przypadku LD, IS i PP. W przypadku innych mięśni można było zaobserwować pewne tendencje w ocenie mięsa w zależności od metody ogrzewania. Mięso z BF zostało najwyżej ocenione po pieczeniu, a najniżej po smażeniu w przeciwieństwie do SM, z którego mięso uzyskało najwyższe oceny po smażeniu, a najniższe po pieczeniu. Optymalną metodą obróbki mięśni ST, TB i SV było grilowanie. Mięso z TB i ST smażone i pieczone oceniono podobnie, natomiast z SV pieczone oceniono wyżej niż smażone. Inni autorzy [1, 4, 6, 12] wykazywali, że metoda obróbki cieplnej mięśni wpływa

istotnie na wyniki oceny sensorycznej mięsa. Rozbieżności te mogą wynikać z różnic w stosowanych metodach ogrzewania.

Tabela 2

Wyniki sensorycznej oceny mięsa z ośmiu rodzajów mięśni bydlęcych, poddanych obróbce cieplnej trzema metodami.

Results of the sensory analysis and assessment of meat from eight beef muscles, which were thermally processed using three processing methods.

Wyróżnik sensoryczny Sensory feature	Metoda ogrzewania Thermal processing method	Rodzaj mięśnia / Type of muscle							
		LD	BF	SM	ST	IS	PP	TB	SV
Kruchość Tenderness	Grilowanie / Grilling	6,0±0,9 ^a	4,1±0,9 ^{bcd}	3,8±1,1 ^{cd}	5,4±0,3 ^{abc}	6,5±0,7 ^a	2,8±0,7 ^d	6,4±0,6 ^a	5,7±0,9 ^{ab}
	Pieczenie / Roasting	6,0±0,9 ^a	4,0±0,7 ^{bcd}	3,5±0,8 ^{cd}	4,5±0,2 ^{abcd}	5,9±0,5 ^a	3,3±0,9 ^d	5,6±0,9 ^{ab}	5,3±0,8 ^{abc}
	Smażenie / Frying	5,8±1,0 ^a	3,5±0,5 ^b	4,8±1,3 ^{ab}	4,1±0,7 ^{ab}	5,7±1,1 ^a	3,8±1,2 ^b	5,4±0,8 ^{ab}	4,8±1,1 ^{ab}
Smakowość Flavour	Grilowanie / Grilling	3,9±0,4 ^a	3,5±0,4 ^a	3,4±0,2 ^a	3,6±0,3 ^a	3,9±0,6 ^a	3,8±0,1 ^a	4,1±0,2 ^a	4,0±0,5 ^a
	Pieczenie / Roasting	4,2±0,2 ^a	3,5±0,4 ^{ab}	3,3±0,3 ^b	3,4±0,3 ^{ab}	4,0±0,3 ^{ab}	3,4±0,3 ^{ab}	3,7±0,5 ^{ab}	3,5±0,4 ^{ab}
	Smażenie / Frying	4,1±0,3 ^{ab}	3,4±0,4 ^b	3,6±0,5 ^{ab}	3,6±0,4 ^{ab}	4,3±0,6 ^a	3,7±0,3 ^{ab}	4,0±0,4 ^{ab}	3,9±0,5 ^{ab}
Soczystość Juiciness	Grilowanie / Grilling	5,3±0,8 ^{a1}	5,1±0,3 ^{a1}	4,6±0,7 ^{a1}	4,9±0,4 ^{a1}	6,1±0,6 ^{a1}	5,2±0,3 ^{a1}	6,3±0,5 ^{a1}	6,2±0,7 ^{a1}
	Pieczenie / Roasting	4,1±0,7 ^{abc1}	4,3±1,1 ^{abc1}	2,9±0,4 ^{c1}	3,0±0,5 ^{bc2}	5,2±0,8 ^{a1}	4,4±0,9 ^{abc1}	3,9±1,1 ^{abc2}	4,9±1,2 ^{ab1}
	Smażenie / Frying	4,6±1,2 ^{a1}	4,2±1,4 ^{a1}	4,0±1,3 ^{a1}	4,0±0,7 ^{a12}	5,8±0,8 ^{a1}	5,0±1,2 ^{a1}	4,8±1,0 ^{a12}	5,3±1,1 ^{a1}
Ocena ogólna Overall assessment	Grilowanie / Grilling	4,1±0,6 ^{ab}	3,0±0,3 ^{bc}	3,0±0,6 ^{bc}	3,6±0,4 ^{ab}	4,2±0,6 ^a	2,7±0,5 ^c	4,4±0,4 ^a	4,0±0,6 ^{ab}
	Pieczenie / Roasting	4,1±0,6 ^a	3,1±0,5 ^{abc}	2,6±0,2 ^c	3,3±0,3 ^{abc}	4,2±0,4 ^a	2,7±0,5 ^{bc}	3,8±0,7 ^{ab}	3,7±0,7 ^{abc}
	Smażenie / Frying	4,0±0,7 ^{ab}	2,8±0,5 ^b	3,5±0,6 ^{ab}	3,3±0,2 ^{ab}	4,3±0,6 ^a	2,9±0,8 ^b	3,9±0,7 ^{ab}	3,5±0,6 ^{ab}

Objaśnienia: / Explanatory notes:

^{a,b,c,d} Różne litery w tym samym wierszu oznaczają statystycznie istotne różnice między wartościami średnimi ($p < 0,05$).

Different letters in the same columns denote statistically significant differences between the means ($p < 0,05$).

^{1,2} Różne liczby w tej samej kolumnie oznaczają statystycznie istotne różnice między wartościami średnimi ($p < 0,05$) (dotyczy soczystości).

Different numbers following means in the same column indicate significant differences between means ($p < 0,05$) (concerns juiciness).

Rodzaj mięśnia wpływał istotnie na ogólną ocenę jakości (tab. 2). Niezależnie od metody ogrzewania najwyżej oceniono mięso z mięśni IS i LD, wartości nieco niższe (porównywalne z LD) uzyskały TB, SV i ST, a najniższe SM, BF i PP.

Znaczący jest fakt, że trzy spośród wysoko ocenionych mięśni: IS, TB i SV pochodziły z półtuszy przedniej, a ich jakość była porównywalna z LD, którego wartość jako wyrębu kulinarnego jest powszechnie uznana. Mięśnie bydlęce IS, TB i SV zostały także wysoko ocenione w innych badaniach [10, 14].

Tabela 3

Wartość siły cięcia mięsa gotowanego w zależności od rodzaju mięśnia.
Shear force values of cooked meat depending on the type of muscle.

Rodzaj mięśnia Type of muscle	Siła cięcia Shear force [N]
<i>Longissimus dorsi</i>	33,7 ± 10,0 ^{ab}
<i>Biceps femoris</i>	41,8 ± 15,3 ^{ab}
<i>Semimembranosus</i>	49,1 ± 5,4 ^a
<i>Semitendinosus</i>	42,5 ± 3,6 ^{ab}
<i>Infraspinatus</i>	32,1 ± 3,3 ^b
<i>Pectoralis profundus</i>	46,8 ± 9,9 ^{ab}
<i>Triceps brachii</i>	35,9 ± 4,3 ^{ab}
<i>Serratus ventralis</i>	34,3 ± 8,7 ^{ab}

Wartości siły cięcia badanych mięśni przedstawiono w tab. 3. Najwyższą siłą cięcia charakteryzował się SM (49,1 N), a najniższą IS (32,7 N). Różnica ta była istotna statystycznie; pomiędzy pozostałymi mięśniami nie stwierdzono istotnych różnic. Podobne wyniki uzyskali Shackelford i wsp. [21] oraz Belew i wsp. [5]. Wyniki pomiarów instrumentalnych były ujemnie skorelowane z kruchością prób analizowaną sensorycznie w przypadku każdej z zastosowanych metod obróbki cieplnej. Współczynniki korelacji prób pieczonych, grilowanych i smażonych wynosiły odpowiednio: $r = -0,71$; $r = -0,67$; $r = -0,51$.

Wnioski

1. Zawartość tłuszczu była największa w *m. infraspinatus*, a najmniejsza w *m. semimembranosus*. *M. longissimus dorsi (thoracis et lumborum)* zawierał najwięcej, a *m. infraspinatus* najmniej białka. Zawartość wody i związków

- mineralnych w postaci popiołu była we wszystkich mięśniach na tym samym poziomie.
2. Zastosowane metody obróbki cieplnej nie wpłynęły, a rodzaj mięśnia miał istotny wpływ na wyniki oceny sensorycznej mięsa.
 3. Jakość mięsa z mięśni ćwierćtuszy przedniej bydłowej *m. infraspinatus*, *m. triceps brachii* i *m. serratus ventralis* oceniana sensorycznie była porównywalna z jakością mięsa *m. longissimus dorsi (thoracis et lumborum)*.
 4. Pomiędzy siłą cięcia mierzoną instrumentalnie a kruchością mięsa z mięśni ocenianą sensorycznie wystąpiła ujemna korelacja, niezależnie od zastosowanej metody obróbki cieplnej.
 5. Mięśnie bydłowe z ćwierćtuszy przedniej: *m. infraspinatus*, *m. triceps brachii* i *m. serratus ventralis* mogą być przedmiotem obrotu handlowego, jako dobrej jakości wyrobę kulinarną.

Literatura


- [1] Adhikari K., Keene M.P., Heymann H., Lorenzen C.L.: Optimizing beef chuck flavor and texture through cookery methods. *J. Food Sci.*, 2004, **69** (4), 174 - 180.
- [2] AMSA.: Research guidelines for cookery, sensory evaluation and instrumental tenderness measurements of fresh meat. Chicago: American Meat Science Association. National Livestock and Meat Board, 1995.
- [3] Bailey A.J., Light N.D.: Connective tissue in meat and meat products. Elsevier Appl. Sci., London 1989.
- [4] Bejerholm C., Aaslyng M.D.: The influence of cooking technique and core temperature on results of a sensory analysis of pork-depending on the raw meat quality. *Food Quality and Preference*, 2003, **15**, 19-30.
- [5] Belew J.B., Brookes J.C., McKenna D.R., Savell J.W.: Warner-Bratzler shear evaluations of 40 bovine muscles. *Meat Sci.*, 2003, **64**, 507-512.
- [6] Belk K.E., Luchak G.L., Miller R.K.: Palatability of beef roasts prepared with different foodservice cooking methods. *J. Muscle Foods*, 1993, **4**, 141-159.
- [7] Bostian M.L., Fish D.L., Webb N.B., Arey J.J.: Automated methods for determination of fat and moisture in meat and poultry products: collaborative study. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 1985, **68** (5), 876-881.
- [8] Carmack C.F., Kastner C.L., Dikeman M.E., Schwenke J.R., Garcia Zepeda C.M.: Sensory evaluation of beef-flavour-intensity, tenderness, and juiciness among major muscles. *Meat Sci.*, 1995, **39**, 143-147.
- [9] Christensen M., Kok C., Ertjberg P.: Mechanical properties of type I and type IIB single muscle fibres. *Proc. 49th ICoMST Brazil*, 2003, pp. 119-120.
- [10] Grześkowiak E., Borzuta K., Wichłacz H., Strzelecki J.: Sensory traits of 13 culinary cuts obtained from carcasses of young Black-and-White slaughter cattle. *Anim. Sci. Pap. Rep., Suppl.* 2002, **1**, 179-186.
- [11] Jarez N.C., Calkins C.R., Velazco J.: Prerigor injection using glycolytic inhibitors in Low-quality beef muscles. *J. Anim. Sci.*, 2003, **81**, 997-1003.

- [12] Jeremiah L.E., Gibson L.L.: Cooking influences on the palatability of roasts from the beef hip. Food Research International, 2003, **36**, 1-9.
- [13] Kirchofer K.S., Calkins C.R., Gwartney B.L.: Fiber-type composition of muscles from the beef chuck and round. J. Anim. Sci., 2002, **80**, 2872-2878.
- [14] Kukowski A.C., Maddock R.J., Wulf D.M.: Evaluating consumer acceptability of various muscles from the beef chuck and rib. J. Anim. Sci., 2004, **82**, 521-525.
- [15] Lawrie R.A.: Meat Science. Woodhead Publ. Ltd. London 1998.
- [16] McKeith F.K., DeVol D.L., Miles R.S., Bechtel P.J., Carr T.R.: Chemical and sensory properties of thirteen major beef muscles. J. Food Sci., 1985, **50**, 869-872.
- [17] Miller R.K.: Palatability in Encyclopaedia of Meat Sciences. Elsevier Ltd. 2004, pp. 256-266.
- [18] Mottram D.S.: Flavour formation in meat and meat products: a review. Food Chem., 1998, **62** (4), 424-425.
- [19] Pospiech E., Iwańska E., Grześ B.: Kruchość mięsa kulinarnego i możliwości jej poubojowego kształtowania. Roczniki Inst. Przem. Mięś. i Tłuszcz. Warszawa. Tom XL, tom XL, 2003, 71.
- [20] Shackelford S.D., Koohmaraie M., Whipple G., Wheeler T.L., Miller M.F., Crouse J.D., Reagan J.O.: Predictors of beef tenderness: Development and verification. J. Food Sci., 1991, **56** (5), 1130-1135, 1140.
- [21] Shackelford S.D., Wheeler T.L., Koohmaraie M.: Relationship between shear force and trained sensory panel tenderness ratings of 10 major muscles from *Bos indicus* and *Bos taurus* Cattle. J. Anim. Sci., 1995, **73**, 3333-3340.
- [22] Sweeney R.A., Rexroad P.R.: Comparison of LECO FP-228 "Nitrogen Determinator" with AOAC Copper Catalyst Kjeldahl method for crude protein. J. Assoc. Off. Anal. Chem., 1987, **70** (6), 1028-1032.

THE CHEMICAL COMPOSITION AND QUALITY OF SELECTED BEEF MUSCLES

S u m m a r y

There is a tendency and need in meat industry to search for new culinary cuts in order to add variety to the commercial offer. Special attention is paid to forequarter muscles which are usually used to manufacture minced meat products. The objective of this study was to compare the chemical composition and quality of eight beef muscles from forequarter and hindquarter: *m. longissimus dorsi* (LD), *m. semimembranosus* (SM), *m. semitendinosus* (ST), *m. biceps femoris* (BF), *m. infraspinatus* (IS), *m. triceps brachii* (TB), *m. serratus ventralis* (SV), *m. pectoralis profundus* (PP). The individual muscles showed no differences in the content of water and mineral compounds determined as ash. The fat content was the highest in IS and the lowest in SM. The highest protein content was in LD, and it was the lowest in IS. A thermal processing method (grilling, roasting, frying) did not influence sensory determinations of the muscles. However, the following tendencies were observed: as for SM, frying was the optimal method of thermal processing, as for ST, TB, and SV – grilling, and as for BF - roasting. The type of a muscle had a significant impact on the sensory determinations. LD, IS, TB and SV muscles were ranked the highest, whereas BF, SM and PP muscles – the lowest. The values of shear forces were negatively correlated with the sensory assessed tenderness of meat. The quality of forequarter muscles: IS, TB, and SV was comparable with the quality of LD, which means that they could be sold as culinary meat.

Key words: beef muscles, roasting, frying, grilling, sensory analysis, shear force 

ELŻBIETA PIOTROWSKA, WŁODZIMIERZ DOLATA

OCENA JAKOŚCI WĘDLIN DROBNO ROZDROBNIONYCH WYPRODUKOWANYCH Z UDZIAŁEM MIĘSA ODKOSTNIONEGO MECHANICZNIE Z DODATKIEM TRANSLUTAMINAZY

Streszczenie

W pracy badano wpływ zróżnicowanego dodatku preparatu transglutaminazy ACTIVA WM na jakość wędlin drobno rozdrobnionych typu parówkowej. Badano kielbasy wyprodukowane z udziałem mięsa odkostnionego mechanicznie. Dodatek preparatu transglutaminazy zastosowano w ilościach: 0,05; 0,1 i 0,2%. Warianty bez dodatku preparatu stanowiły próby kontrolne. W wędlinach instrumentalnie oznaczono: twardość I i II, spoistość, elastyczność, siłę i pracę cięcia oraz odkształcenie graniczne i siłę odpowiadającą granicznemu odkształceniu. Natomiast sensorycznie oceniono: konsystencję, soczystość, związanie, smak, zapach, barwę i pożądalność ogólną. Na podstawie wyników analizy wariancji stwierdzono statystycznie istotny wpływ dodatku preparatu transglutaminazy na oceniane wyróżniki tekstury oraz na jakość sensoryczną wyrobów. Najlepszą teksturę wędlin, wyprodukowanych z 20% udziałem mięsa mechanicznie odkostnionego, uzyskano przy dodatku preparatu transglutaminazy w ilości 0,1%.

Słowa kluczowe: wędliny drobno rozdrobnione, transglutaminaza, tekstura, jakość sensoryczna, mięso odkostnione mechanicznie

Wstęp

Na rynku dodatków do żywności pojawiają się ciągle nowe produkty, których zastosowanie winno być poprzedzone kompleksowymi badaniami mającymi na celu określenie zdrowotności, wartości żywieniowych oraz najbardziej istotnych dla przemysłu mięsnego właściwości funkcjonalnych.

Stosowanie substancji dodatkowych w procesie wytwarzania żywności ma wiele zalet: umożliwia lepsze wykorzystanie surowców, zapobiega niekorzystnym zmianom jakości (barwy, smaku, zapachu czy tekstury), zwiększa atrakcyjność sensoryczną, zwiększa wydajność produkcyjną wyrobów, pozwala na otrzymanie nowych

Mgr inż. E. Piotrowska, prof. dr hab. W. Dolata, Instytut Technologii Mięsa, Wydz. Nauk o Żywności i Żywieniu, Akademia Rolnicza im. A. Cieszkowskiego, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 Poznań

sortymentów. W przemyśle mięsnym występuje surowiec o bardzo zróżnicowanej jakości, charakteryzujący się różną podatnością na zmiany mikrobiologiczne, chemiczne i fizyczne.

Uzyskanie produktów o optymalnej jakości jest możliwe dzięki modyfikacjom składników żywności, zarówno na drodze chemicznej, jak i enzymatycznej. Do grupy enzymów, które znalazły się w centrum uwagi branży spożywczej należy transglutaminaza (glutaminoamino γ -glutamylotransferaza) pochodzenia mikrobiologicznego. Transglutaminaza tworzy większe cząsteczki z małych jednostek białkowych poprzez reakcję tworzenia wiązań poprzecznych [5, 6]. Dzięki preparatom transglutaminazy istnieje możliwość maksymalnego wykorzystania surowców mniej wartościowych przemysłu mięsnego: mięsa odkostnionego mechanicznie (tzw. MOM), kolagenu i białek krwi [1]. Stosowanie transglutaminazy w produkcji wyrobów mięsnych typu szynka parzona poprawiło teksturę (twardość i elastyczność) oraz niektóre wyróżniki jakości sensorycznej (konsystencja i barwa na przekroju), szczególnie w wyrobach o wyższej wydajności [7].

Tekstura jest jedną z ważniejszych cech decydujących o jakości i akceptacji konsumenckiej produktów spożywczych. Jest to cecha złożona, determinowana przez strukturę, kształt, skład chemiczny, lepkość i inne właściwości fizyczne produktu. W skład tekstury wchodzi m.in. takie parametry, jak: twardość, kruchość, włóknistość, elastyczność, kleistość, soczystość, gumowatość, przy czym w zależności od rodzaju produktu występują one w różnym stopniu i z różnym natężeniem [10].

Celem niniejszej pracy było zbadanie wpływu zróżnicowanego dodatku preparatu transglutaminazy w zestawie surowcowym wędlin drobno rozdrobnionych, z udziałem mięsa odkostnionego mechanicznie, na ich teksturę mierzoną instrumentalnie oraz na sensoryczne wyróżniki jakościowe.

Materiał i metody badań

Produkcję prowadzono w skali półtechnicznej. Surowcem do produkcji było mięso wieprzowe kl. III (17,8%), mięso mechanicznie odkostnione-MOM (20,0%), tłuszcz drobny (30,0%), woda (30,0%), mieszanka peklująca (2,2%) i przyprawy. Surowiec pobierano z zakładów mięsnych. W doświadczeniu preparat transglutaminazy ACTIVA WM (prod. Ajinomoto) dodawano przed tłuszczem w 2. minucie kutrowania, w ilościach: 0,05; 0,1; i 0,2% w stosunku do kutrowanej masy. Wyrób bez dodatku preparatu stanowił próbę kontrolną. Mięso i tłuszcz rozdrabniano oddzielnie w wilku, typ W-82, przez siatkę o średnicy otworów 3 mm. Następnie mięso peklowano mieszanką peklującą dodaną w ilości 2,2% w stosunku do masy mięsa i przechowywano w chłodni przez 24 godz. w temp. 4–6°C. Tłuszcz solono i przechowywano w takich samych warunkach. Następnie surowiec kutrowano w kutrze laboratoryjnym, dodając w każdym doświadczeniu mieszankę przypraw, lód, chlorek

sodu oraz preparat ACTIVA WM. Proces kutrowania trwał 10 min, a temp. farszu nie przekraczała 12°C [4]. Otrzymane farsze nadziewano w jelita naturalne o średnicy 30 mm. Następnie wędliny podsuszano w temp. 50°C, wędzono w temp. 60°C i parzono do uzyskania w centrum geometrycznym batonu temp. 72°C, w komorze wędzarniczo-parzelniczej. Po 24 godz. przechowywania w chłodni wędliny poddawano badaniom.

Badania tekstury wyrobów wykonywano za pomocą Uniwersalnej Maszyny Testującej INSTRON 1140. Zastosowano test TPA, w którym próbki o średnicy $2,5 \cdot 10^{-2}$ m i wysokości $2,0 \cdot 10^{-2}$ m poddano 2-krotnemu ścisaniu do 50% ich pierwotnej wysokości. Prędkość głowicy przy stosowaniu testu TPA wynosiła $5 \cdot 10^{-2}$ m·min⁻¹ [2]. Z uzyskanego wykresu ogólnego profilu tekstury określano: maksymalną siłę pierwszego ścisania - twardość I [N], siłę drugiego ścisania – twardość II [N], elastyczność [mm] oraz spoistość. Natomiast, stosując test ściskający próbkę o 80% jej wysokości, otrzymano następujące parametry tekstury: odkształcenie graniczne [%] oraz siłę odpowiadającą granicznemu odkształceniu [N]. Wykonywano również test na cięciu. Podczas cięcia próbek o średnicy $2,5 \cdot 10^{-2}$ m za pomocą noża Warnera-Bratzlera określano maksymalną siłę cięcia [N] oraz pracę cięcia [J]. Prędkość noża wynosiła $0,5$ m·min⁻¹ [11].

Przeprowadzono semikonsumencką ocenę sensoryczną, w której uczestniczyły 32 osoby. Badania prowadzono w 2 sesjach, oceniając każdorazowo: barwę, konsystencję, smak, soczystość, związanie, zapach, oraz ogólną pożądalność czterech wariantów wędlin [2]. Ocena konsumentka polegała na określeniu stopnia pożądalności prezentowanych wędlin doświadczalnych. W badaniach tych zastosowano 10-centymetrową skalę graficzną z następującymi oznaczeniami brzgowymi: "bardzo mi nie odpowiada" – „bardzo mi odpowiada”. Wszystkie oceny przeprowadzono w laboratorium sensorycznym spełniającym wymagania zawarte w normach PN-ISO [8, 9].

Uzyskane wyniki poddano obliczeniom statystycznym. Zastosowano analizę wariancji (ANOVA) na poziomie istotności $p < 0,05$. W przypadku występowania różnic wykonano test wielokrotnych porównań Tukeya. Badania wykonano w trzech seriach doświadczalnych, a wyróżniki tekstury w 10 powtórzeniach.

Wyniki i dyskusja

Na podstawie przeprowadzonej analizy wariancji przy $p < 0,05$ stwierdzono występowanie statystycznie istotnych różnic w obrębie wszystkich oznaczanych wyróżników tekstury, ocenianych instrumentalnie (tab. 1). Stwierdzono, że dodatek preparatu transglutaminazy istotnie wpływał na poprawę tekstury wędlin drobno rozdrobnionych wyprodukowanych z 20-procentowym udziałem mięsa mechanicznie odkostnionego, a więc mięsa o gorszej jakości. Enzym ten, katalizując powstanie wiązań poprzecznych pomiędzy łańcuchami białek mięśniowych, powoduje ich

usieciowanie oraz wzmocnienie struktury wyrobów. W kiełbasach wyprodukowanych z udziałem mięsa odkostnionego mechanicznie, wraz z dodatkiem preparatu transglutaminazy do 0,1%, wartości twardości I i II, siły odpowiadającej granicznemu odkształceniu, elastyczności, siły i pracy cięcia rosły i były statystycznie istotne. Dalsze zwiększanie dodatku transglutaminazy do 0,2%, nie spowodowało już statystycznie istotnego zwiększania wzrostu tych wyróżników. Dodatek preparatu ACTIVA WM wpłynął istotnie na poprawę spoistości wędlin w porównaniu z wędliną kontrolną. Siła potrzebna do przecięcia wędlin była najwyższa w przypadku wędliny z 0,1 i 0,2% dodatkiem transglutaminazy w porównaniu z wędliną kontrolną. Świadczyć to może o dobrym związaniu wody i prawidłowej interakcji między wszystkimi składnikami omawianych wędlin wyprodukowanych z dodatkiem preparatu.

Tabela 1

Wyróżniki tekstury wędlin wyprodukowanych z dodatkiem preparatu transglutaminazy.
Parameters characterizing the texture of processed meat products produced with a transglutaminase preparation added.

Parametr Parameter	Dodatek transglutaminazy [%] Transglutaminase added [%]			
	0	0,05	0,1	0,2
Twardość I [N] Hardness 1	12,30 ^a	17,02 ^b	22,25 ^c	23,71 ^c
Twardość II [N] Hardness 2	7,86 ^a	12,20 ^b	17,56 ^c	19,45 ^d
Spoistość Cohesion	0,41 ^a	0,52 ^b	0,59 ^c	0,64 ^c
Elastyczność [mm] Elasticity	5,45 ^a	6,69 ^b	6,86 ^b	7,19 ^c
Siła cięcia [N] Shear force	1,78 ^a	2,31 ^b	2,53 ^c	2,70 ^c
Praca cięcia [J] Shear work	0,054 ^a	0,063 ^b	0,069 ^b	0,075 ^c
Odkształcenie graniczne [%] Deformation limit	47,87 ^a	49,7 ^b	51,37 ^c	50,23 ^c
Siła odpow. granicznemu odksz. [N] Strain force	13,74 ^a	18,19 ^b	24,57 ^c	25,91 ^c

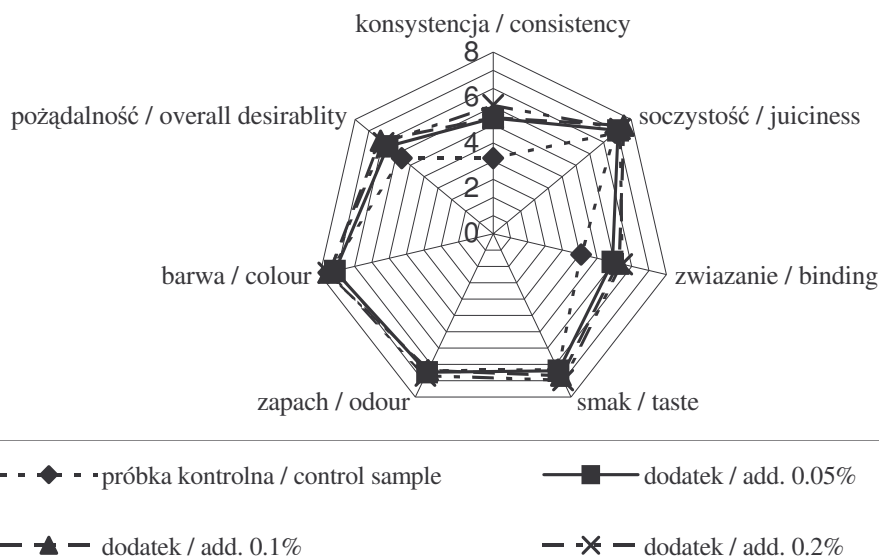
Objaśnienia: / Explanatory notes:

Jednakowe litery a, b, c. - w poszczególnych wierszach wskazują na grupy jednorodne przy $p < 0,05$.

The same letters: a, b, c in individual rows denote homogeneous groups $p < 0.05$.

Wyniki sensorycznej oceny konsumenckiej zamieszczono na rys. 1. Rezultaty instrumentalnych badań tekstury wędlin zostały potwierdzone w konsumenckiej ocenie

sensorycznej. Analiza wariancji wykazała statystycznie istotny wpływ dodatku preparatu na konsystencję oraz związanie. W tym przypadku istotnie wyższe noty otrzymały wędliny wyprodukowane z dodatkiem transglutaminazy w porównaniu z wędliną kontrolną. Natomiast soczystość, smak, zapach barwa na przekroju nie różnicowały w sposób statystycznie istotny wędlin między sobą i w porównaniu z wędliną kontrolną. Najwyższą pożądalnością konsumencką ze wszystkich ocenianych wędlin charakteryzowała się wędlina z 0,1% dodatkiem preparatu (6,51 pkt). Zaś najmniejszą notę przyznano wędlinie kontrolnej (5,29 pkt).



Rys. 1. Ocena sensoryczna wędlin wyprodukowanych z preparatem transglutaminazy [pkt].

Fig. 1. Sensory assessment of control samples produced with a transglutaminase preparation added [scores].

Można więc przyjąć, iż jakość sensoryczna badanych wędlin o zróżnicowanej zawartości preparatu ACTIVA WM była w pełni akceptowana przez konsumentów.

Wnioski

1. Stwierdzono statystycznie istotny wpływ dodatku preparatu transglutaminazy ACTIVA WM na poprawę tekstury wędlin drobno rozdrobnionych wyprodukowanych z 20-procentowym udziałem mięsa mechanicznie odkostnionego.
2. Najlepszą teksturę wędlin drobno rozdrobnionych, wyprodukowanych z 20-procentowym udziałem mięsa mechanicznie odkostnionego, uzyskano przy dodatku preparatu transglutaminazy w ilości 0,1%.

3. Analiza sensoryczna wykazała, że wśród wędlin wyprodukowanych z 20-procentowym udziałem mięsa mechanicznie odkostnionego najwyższe noty otrzymała wędlina z 0,1-procentowym dodatkiem transglutaminazy ACTIVA WM.

Literatura


- [1] Akamittath J. G., Ball Jr., H. R.: Transglutaminase mediated polymerization of crude actomyosin refined from mechanically deboned poultry meat. *J. Muscle Foods*, 1992, **3**, 1.
- [2] Baryłko-Pikielna N.: Sensoryczna analiza profilowa i ocena konsumencka w opracowywaniu nowych produktów żywnościowych. *Mat. Konf. Food Product Development*, Akademia Rolnicza, Poznań 1995, s. 207-220.
- [3] Bourne M.C.J.: Food texture and rheology. *Food Sci.*, 1982; **47**, **2**, 440-444.
- [4] Dolata W.: Wpływ niektórych parametrów technicznych kutra na kształtowanie jakości farszów i wędlin oraz energochłonność procesu kutrowania. *Roczniki AR w Poznaniu*, 1992, Zeszyt 225.
- [5] Hammer G.: Mikrobielle Transglutaminase und Diphosphat bei feinzerkleinerter Bruhwurst. *Fleischwirts.*, 1998, **78**, 1157-1162.
- [6] Kaczorowski K., Rzodkiewicz B.: Możliwości wykorzystania transglutaminazy w przemyśle spożywczym. *Magazyn Przem. Spoż.*, 1999, **2**, 48-50.
- [7] Kowalski R.: Rola i funkcja preparatów transglutaminazy w kształtowaniu jakości wyrobów mięsnych typu szynka parzona. Praca doktorska. Akademia Rolnicza w Poznaniu 2004.
- [8] PN - ISO 8589. Analiza sensoryczna. Ogólne wytyczne projektowania pracowni analizy sensorycznej.
- [9] PN - ISO 11035, Analiza sensoryczna. Identyfikacja i wybór deskryptorów do ustalania profilu sensorycznego z użyciem metod wielowymiarowych.
- [10] Surmacka-Szcześniak A.: Tekstura produktów spożywczych. W: *Food product development - opracowywanie nowych produktów żywnościowych.* – pod red. J. Czapskiego. Wyd. AR Poznań 1995.
- [11] Voisey P., Hansen H.: A shear apparatus for meat tenderness evaluation. *Food Technol.* 1967, 21, 21.

QUALITY ASSESSMENT OF FINELY COMMINUTED PROCESSED MEAT PRODUCTS PRODUCED WITH MECHANICALLY DE-BONED MEAT ADDED, AND SUPPLEMENTED WITH TRANSGLUTAMINASE

S u m m a r y

In the paper, it was studied the effect produced by varying amounts of a transglutaminase preparation ACTIVA WM added to finely comminuted, processed meat products, such as sausages of a Wiener (Vienna) type, on their quality. There were investigated sausages produced with mechanically de-boned meat added, Amounts of the transglutaminase preparation added were as follows: 0.05%, 0.1%, and 0.2%. The product variants with no preparation added constituted control samples. The following parameters of the processed meat products were determined instrumentally: hardness I and II, cohesiveness, elasticity, shear force & shear work, deformation limit, and strain force. The sensory assessment performed included: consistency, juiciness, binding, taste, odour, colour, and overall desirability. On the basis of the results of variation analysis, it was stated that the transglutaminase preparation added produced a statistically significant effect on the assessed texture parameters of the products, as well as on their sensory quality. The best texture of the processed meat products, produced with a 20% content of the

mechanically de-boned meat, was achieved when the amount of the transglutaminase preparation added was 0.01%.

Key words: finely comminuted, processed meat products, transglutaminase, texture, sensory quality, mechanically de-boned meat 

ELŻBIETA ROSIAK, DANUTA KOŁOŻYN-KRAJEWSKA

MODELE WZROSTU BAKTERII *PSEUDOMONAS* W PRODUKTACH GOTOWYCH DO SPOŻYCIA

Streszczenie

Celem pracy było opracowanie matematycznych modeli wzrostu bakterii z rodzaju *Pseudomonas* w modelowych produktach mięsnych przy uwzględnieniu następujących czynników: czas i temperatura. W badaniach zastosowano „model” produktu mięsnego reprezentujący grupę produktów z mięsa rozdrobnionego.

Otrzymane wyniki badań pozwoliły na utworzenie pierwszorzędowych modeli Gomperta i logistycznych, które dobrze opisywały rozwój drobnoustrojów w produktach z mięsa rozdrobnionego w czasie przechowywania w zróżnicowanej temperaturze. Uzyskane modele liniowe Conline'a nie były wystarczająco dobrze dopasowane. Drugorzędowy model Ratkowsky'ego okazał się najbardziej przydatny do oszacowania współczynnika szybkości wzrostu badanych grup drobnoustrojów. Wielomiany drugiego stopnia były najbardziej odpowiednie do opisu, w postaci powierzchni odpowiedzi, wpływu dwóch zmiennych na rozwój wybranych grup drobnoustrojów w produktach mięsnych. Podjęto również próbę zastosowania nowego narzędzia w prognozowaniu mikrobiologicznym, jakim są sieci neuronowe. Do uzyskiwania sieci o dobrej jakości (niski iloraz odchyień) niezbędna jest duża liczba przypadków uczących.

Słowa kluczowe: produkty mięsne, mikrobiologia, modele prognostyczne

Wprowadzenie

Mikrobiologia prognostyczna stanowi nowe podejście do zapewniania jakości i bezpieczeństwa żywności. Możliwości zastosowania wyników prognozowania to: przewidywanie przydatności i bezpieczeństwa spożywanej żywności, określenie limitów krytycznych w krytycznych punktach kontrolnych, oszacowanie konsekwencji błędnie przeprowadzonego procesu produkcji czy przechowywania.

Jedną z tez mikrobiologii prognostycznej zakłada, że reakcja populacji mikroorganizmów na czynniki środowiskowe (temperatura, pH, aktywność wody,

dodatek substancji konserwujących, atmosfera przechowywania, procesy technologiczne, skład chemiczny) jest powtarzalna. Czynniki te, a w szczególności te oddziałujące najintensywniej na daną grupę produktów żywnościowych mogą być określone. Na podstawie zebranych danych wyznaczane są funkcje opisujące rozwój bakterii w określonym środowisku. Na podstawie wyznaczonych funkcji określone są parametry kinetyczne wzrostu populacji drobnoustrojów.

Temperatura przechowywania produktów żywnościowych jest najważniejszym czynnikiem decydującym o rozwoju mikroorganizmów. Dlatego wśród opracowywanych modeli matematycznych opisujących rozwój drobnoustrojów pod wpływem różnych czynników środowiskowych najliczniejszą grupę stanowią modele pozwalające na wyznaczenie szybkości wzrostu, długości trwania lagfazy, czasu osiągnięcia maksymalnej gęstości populacji pod wpływem temperatury [3, 17].

Zepsucie przechowywanego w warunkach tlenowych mięsa i produktów mięsnych powodowane jest przez dominujące wśród mikroflory saprofitycznej bakterie *Pseudomonas*. Mają one zdolność wytwarzania w niskiej temperaturze zewnątrzkomórkowych enzymów: lipaz i proteinaz. W przypadku, gdy populacja drobnoustrojów przekracza 10^7 – 10^9 jtk/g, enzymy te odpowiedzialne są za powstawanie nieodwracalnych zmian jakości mięsa oraz nieakceptowanego zapachu [3, 4, 11, 12, 20].

Celem pracy był dobór modeli prognostycznych określających wzrost bakterii *Pseudomonas*, w modelowym produkcie z mięsa wołowego rozdrobnionego i gotowego do spożycia, przechowywanego w zróżnicowanej temperaturze. Porównano dopasowanie funkcji Gompertza i logistycznej do danych eksperymentalnych, określono wpływ temperatury na względną szybkość wzrostu z wykorzystaniem modelu Ratkowsky'ego, określono wpływ czasu i temperatury na badane drobnoustroje z wykorzystaniem funkcji wielomianowej. Podjęto również próbę zastosowania sieci neuronowych w prognozowaniu mikrobiologicznym.

Materiał i metody badań

Materiał do badań stanowiły 100-gramowe kulki mięsne przygotowane z mięsa wołowego z udźca z udziałem następujących dodatków (ilości podane w stosunku do masy mięsa): bułka tarta (10%), mleko UHT o zawartości 2% tłuszczu (10%), rozdrobniona cebula (10%), sól kuchenna (1,2%). Surowce zakupiono w sieci detalicznej.

Uformowane kulki mięsne pieczono w piekarniku elektrycznym, w temp. 150°C, do momentu osiągnięcia wewnątrz produktu temp. 75°C. Produkty stanowią model produktu mięsnego reprezentujący grupę produktów z mięsa rozdrobnionego. Produkty wykonano w warunkach laboratoryjnych, pakowano w torebki polietylenowe

(o grubości 0,66 mm, przepuszczalne dla pary wodnej – 8,96 g/m²/24 godz. ± 0,28, przepuszczalne dla tlenu – 888 cm³/m²/24 godz.) i zamykano przez zgrzewanie.

Produkty mięsne przechowywano do 16 dni w temp. 5, 10, 15 i 20°C w inkubatorze mikrobiologicznym z dochładzaniem.

Oznaczano liczbę bakterii z rodzaju *Pseudomonas* na agarze z dodatkiem selektywnego, liofilizowanego suplementu (cetrymid czwartorzędowa sól amoniowa; fucidyna, cefalosporyna – antybiotyki) – CFC, 5 ml/500 ml jałowego podłoża, firmy Noack Polen; według normy [21]. Posiew wykonywano metodą wgłębną, temp. inkubacji 22°C, czas inkubacji 72 godz.

Cały produkt (100 ± 3 g) poddawano homogenizacji w stosunku 1:1 z jałową wodą peptonową (Noack Polen) w jałowym woreczku do stomachera (Seward), (Stomacher 80) przez 60 s z prędkością standardową. Rozcieńczenie 10⁻¹ uzyskiwano przez dodanie 45 ml jałowej wody peptonowej do 5 g homogennej próby i ponowne homogenizowanie przez 60 s ze standardową prędkością (Stomacher 80). Kolejne dziesiętne rozcieńczenia uzyskiwano przez przeniesienie 1 ml do 9 ml jałowej wody peptonowej (Noack Polen).

Na płytki Petriego wylewano po 0,2 ml zawiesiny bakteryjnej. Posiewano z trzech kolejnych rozcieńczeń (w zależności od oczekiwanego poziomu skażenia produktu) w dwóch powtórzeniach. Zalewano płytki rozplynnionym, ostudzonym agarem, mieszano i pozostawiano do inkubacji. Do liczenia wybierano płytki zawierające od 15 do 300 kolonii [22].

W opracowaniu zastosowano funkcje matematyczne pozwalające na ocenę wpływu temperatury na parametry wzrostu.: funkcje sigmoidalne – modyfikowana funkcja Gompertza i logistyczna (1) i (2); liniowa funkcja Conline'a (3), funkcja Ratkowsky'ego (4), funkcje wielomianowe (5).

$$\text{Log } N_{(t)} = A + \frac{D}{1 + \exp\{-B(t - M)\}} \quad (1)$$

$$\text{Log } N_{(t)} = A + D \exp\{-\exp[-B(t - M)]\} \quad (2)$$

gdzie: t – czas [h], N_(t) – gęstość populacji w czasie t [log (jtk/ml)], A – wartość dolnej asymptoty (np. Log N_(-∞)) [log (jtk/ml)], D – różnica pomiędzy górną i dolną wartością asymptoty [np. Log N_(∞) - Log N_(-∞)] [log (jtk/ml)], M – czas, po którym wykładnicza szybkość wzrostu jest maksymalna [h], B - oznacza tangens kąta nachylenia krzywej wzrostu w czasie M, w równaniu (1) nachylenie stycznej – BD/4, w równaniu (2) nachylenie stycznej – BD/e.

Do opracowania pierwszorzędowych modeli liniowych rozwoju i przeżywalności drobnoustrojów w modelowych produktach mięsnych zastosowano model Conline'a opracowany przez Einarssona [5, 6]:

$$Y = \begin{cases} a_n & X \leq c_n \\ a_n + b_n(X + c_n) & X \geq c_n \end{cases} \quad (3)$$

gdzie: Y – $\log N$ jtk/g, X – czas przechowywania (dni) = τ , a_n , b_n , c_n , – stałe, przy czym: a_n – w przybliżeniu odpowiada logarytmowi początkowej liczby bakterii w 1 g = N_0 ; b_n – nachylenie krzywej wzrostu (współczynnik szybkości wzrostu = k); c_n – czas trwania lag fazy.

Jeżeli $c_n = 0$ to równanie przyjmuje postać:

$$\log N = \log N_0 + k\tau \quad (3a)$$

Model Ratkowsky'ego przedstawia równanie (4):

$$\sqrt{k} = (-) \quad (4)$$

T – temp. inkubacji [$^{\circ}\text{C}$], k – stała szybkości wzrostu, T_{min} – minimalna temperatura wzrostu [$^{\circ}\text{C}$], b – parametr do dopasowania.

Pierwiastek względnej szybkości wzrostu wyrażono jako funkcję przyrostu \log liczby drobnoustrojów oraz przyrostu temperatury przechowywania [$\sqrt{k} = \frac{\Delta Y}{\Delta X^2}$].

Wykorzystano dwuparametrowy model Ratkowsky'ego z przeznaczeniem do temperatur suboptymalnych. Zastosowanie modelu czteroparametrowego było niemożliwe ze względu na zbyt małą liczbę stopni swobody przy szacowaniu parametrów.

Do utworzenia modelu powierzchni odpowiedzi zastosowano funkcje wielomianowe drugiego i trzeciego stopnia. Ogólny wzór funkcji przedstawia równanie (5):

$$\ln Y = a + b_1S + b_2T + b_3P + b_4S^2 + b_5T^2 + b_6P^2 + b_7ST + b_8SP + b_9TP + e \quad (5)$$

gdzie: $a, b_{1,2,\dots}$ – są parametrami do oszacowania, S, T, P – zmienne niezależne, e – błąd. Szacowania parametrów funkcji s-kształtnych dokonano z użyciem procedur iteracyjnych wyznaczających najmniejszą wartość sumy kwadratów różnicy błędu pomiędzy wartościami empirycznymi i teoretycznymi. Do szacowania zastosowano algorytm Marquardta realizujący nieliniową MNK (Metoda Najmniejszych Kwadratów). Obliczenia wykonano w programie TableCurve 2D for Windows (AISN Software Inc). W celu porównania dopasowania modeli Gompertza i logistycznego obliczono współczynnik determinacji R^2 [10].

Szacowanie parametrów modelu Conline'a, Ratkowsky'ego oraz modelu powierzchni odpowiedzi wzrostu badanych grup drobnoustrojów wykonano klasyczną metodą najmniejszych kwadratów z użyciem pakietu statystycznego Statistica 5.5 (StatSoft Polska, Inc.) oraz TableCurve 3D for Windows (SYSTAT Software Inc).

Konfiguracja sieci neuronowej i algorytm uczenia zostały wybrane w wyniku procesu automatycznego projektowania sieci. Zastosowana sieć neuronowa realizowała regresję nieliniową pomiędzy danymi wejściowymi i wyjściowymi. Na wejście sieci wprowadzono zmienne niezależne (czas i temperaturę), na wyjście wprowadzono wartości liczby drobnoustrojów (log jtk/g). Uczenie realizował algorytm wstecznej propagacji błędów oraz algorytm gradientów sprzężonych. Proces uczenia przebiegał przy współczynniku uczenia $\alpha = 0,1$ oraz momentum 0,3.

Do realizacji zagadnienia zastosowano program Statistica Neural Networks Pl. 4.0 (StatSoft Inc.).

Wyniki i dyskusja

Pierwszorzędowe modele matematyczne

Modele pierwszorzędowe Gompertza i logistyczny rozwoju bakterii z rodzaju *Pseudomonas* były dobrze dopasowane do danych empirycznych. Dopasowanie modeli było lepsze w przypadku produktów przechowywanych w wyższej temperaturze, odpowiednio w 15 i 20°C uzyskano 79 i 70% wyjaśnienia zmienności liczby bakterii przez zmienną niezależną – czas przechowywania (rys. 1a i 1b oraz 2a i 2b).

Opracowane modele pierwszorzędowe były znacznie słabiej dopasowane do danych empirycznych w przypadku produktów przechowywanych w temp. 5 i 10°C, odpowiednio 27 i 47%. Dobre dopasowanie modelu Gompertza wymaga danych charakteryzujących wzrost poniżej i powyżej punktu przegięcia krzywej sigmoidalnej – M. Prawdopodobnie dane empiryczne liczby drobnoustrojów w produktach mięsnych przechowywanych w temp. 5 i 10°C zawierały punkty tylko z jednego z segmentów krzywej sigmoidalnej [16].

W tab. 1. przedstawiono modele liniowe Conline'a rozwoju bakterii *Pseudomonas* występujących w modelowych produktach mięsnych. W temp. 15 i 20°C były one najlepiej dopasowane do danych empirycznych, $R^2 = 76\%$ i $R^2 = 68\%$. Natomiast w temp. 5°C dopasowanie funkcji regresji do danych empirycznych wynosiło tylko 16%. Sugeruje to nieliniowy przebieg szacowanych parametrów. Najlepszy liniowy model wzrostu bakterii z rodzaju *Pseudomonas* uzyskano w przypadku produktów przechowywanych w temp. 15°C.

Tabela 1

Modele liniowe Conline'a wzrostu bakterii *Pseudomonas* w produktach mięsnych przechowywanych w zróżnicowanej temperaturze.

Conline linear models of the *Pseudomonas* bacteria growth in meat products stored at different temperatures.

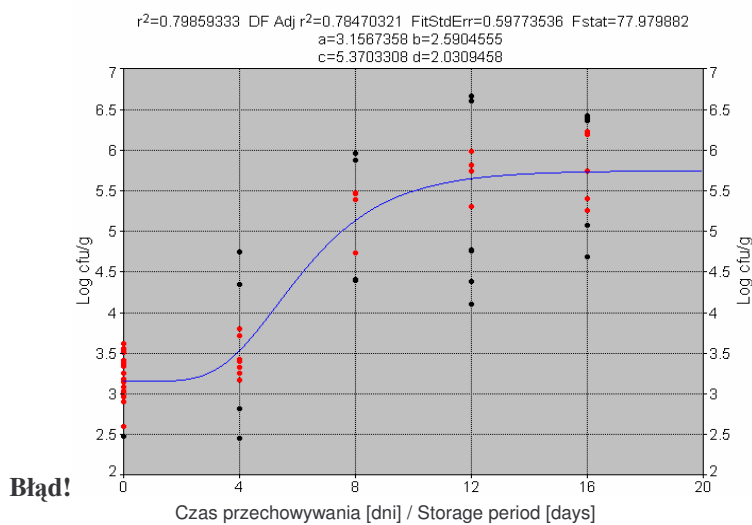
Temperatura przechowywania Temperature of storage [°C]	Model / Model	r(x,y)	R ²	t	p	N
---	---------------	--------	----------------	---	---	---

5	Log N = 3,34 + 0,05τ	0,40	0,16	3,34	0,001	62
10	Log N = 3,28 + 0,15τ	0,68	0,46	7,74	0,000	71
15	Log N = 3,14 + 0,18τ	0,87	0,76	13,87	0,000	63
20	Log N = 3,30 + 0,21τ	0,82	0,68	12,14	0,000	72

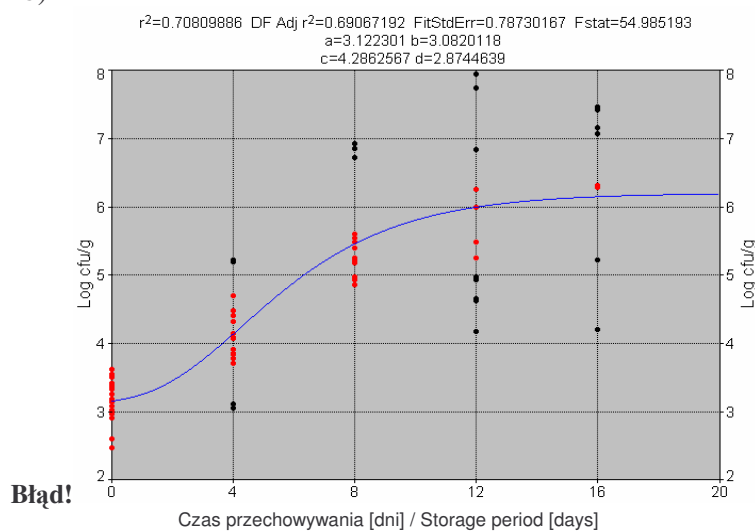
Objaśnienia: / Explanatory notes:

r - współczynnik korelacji Pearsona / r - Pearson correlation factor; R^2 - współczynnik determinacji / determination coefficient; t - statystyka t-Studenta / t - Student value; p - poziom istotności / level of significance; N - liczebność grupy / group size.

a)

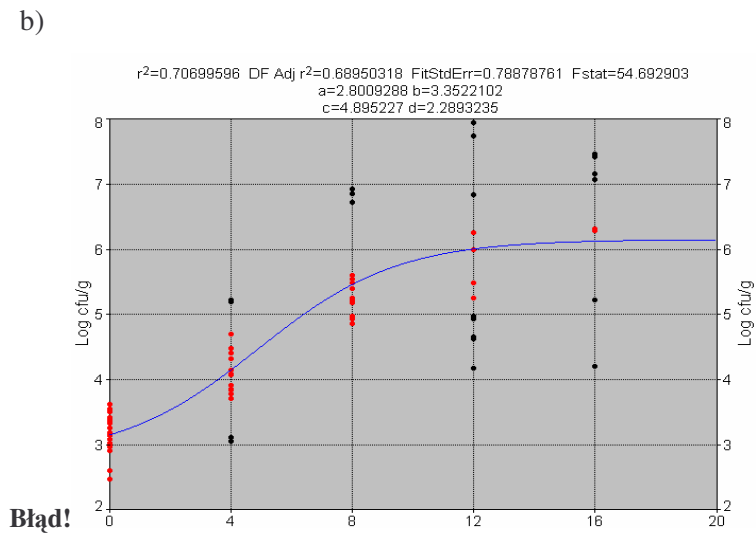
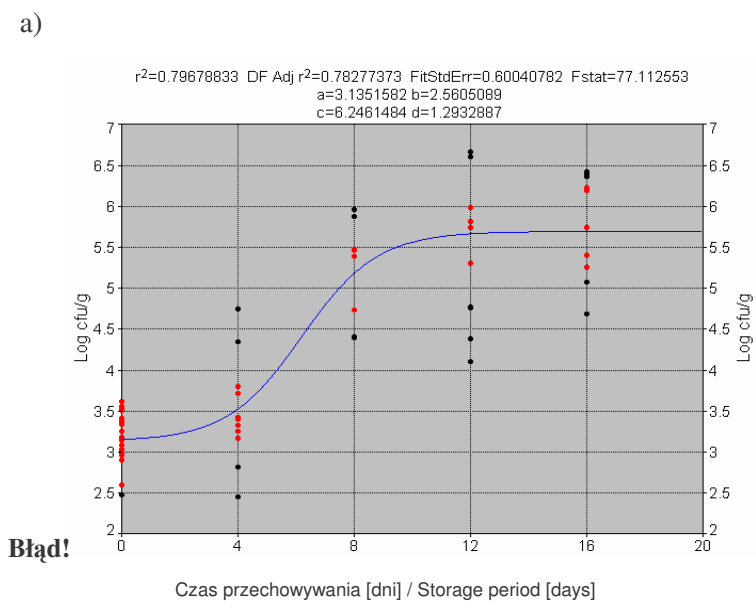


b)



Rys. 1. Modele Gompertza wzrostu bakterii *Pseudomonas* [log jtk/g] w produktach mięsnych przechowywanych w temp.: a) 15°C, b) 20°C.

Fig. 1. Gompertz models of the *Pseudomonas* bacteria growth [log cfu/g] in meat products stored at temperatures: a) 15°C, b) 20°C.



Czas przechowywania [dni] / Storage period [days]

Rys. 2. Modele logistyczne wzrostu bakterii *Pseudomonas* [log jtk/g] w produktach mięsnych przechowywanych w temp. a) 15°C, b) 20°C.

Fig. 2. Logistic models of the *Pseudomonas* bacteria growth [log cfu/g] in meat products stored at temperatures: a) 15°C, b) 20°C.

Model Ratkowsky'ego jest jednym z modeli wyrażających wpływ temperatury na względną szybkość wzrostu drobnoustrojów. Modyfikacje tego modelu uwzględniają również wpływ temperatury na długość trwania lag fazy [9, 17]. Model ten jest często i z powodzeniem stosowany ze względu na fakt, że temperatura jest zwykle najważniejszym czynnikiem wpływającym na wzrost drobnoustrojów w żywności [7, 8, 17, 18, 19].

Wyznaczono współczynniki szybkości wzrostu w kolejnych dniach oznaczeń w przypadku badanych grup drobnoustrojów występujących w modelowych produktach mięsnych przechowywanych w temp. od 10 do 20°C (tab. 2). Ze względu na brak oznaczeń liczby drobnoustrojów w temp. 0°C (log jtk/g) nie uzyskano wyników \sqrt{k} w przypadku przechowywania modelowych produktów mięsnych w temp. 5°C (brak przyrostów ΔY i ΔX).

Tabela 2

Względna szybkość wzrostu bakterii z rodzaju *Pseudomonas* w modelowych produktach mięsnych przechowywanych w zróżnicowanej temperaturze (model Ratkowsky'ego).

Relative growth rate of the *Pseudomonas* bacteria in meat products stored at different temperatures (Ratkowsky model)

Temperatura przechowywania Temperature of storage [°C]	\sqrt{k}				
	Dni oznaczeń mikrobiologicznych Days on which microbiological determinations were performed				
	0	4	8	12	16
5	-	-	-	-	-
10	0,0000	0,2388	0,3756	0,3755	0,6176
15	0,0000	-	0,2535	0,3440	0,2305
20	0,0000	0,3525	0,2659	0,2564	0,3207

Szybkość wzrostu bakterii *Pseudomonas* występujących naturalnie w modelowych produktach mięsnych była największa w 16. dniu oznaczeń w produktach przechowywanych w temp. 10°C (tab. 2).

W badaniach Giannuzzi i wsp. [9] otrzymano wartość współczynnika szybkości wzrostu bakterii *Pseudomonas* spp. równą 0,62 w czasie przechowywania próbek surowej wołowiny w temp. 4°C. Podobne obliczenia z wykorzystaniem

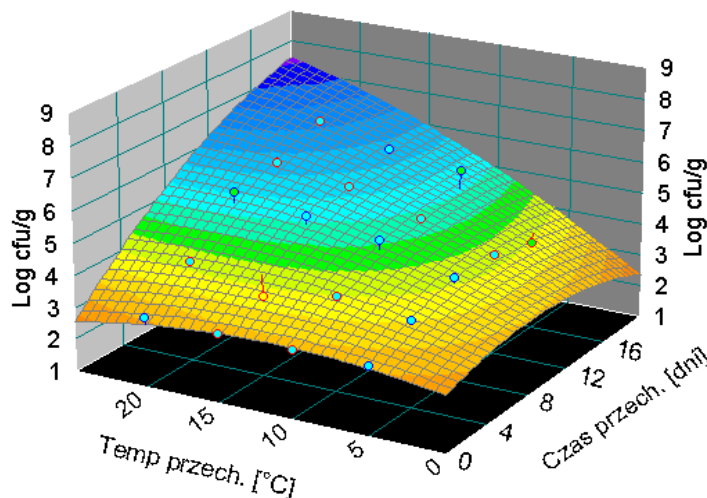
zmodyfikowanego modelu Ratkowsky'ego przeprowadzone przez Muermansa i wsp. [17] wykazały szybkość wzrostu bakterii *Pseudomonas spp.* równą 0,12 w temp. 9,4°C. Szybkość wzrostu *Ps. putida* wynosiła 0,50 w temp. 10°C [18].

W wyższej temperaturze przechowywania współczynnik szybkości wzrostu bakterii *Pseudomonas* był niższy, co może być powodowane przez szybszy wzrost względnych mezofili, a także brak przystosowań bakterii *Pseudomonas* do wzrostu w wyższych zakresach temperatury. Badania przeprowadzone z wykorzystaniem najszybciej rosnących szczepów (*Pseudomonas putida* 1442, GT = 3,3 godz.) w szerokim zakresie temperatury wykazały, że *Pseudomonas spp.* jest rodzajem dominującym tylko w niskiej temperaturze. Za zepsucie żywności w temp. 15–20°C odpowiedzialne są inne mikroorganizmy [19].

Modele powierzchni odpowiedzi otworzono wyrażając log jtk/g (z) w funkcji czasu (x) i temperatury (y) przechowywania. Zastosowano funkcje wielomianu drugiego i trzeciego stopnia wykorzystywane przez innych autorów do określenia wpływu kilku niezależnych czynników na parametry kinetyczne wzrostu drobnoustrojów [1, 13, 15].

$$\text{Eqn 301 } z = a + bx + cy + dx^2 + ey^2 + fxy$$

$r^2 = 0.93469448$ DF Adj $r^2 = 0.90455347$ FitStdErr = 0.31414737 Fstat = 40.075393
 $a = 2.7637742$ $b = 0.12663635$ $c = 0.080566817$
 $d = -0.007339494$ $e = -0.0035690331$ $f = 0.010635143$



Rys. 3. Model wielomianowej powierzchni odpowiedzi (stopnia 2) wzrostu bakterii *Pseudomonas* w produktach mięsnych.

Fig. 3. The model of polynomial response surface (second degree) of the *Pseudomonas* bacteria growth in meat products.

Objaśnienia: / Explanatory notes:

z - log liczby *Pseudomonas* [jtk/g] / log plate count of *Pseudomonas* bacteria [cfu/g]; x - czas [dni] / storage period [days]; y - temperatura / temperature; a - stała / constant; b, c, d, e - parametry funkcji

wielomianowej / parameters of the polynomial function; $r^2 = R^2$ - współczynnik determinacji / determination coefficient; $\text{adj } r^2 = \text{adj } R^2$ - zrewidowany współczynnik determinacji / revised R determination coefficient; błąd szacunku / standard assessment error; wartość statystyki F / F statistic value.

Wielomianowy model powierzchni odpowiedzi (stopnia drugiego) bakterii z rodzaju *Pseudomonas*, występujących w produktach mięsnych, przedstawiono na rys. 3. Dopasowanie wielomianów (st. 2 i st. 3) wynosi odpowiednio 93 i 95%, co świadczy o bardzo dobrej jakości otrzymanych modeli. Mimo lepszego dopasowania do danych eksperymentalnych modelu wielomianowego trzeciego stopnia niż modelu wielomianowego drugiego stopnia, wyznaczone wartości reszt są większe niż w modelu o nieco gorszym dopasowaniu. Również oszacowanie parametrów modelu wielomianowego drugiego stopnia (tab. 3) jest w przypadku większości zmiennych statystycznie istotne, co oznacza istotny wpływ szczególnie czasu przechowywania na liczbę bakterii *Pseudomonas* (tab. 4).

W tabeli 3. i 4. przedstawiono dane prognozowane wzrostu bakterii *Pseudomonas* w modelowych produktach mięsnych w trakcie przechowywania w zróżnicowanej temperaturze. Wielomian st. 3 szacuje ujemną wartość log jtk/g w 20. dniu przechowywania produktów mięsnych w temp. 0°C. Jest to szczególnie zastanawiające w przypadku bakterii psychrotrofowych, które w warunkach chłodniczych wykazują powolny wzrost. Wielomian stopnia drugiego nie przewiduje wartości ujemnej, ale właśnie powolny, sukcesywny rozwój naturalnie występujących w produktach mięsnych bakterii z rodzaju *Pseudomonas*.

Tabela 3

Liczba bakterii z rodzaju *Pseudomonas* [log jtk/g] w produktach mięsnych (dane ekstrapolowane do 20. dnia przechowywania, w temp. 0 i 25°C) (Model powierzchni odpowiedzi 2. stopnia).
The count of *Pseudomonas* bacteria [log cfu/g] in meat products (the data extrapolated till the 20th day of storage at temperatures of 0°C and 25°C) (Second-degree model of response surface).

Wielomian stopnia 2. Second degree poly-nominal	x = dni / x = days					
y = temperatura y = temperature	0	4	8	12	16	20
0	2,76	3,15	3,30	3,22	2,91	2,36
5	3,07	3,67	4,04	4,17	4,07	3,73
10	3,21	4,02	4,60	4,95	5,06	4,93
15	3,16	4,19	4,98	5,54	5,86	5,95
20	2,94	4,18	5,19	5,96	6,49	6,79
25	2,54	3,99	5,21	6,20	6,94	7,46

Można sądzić, że prognozowanie liczby bakterii z rodzaju *Pseudomonas* z wykorzystaniem modelu wielomianowego drugiego stopnia jest bardziej odpowiednie. Baranui i wsp. [2]. podkreślają, że w przypadku modeli opracowywanych na potrzeby przetwórstwa żywności należy zastosować te, które najlepiej przewidują niezależne wyniki, a nie te, które są najlepiej dopasowane do danych użytych do ich generowania.

Tabela 4

Liczba bakterii z rodzaju *Pseudomonas* [log jtk/g] w produktach mięsnych (dane ekstrapolowane do 20. dnia przechowywania, w temp. 0 i 25°C) (Model powierzchni odpowiedzi 3. stopnia).

The count of *Pseudomonas* bacteria [log cfu/g] in meat products (the data extrapolated till the 20th day of storage at temperatures of 0°C and 25°C) (Third-degree model of response surface model).

Wielomian stopnia 3. Third-degree poly-nominal	x = dni / x = days					
y = temperatura y = temperature [°C]	0	4	8	12	16	20
0	2,20	2,18	1,95	1,45	0,56	-0,77
5	3,20	3,70	4,03	4,10	3,81	3,07
10	3,16	4,02	4,73	5,19	5,32	5,03
15	2,90	3,94	4,85	5,54	5,91	5,88
20	3,21	4,26	5,20	5,93	6,37	6,43
25	4,88	5,77	6,56	7,17	7,50	7,47

Stosując model powierzchni odpowiedzi należy pamiętać o jego empirycznym charakterze. Powodzenie predykcji na jego podstawie jest uzależnione od zastosowanych danych. Ponadto w przypadku ekstrapolacji poza obszar danych eksperymentalnych, szczególnie w przypadku funkcji wielomianu wyższego rzędu, który z reguły jest lepiej dopasowany do danych, zachodzi ryzyko generowania wyników nierzeczywistych. Z danych literaturowych wynika, że zastosowanie nowego czynnika środowiskowego determinującego wzrost (np. NaNO₂) powoduje dwukrotny wzrost ryzyka nieprawidłowej ekstrapolacji [2, 14, 15].

Uruchomiono ST Neural Networks dla całego zbioru wyników ogólnej liczby bakterii z rodzaju *Pseudomonas*. Zbiór 268 przypadków został podzielony w stosunku 2:1:1 odpowiednio na zbiory uczący, walidacyjny i testowy 129:65:65. Przetestowano 52 sieci. Sieci najlepszej jakości do rozwiązywania badanego zagadnienia to jednokierunkowe sieci wielowarstwowe (MLP).

Sieć 2:2-3-1:1 zbudowana z pięciu warstw: dwa neurony w warstwie wejściowej, dwa w pierwszej warstwie ukrytej, trzy w drugiej warstwie ukrytej i jeden w trzeciej warstwie ukrytej oraz jeden w warstwie wyjściowej (rys. 4).

Sieć zbudowana z sześciu warstw 2:10-7-1-1: dwa neurony w warstwie wejściowej, dziesięć w pierwszej warstwie ukrytej, siedem w drugiej warstwie ukrytej po jednym w trzeciej i czwartej warstwie ukrytej oraz jeden w warstwie wyjściowej (rys. 5).

Tabela 5

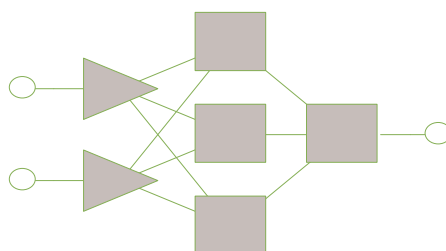
Dane charakteryzujące sieć MLP 2:2-3-1:1 do prognozowania bakterii *Pseudomonas*.

Data characterizing the MLP 2:2-3-1:1 net, applied for the purpose of developing a *Pseudomonas* bacteria prognosis.

Miara statystyczna Statistical measure	Zbiór uczący Learning file	Zbiór walidacyjny Validation file	Zbiór testowy Test file
\bar{x}	4,30	4,33	4,09
s	1,21	1,40	1,29
\bar{e}	0,00	0,01	0,09
se	0,75	0,87	0,72
$ e $	0,55	0,63	0,55
se/e	0,62	0,62	0,56
r^2	0,78	0,78	0,82

Objaśnienia: / Explanatory notes:

\bar{x} - wartość średnia / mean value; s – odchylenie standardowe / standard deviation; \bar{e} średni błąd / mean error; se - odchylenie błędu / deviation of error; $|e|$ - średni błąd bezwzględny / absolute mean error; se/e - iloraz odchyłeń / quotient of deviations; r - współczynnik korelacji Pearsona / r - Paerson correlation factor.



Rys. 4. Schemat sieci MLP 2:2-3-1:1 do prognozowania bakterii *Pseudomonas*.

Fig. 4. Scheme of the MPL 2:2-3-1:1 net applied for the purpose of developing a *Pseudomonas* bacteria prognosis

Do oceny jakości sieci bierze się pod uwagę iloraz odchyleń standardowych wyznaczonych dla błędów i danych. Iloraz ten wskazuje, czy próba budowy modelu regresyjnego się powiodła. Niższa od 1,0 wartość wspomnianego ilorazu świadczy o lepszym oszacowaniu wyjścia systemu, uzyskiwanym za pomocą sieci. Im niższa wartość – tym lepiej model “zgaduje” nieznanne wartości wyjściowe. Ponadto obliczany jest standardowy współczynnik korelacji Pearsona pomiędzy obliczonymi i rzeczywistymi wartościami wyjściowymi. Współczynnik korelacji równy 1,0 niekoniecznie oznacza idealną prognozę (a tylko prognozę, która jest dokładnie liniowo skorelowana z aktualnymi wartościami wyjściowymi), jakkolwiek w praktyce współczynnik korelacji jest dobrym wskaźnikiem jakości sieci.

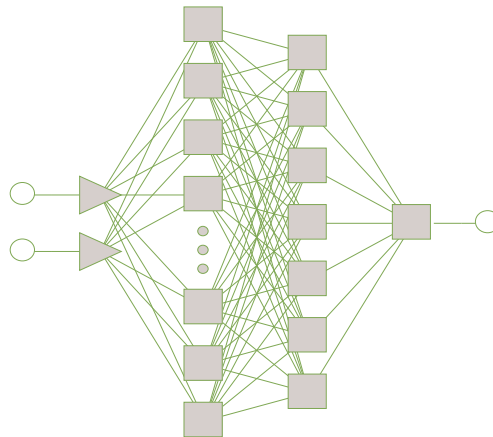
Tabela 6

Dane charakteryzujące sieć MLP 2:10-7-1:1 do prognozowania bakterii *Pseudomonas*.

Data characterizing the MLP 2:10-7-1:1 net, applied for the purpose of developing a *Pseudomonas* bacteria prognosis.

Miara statystyczna Statistical measure	Zbiór uczący Learning file	Zbiór walidacyjny Validation file	Zbiór testowy Test file
\bar{x}	4,30	4,33	4,09
s	1,21	1,40	1,29
\bar{e}	0,00	0,01	0,10
se	0,75	0,86	0,74
$ e $	0,55	0,61	0,58
se/e	0,62	0,61	0,57
r^2	0,78	0,78	0,81

Objaśnienia jak w tab. 5. / Explanatory notes as in Tab. 5



Rys. 5. Schemat sieci MLP 2:10-7-1:1 do prognozowania bakterii *Pseudomonas*.

Fig. 5. Scheme of the MPL 2:10-7-1:1 net, applied for the purpose of developing a *Pseudomonas* bacteria prognosis.

Jakość sieci, której iloraz odchyłeń wynosi powyżej 0,7 dyskwalifikuje stworzony przez sieć model. Jakość uzyskanych modeli neuronowych prognozujących liczbę bakterii z rodzaju *Pseudomonas*, przy wysokiej korelacji wartości obliczonych i zadanych, jest na poziomie 0,62 i 0,61. Wysoka wartość ilorazu odchyłeń może być wytłumaczona tym, że zbiór przypadków wykorzystywany do tworzenia i uczenia sieci był zbyt mały (268 przypadków).

Podjęte próby zastosowania sieci neuronowych doprowadziły do zadowalających rezultatów szczególnie w przypadku sieci dotyczących ogólnej liczby drobnoustrojów. Uzyskany współczynnik jakości sieci to 0,44, przy zbiorze 527 przypadków. Wydaje się więc, że przeprowadzenie odpowiednio zaplanowanego badania mikrobiologicznego pozwoli na prognozowanie rozwoju bakterii *Pseudomonas* z wykorzystaniem sieci neuronowych.

Wnioski

1. Wyniki badań umożliwiły dopasowanie modeli Gompertza i logistycznych, dobrze opisujących rozwój drobnoustrojów w produktach z mięsa rozdrobnionego, w czasie przechowywania, w zróżnicowanej temperaturze, natomiast modele liniowe nie były wystarczająco dobrze dopasowane.
2. Model Ratkowsky'ego okazał się najbardziej przydatny do oszacowania współczynnika szybkości wzrostu bakterii *Pseudomonas*.

3. Wielomiany drugiego stopnia były najbardziej odpowiednie do opisu, w postaci powierzchni odpowiedzi, wpływu dwóch zmiennych na rozwój bakterii *Pseudomonas*.
4. Wykorzystanie sieci neuronowych jest możliwe przy założeniu odpowiedniego schematu doświadczenia gwarantującego dostateczną liczbę przypadków.

Literatura

- [1] Avery S.M., Hudson J.A., Phillips D.M.: Use of response surface models to predict bacterial growth from time/temperature histories. *Food Control*, 1996, **7**, **3**, 121-128.
- [2] Baranyi J., Ross T., McMeekin T.A., Roberts T.A.: Effect of parameterization on performance of empirical models used in predictive microbiology. *Food Microbiol.*, 1996, **13**, **1**, 83-91.
- [3] Borch E., Kant-Muermans M-L., Blixt Y.: Bacterial spoilage of meat and cured meat products. *Int. J. Food Microbiol.*, 1996, **33**, **1**, 103-120.
- [4] Chan W.K.M., Joo S-T, Faustman C., Sun Q, Vieth R: Effect of *Pseudomonas fluorescens* on beef discoloration and oxymyoglobin oxidation in vitro. *J. Food Prot.*, 1998, **61**, **10**, 1341-1346.
- [5] Einarsson H.: Predicting the shelf life of cod (*Gadus morhua*) fillets stored in air and modified atmosphere at temperatures between -4°C and +16°C; In Huss H.H., Jakobsen M., Liston J., (ed): *Quality Assurance in the Fish Industry*, Elsevier, Amsterdam 1992, pp.479-488.
- [6] Einarsson H.: Evaluation of a predictive model for the shelf life of cod (*Gadus morhua*) fillets in two different atmospheres at varying temperatures. *Int. J. Food Microbiol.*, 1994, **24**, **1/2**, 93-102.
- [7] Fu B., Labuza T.P.: Shelf life prediction: theory and application. *Food Control*, 1993, **4**, **3**, 125-132.
- [8] Fu B., Taoukis P.S., Labuza T.P.: Predictive Microbiology for monitoring spoilage of dairy products with time-temperature integrators. *J. Food Sci.* 1991, **56**, **5**, 1209-1215.
- [9] Giannuzzi L., Pinotti A., Zaritzky N.: Mathematical modelling of microbial growth in packaged refrigerated beef stored at different temperatures. *Int. J. Food Microbiol.*, 1998, **39**, **1-2**, 101-110.
- [10] Goryl A., Jędrzejczyk Z., Kukuła K., Osiewalski J., Walkosz A.: *Wprowadzenie do ekonometrii w przykładach i zadaniach*. Wyd. Nauk. PWN. Warszawa 1996.
- [11] Jay J.M.: *Spoilage of fresh and processed Meats, Poultry and Seafood*, in *Modern Food Microbiology*. Chapman & Hall, Fourth Edition. New York 1992.
- [12] Lebert I., Begot A., Lebert A.: Growth of *Pseudomonas fluorescens* and *Pseudomonas fragi* in a meat medium as affected by pH (5,8-7,0), water activity (0,97-1,00) and temperature. *Int. J. Food Microbiol.*, 1998, **39**, **1-2**, 53-60.
- [13] Lebert I., Robles-Olvera V., Lebert A.: Application of poly-nominal models to predict growth of mixed cultures of *Pseudomonas spp.* and *Listeria* in meat. *Int. J. Food Microbiol.*, 2000, **61**, **1**, 27-39.
- [14] Masana M.O., Baranyi J.: Adding new factors to predictive models: the effect on the risk of extrapolation. *Food Microbiol.*, 2000, **17**, 367-374.
- [15] McClure P.J., Cole M.B., Davies K.W.: An example of the stages in the development of a predictive mathematical model for microbial growth: the effects of NaCl, pH and temperature on the growth of *Aeromonas hydrophila*. *Int. J. Food Microbiol.*, 1994, **23**, **3-4**, 359-375.
- [16] McMeekin T.A., Olley J.N., Ross T., Ratkowsky D.A.: *Predictive microbiology, theory and application*, RST LTD, England 1993.
- [17] Muermans M.L.T., Stekelenburg F.K., Zwietering M.H., Huis in't Veld J.H.J.: Modelling of the microbiological quality of meat. *Food Control*, 1993, **4**, **4**, 216-221.

- [18] Nemeyer K., Ross T., McMeekin T.A.: Development of a predictive model to describe the effects of temperature and water activity on the growth of spoilage *Pseudomonas*. Int. J. Food Microbiol., 1997, **38**, **1**, 45-54.
- [19] Neumeyer K., Ross T., Thomson G., McMeekin T.A.: Validation of a model describing the effects of temperature and water activity on the growth of psychotrophic *Pseudomonas*. Int. J. Food Microbiol., 1997, **38**, **1**, 55-63.
- [20] Ockerman R.W., Kim J.G.: Influence of previous bacterial growth on the biochemical and microbiological properties of beef extract medium. 38th International Congress of Meat Science and Technology, Clermont-Ferrand, France 1992.
- [21] PN-ISO 13720:1999. Oznaczanie liczby bakterii z rodzaju *Pseudomonas*.
- [22] PN-A-82055-6:1994. Oznaczanie ogólnej liczby drobnoustrojów.

GROWTH MODELS OF THE *PSEUDOMONAS* BACTERIA IN READY-TO-EAT PRODUCTS

S u m m a r y

The objective of the paper was to construct mathematical bacteria growth models of the *Pseudomonas spp.* bacteria occurring in model meat products considering the two following factors: time and temperature. For the purpose of the investigations performed, there was used a 'model' of the meat product representing a group of meat products made of minced meat.

The investigation results obtained made it possible to construct first-order Gompertz and logistic models which appropriately described the growth of bacteria in minced meat products during their storage at various temperatures. The constructed Conline linear models were not sufficiently matching. The second-degree Ratkowsky model appeared to be the most suitable for the purpose of assessing the growth rate of the groups of microorganisms. The second-degree poly-nominals appeared to be the most suitable to describe, in the form of response surfaces, the effect of two variables on the growth of selected groups of microorganisms in meat products. Additionally, an attempt was made to apply this new tool, i.e. neural networks, to microbiological prognoses.

Key words: meat products, microbiology, prognostic models 

STANISŁAW WAJDA, TOMASZ DASZKIEWICZ, WOJCIECH KAPELAŃSKI,
DANUTA PUCHALSKA

WARTOŚĆ RZEŻNA TUSZ LOSZEK I LOCH PIERWIASTEK

Streszczenie

Materiał badawczy stanowiły prawie półtusze 22 loszek i 21 loch (po pierwszym oproszeniu) o genotypie duński landrace x duński yorkshire. Zwierzęta pochodziły z tego samego gospodarstwa. Po zakończonym okresie tuczu (loszki) i odsadzeniu prosiąt (lochy), zwierzęta były poddawane ubojowi w zakładach mięsnych.

Przeprowadzone, po 24 h od momentu uboju, na tuszach loszek i loch pomiary grubości słoniny nie wykazały jej istotnego zróżnicowania przy porównaniu średnich z grup. Analiza procentowego udziału poszczególnych elementów w objętych badaniami półtuszach wykazała istotnie większy udział w tuszach loch podgardla i karkówki, a w tuszach loszek szynki, żeberka i nóg. Konsekwencją zbliżonego procentowego udziału elementów w tuszach loch i loszek była nieznaczna różnica (8,50 zł/1,17%) między obliczoną wartością handlową ich tusz w przeliczeniu na masę 100 kg.

Słowa kluczowe: loszki, lochy pierwiastki, wartość rzeźna

Wprowadzenie

Prowadzone aktualnie w kraju prace badawcze i hodowlane świń dotyczą zarówno poprawy mięsności tuczników, jak i jakości ich mięsa [5]. Nie mniej ważne są także badania nad poprawą efektu ekonomicznego produkcji mięsa wieprzowego.

Jedną z metod obniżenia kosztów produkcji tego gatunku mięsa może być ubój i odpowiednie zagospodarowanie mięsa loch po pierwszym oproszeniu. Lochy takie trafiają na rzeź w wyniku ich brakowania z dalszego użytkowania rozplodowego, z powodu małej liczby prosiąt w miocie. Zwiększenie ich udziału w uboju może nastąpić w sytuacji opracowania odpowiedniej technologii produkcji wieprzowiny w oparciu o produkcję loch i prosiąt tylko z jednego miotu [4].

Prof. dr hab. S. Wajda, dr inż. T. Daszkiewicz, mgr inż. D. Puchalska, Katedra Towaroznawstwa Surowców Zwierzęcych, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, ul. Oczapowskiego 2, 10-719 Olsztyn; prof. dr hab. W. Kapelański, Katedra Hodowli Trzody Chlewnej, Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy, ul. Mazowiecka 28, 85-084 Bydgoszcz

Celem podjętych badań było porównanie wartości rzeżnej tusz uzyskanych z uboju loszek i loch wybrakowanych po pierwszym oproszeniu z powodu małej liczby prosiąt w miocie.

Materiał i metody badań

Badania przeprowadzono na 22 półtuszach loszek i 21 półtuszach loch wybrakowanych po pierwszym wyproszeniu ze względu na małą liczbę prosiąt w miocie. Obie grupy zwierząt pochodziły z należącego do zakładów mięsnych Sokołów S.A. gospodarstwa rolnego w Wielbarku i reprezentowały genotyp duński landrace x duński yorkshire.

Lochy po upływie około 20 dni od momentu odsadzenia prosiąt, a loszki po uzyskaniu masy około 100 kg, przewożono do zakładów mięsnych w Sokołowie Podlaskim. Świnie poddawano ubojowi po 20-godzinnym przetrzymywaniu w magazynie żywca.

Po 24 h wychładzaniu tusz, na prawych półtuszach dokonywano pomiarów grubości słoniny w pięciu punktach, zgodnie z metodyką SKURTC_h [7]. Następnie po zważeniu tych półtuszy poddawano je rozbirowi na elementy zasadnicze, zgodnie z zasadami obowiązującymi w zakładach mięsnych. Wszystkie elementy ważono z dokładnością do 1 g i obliczano ich procentowy udział w półtuszy.

W pracy przeprowadzono także analizę ekonomiczną rozbioru półtuszy, w której uwzględniono ceny hurtowe elementów uzyskiwanych z podziału tusz wieprzowych, obowiązujące w Zakładach Mięsnych w Sokołowie Podlaskim w okresie prowadzenia badań (lipiec 2005 r.).

Obliczenia statystyczne wykonano w programie komputerowym Statistica wersja 6.0. Statystyczną istotność różnic między średnimi grup oszacowano za pomocą testu t-Studenta.

Wyniki i dyskusja

Średnia masa tusz loszek wynosiła 81,32 kg, a loch po pierwszym oproszeniu 116,80 kg (tab. 1). Odchylenie standardowe wyników masy tusz loch było wysokie i wynosiło 25,00 kg, podczas gdy w grupie loszek kształtowało się na 5-krotnie niższym poziomie i wynosiło 4,90 kg.

Bardzo zbliżone wyniki uzyskano analizując grubość słoniny grzbietowej tusz loszek i loch (tab. 1). Największa różnica, stwierdzona między średnimi grubościami słoniny mierzonej na I krzyżu, wynosiła niespełna 3 mm. Borzuta i wsp. [1] oraz Grześkowiak [3], analizując grubość słoniny 14 tysięcy tuczników skupionych w różnych regionach kraju, stwierdzili grubszą słoninę nad łopatką i na grzbiecie o około 5 mm, a na II krzyżu o 7 mm. Z kolei Molenda i wsp. [6], oceniając tusze loszek ras

mięsnych w Stacji Kontroli Użytkowości Rzeźnej Trzody Chlewnej, uzyskali zbliżoną średnią grubość słoniny z 5 pomiarów. Uzyskane w pracy wyniki świadczą zatem o małym otłuszczeniu objętych badaniami tusz loszek mieszańców duński landrace x duński yorshire.

Tabela 1

Masa tuszy zimnej i półtuszy oraz pomiary grubości słoniny loszek i loch pierwiastek.
Cold carcass & half-carcass weights, and backfat thickness values measured in gilts and sows.

Wyszczególnienie Specification	Loszki Gilts		Lochy Sows	
	\bar{x}	s/SD	\bar{x}	s/SD
Masa tuszy zimnej Cold carcass weight [kg]	81,32	4,90	116,80**	25,01
Masa półtuszy Half-carcass weight [kg]	40,71	2,70	58,15**	8,37
Grubość słoniny Backfat thickness: [mm]				
- nad łopatką /over the shoulder	29,39	5,02	28,90	6,91
- na grzbiecie / on the back	16,96	4,04	17,29	5,53
- na I krzyżu /on the loin I	16,43	3,91	19,19	6,86
- na II krzyżu / on the loin II	12,39	4,34	13,33	4,99
- na III krzyżu / on the loin III	18,22	5,02	18,38	7,30
Wartość średnia z 5 pomiarów [mm] A mean value of 5 measurements taken	18,68	3,75	19,42	5,65

Objaśnienia: / Explanatory notes:

Wartości oznaczone w wierszu ** różnią się statystycznie istotnie ($p \leq 0,01$)

Values in the same row followed by ** differ statistically significantly ($p \leq 0.01$)

Mięso wieprzowe jest zarówno mięsem przetwórczym, jak i kulinarnym. Dlatego dla zakładów mięsnych ważna jest informacja o udziale w tuszy poszczególnych elementów zasadniczych, zwłaszcza tych o najwyższej wartości handlowej, takich jak: schab, szynka, czy karkówka. W tab. 2. przedstawiono masę elementów uzyskanych z rozbioru półtuszy loszek i loch. Analiza statystyczna wykazała, że średnia masa elementów otrzymanych z podziału półtuszy loch była istotnie większa niż elementów pochodzących z półtuszy loszek, co było naturalnym zjawiskiem fizjologicznym, wynikającym ze zróżnicowania ich masy przedubojowej. W przypadku najcenniejszych elementów różnice wynosiły: szynka – 4,19 kg, schab – 2,06 kg, karkówka – 1,73 kg, łopatka – 2,99 kg oraz słonina – 0,85 kg.

W celu uzyskania pełnego obrazu wartości rzeźnej ocenianych półtuszy loch i loszek, dokonano analizy procentowego udziału w nich poszczególnych elementów

(tab. 3). Średni procentowy udział większości elementów w półtuszach loszek i loch kształtował się na bardzo zbliżonym poziomie. Statystycznie istotne różnice między średnimi grup potwierdzono jedynie w przypadku udziału szynki, żeberka i nóg, który był większy ($p \leq 0,01$) w półtuszach loszek oraz karkówki i podgardla, których udział był większy ($p \leq 0,01$) w półtuszach loch.

Tabela 2

Masa elementów zasadniczych w półtuszach loszek i loch pierwiastek [kg].

Weights of the basic elements in the half-carasses of gilts and primiparous sows [kg].

Wyszczególnienie Specification	Loszki / Gilts		Lochy / Sows	
	\bar{x}	s/SD	\bar{x}	s/SD
Głowa / Head	1,95	0,26	2,83**	0,29
Podgardle / Chap	1,13	0,21	1,82**	0,38
Karkówka / Neck	2,69	0,30	4,42**	0,62
Schab / Loin	4,85	0,51	6,90**	0,83
Biodrówka / Loin end	0,69	0,12	0,98**	0,22
Szynka / Ham	11,27	0,79	15,46**	2,24
Łopatka / Shoulder	6,43	0,42	9,42**	1,41
Żeberka / Ribs	0,71**	0,12	0,53	0,14
Boczek / Belly	4,64	0,56	6,97**	1,40
Pachwina / Ventral part of the belly	1,90	0,35	2,57**	0,82
Nogi / Legs	1,13	0,08	1,46**	0,22
Słonina / Backfat	1,53	0,41	2,38**	0,92
Mięso kl. II / Meat of class II	1,43	0,30	2,07**	0,66
Tłuszcz drobny / Fine fat	0,17	0,13	0,18	0,12

Oznaczenia jak w tab. 1 / Explanatory notes as in Tab. 1.

Stwierdzony w przeprowadzonych badaniach procentowy udział najcenniejszych elementów (schab, karkówka, łopatka, szynka) w półtuszach loszek i loch o genotypie duński landrace x duński yorkshire, w porównaniu z wynikami innych badań przeprowadzonych na tucznikach i maciorach [2, 8, 9, 10], należy uznać za wysoki. Świadczy to o dużym potencjale genetycznym materiału biologicznego użytego do wyprowadzenia badanych mieszańców.

W pracy przeanalizowano również wartość handlową tusz loszek i loch, z uwzględnieniem cen hurtowych elementów uzyskiwanych z podziału tusz wieprzowych, obowiązujących w Zakładach Mięsnych w Sokołowie Podlaskim w okresie prowadzenia badań. Z przeprowadzonych obliczeń wynikało, że całkowita wartość handlowa elementów uzyskanych z podziału tusz loch po pierwszym oproszeniu (732,93 zł) była nieznacznie wyższa w przeliczeniu na tusze o masie 100 kg od wartości elementów

otrzymanych z tusz loszek (724,43 zł). Przyjmując wartość elementów uzyskanych z rozbioru tusz loszek za 100%, za elementy uzyskane z rozbioru tusz loch uzyskano wartość wyższą o 1,17%.

Tabela 3

Udział elementów zasadniczych w półtuszach loszek i loch pierwiastek [%].

Per cent contents of the main elements in half-carasses of gilts and primiparous sows [%].

Wyszczególnienie Specification	Loszki / Gilts		Lochy / Sows	
	\bar{x}	s/SD	\bar{x}	s/SD
Głowa / Head	4,79	0,52	4,94	0,67
Podgardle / Chap	2,77	0,50	3,11**	0,33
Karkówka / Neck	6,61	0,51	7,63**	0,64
Schab / Loin	11,92	1,00	11,93	0,75
Biodrówka / Loin end	1,70	0,28	1,66	0,35
Szynka / Ham	27,68**	1,02	26,62	1,53
Łopatka / Shoulder	15,81	0,72	16,20	0,72
Żeberka / Ribs	1,75**	0,25	0,94	0,29
Boczek / Belly	11,39	0,98	11,92	0,91
Pachwina / Ventral part of the belly	4,66	0,76	4,41	1,25
Nogi / Legs	2,79**	0,23	2,52	0,32
Słonina / Backfat	3,84	0,96	4,00	1,04
Mięso kl. II / Meat of class II	16,13	60,36	17,29	62,95
Tłuszcz drobny / Fine fat	0,43	0,30	0,33	0,25

Oznaczenia jak w tab. 1 / Explanatory notes as in Tab. 1.

Wnioski

1. Przeprowadzone na półtuszach loszek i loch po pierwszym oproszeniu pomiary grubości słoniny nie wykazały jej istotnego zróżnicowania przy porównaniu średnich grup, mimo większej o 34 kg średniej masy tusz loch.
2. Średnia masa elementów zasadniczych uzyskanych z podziału półtuszy loch była istotnie większa (z wyjątkiem żeberka) niż otrzymanych z podziału tusz loszek.
3. Analiza procentowego udziału poszczególnych elementów, w objętych badaniami półtuszach, wykazała istotnie większy udział w tuszach loch podgardla i karkówki, a w tuszach loszek szynki, żeberka i nóg.
4. Konsekwencją zbliżonego procentowego udziału elementów w półtuszach loch i loszek była nieznaczna różnica (8,50 zł/1,17%) między obliczoną wartością handlową ich tusz w przeliczeniu na masę 100 kg.

Literatura

- [1] Borzuta K., Borys A., Grześkowiak E., Wajda S., Strzelecki J., Lisiak D.: Zmienność wartości rzeżnej i jakości mięsa tuczników ze skupu letniego 2002 r. *Rocz. Inst. Przem. Mięś. i Tłuszcz.*, 2003, **XL**, 5-11.
- [2] Daszkiewicz T., Wajda S.: Selected parameters of pig carcasses of different weight groups. *Anim. Sci. Pap. Rep.*, 2004, **22**, **Suppl. 3**, 219-227.
- [3] Grześkowiak E., Borzuta K., Strzelecki J., Wajda S.: Badanie zmienności stopnia umięśnienia i otluszczenia surowca wieprzowego w wybranych zakładach mięsnych kraju. *Rocz. Inst. Przem. Mięś. i Tłuszcz.*, 2002, **XXXIX**, 67-75.
- [4] Kapelańska J., Dylas R., Kapelański W., Dybała J., Rak B., Grajewska S.: Slaughter value and meat quality of primiparous gilts. *Ann. Anim. Sci., Suppl.*, 2002, **2**, 297-300.
- [5] Koćwin-Podsiadła M., Krzęcio E., Antosik K.: Rynek mięsa wieprzowego. Postęp w doskonaleniu mięsności i jakości mięsa w świetle danych i standardów krajów Unii Europejskiej. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2003, **4 (37) Supl.**, 214-220.
- [6] Molenda P., Tereszkiwicz G., Mielech G.: Dokładność oceny mięsności tusz wieprzowych na podstawie pomiarów liniowych i masy elementów z rozbioru technologicznego lub stosowanego w SKURTCH. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 2004, **31 (2)**, 189-200.
- [7] Różycki M.: Zasady postępowania przy ocenie w SKURTCh. Stan hodowli i wyniki oceny świń. *Rocz. Inst. Zoot.*, 1996, **XIV**, 69-82.
- [8] Stasiak A., Dziura J., Babicz M., Kamyk P., Szlingert K.: Wskaźniki uzysku części zasadniczych i mięs drobnych z rozbioru i wykrawania półtuszy wieprzowych zakwalifikowanych do różnych klas w systemie EUROP. *Prace i Mat. Zoot., Zesz. Spec.*, 2002, **13**, 139-143.
- [9] Strzelecki J.: Analiza rozbioru tusz wieprzowych różnych klas oraz ocena ich wartości handlowej. *Gosp. Mięś.*, 2002, **7**, 14-16.
- [10] Wajda S., Daszkiewicz T.: Zależność między masą a wartością tuszy oraz jakością mięsa tuczników i macior. *Prace i Mat. Zoot., Zesz. Spec.*, 1998, **8**, 121-129.

THE SLAUGHTER VALUE OF CARCASSES FROM GILTS AND PRIMIPAROUS SOWS

S u m m a r y

The investigated material consisted of right half-carcasses of 22 gilts and 21 sows (primiparous) having a Danish Landrace x Danish Yorkshire genotype. The animals originated from the same farm. After the completion of fattening the gilts, and as soon as piglets were weaned (sows), the animals were slaughtered at a meat plant. Twenty four (24) hours after the slaughter accomplished, thickness values of backfat were measured in carcasses of gilts and sows, and no statistically significant differences between the average values in the individual groups were found. Per cent contents of individual elements in half-carcasses under investigation were analyzed, and the results of the analysis performed showed that the neck and chop contents were significantly higher in half-carcasses of gilts whereas the contents of hams, ribs, and legs were significantly higher in carcasses of sows. The consequence of the close per cent contents of individual elements in the carcasses of gilts and sows was an insignificant difference (8.50 PLN/1.17%) in the market (trade) values, calculated as per 100 kg, of the gilts' and sows' carcasses.

Key words: gilts, primiparous sows, slaughter value ☒

STANISŁAW WAJDA, RAFAŁ WINARSKI, KAROL BORZUTA

**PORÓWNANIE WARTOŚCI POMIARÓW GRUBOŚCI SŁONINY
I MIĘŚNIA NAJDŁUŻSZEGO GRZBIETU UZYSKANYCH
PRZY ZASTOSOWANIU URZĄDZEŃ DO KLASYFIKACJI
TUSZ WIEPRZOWYCH**

Streszczenie

Badania przeprowadzono na 286 tuszach tuczników, pochodzących z zaplecza surowcowego Zakładów Mięśnych Morliny koło Ostródy (62 tusze), Łmeat w Łukowie (93 tusze) i Prime Food w Przechlewie (131 tusz). W pracy określano grubość słoniny oraz mięśnia najdłuższego grzbietu za pomocą dwóch typów urządzeń: I - Sydel CGM i SFK Ultra-Fom 300, II - suwmiarki.

Wykazano, że niezależnie od miejsca wykonania pomiaru oraz masy tuszy, średnia grubość słoniny zmierzona suwmiarką była większa o około 2 mm niż grubość słoniny określona aparatem optyczno-igłowym CGM. Natomiast przy pomiarze wysokości mięśnia najdłuższego grzbietu uzyskano odwrotne zależności, gdyż uzyskane wartości były o około 2 mm niższe przy pomiarze wykonanym suwmiarką. Współczynniki korelacji między pomiarami grubości słoniny wykonanymi za pomocą suwmiarki i wykorzystaniu urządzenia CGM były wysokie i wynosiły od $r = 0,90$ do $r = 0,94$. Z kolei z pomiarów grubości mięśnia najdłuższego grzbietu obliczone współczynniki korelacji były niższe i miały wartości w przedziale od $r = 0,63$ do $r = 0,78$.

Z porównania pomiarów grubości słoniny wykonanych suwmiarką i aparatem Ultra-Fom 300 wynika, że średnia grubość słoniny była większa o około 1 mm przy wykorzystaniu urządzenia Ultra-Fom 300. Natomiast przy pomiarze grubości mięśnia najdłuższego grzbietu uzyskano odwrotne zależności, gdyż wyniki pomiaru suwmiarką były większe o około 5 mm. Współczynniki korelacji pomiędzy pomiarami grubości słoniny wykonanymi suwmiarką i aparatem Ultra-Fom 300 były wysokie i wynosiły od $r = 0,88$ do $r = 0,92$. W przypadku pomiarów grubości mięśnia najdłuższego grzbietu wartości współczynników korelacji były niższe i zawierały się w przedziale od $r = 0,50$ do $r = 0,66$.

Słowa kluczowe: tusza wieprzowa, pomiar grubości słoniny, pomiar grubości mięśnia

Prof. dr hab. S. Wajda, mgr inż. R. Winarski, Katedra Towaroznawstwa Surowców Zwierzęcych, Wydz. Bioinżynierii Zwierząt, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, ul. M. Oczapowskiego 5, 10-718 Olsztyn, dr hab. K. Borzuta, Instytut Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego, Dział Surowcowo-Inżynieryjny w Poznaniu, ul. Głogowska 239, 60-111 Poznań.

Wprowadzenie

Obecnie w Polsce, do obiektywnej klasyfikacji tusz wieprzowych w systemie EUROP dopuszczone jest stosowanie dwóch typów urządzeń ręcznych tj. duńskiego choirometru Ultra-Fom 300 i francuskiego aparatu optyczno-igłowego CGM. Podczas przeprowadzonej procedury atestacji [6, 7, 8] potwierdzono, że aparaty te spełniają unijny wymóg dotyczący dopuszczalnego błędu szacowania procentowej zawartości mięsa w tuszach wieprzowych, wynoszącego 2,5% [15]. Niemniej jednak interesujące jest, jaka różnica występuje podczas pomiarów grubości słoniny i mięśnia najdłuższego z wykorzystaniem wyżej wymienionych urządzeń, w porównaniu z pomiarami wykonanymi w tych samych punktach tuszy z wykorzystaniem suwmiarki.

Celem niniejszej pracy było określenie różnic oraz błędów popełnianych podczas aparaturowych pomiarów grubości słoniny i mięśnia najdłuższego grzbietu.

Materiał i metody badań

Niniejszy eksperyment towarzyszył pracom wykonanym w ramach realizacji projektu pt.: „Dostosowanie systemu klasyfikacji tusz zwierząt rzeźnych EUROP do wymagań Unii Europejskiej” [4]. Materiał do badań stanowiły specjalnie wyselekcjonowane tusze tuczników (286 szt.), pochodzące z zaplecza surowcowego Zakładów Mięsnych w Łukowie (93 tusze), Morlinach (62 tusze) oraz w Przechlewie (132 tusze). Dobór tusz do realizacji projektu miał na celu możliwie najdokładniejsze odzwierciedlenie istniejącej w naszym kraju populacji tuczników, stąd też poprzedzony został szerokimi badaniami stanu otluszczenia tusz, które objęły ponad 14 tysięcy tuczników ubijanych w różnych zakładach mięsnych na terenie całej Polski [5, 9].

Po uboju i obróbce poubojowej na tuszach wykonywano pomiary grubości słoniny i grubości mięśnia najdłuższego grzbietu za pomocą urządzeń Ultra-Fom 300 oraz CGM. Wychłodzone tusze pochodzące z zaplecza Zakładów Mięsnych w Łukowie oraz w Przechlewie przewożono w autochłodniach do Zakładów Mięsnych Morliny. Następnie lewe półtusze poddawane były podziałowi według metodyki Walstry i Merkusa [17], obowiązującej w krajach UE przy atestacji urządzeń do szacowania zawartości mięsa w tuszach wieprzowych.

W trakcie podziału półtusze połędwice przecinano za ostatnim kręgiem piersiowym oraz między 3. i 4. kręgiem piersiowym, odliczając od tyłu. Na uzyskanych w ten sposób przekrojach, w punktach odpowiadającym wcześniejszym pomiarom aparaturowym, zmierzono za pomocą suwmiarki grubość słoniny i mięśnia najdłuższego grzbietu.

W obliczeniach statystycznych uzyskane wyniki badań podzielono w zależności od masy tuszy na dwie grupy, tj. tusze o masie od 60 do 80 kg (157 szt.) i od 80,1 kg do 120 kg (129 szt.). W obliczeniach uwzględniano wartości średnie i odchylenia

standardowe badanych cech. Ponadto obliczono współczynniki korelacji pomiędzy pomiarami grubości słoniny i mięśnia najdłuższego grzbietu, określonymi za pomocą urządzeń CGM i Ultra-Fom 300, a pomiarami wykonanymi suwmiarką. W obliczeniach posłużono się programem Statistica w wersji 5.5 PL.

Wyniki i dyskusja

Średnia masa uwzględnionych w badaniach tusz z przedziału powyżej 80,1 kg wynosiła 87,18 kg, a z przedziału 60-80 kg, 73,01 kg. Natomiast średnia masa wszystkich tusz objętych eksperymentem wynosiła 79,33 kg i była o ponad 5 kg mniejsza od masy tusz podawanej przez Lisiaka i Borzutę [12] w monitoringu mięsności tusz tuczników pogłowa masowego, poddawanych ubojowi w I kwartale 2003 roku i klasyfikowanych według systemu EUROP. Odchylenie standardowe w obu przedziałach wagowych było zbliżone i wynosiło około 5 kg, natomiast po uwzględnieniu wszystkich badanych tusz było wyższe i wynosiło 8,79 kg.

Średni procentowy udział mięsa w tuszy kształtował się na poziomie 52,85%. Mięśność tusz objętych doświadczeniem była więc wyższa o około 2% od mięsności podawanej w monitoringu przez Lisiaka i Borzutę [13]. Także o około 2% wyższa była średnia mięsność tusz z przedziału 60-80 kg w stosunku do średniej mięsności uzyskanej w grupie tusz o masie powyżej 80,1 kg. Odchylenia standardowe w tej grupie kształtowały się na zbliżonym poziomie i wynosiły około 5%.

Głównym celem niniejszych badań było omówienie różnic, jakie występują podczas określania grubości słoniny i mięśnia najdłuższego grzbietu, przy wykorzystaniu urządzeń Ultra-Fom 300 i CGM oraz pomiarów wykonywanych suwmiarką. Analizując wyniki za podstawę przyjęto wyniki badań Borzuty [3], który stwierdził, że podczas określania mięsności tusz schłodzonych należy uwzględniać skurcz chłodniczy, wynoszący od ok. 7 do 9% w przypadku słoniny i ok. 5,5% – mięśnia najdłuższego grzbietu.

W pierwszej kolejności omówione zostaną różnice pomiędzy pomiarami grubości słoniny i mięśnia najdłuższego grzbietu określonymi suwmiarką oraz urządzeniem CGM francuskiej firmy Sydel. Konstrukcję tego aparatu opracowano w latach 90., wykorzystując najnowocześniejszą technikę elektroniczną [11]. Sonda optyczna choirometru CGM, przechodząc przez słoninę grzbietową i mięsień najdłuższy grzbietu dokonuje ponad 5000 pomiarów jasności tkanek. Analiza tych danych pozwala urządzeniu ocenić grubość słoniny i mięśnia, a następnie z równania regresji obliczyć procentową zawartość mięsa chudego w tuszy oraz wskazać odpowiednią klasę EUROP.

W tab. 1. przedstawiono wartości średnie oraz odchylenie standardowe pomiarów grubości słoniny wykonywanych suwmiarką oraz aparatem CGM. Zarówno wartości pomiarów wykonanych suwmiarką, jak i przy wykorzystaniu aparatu CGM były

wyższe o około 2 mm na przekroju tuszy między 3 a 4 kręgiem piersiowym, licząc od końca odcinka piersiowego, niż na przekroju za ostatnim kręgiem piersiowym. Natomiast wzrost masy tusz o około 14 kg powodował wzrost grubości słoniny o około 5 mm. Badania innych autorów potwierdzają zauważony wzrost grubości słoniny w tuszach wraz ze wzrostem masy tuczników [10, 16].

Porównując natomiast pomiary słoniny wykonane przy użyciu aparatu CGM z pomiarami wykonanymi za pomocą suwmiarki stwierdzono, że wartości określone za pomocą choirometru były o około 2 mm mniejsze niż uzyskane z pomiarów suwmiarką (tab. 1). Dotyczyło to wyników uzyskanych na obu przekrojach tusz. Stwierdzoną różnicę w pomiarach powinno się uwzględnić przy opracowywaniu nowych urządzeń tego typu. Wyższe wartości odchylenia standardowego uzyskano w przypadku pomiarów grubości słoniny mierzonych suwmiarką niż przy wykorzystaniu urządzenia CGM.

W badaniach obliczano także współczynniki korelacji pomiędzy pomiarami grubości słoniny wykonanymi suwmiarką i urządzeniem CGM. Wartości współczynników korelacji między tymi pomiarami były wysokie i zawierały się w przedziale od $r = 0,90$ do $r = 0,94$. Nieznacznie wyższe współczynniki korelacji uzyskano z pomiarów grubości słoniny wykonanych na przekroju pomiędzy 3 i 4 kręgiem piersiowym, licząc od końca odcinka piersiowego, niż na przekroju za ostatnim kręgiem piersiowym. Wyższe wartości współczynników korelacji stwierdzono też w odniesieniu do tusz cięższych.

Urządzeniem CGM mierzy się również grubość mięśnia najdłuższego grzbietu (tab. 1). Porównując wyniki pomiarów tego mięśnia, zmierzone obiema metodami, stwierdzono, że zarówno przy użyciu suwmiarki, jak i aparatu CGM, grubość mięśnia była większa na przekroju za ostatnim kręgiem piersiowym, niż na przekroju między 3. i 4. kręgiem piersiowym, licząc od końca odcinka piersiowego. Różnica ta wynosiła nawet do 5 mm. Ponadto stwierdzono, że wartości pomiarów grubości mięśnia uzyskane przy użyciu aparatu CGM były średnio o 1 mm większe w stosunku do pomiarów wykonanych suwmiarką. W przypadku pomiarów suwmiarką stwierdzono natomiast nieznacznie wyższe wartości odchylenia standardowego. Stwierdzono także, że grubość mięśnia najdłuższego grzbietu była większa w tuszach o wyższej masie, co potwierdzają wcześniejsze badania innych autorów [1, 14].

Wartości współczynnika korelacji między pomiarami grubości mięśnia najdłuższego grzbietu wykonanymi suwmiarką i aparatem CGM były niższe od uzyskanych w przypadku pomiarów grubości słoniny (od $r = 0,63$ do $r = 0,78$). Wyższe wartości współczynnika korelacji uzyskano z pomiarów wykonywanych na przekroju pomiędzy 3. i 4. kręgiem piersiowym, odliczając od końca odcinka piersiowego, niż na przekroju za ostatnim kręgiem piersiowym.

Tabela 1

Porównanie dokładności pomiarów grubości słoniny i mięśnia najdłuższego grzbietu (*m. longissimus dorsi*) wykonanych przy użyciu suwmiarki i choirometru optyczno-igłowego Sydel CGM.

Comparison of the thickness measurement accuracy of fat and of *longissimus dorsi* muscle taken using a slide caliper and a 'Sydel CGM' optical-needle choirometr.

Rodzaj i miejsce pomiaru Kind and place of a measurement taken	Masa tusz Weight of carcass [kg]	Suwmiarka Slide caliper [mm]		CGM [mm]		Współczynnik korelacji (r) Correlation factor (r)
		Miara statystyczna Statistical measure		Miara statystyczna Statistical measure		
		\bar{x}	s / SD	\bar{x}	s / SD	
Grubość słoniny na wysokości ostatniego kręgu piersiowego ¹ Fat thickness at a level of the last thoracic vertebrae ¹	60-80	15,541**	5,835	13,599	4,188	0,90 ^A
	80,1-120	20,341**	7,840	17,566	5,167	0,92 ^A
	60-120	17,706**	7,209	15,388	5,050	0,92 ^A
Grubość słoniny na wysokości 3. i 4. kręgu piersiowego ¹ , licząc od końca odcinka piersiowego ¹ Fat thickness at a level between the 3 rd and the 4 th thoracic vertebrae ¹ , counting from the end part of the breast section ¹	60-80	18,070	6,379	16,853	5,193	0,93 ^A
	80,1-120	23,295*	7,955	21,349	6,383	0,94 ^A
	60-120	20,427**	7,582	18,888	6,173	0,94 ^A
Grubość mięśnia LD na wysokości ostatniego kręgu piersiowego ¹ LD muscle thickness at a level of the last thoracic vertebrae ¹	60-80	54,866	8,373	55,391	8,896	0,71 ^A
	80,1-120	60,543	8,256	61,729	6,415	0,63 ^A
	60-120	57,427	8,774	58,260	8,469	0,71 ^A
Grubość mięśnia LD na wysokości na wysokości 3. i 4. kręgu piersiowego, licząc od końca odcinka piersiowego ¹ LD muscle thickness at a level between the 3 rd and the 4 th thoracic vertebrae, counting from the end part of the breast section ¹	60-80	49,611	7,738	51,321	8,107	0,77 ^A
	80,1-120	54,806	7,210	56,744*	6,721	0,75 ^A
	60-120	51,955**	7,927	53,775	7,972	0,78 ^A

Objaśnienia: / Explanatory notes:

¹ – pomiar wykonany 6 cm od linii podziału tuszy na półtusze / the measurement taken 6 cm from the division line dividing the carcass into half-carcasses

* - 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 $P \leq 0,01$

^A - wartości obliczonych współczynników korelacji statystycznie istotne przy $P \leq 0,01$ / values of the calculated correlation factors which are statistically significant at $P \leq 0,01$.

Drugim aparatem, którego pomiary grubości słoniny i mięśnia najdłuższego grzbietu były porównywane z pomiarami suwmiarką był Ultra-Fom 300, duńskiej firmy SFK. Urządzenie to zostało wprowadzone na rynek w roku 2000, w celu zastąpienia dotychczas wykorzystywanych w zakładach ubojowych ręcznych choirometrów ultradźwiękowych [2]. W aparacie Ultra-Fom 300 zrezygnowano ze znanej z wcześniejszych konstrukcji pojedynczej głowicy pomiarowej, na rzecz nowego, unikalnego systemu złożonego z 64 przetworników ultradźwiękowych, rozmieszczonych na odcinku o długości 5 cm. Wartości pomiarów słoniny i mięśnia uzyskuje się dzięki zawansowanemu oprogramowaniu, na podstawie oceny danych pochodzących z wielu punktów pomiarowych. Następnie obliczana jest procentowa zawartość mięsa w tuszach.

W tab. 2. zamieszczono wartości średnie oraz odchylenie standardowe pomiarów grubości słoniny oraz grubości mięśnia najdłuższego grzbietu wykonanych suwmiarką i choirometrem Ultra-Fom 300. Wartości pomiarów grubości słoniny wykonane na wysokości pomiędzy 3. i 4. kręgiem piersiowym, były średnio o 2 mm większe od wartości uzyskanych z pomiarów na wysokości ostatniego kręgu piersiowego. Prawidłowość tę stwierdzono zarówno przy wykonywaniu pomiarów suwmiarką, jak i aparatem Ultra-Fom 300. Porównując pomiary wykonane dwiema metodami stwierdzono że średnie wartości grubości słoniny były większe o około 2 mm przy użyciu aparatu Ultra-Fom 300 niż mierząc suwmiarką. Z kolei odchylenie standardowe kształtowało się odwrotnie – wyższą wartość uzyskano z pomiarów wykonanych suwmiarką.

Wartości współczynników korelacji pomiędzy pomiarami grubości słoniny były wysokie i znajdowały się w przedziale od $r = 0,88$ do $r = 0,92$. Nieznacznie wyższe współczynniki korelacji uzyskano z pomiarów grubości słoniny na przekroju za ostatnim kręgiem piersiowym niż na wysokości pomiędzy 3. i 4. kręgiem piersiowym, licząc od końca odcinka piersiowego.

Z analizy pomiarów grubości mięśnia najdłuższego grzbietu wykonanych dwiema metodami wynika z kolei, że wyższe średnie wartości uzyskano na przekroju za ostatnim kręgiem piersiowym. Różnica ta była wyższa z pomiarów wykonanych suwmiarką niż z pomiarów przy użyciu aparatu Ultra-Fom 300.

Porównując średnie wartości pomiarów grubości mięśnia najdłuższego grzbietu określone suwmiarką i aparatem Ultra-Fom 300 stwierdzono, że różnica była stosunkowo duża: wartości średnie z pomiarów suwmiarką były wyższe o około 5 mm, od wyników wskazanych przez urządzenie. Także wartości odchylenia standardowego pomiarów wykonanych suwmiarką były o około 1 mm wyższe od odpowiadających im wyników z aparatu Ultra-Fom 300.

Współczynnik korelacji pomiędzy grubością mięśnia najdłuższego grzbietu określoną choirometrem Ultra-Fom 300 i suwmiarką był niższy niż w przypadku

pomiarów grubości słoniny. Wartości zawierały się w przedziale od $r = 0,50$ do $r = 0,66$. Wyższe wartości współczynnika korelacji uzyskano z pomiarów wykonanych na wysokości ostatniego kręgu piersiowego niż pomiędzy 3. i 4. kręgiem piersiowym.

Tabela 2

Porównanie dokładności pomiarów grubości słoniny i mięśnia najdłuższego grzbietu (*m. longissimus dorsi*) wykonanych przy użyciu suwmiarki i choirometru ultradźwiękowego SFK Ultra-Fom 300. Comparison of the thickness measurement accuracy of fat and of *longissimus dorsi* muscle taken using a slide caliper and a 'SFK Ultra-Fom 300' ultrasonic choirometr.

Rodzaj i miejsce pomiaru Kind and place of a measurement taken	Masa tusz Weight of carcass [kg]	Suwmiarka Slide caliper [mm]		Ultra-Fom 300 [mm]		Współczynnik korelacji (r) Correlation factor (r)
		Miara statystyczna Statistical measure		Miara statystyczna Statistical measure		
		\bar{x}	s/SD	\bar{x}	s/SD	
Grubość słoniny na wysokości ostatniego kręgu piersiowego ² Fat thickness at a level of the last thoracic vertebrae ²	60-80	13,981	5,486	15,338*	4,737	0,92 ^A
	80,1-120	18,457	7,398	19,098	6,097	0,89 ^A
	60-120	16,000	6,785	17,040*	5,702	0,91 ^A
Grubość słoniny na wysokości 3. i 4. kręgu piersiowego ² , licząc od końca odcinka piersiowego ¹ Fat thickness at a level between the 3 rd and the 4 th thoracic vertebrae ² , counting from the end part of the breast section ¹	60-80	15,885	5,757	16,971	4,937	0,89 ^A
	80,1-120	20,837	7,542	20,367	5,853	0,88 ^A
	60-120	18,119	7,056	18,508	5,622	0,90 ^A
Grubość mięśnia LD na wysokości ostatniego kręgu piersiowego, licząc od końca odcinka piersiowego ² LD muscle thickness at a level of the last thoracic vertebrae, counting from the end part of the breast section ²	60-80	57,108**	8,991	51,826	8,156	0,66 ^A
	80,1-120	62,287**	7,244	54,585	6,382	0,55 ^A
	60-120	59,444**	8,630	53,075	7,520	0,64 ^A
Grubość mięśnia LD na wysokości 3. i 4. kręgu piersiowego, licząc od końca odcinka piersiowego ² LD muscle thickness at a level between the 3 rd and the 4 th thoracic vertebrae, counting from the end part of the breast section ²	60-80	52,611*	8,889	50,358	8,723	0,63 ^A
	80,1-120	57,651**	7,448	52,875	7,533	0,50 ^A
	60-120	54,885**	8,630	51,497	8,287	0,60 ^A

Objaśnienia: / Explanatory notes:

²– pomiar wykonany 7 cm od linii podziału tuszy na półtusze / the measurement taken 7 cm from the division line dividing the carcass into half-carcasses;

* - 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 $P \leq 0,01$

^A - wartości obliczonych współczynników korelacji statystycznie istotne przy $P \leq 0,01$ / values of the calculated correlation factors which are statistically significant at $P \leq 0,01$

Wnioski

1. Z porównania pomiarów wykonanych suwmiarką i za pomocą urządzenia CGM wynika, że niezależnie od miejsca wykonania pomiaru oraz masy tuszy, średnia grubość słoniny mierzona suwmiarką była większa o około 2 mm od określonej przy użyciu aparatu optyczno-igłowego CGM. Natomiast z pomiarów grubości mięśnia najdłuższego grzbietu uzyskano odwrotne zależności, tj. niższe o około 2 mm wartości stwierdzono przy pomiarze suwmiarką. Współczynniki korelacji między pomiarami grubości słoniny wykonanymi suwmiarką i przy wykorzystaniu urządzenia CGM były wysokie i wynosiły od $r = 0,90$ do $r = 0,94$. Niższe wartości współczynników korelacji uzyskano z pomiaru grubości mięśnia najdłuższego grzbietu ($r = 0,63$ do $r = 0,78$).
2. Na podstawie porównania wyników pomiarów grubości słoniny wykonanych przy użyciu suwmiarki i aparatu Ultra-Fom 300 można stwierdzić, że wyższe o około 1 mm wartości uzyskano z pomiarów urządzeniem. Z kolei z pomiarów grubości mięśnia najdłuższego grzbietu zależności kształtowały się w odwrotny sposób: większą średnio o około 5 mm grubość mięśnia stwierdzono przy pomiarach suwmiarką. Wartości współczynników korelacji pomiędzy pomiarami grubości słoniny wykonanymi suwmiarką oraz z wykorzystaniem urządzenia Ultra-Fom 300 były wysokie i wynosiły od $r = 0,88$ do $r = 0,92$. Niższe wartości współczynników uzyskano natomiast pomiędzy pomiarami grubości mięśnia najdłuższego grzbietu: od $r = 0,50$ do $r = 0,66$.

Literatura

- [1] Bochno R. Lewczuk A.: Jakość rzeźna tusz wieprzowych i wyniki tuczu w zależności od ciężaru ubojowego tuczników. *Gosp. Mięs.*, 1976, **5**, 21-24.
- [2] Boruta M.: SFK Technology w Polsce *Gosp. Mięs.*, 2003, **9**, 81-82.
- [3] Borzuta K.: Badania nad przydatnością różnych metod szacowania mięsności do klasyfikacji tusz wieprzowych w systemie EUROP. *Rocz. Inst. Przem. Mięs. i Tłuszcz.* 1998, **XXXV/2**, 5-84.
- [4] Borzuta K.: Plan uporządkowania systemu klasyfikacji tusz EUROP w Polsce. *Trzoda Chlewna*, 2002, **8-9**, 39-40.
- [5] Borzuta K., Borys A., Grześkowiak E., Wajda S., Strzelecki J., Lisiak D.: Zmienność wartości rzeźnej i jakości mięsa tuczników ze skupu letniego 2002. *Rocz. Inst. Przem. Mięs. i Tłuszcz.*, 2003, **XL**, 5-11.
- [6] Borzuta K., Hoen Ø., Lisiak D.: Dostosowanie systemu klasyfikacji do standardów Unii Europejskiej. *Gosp. Mięs.*, 2004, **2**, 10-13.

- [7] Borzuta K., Hoen Ø., Lisiak D.: System klasyfikacji tusz wieprzowych w Polsce w przededniu akcesji do Unii Europejskiej. *Trzoda Chlewna*, 2004, **1**, 50-54.
- [8] Decyzja Komisji UE z dn. 11 marca 2005 [modyfikowana jako dokument nr C (2005) 552], zatwierdzająca metody klasyfikacji tusz wieprzowych w Polsce.
- [9] Grześkowiak E., Borzuta K., Strzelecki J., Wajda S.: Badanie zmienności stopnia umięśnienia i otłuszczenia surowca wieprzowego w wybranych zakładach mięsnych kraju. *Rocz. Inst. Przem. Mięś. i Tłuszcz.*, 2002, **XXXIX**, 67-75.
- [10] Koćwin-Podsiadła M., Krzęcio E., Antosik K., Zybert A., Włodawiec P.: Ocena przydatności aparatów Ultra-Fom 300 i CGM do szacowania mięsności tusz wieprzowych na podstawie uzyskanej mięsności wg metodyki SKURTCH. *Trzoda Chlewna*, 2000, **10**, 56-62.
- [11] Komender P.: CGM firmy Sydel – najdokładniejsze urządzenie do badania mięsności. *Mieso i Wędliny*, 2003, **7**, 49.
- [12] Lisiak D., Borzuta K.: Wyniki monitoringu mięsności tusz tuczników pogłowia masowego poddanych ubojowi w I kwartale 2003 r. *Trzoda Chlewna*, 2003, **8-9**, 50-53.
- [13] Lisiak D., Borzuta K.: Zmiany masy poubojowej i mięsności tusz tuczników w okresie styczeń 1998 – wrzesień 2002. *Gosp. Mięś.*, 2003, **6**, 30-33.
- [14] Osińska Z.: Ocena poubojowa świń bekonowych. Wyd. WSR. Olsztyn 1971.
- [15] Rozporządzenie Komisji (WE) NR 3127/94 z dnia 20 grudnia 1994 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 2967/85 ustanawiające szczegółowe zasady stosowania wspólnotowej skali klasyfikacji tusz wieprzowych.
- [16] Wajda S.: Jakość rzeźna tuczników poddawanych ubojowi przy różnych ciężarach. *Zesz. Nauk. ART Olsztyn*, 1973, **2**, 133.
- [17] Walstra P., Merkus G.S.M.: Procedure of assessment of lean meat percentage as a consequence of the new EU reference dissection method in pig carcasses classification, 1996, Report ID-DLO 96.014, 1-22.

THE COMPARISON OF MEASURED THICKNESS VALUES OF THE FAT AND THE LONGISSIMUS DORSI MUSCLE USING DEVICES TO CLASSIFY PIG CARCASSES


S u m m a r y

The investigations were performed on 286 pig carcasses received from different sources: a raw meat facility belonging to the 'Meat Factory' at Morliny near Ostróda (62 carcasses), 'Łmeat' Company at Łuków (93 carcasses), and 'Prime Food' Company at Przechlewo (131 carcasses). In the paper, the thickness of fat and of the LD muscle was determined using 2 types of equipment: I - Sydel CGM and SFK Ultra-Fom 300; II - slide caliper.

It was proved that, irrespective of the place where measurements were taken and of the carcass mass, the mean thickness of fat measured using the slide caliper was by 2 mm higher than the fat thickness measured using the 'CGM' optical-needle device. However, when measuring the thickness of LD muscle, inverse correlations were obtained since the values measured were by about 2 mm lower compared with the measurements taken using the slide caliper. The correlation factors between the fat thickness values measured by the slide caliper and those measured by the 'CGM' apparatus were high, and ranged from $r = 0,90$ to $r = 0,94$. As for the values of LD muscle thickness measured, the correlation factors were lower, and ranged from $r = 0,63$ to $r = 0,78$.

On the basis of the fat thickness values measured by the slide calliper and the 'Ultra-Fom 300' apparatus, it was evident that the mean thickness of fat was by about 1 mm higher if the 'Ultra-Fom 300' apparatus was

used. Then again, inverse correlations were obtained when measuring the thickness of the LD muscle, since the results of measurements taken by the slide calliper were by about 5mm higher. The correlation factors between the fat thickness values measured by the slide caliper and those measured by the 'Ultra-Fom 300' apparatus were high, and ranged from $r = 0,88$ to $r = 0,92$. In the case of the LD muscle thickness measured, the values of correlation factors were lower and, ranged from $r = 0,50$ to $r = 0,66$.

Key words: pig carcass, fat thickness measurement, *longissimus dorsi* muscle thickness measurement 

ANDRZEJ ZYBERT, MARIA KOĆWIN-PODSIADŁA, ELŻBIETA KRZĘCIO,
HALINA SIECZKOWSKA, KATARZYNA ANTOSIK

JAKOŚĆ MIĘSA TUCZNIKÓW ZRÓŻNICOWANYCH MASĄ TUSZY CIEPŁEJ ORAZ KLASĄ MIĘSNOŚCI WEDŁUG SYSTEMU KLASYFIKACJI EUROP

Streszczenie

Celem niniejszej pracy było określenie wpływu masy tuszy ciepłej i mięsności oszacowanej według klasyfikacji EUROP na podstawowe parametry jakości mięsa wieprzowego. Badania przeprowadzono w marcu 2001 roku, na tuszach 100 tuczników pogłowia masowego, pochodzących z zaplecza surowcowego jednego z zakładów mięsnych środkowo-wschodniej Polski. Doboru tusz do badań dokonywano bezpośrednio na linii ubojowej według trzech kryteriów: mięsności - oszacowanej aparatem ULTRA-FOM 100 duńskiej firmy SFK-Technology i sklasyfikowanej według systemu EUROP, masy tuszy ciepłej - w zakresie 75,0-80,0 kg i 80,1-85,0 kg w obrębie każdej z klas EUROP, płci - mając na uwadze jednakowy udział loszek i wieprzków w obrębie każdej klasy mięsności i przedziału masy tuszy ciepłej. Nie udowodniono statystycznie istotnej zależności między zawartością mięsa w tuszy - w zakresie mięsności od 40 do 60% (klasy od O do E) - a jakością pozyskanego mięsa. Największym tempem spadku pH do 35 min po uboju, najwyższym wyciekaniem naturalnym określonym w 48., 72. i 96. godz. post mortem oraz najwyższymi stratami mięsa peklowanego w procesie obróbki termicznej (RTN) charakteryzował się surowiec pozyskany od tuczników klasy P.

Słowa kluczowe: tuczniaki, masa tuszy ciepłej, mięsność, jakość mięsa

Wprowadzenie

W ostatnich kilkunastu latach hodowcy świń osiągnęli znaczny postęp w zakresie poprawy stopnia umięśnienia produkowanych tuczników i związanej z tym redukcji otłuszczenia tusz [23, 24]. Niestety, intensywna i jednostronna selekcja, ukierunkowana na poprawę cech rzeźnych, spowodowała wzrost występowania mięsa o obniżonej jakości [13]. Obok konieczności zwiększania przez zakłady mięsne

Dr inż. A. Zybert, prof. dr hab. M. Koćwin-Podsiadła, dr inż. E. Krzęcio, mgr inż. H. Sieczkowska, mgr inż. K. Antosik, Katedra Hodowli Trzody Chlewnej i Oceny Mięsa, Akademia Podlaska, ul. Prusa 14, 08-110 Siedlce

czynników zaufania konsumentów, wagę problemu dotyczącego jakości pozyskiwanego surowca mięsnego dodatkowo zwiększa fakt, iż przemysł mięsny każdego roku ponosi wysokie straty z powodu występowania mięsa o obniżonej jakości [7, 36]. Ujemną zależność między rozwojem tkanki mięśniowej a jakością i przydatnością technologiczną mięsa udowodniono w wielu badaniach przeprowadzonych na różnych populacjach tuczników [11, 16, 32, 38]. Oddziaływanie masy tuszy ciepłej na jakość mięsa nie jest w pełni jednoznaczne. Generalnie istnieje przekonanie, że wzrost masy ubojowej poprawia jakość mięsa [3, 15, 27], aczkolwiek nie wszystkie wyniki badań to potwierdzają [20, 21, 29].

Celem niniejszej pracy było określenie wpływu masy tuszy ciepłej i mięsności oszacowanej według systemu klasyfikacji EUROP na podstawowe parametry jakości mięsa wieprzowego.

Materiał i metody badań

Badania przeprowadzono w marcu 2001 roku, na tuszach 100 tuczników pogłowia masowego, pochodzących z zaplecza surowcowego (oddalonego o około 80 km) jednego z zakładów mięsnych środkowo-wschodniej Polski. Uboju zwierząt dokonywano 2-4 godz. po przebytych transporcie, zgodnie z przepisami obowiązującymi w zakładzie, z wykorzystaniem automatycznego oształamiania elektrycznego (250 V, 5 A, 2,4 s – system Inarco produkcji holenderskiej) i wykrwawianiem w pozycji leżącej. Doboru tusz do badań dokonywano bezpośrednio na linii ubojowej według trzech kryteriów: mięsności – oszacowanej aparatem ULTRA-FOM 100, duńskiej firmy SFK-Technology i sklasyfikowanej według systemu EUROP; masy tuszy ciepłej – w zakresie 75,0–80,0 kg i 80,1–85,0 kg w obrębie każdej z klas EUROP, którą ustalono na kolejkowej wadze elektronicznej z dokładnością do 100 g, płci – mając na uwadze jednakowy udział loszek i wieprzków w obrębie każdej klasy mięsności i przedziału masy tuszy ciepłej.

Określenie cech jakości mięsa prowadzono bezpośrednio na linii ubojowej bądź w laboratorium zakładów mięsnych od 35 min do 96 godz. *post mortem* w tkance mięśnia *longissimus lumborum* (LL). Jakość pozyskanego od tuczników mięsa oceniano na podstawie następujących oznaczeń: pomiar pH, wskaźnik R_1 , jasność barwy mięsa (L^*), zdolność utrzymywania wody własnej (WHC), straty w gotowaniu, wskaźnik wydajności technologicznej Napole (RTN), wyciek naturalny. Oznaczano również zawartość białka ogółem, wody i suchej masy.

Odczyn mięsa (pH) ustalano po 35 min (pH_{15}) i 24 godz. (pH_{24}) po uboju bezpośrednio w tuszy wiszącej, w mięśniu *longissimus lumborum* (LL), na wysokości ostatniego kręgu piersiowego, za pomocą pH-metru Master firmy Dramiński z elektrodą sztyletową. Wartość wskaźnika R_1 informującego o szybkości rozkładu ATP (adenozynotryjfosforanu) wyrażano stosunkiem IMP (inozynomonofosforanu) do ATP

i określano 45 min *post mortem*, zgodnie z metodyką opisaną przez Honikela i Fisher [9]. Jasność barwy (L^*) tkanki mięśniowej oznaczano przy użyciu chromatometru Minolta CR310 24 godz. po uboju. W celu oznaczenia wielkości ubytków masy tkanki mięśniowej podczas gotowania, próbkę tkanki mięśnia *longissimus lumborum* o masie 50 g ogrzewano w wodzie o temp. 100°C przez 10 min. Wynik obliczano z różnicy masy i wyrażano w procentach. Zdolność utrzymywania wody własnej (WHC) oznaczano w 24. godzinie *post mortem*, zgodnie z metodyką Grau'a i Hamma [9] w modyfikacji Pohja i Ninivaary [35], wyciek naturalny wg Prange i wsp. [37] w 48., 72. i 96. godz. *post mortem*, a wskaźnik wydajności technologicznej „Napole” (RTN – Rendement Technologique Napole) – określano metodą Naveau i wsp. [30]. Określano również zawartość białka ogółem (wg PN-75/A-04018 aparatem Tecator) [34], wody i suchej masy (wg PN-73/A82110) [33].

Wyniki opracowano statystycznie, za pomocą programu Statistica 5.1 PL, z zastosowaniem dwuczynnikowej analizy wariancji w układzie ortogonalnym [39], z uwzględnieniem efektu następujących czynników:

- zawartości mięsa w tuszy (wyrażonej klasą systemu klasyfikacji EUROP);
- masy tuszy ciepłej (przedstawionej w postaci przedziałów masy tuszy ciepłej – 75,0–80,0 kg, 80,1–85,0 kg);
- ich interakcji zgodnie z modelem liniowym:

$$y_{ij} = \mu + a_i + b_j + ab_{ij} + e_{ijl}$$

gdzie: μ – wartość średnia ogólna; a_i – efekt mięsności, $i = 1, 2, 3, 4, 5$; b_j – efekt masy tuszy ciepłej, $j = 1, 2$; ab_{ij} – interakcja mięsność x masa tuszy ciepłej; e_{ijl} – błąd losowy.

Istotność różnic między wartościami średnimi weryfikowano testem Tukey'a [26].

Wyniki i dyskusja

Na podstawie dwuczynnikowej analizy wariancji w układzie ortogonalnym stwierdzono wpływ mięsności na stopień zakwaszenia mięśnia *longissimus lumborum* (LL) określonego 35 min *post mortem*, wyciek naturalny (mierzony w 48., 72. i 96. godz. po uboju), wskaźnik wydajności technologicznej Napole (RTN) oraz skład podstawowy wyrażony zawartością białka, wody i suchej masy (tab. 1 i 2). Za wyjątkiem wskaźnika wydajności technologicznej Napole (RTN), podniesienie przedziału masy tuszy ciepłej z 75,0–80,0 kg do 80,1–85,0 kg nie wpłynęło na żaden z analizowanych parametrów jakości mięsa (tab. 1, rys. 1). Odnotowano natomiast interakcję pomiędzy badanymi czynnikami tj. stopniem umięśnienia a masą tuszy ciepłej ww. wskaźnika wydajności technologicznej Napole (RTN) (tab. 1, rys. 2).

Nie udowodniono statystycznie istotnej zależności między zawartością mięsa w tuszy w zakresie mięsności od 40 do 60% (klasy od O do E) a jakością pozyskanego mięsa.

Tabela 1

Wyniki statystyczne oddziaływania badanych czynników, tj. stopnia umięśnienia (wg systemu klasyfikacji EUROP) oraz masy tuszy ciepłej na poddane analizie parametry jakości mięsa tuczników. Statistical results of the effect exerted by the factors investigated, i.e. the degree of muscling (according to the EUROP classification system), and the hot carcass weight on the analyzed quality parameters of the fattener meats.

Cecha Trait	Oddziaływanie: / The effect of:		Interakcja mięśność x masa tuszy ciepłej Interaction: leanness x hot carcass weight
	mięśności / leanness [klasa EUROP / EUROP Class]	masy tuszy ciepłej hot carcass weight	
pH ₁	**	NS	NS
R ₁	NS	NS	NS
pH ₂₄	NS	NS	NS
Jasność barwy L* Colour lightness L*	NS	NS	NS
RTN [%] Technological yield of the cooking and curing processing	**	**	**
Zdolność utrzym wody wł. Water holding capacity [cm ²]	NS	NS	NS
Wyciek naturalny 48. godz. Natural drip loss – at 48 th h [%]	*	NS	NS
Wyciek naturalny 72. godz. Natural drip loss - at 72 nd h [%]	*	NS	NS
Wyciek naturalny 96. godz. Natural drip loss - 96 th h [%]	*	NS	NS
Straty w gotowaniu Losses while cooking [%]	NS	NS	NS
Zawartość białka Protein content [%]	*	NS	NS
Zawartość wody Water content [%]	*	NS	NS
Zawartość suchej masy Dry matter content [%]	*	NS	NS

Objaśnienia: / Explanatory notes:

** - różnice statystycznie istotne przy $p \leq 0.01$, * - różnice statystycznie istotne przy $p \leq 0.05$, NS – różnice statystycznie nieistotne;

** - statistically significant differences at $p \leq 0.01$, * - statistically significant differences at $p \leq 0.05$, NS – differences which are statistically not significant.

Tabela 2

Wyniki wybranych wyróżników jakości mięsa badanej populacji tuczników determinowane stopniem umięśnienia tusz.

The results of the selected quality characteristics of meat produced from the investigated population of fatteners as determined by the degree of carcass muscling.

Cecha Trait	Klasa EUROP/ EUROP Class					Wartość średnia Mean value n=100
	E n=20	U n=20	R n=20	O n=20	P n=20	
pH ₁	6,38AB ±0,27	6,46B ±0,17	6,39AB ±0,32	6,40B ±0,26	6,05A ±0,24	6,37 ±0,28
RTN [%] Technological yield in cooking and curing processing	109,57B ±5,17	110,06B ±6,08	105,48B ±7,54	98,43AB ±10,89	93,10A ±11,46	103,98 ±10,33
Wyciek naturalny 48. godz. [%] Natural drip loss at 48 th h	4,11ab ±1,66	3,61ab ±1,93	3,59ab ±2,12	2,85a ±1,89	5,56b ±3,01	3,84 ±2,23
Wyciek naturalny 72. godz. [%] Natural drip loss at 72 nd h	5,25ab ±1,75	4,72ab ±2,61	5,16ab ±2,50	3,76a ±2,26	6,58b ±2,99	5,01 ±2,52
Wyciek naturalny 96. godz. [%] Natural drip loss at 96 th h	6,55ab ±1,77	6,16ab ±3,01	6,15ab ±2,52	4,56a ±2,55	7,79b ±2,79	6,16 ±2,69
Zawartość białka [%] Protein content	22,86b ±0,49	22,68ab ±0,58	22,18ab ±0,80	22,36ab ±1,17	21,76a ±1,48	22,40 ±0,98
Zawartość wody [%] Water content	73,67b ±1,27	73,74b ±1,30	72,34a ±1,76	72,90ab ±1,54	72,81ab ±1,67	73,11 ±1,58
Zawartość suchej masy [%] Dry matter content	26,33a ±1,27	26,26a ±1,30	27,67b ±1,76	27,10ab ±1,54	27,18ab ±1,67	26,89 ±1,58

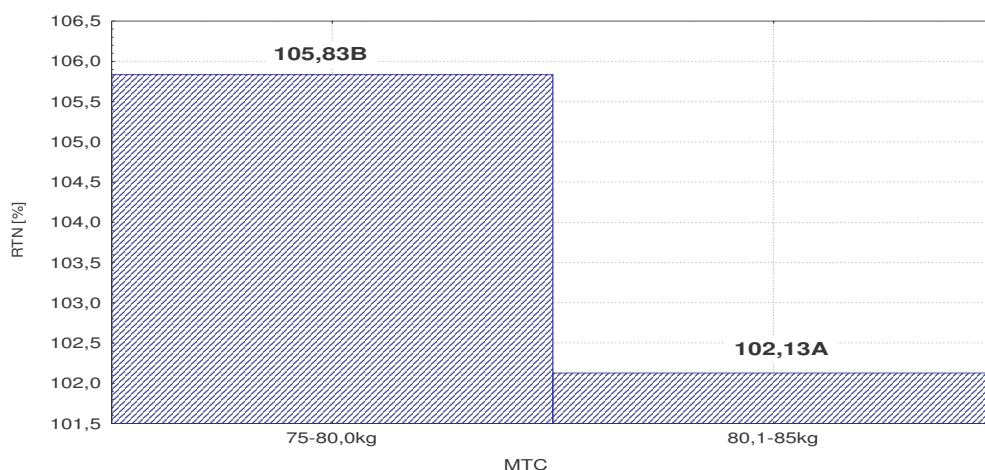
Objaśnienia: / Explanatory notes:

Wyniki przedstawiono w tabeli w postaci wartości średnich arytmetycznych i odchyłeń standardowych; wartości średnie oznaczone w wierszach literami A, B różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0,01$; wartości średnie oznaczone w wierszach literami a, b różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0,05$;

The results as shown in the Table are in the form of mean values and standard deviations; the means in the rows which are denoted by the letters A and B differ statistically significantly at $p \leq 0.01$; the means in the rows which are denoted by the letters a and b differ statistically significantly at $p \leq 0.05$.

Największe – chociaż typowe dla mięsa normalnego - tempo obniżania się stopnia zakwaszenia mierzone 35 min po uboju odnotowano w tkance mięśnia *longissimus lumborum* pozyskanej od tuczników z klasy P, aczkolwiek zbliżonej do klas E i R (tab. 2). Należy jednak nadmienić, że odnotowane wartości pH₁ w przypadku surowca pochodzącego od tuczników zakwalifikowanych do klas od E do O wskazują na znacznie łagodniejszy przebieg przemian glikolitycznych w mięsie tych zwierząt (tab.

2). Głębszy zasięg zmian pH_1 odnotowany wśród tuczników z klasy P, przy jednocześnie niepotwierdzonym statystycznie wpływie stopnia umięśnienia na wartość pH końcowego (pH_{24}), znalazł swoje odzwierciedlenie w największym wycieku naturalnym (określonym w 48., 72. i 96. godz. po uboju) oraz najniższej wartości wskaźnika wydajności technologicznej mięsa peklowanego w procesie obróbki termicznej (RTN) (tab. 2).



Rys. 1. Wpływ masy tuszy ciepłej na wartość wskaźnika wydajności technologicznej Napole (RTN).

Fig. 1. Effect of hot carcass weight on the level of the "Napole" RTN (Technological Yield Indicator).

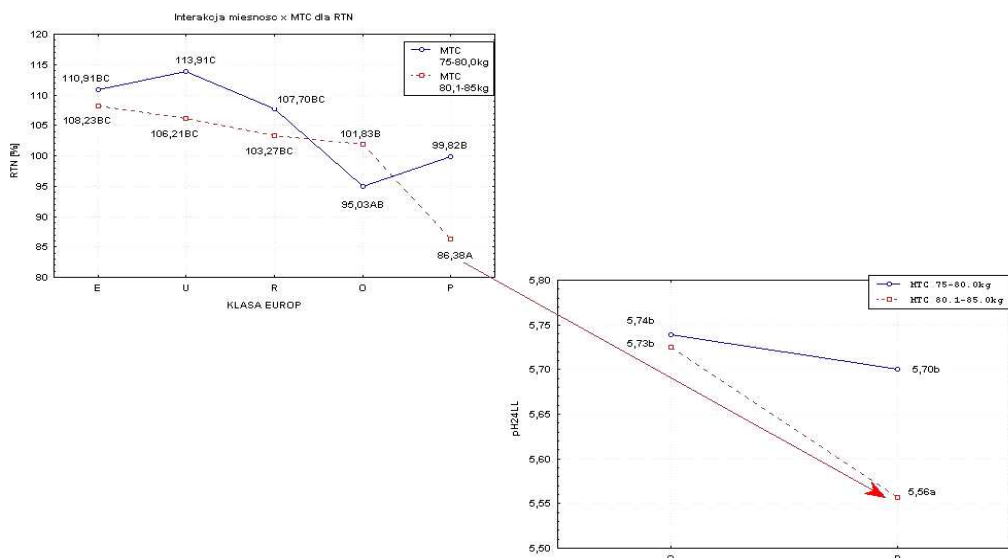
Objaśnienia: / Explanatory notes:

Wartości średnie oznaczone literami A, B różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0,01$

The means denoted by the letters A and B differ statistically significantly at $p \leq 0,01$

W badaniach Daszkiewicza i wsp. [6], Daszkiewicza i Wajdy [5] oraz Kortza i wsp. [17] nie potwierdzono wpływu stopnia umięśnienia na wartość pH_{45} . Kapelański i wsp. [11], Krzęcio i wsp. [18] oraz Bąk i Denaburski [2] wykazali, że mięso tuczników zakwalifikowanych do klasy E charakteryzowało się największym tempem przemian glikolitycznych, wyrażonym wyższym (potwierdzonym statystycznie) stopniem zakwaszenia tkanki mięsnej LL mierzonym 45 min po uboju. Zaburzenia w tempie oraz zasięgu poubojowej glikogenolizy, a w ich następstwie odchylenia w kinetyce zmian pH do 45 min *post mortem* mają najczęściej podłoże genetyczne i są warunkowane genem $RYR1^T$. Przybylski i wsp. [38] wykazali, że w grupie zwierząt obciążonych genem wrażliwości na stres, w której stwierdzono 56,8% nosicieli genu $RYR1^T$, wartość współczynnika korelacji fenotypowej zależności pomiędzy procentową zawartością mięsa w tuszy a pH_1 kształtowała się na poziomie $r = -0,21^{**}$, zaś w grupie zwierząt wolnych od wyżej wymienionego genu była bardzo niska i nieistotna

statystycznie ($r = -0,08$). Według Selliera [40] wartość współczynnika korelacji rośnie w grupach zwierząt obciążonych wyżej wymienionym genem, osiągając nawet wartość $r = -0,87^{**}$ w przypadku rasy pietrain znanej z dużej częstości występowania genu $RYR1^T$.



Rys. 2. Współdziałanie pomiędzy stopniem umięśnienia tuczników a masą tuszy ciepłej odnoszące się do wskaźnika wydajności mięsa peklowanego w procesie obróbki termicznej (RTN).

Fig. 2. Interaction between the fatteners' degrees of muscling and the hot carcass weight that refers to the cured meat yield indicator and which takes place during the thermal process of meat (RTN).

Objaśnienia: / Explanatory notes:

Wartości średnie oznaczone literami A, B, C różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0,01$; wartości średnie oznaczone w obrębie klas mięsności literami a, b różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0,05$.

The means denoted by the letters A, B, and C differ statistically significantly at $p \leq 0,01$; the means within leanness classes which are denoted by the letters a and b differ statistically significantly at $p \leq 0,05$

W zakresie składu podstawowego, największą zawartością białka, pomimo najmniejszej zawartości suchej masy, charakteryzował się surowiec pozyskany z tusz tuczników klasy E, zaś najmniejszą zawartością białka odznaczał się surowiec klasy P (tab. 2). Ponadto mięso tuczników wysokomięsnych o zawartości mięsa w tuszy powyżej 50% (klasy E i U) odznaczało się największą zawartością wody i najmniejszą suchą masą (tab. 2). Bąk i Denaburski [2], Daszkiewicz i Wajda [5] oraz Kapelański i wsp. [12] nie potwierdzili w swoich badaniach wpływu stopnia umięśnienia na zawartość białka.

Dokonując analizy oddziaływania drugiego czynnika głównego, jakim jest masa tuszy ciepłej, nie odnotowano wpływu tego czynnika na żaden z analizowanych parametrów jakości mięsa za wyjątkiem wskaźnika wydajności technologicznej mięsa

peklowanego w procesie obróbki termicznej (RTN) (tab. 1). Różnica w wysokości 3,70% wartości wskaźnika RTN na korzyść surowca o niższej masie tuszy (rys. 1) znajduje wyjaśnienie w stwierdzonym współdziałaniu badanych czynników głównych tej cechy (rys. 2). Jak wynika z rys. 2., uzyskana w grupie tuczników cięższych klasy P bardzo niska (najniższa w całej grupie tuczników cięższych) wartość wskaźnika RTN (86,38%) wpłynęła na obniżenie wartości średniej całej grupy tuczników ciężkich, niezależnie od stopnia ich umięśnienia. Stwierdzona w grupie tuczników ciężkich klasy P wydajność technologiczna mięsa peklowanego w procesie obróbki termicznej na poziomie 86,38% najprawdopodobniej jest rezultatem zmierzonej w tej podgrupie najniższej (potwierdzonej statystycznie) wartości pH_{24} (5,56) (rys. 2). Bardzo niska, typowa dla mięsa kwaśnego wartość RTN [30] oraz niska, zbliżona do typowej dla mięsa kwaśnego wartość pH_{24} (5,5) [38] wskazują na obecność genu *RN* w genotypie zwierząt cięższych klasy P. Silna zależność wartości RTN od wartości pH_{24} opisana przez badaczy francuskich [4, 22, 28], szwedzkich [25] i polskich [14, 38] potwierdza powyższe spostrzeżenie.

Jak podają Monin i wsp. [28], Lundstrom i wsp. [25] oraz Przybylski i wsp. [38], obniżenie wartości wskaźnika wydajności technologicznej (RTN) jest konsekwencją większej zawartości glikogenu w tkance mięśniowej, a w dalszej konsekwencji głębszej glikogenolizy prowadzącej do znacznego obniżenia pH końcowego. Aziz i Ball [1] podają, że większa zawartość glikogenu, występująca w mięśniach tuczników cięższych, może wpływać na zasięg obniżenia zakwaszenia tkanki mięśniowej. Z drugiej jednak strony, nie potwierdziły tego ani badania Fernandez i Tornberg [7] ani Larzul i wsp. [15].

Wnioski

1. Nie udowodniono statystycznie istotnej zależności między zawartością mięsa w tuszy w zakresie mięsności od 40 do 60% (klasy od O do E) a jakością pozyskanego mięsa.
2. W zakresie podstawowych cech jakości mięsa stwierdzono, że najmniejszą zawartością białka i największym tempem przemian glikolitycznych do 35 minut po uboju charakteryzowało się mięso pozyskane od tuczników zaklasyfikowanych do klasy P. Konsekwencją odnotowanych w tej grupie zwierząt najgłębszych zmian pH był udowodniony w sposób statystycznie istotny największy wyciek swobodny soku mięśniowego z tkanki, określony w 48., 72. i 96. godz. *post mortem* (odpowiednio 5,56, 6,58 i 7,79%) oraz największe straty w procesie obróbki termicznej mięsa peklowanego wyrażone najniższym wskaźnikiem wydajności technologicznej Napole (RTN), wynoszącym 93,10%.
3. Nie potwierdzono wpływu masy tuszy ciepłej (niezależnie od mięsności tusz) na żaden z analizowanych parametrów jakości mięsa za wyjątkiem wskaźnika

- wydajności technologicznej Napole (RTN), co w pełni uzasadnia ubój tuczników przy wyższej masie ciała (mtc 80,1–85,0 kg)
4. Stwierdzona interakcja pomiędzy procentową zawartością mięsa w tuszy a masą tuszy ciepłej w przypadku wskaźnika wydajności technologicznej w procesie peklowania i parzenia (RTN) ujawniła się w podgrupie tuczników o wyższej masie (80,1 – 85,0 kg) klasy P, w postaci istotnie odbiegającej wartości tego wskaźnika (86,38% – typowej dla zwierząt z fenotypem *RN*) o najniższej wartości pH_{24} (5,56 – bardzo zbliżonej do pH_{24} mięsa kwaśnego)

Literatura

- [1] Aziz N.N., Ball R.O.: Effect of backfat thickness and carcass weight on the chemical composition and quality of meat from culled sows. *Can. J. Anim. Sci.*, 1995, **75**, 191-196.
- [2] Bąk T., Denaburski J.: Evaluation of the quality of meat from fattening pigs classified according to the EUROP system and two meat plants in north eastern Poland. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2002, **11/52**, 2, 55-60.
- [3] Candek-Potokar M., Zlender B., Bonneau M.: Effects of breed and slaughter weight on *longissimus* muscle biochemical traits and sensory quality in pigs. *Ann. Zoot.*, 1998, **47**, 3-16.
- [4] Chevillon P., Boulard J., Le Jossec P., Kerisit R., Salaun Y., Alviset G., Vidal E.: Influence of ultimate pH and breed on the slicing losses of high quality cooked hams to be sold pre-paced. 40th International Congress of Meat Science and Technology, The Hague, 1994, S.IVA.08.
- [5] Daszkiewicz T., Wajda S.: Jakość mięsa z tusz tuczników zaliczonych do klasy E, U i R w systemie klasyfikacji EUROP. *Pr. i Mat. Zoot.*, 2002, **13**, 31-35.
- [6] Daszkiewicz T., Wajda S., Puchalski A.: Jakość mięsa z tusz tuczników zaliczonych do klasy E, U i R w systemie klasyfikacji EUROP. *Zesz. Nauk. Przegł. Hod.*, 2000, **48**, 399.
- [7] Dransfield E.: Zagadnienia dotyczące akceptacji mięsa przez konsumentów. *Rocz. IPMiT*, 2001, **XXXVIII**, 1, 109-128.
- [8] Fernandez X., Tornberg E.: A review of causes of variation in muscle glycogen content and ultimate pH in pigs. *J. Muscle Foods*, 1991, **2**, 209-235.
- [9] Grau R., Hamm R.: Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung in Fleisch. *Fleischwirt.*, 1952, **4**, 295-297
- [10] Honikel K.O., Fischer H.: A rapid method for the detection of PSE and DFD porcine muscles. *J. Food Sci.*, 1977, **42**, 1633-1636.
- [11] Kapelański W., Rak B., Kapelańska J., Żurawski H.: Meat quality with reference to EUROP carcass grading system. In *Quality of meat and fat in pigs as affected by genetics and nutrition*, EAAP publication, 2000, **100**, 207-210.
- [12] Kapelański W., Żurawski H., Bocian M., Grajewska S., Hammermeister A.: Meat quality of Polish landrace, Duroc, torhyb crossbred in relation to carcass lean content. *Ann. Anim. Sci.*, 2002, **2**, 301-304.
- [13] Koćwin-Podsiadła M., Kurył J., Przybylski W.: Fizjologiczne i genetyczne tło występowania wad wieprzowiny indukowanych stresem. *Prace i Mat. Zoot.*, 1993, **44**, 5-32.
- [14] Koćwin-Podsiadła M., Przybylski W., Kaczorek S., Krzęcio E.: Quality and technological yield of pork PSE, acid and normal pork. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 1998, **7/48**, 2, 217-222.

- [15] Koćwin-Podsiadła M., Zybert A., Krzęcio E., Antosik K., Sieczkowska H., Kurył J., Łyczyński A.: The influence of hot carcass weight on lean meat content and its technological usefulness in crossbreds of Danish landrace with duroc. *Ann. Anim. Sci.*, 2002, **2**, 319-324.
- [16] Kortz J., Gardzielewska J., Czarnecki R., Delikator B., Malinowski E., Jakubowska M., Karamucki T., Natalczyk-Szymkowska B.: Współzależności między mięsnością tuszy. cechami sensorycznymi i wskaźnikami jakości mięsa różnych grup genetycznych świń. *Zesz. Nauk. Przegł. Hod.*, 1996, **26**, 121-127.
- [17] Kortz J., Karamucki T., Rybarczyk A., Gardzielewska J., Jakubowska M., Natalczyk-Szymkowska W.: Charakterystyka jakości mięsa wieprzowego pozyskiwanego z tusz klasyfikowanych w systemie EUROP na podstawie mięsności szacowanej aparatem Ultra-Fom 100 bądź metodą dysekcji. *Pr. i Mat. Zoot.*, 2002, **13**, 77-83.
- [18] Krzęcio E., Antosik K., Zybert A., Sieczkowska H., Koćwin-Podsiadła M.: Jakość mięsa tuczników o wyrównanej masie tuszy klas E, U i R w systemie klasyfikacji EUROP. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 2001, **28**, 2, 261-266.
- [19] Larzul C., Le Roy P., Gueblez R., Talmant A., Gogue J., Sellier P., Monin G.: Effect of halothane genotype (*NN*, *Nn*, *nn*) on growth, carcass, and meat quality traits of pigs slaughtered at 95 kg or 125 kg live weight. *J. Anim. Breed. Gen.*, 1997, **114**, 309-320.
- [20] Latorre M.A., Lazaro R., Valencia D.G., Medel P., Mateos G.G.: The effect of gender and slaughter weight on the growth performance, carcass traits, and meat quality characteristics of heavy pigs. *J. Anim. Sci.*, 2004, **82**, 526-533.
- [21] Leach L.M., Ellis M., Sutton D.S., McKeith F.K., Wilson E.R.: The growth performance, carcass characteristics and meat quality of halothane carrier and negative pigs. *J. Anim. Sci.*, 1996, **74**, 934-943.
- [22] Le Roy P., Naveau J., Elsen J.M., Sellier P.: Evidence for a new major gene influencing meat quality in pigs. *Genetic Researches*, 1990, **55**, 33-40.
- [23] Lisiak D., Borzuta K.: Zmiany wartości rzeźnej tuczników pogłowia masowego w latach 1998-2001. *Gosp. Mięś.*, 2002, **4**, 20-22.
- [24] Lisiak D., Borzuta K.: Wyniki monitoringu mięsności tusz tuczników pogłowia masowego, poddanych ubojowi w III kwartale 2002 roku. *Trzoda Chlewna*, 2003, **1**, 37-39
- [25] Lundstrom K., Anderson A., Maerz S., Hansson I.: Effect of the *RN* gene on meat quality and lean meat content in crossbred pigs with Hampshire as terminal sire. 40th Int. Congress of Meat Sci. and Technol., Hague 1994, S.IV A 07.
- [26] Luszniwicz A., Słaby T.: Statystyka z pakietem komputerowym Statistica PL. Teoria i zastosowania. Wyd. C.H. Beck. Warszawa 2001.
- [27] Martin A.H., Sather A.P., Fredeen H.T., Jolly R.W.: Alternative market weights for swine. II. Carcass composition and meat quality. *J. Anim. Sci.*, 1980, **50** (4), 699-705.
- [28] Monin G.: Effects of *RN* gene on pig meat quality. 2nd International Conference "The influence of genetic and non genetic traits on carcass and meat quality", Siedlce, 7-8 November, 1994, pp. 37-48.
- [29] Monin G., Larzul C., Le Roy P., Culioli J., Touraille C., Sellier P.: Effect of halothane genotype and slaughter weight on texture of pork. *J. Anim. Sci.*, 1999, **77**, 408-415.
- [30] Naveau J.: Selection programme for eliminating *Nn* and *RN* genes determining the quality of pork. 2nd Int. Conference "The influence of genetic and non genetic traits on carcass and meat quality", Siedlce, 7-8 November, 1994, pp. 69-76.
- [31] Naveau J., Pommeret P., Lechaux P.: Proposition d'une methode de mesure du rendement technologique: la „methode Napole". *Techni-Porc*, 1985, **8**, 7-13.
- [32] Orzechowska B., Tyra M.: Jakość mięsa świń różnych ras. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 1999, **3**, 221-223.
- [33] PN-73/A-82110. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości wody.

- [34] PN-75/A-04018. Produkty rolniczo żywnościowe. Oznaczanie azotu metodą Kjeldahla i przeliczanie na białko.
- [35] Pohja N.S., Niinivaara F.P.: Die Bestimmung der Wasserbindung des Fleisches mittels der Konstantdruckmethode. Fleischwirt., 1957, **9**, 193-195
- [36] Pospiech E., Borzuta K., Łyczyński A., Płókarz W.: Meat defects and their economic importance. Pol. J. Food Nutr. Sci., 1998, **7/48**, 4, 7-20.
- [37] Prange H., Jugrrt L., Scharner E.: Untersuchungen zur Muskelfleischqualität beim Schwein. Arch. Exper. Vet. Med. Leipzig, 1977, **31**, 2, 235-248.
- [38] Przybylski W., Koćwin-Podsiadła M., Kaczorek S., Krzęcio E.: Współczynniki korelacji między parametrami jakości tuszy i mięsa dla grup świń linii pbz-23 wolnej od genu Halⁿ i obciążonej genem wrażliwości na stres. Konf. Nauk. pt. „Genetyczne i środowiskowe uwarunkowania wartości rzeźnej i jakości mięsa zwierząt”, Lublin, 13-14 czerwca 1996, s. 173-177.
- [39] Ruszczyk Z.: Metodyka doświadczeń zootechnicznych. PWRiL. Warszawa 1981.
- [40] Sellier P.: Genetics of meat and carcass traits. In: The genetics of the pig. (eds. Rotshild M.F., Ruvinsky A.), CAB International, Wallingford, Oxon, 1998, pp. 463-510.

MEAT QUALITY OF FATTENERS DIFFERENTIATED BY HOT CARCASS WEIGHT AND LEANNESS CLASS ACCORDING TO THE 'EUROP' CARCASS GRADING SYSTEM

S u m m a r y

The objective of this paper was to estimate the effect of hot carcass weight and leanness assessed according to the 'EUROP' carcass grading system on the meat quality parameters. The investigations were performed in March 2001, on 100 fatteners from the mass population, and originating from a raw meat facility belonging to one meat plant located in central-eastern Poland. The carcasses were selected directly on the slaughter line according to the three criteria: leanness assessed using an 'ULTRA FOM 100' apparatus manufactured by the Danish company 'SFK-Technology', and classified according to the 'EUROP' carcass grading system; hot carcass weight ranging from 75.0 to 80.0 kg, as well as from 80.1 to 85.0 kg within each of the 'EUROP' grading classes; and gender – from the point of view of the equal number of boars and gilts within each leanness class, as well as within each range of hot carcass weight. No statistically significant dependence was proved to exist between the lean meat content in a carcass ranging from 40 to 60% of leanness (classes from O to E), and the quality of meat produced. The raw material produced from fatteners of the Class P showed the highest rate of pH dropping until the 35th minute following the slaughter, the highest natural drip loss measured at the 48th, 72nd, and 96th hour post mortem, and the highest losses in the cured meat occurring during the thermal processing (RTN).

Key words: fatteners, hot carcass weight, leanness, meat quality 

ANDRZEJ ZYBERT, MARIA KOĆWIN-PODSIADŁA, ELŻBIETA KRZĘCIO,
HALINA SIECZKOWSKA, KATARZYNA ANTOSIK

**UZYSK ORAZ PROCENTOWY UDZIAŁ CZĘŚCI ZASADNICZYCH
Z ROZBIORU TUSZ WIEPRZOWYCH ZRÓŻNICOWANYCH
MASĄ ORAZ KLASĄ MIĘSNOŚCI WEDŁUG SYSTEMU
KLASYFIKACJI EUROP**

Streszczenie

Celem niniejszej pracy było określenie oddziaływania masy tuszy ciepłej i mięsności według klasyfikacji EUROP na uzysk części zasadniczych z rozbioru półtuszy. Badania przeprowadzono w marcu 2001 roku, na tuszach 100 tuczników pogłowia masowego, pochodzących z zaplecza surowcowego jednego z zakładów mięsnych środkowo-wschodniej Polski. Doboru tusz do badań dokonywano bezpośrednio na linii ubojowej według trzech kryteriów: mięsności - oszacowanej aparatem ULTRAFOM 100 duńskiej firmy SFK-Technology, a sklasyfikowanej według systemu EUROP; masy tuszy ciepłej - w zakresie 75,0–80,0 kg i 80,1–85,0 kg w obrębie każdej z klas EUROP; płci – mając na uwadze jednakowy udział łosek i wieprzków w obrębie każdej klasy mięsności i przedziału masy tuszy ciepłej. Podniesienie masy tuszy ciepłej o około 5 kilogramów (z 75,0–80,0 kg do 80,1–85,0 kg), rozpatrywane niezależnie od umięśnienia tusz, w istotny sposób wpłynęło na wzrost uzysku zarówno cennych części zasadniczych z rozbioru tj. szynki, łopatki, schabu i karkówki. Statystycznie istotny wzrost uzysku masy boczku i żeberka ($p \leq 0,01$) oraz pachwiny i podgardla ($p \leq 0,05$) przy niezmienionym ich procentowym udziale w półtuszy świadczy o mniejszym negatywnym wpływie masy tuszy ciepłej na uzysk omawianych wyrębów.

Słowa kluczowe: tuczniaki, masa tuszy ciepłej, mięsność, części zasadnicze

Wprowadzenie

Wartość rzeźna tusz oraz jakość mięsa wieprzowego od dość dawna znajdują się w centrum zainteresowania zarówno naukowców, jak i przemysłu mięsnego. Wynika to przede wszystkim z wymagań i preferencji konsumentów oraz popytu na mięso i

Dr inż. A. Zybert, prof. dr hab. M. Koćwin-Podsiadła, dr inż. E. Krzęcio, mgr inż. H. Sieczkowska, mgr inż. K. Antosik, Katedra Hodowli Trzody Chlewnej i Oceny Mięsa, Akademia Podlaska, ul. Prusa 14, 08-110 Siedlce

przetwory o małej zawartości tłuszczu [4]. Wprowadzenie, wzorem krajów Europy Zachodniej, poubojowej klasyfikacji tusz wieprzowych według systemu EUROP, połączonej ze sposobem rozliczeń za dostarczone tusze z producentami, zaowocowały poprawą mięsności sprzedawanego do zakładów mięsnych surowca wieprzowego [7, 8]. Oprócz stopnia umięśnienia, o wartości rzeźnej tusz wieprzowych decyduje także masa oraz procentowy udział wartościowych wyrębów tj. schabu, szynki, łopatki i karkówki [4, 14]. Kolejnym czynnikiem mającym wpływ na masę oraz procentowy udział poszczególnych części zasadniczych z rozbioru jest masa ubijanych tuczników [1, 3, 15]. W dostępnym krajowym i zagranicznym piśmiennictwie, brak jest jednak prac ujmujących oba wyżej wymienione czynniki związane bezpośrednio z wartością rzeźną tusz wieprzowych tj. mięsności oraz masy ubojowej (lub masy tuszy ciepłej).

Celem niniejszej pracy było określenie oddziaływania masy tuszy ciepłej i mięsności według klasyfikacji EUROP na uzysk części zasadniczych z rozbioru półtuszy.

Materiał i metody badań

Badania przeprowadzono w marcu 2001 roku, na tuszach 100 tuczników pogłowia masowego, pochodzących z zaplecza surowcowego (oddalonego o około 80 km) jednego z zakładów mięsnych środkowo-wschodniej Polski. Uboju zwierząt dokonywano 2–4 godz. po przebytych transporcie, zgodnie z przepisami obowiązującymi w zakładzie z wykorzystaniem automatycznego oształamiania elektrycznego (250V, 5A, 2,4 s – system Inarco produkcji holenderskiej) i wykrwawianiem w pozycji leżącej. Doboru tusz do badań dokonywano bezpośrednio na linii ubojowej według trzech kryteriów: mięsności – oszacowanej aparatem ULTRA-FOM 100 duńskiej firmy SFK-Technology i sklasyfikowanej według systemu EUROP; masy tuszy ciepłej – w zakresie 75,0–80,0 kg i 80,1–85,0 kg w obrębie każdej z klas EUROP, którą ustalano na kolejkowej wadze elektronicznej z dokładnością do 100 g; płci – mając na uwadze jednakowy udział loszek i wieprzków w obrębie każdej klasy mięsności i przedziału masy tuszy ciepłej.

Po 24-godzinnym chłodzeniu w temp. 2–4°C, prawe półtusze poddawano rozbiorowi zgodnie z przepisami PN-86A/82002 [11], wyodrębniając następujące części zasadnicze: karkówkę, schab, szynkę, łopatkę, boczek, żeberka, słoninę, biodrówkę, podgardle, pachwinę, golonkę (przednią i tylną), nogę (przednią i tylną), głowę oraz ogon. Masę części zasadniczych z rozbioru ustalano na wadze elektronicznej z dokładnością do 5 g, zaś ich procentowy udział obliczano w stosunku do masy wychłodzonej półtuszy prawej.

Wyniki opracowano statystycznie, za pomocą programu Statistica 5.1 PL, z zastosowaniem dwuczynnikowej analizy wariancji w układzie ortogonalnym [12], z uwzględnieniem efektu następujących czynników:

- zawartości mięsa w tuszy (wyrażonej klasą systemu klasyfikacji EUROP);
- masy tuszy ciepłej (przedstawionej w postaci przedziałów masy tuszy ciepłej – 75,0–80,0 kg, 80,1–85,0 kg);

oraz ich interakcji zgodnie z modelem liniowym:

$$y_{ij} = \mu + a_i + b_j + ab_{ij} + e_{ijl}$$

gdzie: μ – wartość średnia ogólna; a_i – efekt miąższości, $i = 1, 2, 3, 4, 5$; b_j – efekt masy tuszy ciepłej, $j = 1, 2$; ab_{ij} – interakcja miąższość x masa tuszy ciepłej; e_{ijl} – błąd losowy.

Istotność różnic między wartościami średnimi weryfikowano testem Tukey'a [9].

Wyniki i dyskusja

Przeprowadzona dwuczynnikowa analiza wariancji w układzie ortogonalnym wykazała potwierdzone statystycznie, w sposób istotny bądź wysoko istotny, oddziaływanie pierwszego czynnika doświadczalnego tj. stopnia umięśnienia, na masę i procentowy udział w półtuszy następujących części zasadniczych z rozbioru: szynki, schabu, łopatki, pachwiny, podgardla, słoniny (bez skóry), golonki przedniej, nóg (tylnej i przedniej), jak również mięsa rozbiorowego kl. II i tłuszczu drobnego.

Wykazano także wpływ drugiego czynnika doświadczalnego, tj. masy tuszy ciepłej na masę: szynki, schabu, łopatki, karkówki, boczku, żeberka ($p \leq 0,01$) oraz pachwiny, podgardla i nogi tylnej ($p \leq 0,05$). Oddziaływanie masy tuszy ciepłej nie zostało potwierdzone statystycznie na procentowy udział wyżej wymienionych części zasadniczych półtuszy. Odnotowano jedynie wpływ masy tuszy ciepłej na procentowy udział w półtuszy głowy oraz nogi przedniej.

Nie potwierdzono statystycznie istotnego współdziałania pomiędzy badanymi czynnikami tj. masą tuszy ciepłej i procentową zawartością mięsa w tuszy na żadną z poddanych analizie cech. Brak interakcji wskazuje, że szeroko opisane zmiany badanych cech wraz ze wzrostem miąższości wykazują jednakowy kierunek niezależnie od masy tuszy ciepłej.

Wzrost stopnia umięśnienia korzystnie wpłynął na zmiany ilościowe najbardziej cennych części zasadniczych tj. szynki, łopatki oraz schabu. Tusze tuczników z klasy E charakteryzowały się największą masą omawianych wyżej części zasadniczych, wyższą w porównaniu z analogicznym surowcem pozyskanym od najmniej umięśnionych zwierząt z klasy P odpowiednio o 1,04, 0,32 i 0,96 kg (tab. 1). Analiza wartości średnich poszczególnych części zasadniczych wskazuje jednak na niejednorodny charakter zmian w ich uzysku w zależności od klasy miąższości. Wzrost stopnia umięśnienia powyżej 50% (klasy E i U) w przypadku szynki, jak również łopatki i schabu nie wpłynął na wzrost ich masy, a odnotowane różnice (odpowiednio 0,36, 0,06 i 0,23 kg na korzyść tuczników z klasy E) będące wynikiem podniesienia

mięsnosci o jedną klasę, okazały się nieistotne statystycznie (tab. 1). Częściowym tego potwierdzeniem może być również brak potwierdzonych statystycznie zmian procentowego udziału szynki i łopatki w grupach tuczników o mięsnosci przekraczającej 50% (tab. 2).

Odwrotną tendencję odnotowano w przypadku części zasadniczych o dużym udziale tkanki tłuszczowej, do których zalicza się słoninę, podgardle oraz pachwinę

Tabela 1

Uzysk części zasadniczych z rozbioru tusz wieprzowych zróżnicowanych klasą mięsnosci EUROP.

The gain of primal cuts from the cutting of carcasses differentiated by the 'EUROP' Class of leanness.

Cecha Trait	Klasa EUROP/ EUROP Class					Wartość średnia Mean value N=100
	E n=20	U n=20	R n=20	O n=20	P n=20	
Szynka [kg] Ham	9,80B ±0,54	9,44B ±0,70	9,18AB ±0,73	8,76A ±0,54	8,76A ±0,69	9,19 ±0,75
Łopátka [kg] Shoulder	5,48B ±0,32	5,42B ±0,27	5,38AB ±0,35	5,18A ±0,41	5,16A ±0,33	5,32 ±0,36
Schab [kg] Loin	4,36C ±0,29	4,13BC ±0,32	4,05B ±0,45	3,77AB ±0,28	3,40A ±0,40	3,94 ±0,48
Pachwina [kg] Groin	1,09A ±0,20	1,18A ±0,21	1,13A ±0,32	1,40B ±0,19	1,48B ±0,26	1,26 ±0,28
Podgardle [kg] Yowl	1,32A ±0,15	1,45AB ±0,24	1,44AB ±0,18	1,55B ±0,28	1,63B ±0,21	1,48 ±0,24
Słonina [kg] Back fat	1,11A ±0,39	1,65A ±0,53	2,21B ±0,61	2,66B ±0,53	3,70C ±0,79	2,34 ±1,06
Golonka przednia [kg] Fore-shank	0,84B ±0,11	0,76B ±0,12	0,74B ±0,12	0,74B ±0,13	0,62A ±0,07	0,74 ±0,14
Noga przednia [kg] Fore trotter	0,41ab ±0,05	0,42ab ±0,04	0,42ab ±0,03	0,43b ±0,05	0,39a ±0,06	0,41 ±0,05
Noga tylna [kg] Hind trotter	0,63A ±0,06	0,67AB ±0,05	0,67AB ±0,06	0,69B ±0,04	0,62A ±0,07	0,65 ±0,06
Mięso kl. II [kg] Meat of Class II	0,78AB ±0,20	0,62A ±0,12	0,79B ±0,18	0,84B ±0,19	0,86B ±0,24	0,78 ±0,20
Tuszcz drobny [kg] Fine fat	1,20B ±0,36	0,93AB ±0,31	0,78A ±0,45	0,73A ±0,30	0,70A ±0,17	0,87 ±0,37

Objaśnienia/Explanatory notes:

Wyniki przedstawiono w tabeli w postaci średnich arytmetycznych i odchyleń standardowych; wartości średnie oznaczone w wierszach literami A, B, C różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0,01$; wartości średnie oznaczone w wierszach literami a, b różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0,05$;

The results shown in the Table are shown in the form of arithmetic means and standard deviations; the means in the row denoted by the letters A, B, and C differ statistically significantly at $p \leq 0.01$; the means in the rows denoted by the letters a and b differ statistically significantly at $p \leq 0.05$.

(tab. 1). Najwyższą masą pachwiny i podgardla charakteryzowały się tusze tuczników o najniższej mięsności, tj. z klas O i P, co również znalazło swoje odzwierciedlenie w statystycznie istotnie wyższym ($p \leq 0,01$) ich procentowym udziale w obu omawianych grupach tuczników o mięsności poniżej 45% (tab. 1 i 2). Szczególnie wysoki wpływ stopnia umięśnienia odnotowano w przypadku masy słoniny. Najniższą masą słoniny charakteryzowały się tusze tuczników wysokomięsnych klasy E (1,11 kg), zaś najwyższą tusze najmniej umięśnionych tuczników z klasy P (3,70 kg) (tab. 1). Odzwierciedleniem tego był znaczny (i potwierdzony statystycznie) wzrost udziału słoniny z 2,83% w klasie E aż do 9,31% w klasie P (tab. 2).

Tabela 2

Procentowy udział części zasadniczych z rozbioru tusz wieprzowych zróżnicowanych klasą mięsności EUROP.

The per cent content of primal cuts from the cutting of carcasses differentiated by the EUROP Class of leanness.

Cecha Trait	Klasa EUROP/ EUROP Class					Wartość średnia Mean value n=100
	E n=20	U n=20	R n=20	O n=20	P n=20	
Szynka [%] Ham	27,85C ±1,36	27,30BC ±1,41	26,42B ±1,19	25,30A ±0,71	24,77A ±0,87	26,33 ±1,62
Łopatką [%] Shoulder	16,20B ±0,58	15,86B ±0,45	15,75B ±0,56	15,17AB ±0,88	14,60A ±0,99	15,52 ±0,91
Schab [%] Loin	11,17D ±0,49	10,60C ±0,79	10,43C ±0,99	9,66B ±0,59	8,58A ±0,86	10,09 ±1,17
Pachwina [%] Groin	2,80A ±0,54	3,02A ±0,49	2,90A ±0,82	3,59B ±0,46	3,74B ±0,64	3,21 ±0,71
Podgardle [%] Yowl	3,37A ±1,01	3,72AB ±0,61	3,73AB ±0,49	3,97B ±0,71	4,12B ±0,54	3,78 ±0,60
Słonina [%] Back fat	2,83A ±1,01	4,23A ±1,39	5,71B ±1,62	6,82B ±1,32	9,31C ±1,84	5,96 ±2,63
Golonka przednia [%] Fore-shank	2,16B ±0,32	1,96B ±0,40	1,89B ±0,28	1,90B ±0,33	1,56A ±0,17	1,90 ±0,36
Noga przednia [%] Fore trotter	1,04ab ±0,13	1,09b ±0,10	1,07b ±0,08	1,11b ±0,12	0,99a ±0,15	1,06 ±0,12
Noga tylna [%] Hind trotter	1,62A ±0,14	1,71B ±0,13	1,72B ±0,17	1,77B ±0,12	1,57A ±0,17	1,68 ±0,16
Mięso kl. II [%] Meat of Class II	2,01B ±0,51	1,58A ±0,29	2,04B ±0,45	2,15B ±0,50	2,18B ±0,58	1,99 ±0,51

Tłuszcz drobny [%]	3,07B	2,40AB	2,01A	2,01A	1,76A	2,22
Fine fat	±0,93	±0,78	±1,13	±1,13	±0,42	±0,96

Objaśnienia jak w tab. 1. / Explanatory notes as in Tab. 1.

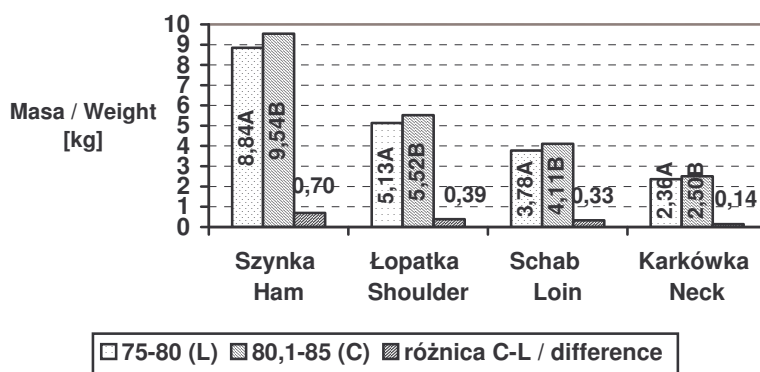
Brak potwierdzonego statystycznie wpływu stopnia umięśnienia (wyrażonego w postaci klas systemu klasyfikacji EUROP) na masę najbardziej cennych części zasadniczych tj. schabu, szynki, łopatki oraz karkówki wśród tuczników pochodzących z pogłowia masowego wykazali w swoich badaniach Kapelański i wsp. [5]. Z kolei w doświadczeniu Blicharskiego i Ostrowskiego [2], przeprowadzonym na trzech grupach tuczników z różnym udziałem rasy pietrain (I – grupa bez pietrain, II – 50% pietrain, III – 100% pietrain), ubijanych przy masie około 108 kg i o średniej mięsności odpowiednio 49,39; 58,24 i 61,06%, wykazano, że w porównaniu ze zwierzętami pochodzącymi z I grupy, obie grupy tuczników o mięsności przekraczającej 55% charakteryzowały się statystycznie istotnie ($p \leq 0,01$) wyższą masą szynki oraz połówicy. Również otrzymane przez Karamuckiego i wsp. [6] wartości współczynników korelacji fenotypowej prostej pomiędzy procentową zawartością mięsa w tuszy a wyrażonym w procentach udziałem cennych części zasadniczych pozbawionych słoniny i skóry tj. karkówki, łopatki oraz połówicy (odpowiednio $r = 0,48^{**}$, $0,67^{**}$ i $0,84^{**}$) jednoznacznie potwierdzają wzrost ich procentowego udziału wraz ze zwiększaniem się stopnia umięśnienia tuczników. Wykazany w badaniach Strzeleckiego i wsp. [13] brak potwierdzonego statystycznie wpływu stopnia umięśnienia – wśród tuczników o mięsności powyżej 50% – na zmiany procentowego udziału szynki i łopatki znalazło swoje odzwierciedlenie w niniejszej pracy.

Podniesienie przedziału masy tuszy ciepłej z 75,0–80,0 kg do 80,1–85,0 kg (niezależnie od stopnia umięśnienia) dodatkowo wpłynęło na wartość uzysku cennych części zasadniczych z rozbioru tj. szynki, łopatki, schabu oraz karkówki (rys. 1). Nie potwierdzono statystycznie zmian w procentowym udziale ww. części zasadniczych w półtuszy.

Badania zespołu Katedry Hodowli Trzody Chlewnej i Oceny Mięsa, Akademii Podlaskiej w Siedlcach [15], przeprowadzone na materiale 100 tuczników zróżnicowanych masą tuszy ciepłej (mtc), dowiodły, że dokonując uboju tuczników cięższych o mtc 80,1–90,0 kg, w porównaniu ze zwierzętami lżejszymi (mtc 70,1–80,0 kg) możliwe jest zachowanie na niezmiennym poziomie procentowej zawartości mięsa w tuszy. Ponadto w cytowanych badaniach wykazano potwierdzony statystycznie wzrost ilościowy tkanki mięśniowej pozyskiwanej z wyrębów podstawowych (karkówka, łopatka, połówica, szynka), przy akceptowanym (niepotwierdzonym statystycznie) wzroście stopnia otluszczenia. Podobnie w doświadczeniu Łyczyńskiego i wsp. [10], w którym na tuszach świń mieszańców pochodzących z krzyżowania ras wielkiej białej polskiej i polskiej białej zwisłouchej

badano wartość cech rzeźnych w zależności od masy poubojowej tuszy (odp. $\leq 69,9$ kg – I grupa, 70–90 kg – II grupa i > 90 kg – III grupa) dowiedziono, że tusze cięższe charakteryzowały się wyższą masą schabu i polędwicy. Cytowani autorzy stwierdzili również, że konsekwencją wzrostu masy tuszy ciepłej powyżej 90 kg był spadek procentowej zawartości mięsa w tuszy oraz niekorzystny i potwierdzony statystycznie wzrost grubości słoniny grzbietowej.

W następstwie podniesienia masy tuszy ciepłej o około 5 kg (z 75,0–80,0 kg do 80,1–85,0 kg), odnotowany i potwierdzony statystycznie wzrost masy części zasadniczych o dużej zawartości tkanki tłuszczowej tj. boczku, żeberek ($p \leq 0,01$) pachwiny, podgardla i nogi tylnej ($p \leq 0,05$), przy niezmienionym ich procentowym udziale w tuszy, może w pewnym stopniu świadczyć o mniejszym negatywnym wpływie masy tuszy ciepłej na wartość omawianych wyrębów (rys. 2).



Rys. 1. Oddziaływanie masy tuszy ciepłej (niezależnie od stopnia umięśnienia tuszy) na uzysk cennych części zasadniczych z jej rozbioru.

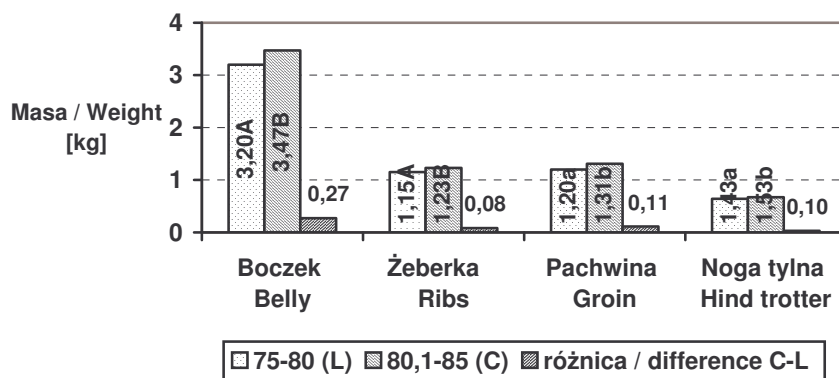
Fig. 1. The effect of hot carcass weight (disregarding the degree of carcass muscling) on the gain of valuable primal cuts from the cutting of carcasses.

Objaśnienia:/Explanatory notes:

Wartości średnie oznaczone literami A, B różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0,01$ / the means denoted by the letters A and B differ statistically significantly at $p \leq 0,01$.

W związku z powyższym praktycznego znaczenia nabiera analiza oddziaływania masy tuszy ciepłej dokonana w obrębie poszczególnych klas mięsności systemu klasyfikacji EUROP (rys. 3). Wskazuje ona na poważne zróżnicowanie przyrostu masy wyrębów (głównie najcenniejszych o najwyższej wartości handlowej) w zależności od stopnia umięśnienia tusz. Należy również dodać, że podniesienie przedziału masy tuszy ciepłej o ok. 5 kg nie wpłynęło na zmiany w procentowym udziale pozyskanych części zasadniczych z rozbioru, a odnotowane w obrębie poszczególnych klas mięsności różnice okazały się nieistotne statystycznie.

Tendencja do spadku masy wyrębów wraz ze wzrostem mięsności o jedną klasę najsilniej uwidoczniła się w przypadku szynki (rys. 3). Odnotowany wśród najbardziej umięśnionych tusz tuczników z klasy E brak udowodnionego statystycznie zróżnicowania masy szynki i karkówki (odp. $0,24^{NS}$, $0,04^{NS}$), na skutek zwiększenia przedziału masy tuszy cieplej z 75,0–80,0 kg do 80,1–85,0 kg, może wskazywać na ograniczenie możliwości odkładania białka w tkance mięśniowej omawianych wyrębów. Zjawisko to nie dotyczy pozostałych cennych wyrębów zasadniczych tj. schabu i łopatki oraz boczku, w których odnotowano o około 0,4 kg przyrostu masy (rys. 3). Z kolei wykazana w obrębie tuczników klasy P najwyższa i jedyna spośród pięciu najcenniejszych części zasadniczych udowodniona statystycznie różnica na poziomie $0,95^{**}$ kg uzysku masy szynki może być spowodowana większymi predyspozycjami tych zwierząt do odkładania tkanki tłuszczowej, w konsekwencji większej w niej ilości i zawartości tłuszczu, a nie masy mięśniowej. Wyrąb ten w wyniku rozbioru nie jest pozbawiany tkanki tłuszczowej.



Rys. 2. Wpływ masy tuszy cieplej (niezależnie od stopnia umięśnienia tusz) na uzysk mniej cennych części zasadniczych z jej rozbioru.

Fig. 2. The impact of hot carcass weight (disregarding the degree of carcass muscling) on the gain of the less valuable primal cuts from the cutting of carcasses.

Objaśnienia:/Explanatory notes:

Wartości średnie oznaczone literami A, B różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0,01$; wartości średnie oznaczone literami a, b różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0,05$ /The means denoted by the letters A and B differ statistically significantly at $p \leq 0,01$; the means denoted by the letters a and b differ statistically significantly at $p \leq 0,05$.

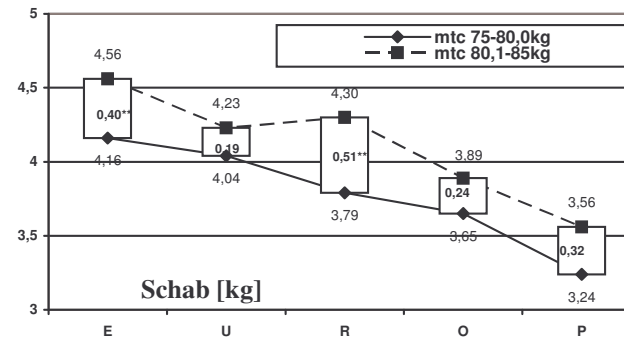
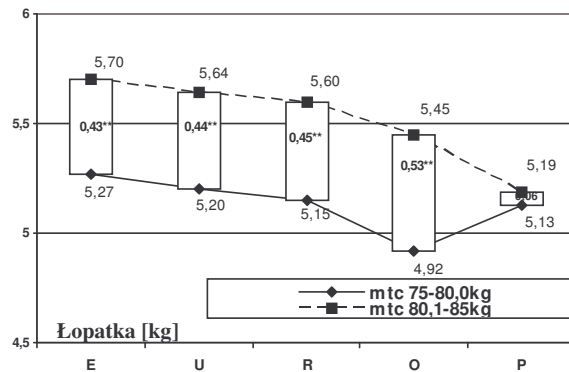
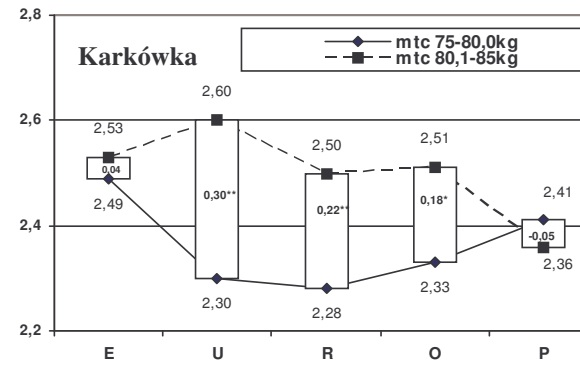
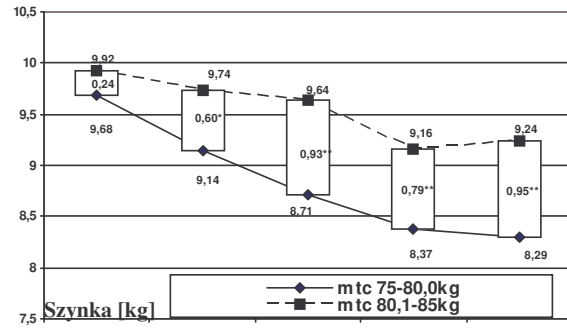
Drugim – poza szynką – najcenniejszym dla krajowego przemysłu mięsnego wyrębem jest schab. Podniesienie przedziału masy tuszy cieplej z 75,0–80,0 kg do 80,1–85 kg, dodatnio wpłynęło na wzrost masy schabu w każdej z klas EUROP, przy czym został on potwierdzony statystycznie w klasach R i E i wynosił odpowiednio $0,51^{**}$ kg i $0,40^{**}$ kg (rys. 3). Korzystny efekt wzrostu masy tuszy cieplej zaznaczył się

również w przypadku łopatki, a wyliczone różnice (od 0,53 kg – tusze tuczników klasy O do 0,43 kg – tusze tuczników klasy E) okazały się wysoko istotne statystycznie. Nadmienić należy, że wcześniej wspomniany bardzo niski, wręcz bliski zeru ($0,04^{NS}$), uzysk masy karkówki stwierdzony wśród najbardziej umięśnionych tusz tuczników klasy E (a jednocześnie potwierdzony w obrębie klas O, R i U – odp. $0,18^*$ kg, $0,22^{**}$ kg i $0,30^{**}$ kg) może świadczyć o obniżeniu potencjału w zakresie wzrostu masy tego wyrębu w omawianej grupie zwierząt (rys. 3).

Dokonując analizy zmian uzysku masy najbardziej cennych elementów zasadniczych z rozbioru, jak również wyliczonych wartości średnich w grupach zwierząt zróżnicowanych masą i klasą mięsności nie sposób pominąć efektu wynikającego ze zwiększenia o około 5 kg przedziału masy tuszy ciepłej. Tuczniaki cięższe, ubijane w przedziale masy mięsności 45–50% (klasa R), charakteryzowały się wyższą bądź też zbliżoną średnią masą szynki, schabu, łopatki, oraz karkówki (rys. 3) w porównaniu z masą wymienionych części zasadniczych pozyskanych od najbardziej mięsnych zwierząt z klasy E (a więc mających o dwie klasy wyższy stopień umięśnienia), lecz ubijanych przy niższej masie ciała (mtc 75,0–80,0 kg).

Do mniej cennych części zasadniczych o średniej wartości handlowej zalicza się biodrówkę, żeberka oraz boczek (rys. 4). Zwiększenie masy tuszy ciepłej (w obrębie analizowanych klas mięsności) nie wpłynęło na masę biodrówki i żeberka a odnotowane różnice okazały się nieistotne statystycznie. W przypadku boczku odnotowuje się jednoznaczny wzrost jego masy wraz ze zmianą o jedną klasę mięsności R, U i E (odpowiednio $0,21^*$ kg, $0,33^{**}$ kg i $0,37^{**}$ kg – rys. 4).

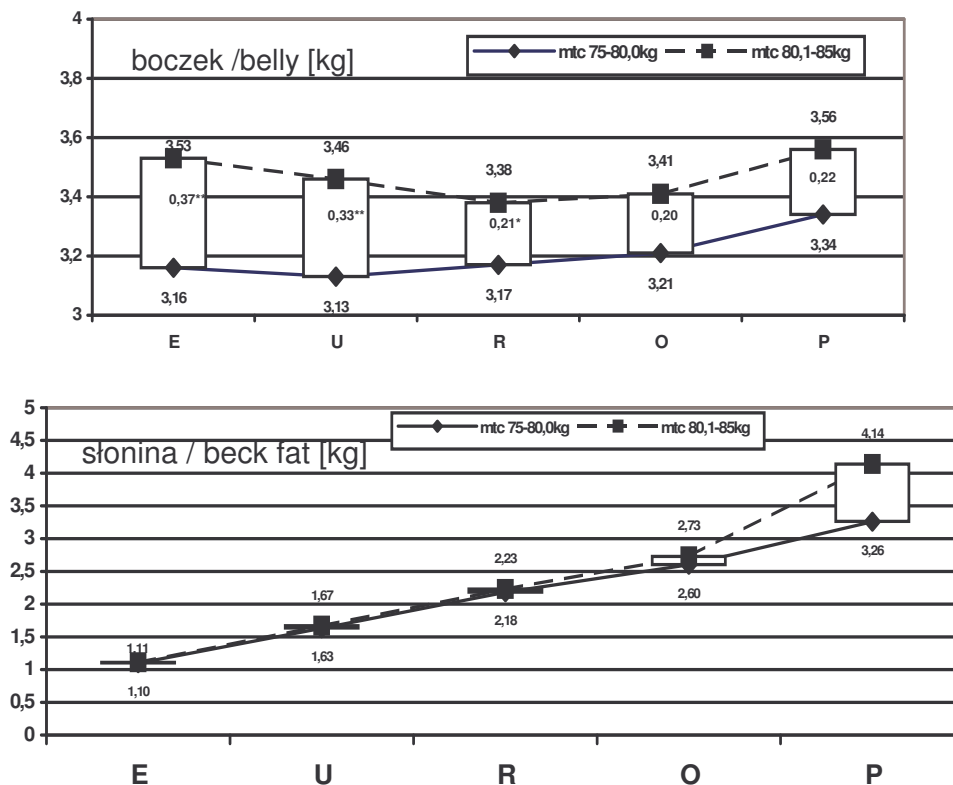
W niniejszym omówieniu wyników oraz ich analizie należy także wspomnieć o najmniej cennych częściach zasadniczych z rozbioru o wysokim udziale tkanki tłuszczowej, do których zalicza się pachwinę, podgardle oraz słoninę. W niniejszych badaniach stwierdzono bardzo niski i statystycznie nieistotny wpływ masy tuszy ciepłej w obrębie analizowanych klas mięsności EUROP na masę ww. części zasadniczych, za wyjątkiem pachwiny w klasie U ($0,20^{**}$ kg) i podgardla w klasie E ($0,15^{**}$ kg). Szczególną uwagę zwraca wyjątkowo wysoki – na tle pozostałych klas mięsności systemu EUROP – wzrost masy słoniny bez skóry odnotowany wśród tusz klasy P na skutek podniesienia masy ubojowej tuczników ($0,01$ kg w klasie E, $0,04$ kg w klasie U i $0,05$ kg w klasie R wobec $0,88^{**}$ kg w klasie P) (rys. 4). Uogólniając, uzyskane wyniki wskazują na mniejszy wpływ masy tuszy ciepłej niż stopnia umięśnienia tuczników na zmiany ilościowe wyżej omówionych najmniej cennych części zasadniczych z rozbioru.



Rys. 3. Oddziaływanie masy tuszy ciepłej na uzysk cennych części zasadniczych z rozbioru tuszy, w obrębie klas mięsności systemu klasyfikacji EUROP.
 Fig. 3. The effect of hot carcass weight on the weight of valuable primal cuts within the Classes of Leanness under the EUROP carcass grading system.

Objaśnienia:/Explanatory notes:

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



Rys. 4. Wpływ masy tuszy ciepłej na uzysk masy boczku i słoniny w obrębie klas mięsności systemu klasyfikacji EUROP.

Fig. 4. The effect of hot carcass weight on the weight of belly and back fat within the Classes of Leanness under the EUROP carcass grading system.

Objaśnienia: / Explanatory notes:

** różnice statystycznie istotne przy $p \leq 0,01$, * różnice statystycznie istotne przy $p \leq 0,05$;

** - statistically significant difference at $p \leq 0,01$, * - statistically significant differences at $p \leq 0,05$.

Wnioski

1. Wraz ze wzrostem klasy mięsności tuczników stwierdza się udowodniony statystycznie ($p \leq 0,01$) wzrost masy najbardziej cennych części zasadniczych z rozbioru tj. szynki, łopatki i schabu, przy jednoczesnym spadku masy części zasadniczych charakteryzujących się wysoką zawartością tkanki tłuszczowej tj. podgardla, pachwiny i słoniny oraz mięsa przetłuszczonego klasy II.
2. Podniesienie masy tuszy ciepłej o około 5 kg (z 75,0–80,0 kg do 80,1–85,0 kg), rozpatrywane niezależnie od stopnia umięśnienia tusz, w istotny sposób wpłynęło na wzrost uzysku zarówno cennych części zasadniczych z rozbioru, tj. szynki, łopatki, schabu i karkówki, jak i niemniej pożądaných części zasadniczych o dużej

- zawartości tkanki tłuszczowej tj. boczku i żeberka ($p \leq 0,01$) przy niezmienionym, niepotwierdzonym statystycznie ich procentowym udziale w tuszy. Odnotowany wzrost ilościowy pachwiny i podgardla (udowodniony statystycznie przy $p \leq 0,05$) z niezmienionym ich procentowym udziałem w tuszy świadczy o mniejszym negatywnym wpływie masy tuszy cieplej na uzysk omawianych wyrębów.
3. Najbardziej korzystne efekty, z powodu podniesienia przedziału masy tuszy cieplej z 75,0–80,0 kg do 80,1–85,0 kg, odnotowano w przypadku szynki i karkówki pozyskanych z tusz klas U i R, schabu pozyskanego z tusz klas E i R oraz łopatki z tusz o mięsności przekraczającej 45% (klasy E, U i R), co znalazło swoje odzwierciedlenie w wyliczonych wartościach różnic między średnimi w obrębie klas EUROP oraz braku statystycznie potwierdzonych zmian ich procentowego udziału w tuszy.

Literatura

- [1] Beattie V.E., Weatherup R.N., Moss B.W., Walker N.: The effect of increasing carcass weight of finishing boars and gilts on joint composition and meat quality. *Meat Sci.*, 1999, **52**, 205-211.
- [2] Blicharski T., Ostrowski A.: Przydatność różnych metod oceny poubojowej świń wysokomięsnych. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 1999, **3 Supl.**, 75-85.
- [3] Cisneros F., Ellis M., McKeith F.K., McCaw J., Fernando R.L.: Influence of slaughter weight on growth and carcass characteristics, commercial cutting and curing yields, and meat quality of barrows and gilts from two genotypes. *J. Anim. Sci.*, 1996, **74**, 925-933.
- [4] Grześkowiak E.: Technologiczna i konsumpcyjna przydatność mięsa krzyżówek towarowych świń polskich z udziałem knurów ras hampshire i duroc. AR w Szczecinie, Rozprawy, 1999, **190**, 1-58.
- [5] Kapelański W., Konopacka K., Hammermeister A.: Udział elementów zasadniczych w tuszach z różnych klas systemu EUROP. *Polsko-Słowacko-Czeska Konf. Nauk. nt. „Aktualne problemy w produkcji trzody chlewnej”*. Olsztyn 1997, s. 102.
- [6] Karamucki T., Kortz J., Rybarczyk A., Gardzielewska J., Jakubowska M., Natalczyk-Szymkowska W.: Zależność między mięsnością tuszy a udziałem w niej elementów zasadniczych o największej zawartości mięsa z uwzględnieniem ich stopnia otluszczenia. III Międzyn. Konf. Nauk. nt. „Optymalizacja systemu i metod klasyfikacji poubojowej tusz wieprzowych”. Puszczykowo k/ Poznania, 2001, s. 68-72.
- [7] Lisiak D., Borzuta K.: Zmiany wartości rzeźnej tuczników pogłowia masowego w latach 1998-2001. *Gosp. Mięs.*, 2002, **4**, 20-22.
- [8] Lisiak D., Borzuta K.: Wyniki monitoringu mięsności tusz tuczników pogłowia masowego, poddanych ubojowi w III kwartale 2002 roku. *Trzoda Chlewna*, 2003, **1**, 37-39
- [9] Luszniwicz A., Słaby T.: Statystyka z pakietem komputerowym Statistica PL. Teoria i zastosowania. Wyd. C.H. Beck, Warszawa 2001.
- [10] Łyczyński A., Pospiech E., Urbaniak M., Frankiewicz A., Rzosińska E., Bartkowiak Z.: Cechy rzeźne świń ubijanych przy różnej masie ciała. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 2000, **6 Supl.**, 181-185.
- [11] PN-86/A-82002. Wieprzowina. Części zasadnicze.
- [12] Ruszczyk Z.: Metodyka doświadczeń zootechnicznych. PWRiL. Warszawa 1981.
- [13] Strzelecki J., Borzuta K., Wajda S.: Wpływ składu tkankowego na ekonomikę rozbioru i wykrawania tusz wieprzowych. *Rocz. IPMiT*, 1997, **XXXIV**, 15-28.

- [14] Wajda S.: Udział elementów zasadniczych w tuszach tuczników i macior o różnej masie. *Gosp. Mięs.*, 1997, **8**, 34-39.
- [15] Zybert A., Koćwin-Podsiadła M., Krzęcio E.: The influence of hot carcass weight on quantitative traits and lean meat content estimated according to method used in polish pig testing stations. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2001, **10/51**, 3, 252-255.

**THE GAIN AND PER CENT CONTENT OF PRIMAL CUTS FROM THE CUTTING
OF CARCASSES DIFFERENTIATED BY HOT CARCASS WEIGHT AND LEANNESS CLASS
ACCORDING TO THE 'EUROP' CARCASS GRADING SYSTEM**

S u m m a r y

The objective of this study was to determine the effect of hot carcass weight and leanness according to the 'EUROP' carcass grading system on the gain of primal cuts obtained from the cutting of carcasses. The investigations were performed in March 2001, on 100 fatteners from the mass population, and originating from a raw meat facility belonging to one meat plant located in central-eastern Poland. The carcasses were selected directly on the slaughter line according to the three criteria: leanness assessed using an 'ULTRA FOM 100' apparatus manufactured by the Danish company 'SFK-Technology', and classified according to the 'EUROP' carcass grading system; hot carcass weight ranging from 75.0 to 80.0 kg, as well as from 80.1 to 85.0 kg within each of the 'EUROP' grading classes; and gender – from the point of view of the equal number of boars and gilts within each leanness class, as well as within each range of hot carcass weight. The increase in the hot carcass weight by about 5.0 kg (from 75.0–80.0 kg to 80.1–85.0 kg) (disregarding the degree of carcass muscling) significantly impacted the increase in the gain of valuable primal cuts, i.e. ham, shoulder, loin, and neck. The statistically significant increase in the gain of weight of backfat, ribs (at $p \leq 0.01$), groin and yowl (at $p \leq 0.05$) with their per cent content in the half-carcass remaining unchanged proves a reduced negative impact of hot carcass weight on the gain of the primal cuts under discussion.

Key words: fatteners, hot carcass weight, leanness, primal cuts 

ANDRZEJ ZYBERT, MARIA KOĆWIN-PODSIADŁA, ELŻBIETA KRZĘCIO,
HALINA SIECZKOWSKA, KATARZYNA ANTOSIK

**UZYSK I PROCENTOWY UDZIAŁ MIĘSA PRZEZNACZONEGO
DO PRZETWÓRSTWA ORAZ ELEMENTÓW KULINARNYCH
POZYSKANYCH Z WYKRAWANIA TUSZ WIEPRZOWYCH
ZRÓŻNICOWANYCH MASĄ ORAZ KLASĄ MIĘSNOŚCI
WEDŁUG SYSTEMU KLASYFIKACJI EUROP**

Streszczenie

Celem niniejszej pracy było określenie oddziaływania masy tuszy ciepłej i mięsności według klasyfikacji EUROP na uzysk i procentowy udział elementów kulinarnych oraz mięsa przeznaczonego do przetwórstwa pozyskanych z wykrawania części zasadniczych. Badania przeprowadzono w marcu 2001 roku, na tuszach 100 tuczników pogłównia masowego, pochodzących z zaplecza surowcowego jednego z zakładów mięsnych środkowo-wschodniej Polski. Doboru tusz do badań dokonywano bezpośrednio na linii ubojowej według trzech kryteriów: mięsności - oszacowanej aparatem ULTRA-FOM 100 duńskiej firmy SFK-Technology, a sklasyfikowanej według systemu EUROP; masy tuszy ciepłej - w zakresie 75,0–80,0 kg i 80,1–85,0 kg w obrębie każdej z klas EUROP; płci – mając na uwadze jednakowy udział loszek i wieprzków w obrębie każdej klasy mięsności i przedziału masy tuszy ciepłej. Wraz ze wzrostem masy tuszy ciepłej z 75,0–80,0 kg do 80,1–85,0 kg (bez względu na mięsność tusz wieprzowych) stwierdzono statystycznie istotny wzrost uzysku zarówno cennych elementów, tj. połównicy i karczku, jak również mięsa klasy I, II i III pochodzących z wykrawania, przy niezmiennym, niepotwierdzonym statystycznie ich udziale w tuszy.

Słowa kluczowe: tuczniaki, masa tuszy ciepłej, mięsność, elementy kulinarne, mięso przeznaczone do przetwórstwa

Wprowadzenie

Przemysł mięsny jest zainteresowany pozyskiwaniem tusz wieprzowych, charakteryzujących się wysoką zawartością mięsa oraz jak najwyższą masą i udziałem

Dr inż. A. Zybert, prof. dr hab. M. Koćwin-Podsiadła, dr inż. E. Krzęcio, mgr inż. H. Sieczkowska, mgr inż. K. Antosik, Katedra Hodowli Trzody Chlewnej i Oceny Mięsa, Akademia Podlaska, ul. Prusa 14, 08-110 Siedlce

cennych wyrębów. Parametry te zależą od masy ubojowej zwierząt (masy tuszy ciepłej) oraz mięsności tusz [1, 3, 10, 11, 12]. Wraz ze wzrostem masy ubojowej zmieniają się również proporcje we wzajemnym odkładaniu tkanki mięśniowej i tłuszczu [5]. Należy również pamiętać, że mięso wieprzowe nie tylko podlega rozbiorowi na cele kulinarne, ale również stanowi surowiec przeznaczony do przetwórstwa i w związku z tym część wyrębów zasadniczych poddawanych jest dalszemu wykrawaniu. W krajach europejskich około połowa produkowanego mięsa wieprzowego jest spożywana w postaci mięsa świeżego, zaś reszta po przetworzeniu jest przeznaczana na produkty mięsne [6].

Celem niniejszej pracy było określenie oddziaływania masy tuszy ciepłej i mięsności według klasyfikacji EUROP na uzysk i procentowy udział elementów kulinarnych oraz mięsa przeznaczonego do przetwórstwa, które pozyskano z wykrawania części zasadniczych.

Materiał i metody badań

Badania przeprowadzono w marcu 2001 roku, na materiale 100 tuczników pogłowa masowego, pochodzących z zaplecza surowcowego (oddalonego o około 80 km) jednego z zakładów mięsnych środkowo-wschodniej Polski. Uboju zwierząt dokonywano 2–4 godz. po przebytych transporcie, zgodnie z przepisami obowiązującymi w zakładzie z wykorzystaniem automatycznego oształamiania elektrycznego (250V, 5A, 2,4 s – system Inarco produkcji holenderskiej) i wykrawaniem w pozycji leżącej. Doboru tusz do badań dokonywano bezpośrednio na linii ubojowej według trzech kryteriów: mięsności – oszacowanej aparatem ULTRA-FOM 100, duńskiej firmy SFK-Technology i sklasyfikowanej według systemu EUROP; masy tuszy ciepłej – w zakresie 75,0–80,0 kg i 80,1–85,0 kg w obrębie każdej z klas EUROP, którą ustalano na kolejkowej wadze elektronicznej z dokładnością do 100 g; płci – mając na uwadze jednakowy udział loszek i wieprzków w obrębie każdej klasy mięsności i przedziału masy tuszy ciepłej.

Po 24-godzinnym chłodzeniu w temp. 2–4°C, prawe półtusze poddawano rozbiorowi zgodnie z przepisami PN-86A/82002 [8], wyodrębniając następujące części zasadnicze: karkówkę, schab, szynkę, łopatkę, boczek, żeberka, słoninę, biodrówkę, podgardle, pachwinę, golonkę (przednią i tylną), nogę (przednią i tylną), głowę oraz ogon.

Wykrawanie części zasadniczych (karkówka, schab, szynka, łopaska, biodrówka, podgardle, pachwina, boczek, żeberka, golonka przednia i tylna) przeprowadzono zgodnie z przepisami PN-A-82014 [7], wyodrębniając mięso klasy I (chude, nieścięgniste), II (tłuste), III (ścięgniste) i IV (mięso krwawe, gruczoły i ścięgna), elementy kulinarne (karczek i polędwicę), tłuszcz, skórę i kości.

Masę części zasadniczych z rozbioru elementów kulinarnych z wykrawania (połędwica i karczek), a także tkanek dysekcyjnych z półtuszy (masę mięsa kl. I do IV, tłuszczu, skóry i kości) ustalano na wadze elektronicznej z dokładnością do 5 g, zaś ich procentowy udział obliczano w stosunku do masy wychłodzonej półtuszy prawej.

Wyniki opracowano statystycznie za pomocą programu Statistica 5.1 PL, z zastosowaniem dwuczynnikowej analizy wariancji w układzie ortogonalnym [9], z uwzględnieniem efektu następujących czynników:

- zawartości mięsa w tuszy (wyrażonej klasą systemu klasyfikacji EUROP);
- masy tuszy ciepłej (przedstawionej w postaci przedziałów masy tuszy ciepłej – 75,0–80,0 kg, 80,1–85,0 kg);

oraz ich interakcji zgodnie z modelem liniowym:

$$y_{ij} = \mu + a_i + b_j + ab_{ij} + e_{ijl}$$

gdzie: μ – wartość średnia ogólna; a_i – efekt miąższości, $i = 1, 2, 3, 4, 5$; b_j – efekt masy tuszy ciepłej, $j = 1, 2$; ab_{ij} – interakcja miąższość x masa tuszy ciepłej; e_{ijl} – błąd losowy.

Istotność różnic między wartościami średnimi weryfikowano testem Tukey'a [4].

Wyniki i dyskusja

Ma podstawie dwuczynnikowej analizy wariancji w układzie ortogonalnym wykazano wpływ stopnia umięśnienia na uzysk oraz procentowy udział mięsa przeznaczanego do przetwórstwa, które pozyskano na drodze wykrawania tusz tuczników. Wyjątek stanowiło mięso klasy II (tab.1). Oddziaływanie masy tuszy ciepłej na wartość uzysku wykazano we wszystkich klasach mięsa przeznaczanego do przetwórstwa (za wyjątkiem mięsa klasy IV) oraz cennych elementach kulinarnych tj. połędwicy i karczku (tab. 1). Wpływ masy tuszy ciepłej na procentowy udział mięsa przeznaczanego do przetwórstwa i elementów kulinarnych nie został potwierdzony statystycznie. Nie odnotowano współdziałania pomiędzy badanymi czynnikami, tj. stopniem umięśnienia oraz masą tuszy ciepłej na żadną z wymienionych analizowanych cech (tab.1).

Wraz ze wzrostem stopnia umięśnienia tuczników (bez względu na masę tuszy ciepłej) zwiększała się masa cennych elementów tj. połędwicy i karczku, oraz mięsa klas I i III (tab. 2), zaś największy ich uzysk odnotowano z tusz klasy E. Tusze tej klasy w porównaniu z tuszami klasy P odznaczały się korzystniejszą ilością pozyskanego mięsa przeznaczanego do przetwórstwa (odpowiednio 2,17 kg – mięso klasy I, 0,47 kg – mięso klasy III, 0,68 kg – połędwica i 0,28 kg – karczek). Wynikający ze zwiększenia miąższości wzrost ilościowy mięsa przeznaczanego do przetwórstwa oraz elementów uzyskanych z wykrawania tusz wieprzowych znalazł również swoje odzwierciedlenie w wyższym ich procentowym udziale, wynoszącym

między skrajnymi klasami mięsności tj. E i P odpowiednio: 5,77% – mięso klasy I, 1,26% – mięso klasy III, 1,81% – polędwica oraz 0,77% – karczek (tab. 3). Należy jednak zaznaczyć, że w przypadku tusz pochodzących od tuczników o mięsności przekraczającej 45% (tj. z klas mięsności E, U i R), podniesienie stopnia umięśnienia o jedną klasę – za wyjątkiem mięsa klasy I i IV - nie wpłynęło na zmiany w uzysku oraz procentowym udziale zarówno mięsa klasy II i III, jak również polędwicy czy karczku, a wyliczone wartości średnie nie różniły się statystycznie istotnie od siebie (tab. 2 i 3).

Tabela 1

Wyniki statystyczne dotyczące oddziaływanie badanych czynników tj. stopnia umięśnienia (wyrażonego klasą systemu EUROP) oraz masy tuszy cieplej na uzysk oraz procentowy udział mięsa przeznaczonego do przetwórstwa oraz elementów kulinarnych pozyskanych poprzez wykrawanie tusz tuczników.

Statistical results referring to the effect exerted by the factors under investigations, i.e. degree of carcass muscling (expressed by a Class of Leanness under the EUROP carcass grading system) and hot carcass weight on the gain and per cent content of the meat intended for processing, and of the culinary elements produced by trimming the fattener carcasses.

Cecha Trait	Oddziaływanie / The effect of:					
	Klasy EUROP EUROP Class	Masa tuszy cieplej Hot carcass weight	Interakcja Interaction	Klasy EUROP EUROP Class	Masa tuszy cieplej Hot carcass weight	Interakcja Interaction
	Uzysk [kg] / gain [kg]			Udział [%] / Per-cent Content [%]		
Mięso klasy I Meat Class I	**	**	NS	**	NS	NS
Mięso klasy II Meat Class II	NS	**	NS	NS	NS	NS
Mięso klasy III Meat Class III	**	**	NS	**	NS	NS
Mięso klasy IV Meat Class IV	**	NS	NS	**	NS	NS
Polędwica Loin	**	**	NS	**	NS	NS
Karczek Neck	**	**	NS	**	NS	NS

Objaśnienia: / Explanatory notes:

** różnice statystycznie istotne przy $p \leq 0,01$, * różnice statystycznie istotne przy $p \leq 0,05$, NS - różnice statystycznie nieistotne;

** - statistically significant differences at $p \leq 0.01$, * - statistically significant differences at $p \leq 0.05$, NS –statistically non-significant differences

Wpływ stopnia umięśnienia na wzrost masy polędwicy i mięsa klasy I przy niezmiennym udziale przetłuszczonego mięsa klasy II wykazali Borzuta i wsp. [2].

Z kolei w badaniach Strzeleckiego i wsp. [10] odnotowano brak potwierdzonych statystycznie zmian w procentowym udziale mięsa klasy III, pochodzącego z tusz wieprzowych o miąższości przekraczającej 50% (klasy miąższości E i U).

Podniesienie przedziału masy tuszy ciepłej (bez względu na miąższość) dodatkowo wpłynęło na wzrost uzysku masy zarówno elementów kulinarnych tj. polędwicy i karczku, jak również mięsa klasy I, II i III przy niezmiennym, niepotwierdzonym statystycznie ich udziale w tuszy (tab. 2).

Tabela 2

Uzysk mięsa przeznaczonego do przetwórstwa oraz elementów kulinarnych pozyskanych poprzez wykrawanie tusz wieprzowych, zróżnicowanych klasą miąższości EUROP.

The gain of the meat intended for processing and of the culinary elements produced by trimming pork carcasses differentiated by a Class of Leanness under the EUROPE EUROP carcass grading system.

Cecha Trait	Klasa EUROP / EUROP Class					Masa tuszy ciepłej Hot carcass weight		Wartość średnia Mean value n=100
	E n=20	U n=20	R n=20	O n=20	P n=20	75,0– 80,0 kg n=50	80,1– 85,0 kg n=50	
Mięso kl. I [kg] Meat Class I	7,33C ±0,73	6,62B ±0,72	6,18B ±0,80	5,59A ±0,55	5,16A ±0,55	5,88A ±1,06	6,47B ±0,88	6,17 ±1,01
Mięso kl. II [kg] Meat Class II	9,56 ±0,60	9,34 ±0,58	9,49 ±0,54	9,42 ±0,57	9,35 ±0,61	9,17A ±0,51	9,69B ±0,52	9,43 ±0,58
Mięso kl. III [kg] Meat Class III	2,29C ±0,31	2,35C ±0,18	2,17BC ±0,20	1,99AB ±0,23	1,82A ±0,18	2,06A ±0,31	2,19B ±0,27	2,12 ±0,30
Mięso kl. IV [kg] Meat Class IV	0,61A ±0,13	0,75B ±0,15	0,77B ±0,18	0,71AB ±0,16	0,75B ±0,11	0,70 ±0,18	0,74 ±0,12	0,72 ±0,16
Polędwica [kg] Loin	2,44C ±0,23	2,38C ±0,21	2,21BC ±0,32	2,01AB ±0,26	1,76A ±0,26	2,06A ±0,36	2,26B ±0,33	2,16 ±0,36
Karczek [kg] Neck	1,60C ±0,15	1,54BC ±0,13	1,49BC ±0,19	1,43AB ±0,17	1,32A ±0,17	1,42A ±0,18	1,54B ±0,18	1,48 ±0,19

Objaśnienia:/Explanatory notes:

Wyniki przedstawiono w tabeli w postaci średnich arytmetycznych i odchyłeń standardowych; wartości średnie oznaczone w wierszach literami A, B, C różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0,01$;

The results in the Table are shown in the form of arithmetic means and standard deviations; the means in the rows denoted by the letters A, B, and C differ statistically significant at $p \leq 0,01$;

Praktyczne znaczenie może mieć przedstawiona w tab. 4. analiza dotycząca różnic w uzysku masy mięsa przeznaczonego do przetwórstwa oraz cennych elementów pozyskanych przez wykrawanie, przeprowadzona w obrębie poszczególnych klas miąższości systemu klasyfikacji EUROP w zależności od przedziału masy tuszy ciepłej. Podniesienie przedziału masy tuszy ciepłej z 75,0–80,0 kg do 80,1–85,0 kg, okazało się korzystne w przypadku masy mięsa klasy I, pozyskanego z tusz o miąższości poniżej 50% (R, O, P) oraz mięsa klasy II, pozyskanego z tusz o miąższości powyżej 50% (E i U – tab. 4). Zależności te nie

zostały jednak potwierdzone statystycznie w procentowym udziale w półtuszy mięsa przeznaczonego do przetwórstwa omawianych klas. Należy jednak zwrócić uwagę na zróżnicowane tempo przyrostu tkanki mięśniowej w zależności od masy tuszy ciepłej oraz stopnia umięśnienia tuczników. Dowodzi to niejednorodności ocenianego materiału w zakresie potencjalnych możliwości odkładania tkanki mięśniowej w ciele tuczników, co ogranicza możliwość ilościowej poprawy uzysku mięsa przeznaczonego do przetwórstwa poprzez „sterowanie” masą ubojową tuczników o mięsności powyżej 50% (tab. 4). Zaprezentowany przyrost (wraz ze wzrostem mięsności według systemu klasyfikacji EUROP) tkanki mięśniowej, wyrażony w postaci uzysku masy najcenniejszego mięsa klasy I wskazuje na tendencję do wyczerpania potencjału przyrostu tkanki mięśniowej wśród tuczników klasy E (tab. 4).

Tabela 3

Procentowy udział mięsa przeznaczonego do przetwórstwa oraz elementów kulinarnych pozyskanych poprzez wykrawanie tusz wieprzowych, zróżnicowanych masą i klasą mięsności EUROP.

The percent content of the meat intended for processing and of the culinary elements produced by trimming pork carcasses differentiated by hot carcass weight and a Class of Leanness under the EUROP carcass grading system.

Cecha Trait	Klasa EUROP/EUROP Class					Masa tuszy ciepłej Hot carcass weight		Wartość średnia Mean value n=100
	E n=20	U n=20	R n=20	O n=20	P n=20	75,0- 80,0 kg n=50	80,1- 85,0 kg n=50	
Mięso kl. I [%] Meat Class I	18,78C ±1,83	16,98B ±1,74	15,90B ±1,74	14,29A ±1,11	13,01A ±1,10	15,60 ±2,82	15,99 ±2,21	15,79 ±2,53
Mięso kl. II [%] Meat Class II	24,48 ±1,15	23,94 ±0,82	24,49 ±1,31	24,13 ±1,32	23,64 ±1,74	24,32 ±1,39	23,95 ±1,22	24,14 ±1,32
Mięso kl. III [%] Meat Class III	5,86C ±0,79	6,04C ±0,44	5,59C ±0,45	5,09B ±0,43	4,60A ±0,49	5,46 ±0,83	5,41 ±0,66	5,43 ±0,75
Mięso kl. IV [%] Meat Class IV	1,55A ±0,31	1,93B ±0,40	1,98B ±0,50	1,82AB ±0,36	1,89B ±0,31	1,84 ±0,48	1,85 ±0,32	1,84 ±0,40
Polędwica [%] Loin	6,24C ±0,46	6,12BC ±0,59	5,70B ±0,76	5,15A ±0,57	4,43A ±0,60	5,47 ±0,97	5,59 ±0,82	5,53 ±0,89
Karczek [%] Neck	4,11C ±0,40	3,94BC ±0,31	3,83BC ±0,42	3,67AB ±0,37	3,34A ±0,40	3,77 ±0,47	3,80 ±0,45	3,78 ±0,45

Objaśnienia:/Explanatory notes:

Wyniki przedstawiono w tabeli w postaci średnich arytmetycznych i odchyłeń standardowych; wartości średnie oznaczone w wierszach literami A, B, C różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0,01$;

The results in the Table are shown in the form of arithmetic means and standard deviations; the means in the rows denoted by the letters A, B, and C differ statistically significant at $p \leq 0.01$;

Tabela 4

Analiza uzysku oraz różnic dotyczących mięsa przeznaczonego do przetwórstwa oraz elementów kulinarnych, w wyniku podniesienie przedziału masy tuszy ciepłej z 75,0–80,0 kg do 80,1–85,0 kg w obrębie poszczególnych klas miąższości EUROP.

Analysis of the gain and differences referring to the meat intended for processing and to the culinary elements, as a result of raising the range of hot carcass weight from 75–80 kg to 80.1–85 kg within individual Classes of Leanness under the EUROP carcass grading system.

Cecha Trait	Przedział masy tuszy ciepłej Range of the hot carcass weight	Klasa EUROP/ EUROP Class				
		E n=20	U n=20	R n=20	O n=20	P n=20
Mięso kl. I [kg] Meat of 1 class	75,0-80,0 kg (L)	7,23 ±0,77	6,38 ±0,80	5,70 ±0,71	5,20 ±0,40	4,89 ±0,48
	80,1-85,0 kg (C)	7,42 ±0,72	6,86 ±0,57	6,65 ±0,58	5,97 ±0,37	5,44 ±0,50
	Różnica C-L/difference	0,19	0,48	0,95**	0,77**	0,55*
Mięso kl. II [kg] Meat of 2 class	75,0-80,0 kg (L)	9,18 ±0,40	8,94 ±0,44	9,34 ±0,59	9,22 ±0,49	9,17 ±0,61
	80,1-85,0 kg (C)	9,94 ±0,53	9,74 ±0,40	9,64 ±0,46	9,62 ±0,61	9,53 ±0,59
	Różnica C-L/difference	0,76**	0,80**	0,30	0,40	0,36
Mięso kl. III [kg] Meat of 3 class	75,0-80,0 kg (L)	2,30 ±0,41	2,27 ±0,15	2,08 ±0,19	1,84 ±0,11	1,80 ±0,21
	80,1-85,0 kg (C)	2,27 ±0,20	2,44 ±0,18	2,25 ±0,19	2,15 ±0,22	1,84 ±0,15
	Różnica C-L/difference	-0,03	0,17*	0,17	0,31**	0,04
Mięso kl. IV [kg] Meat of 4 class	75,0-80,0 kg (L)	0,54 ±0,12	0,73 ±0,20	0,80 ±0,21	0,63 ±0,12	0,77 ±0,11
	80,1-85,0 kg (C)	0,68 ±0,11	0,77 ±0,09	0,74 ±0,16	0,80 ±0,14	0,73 ±0,11
	Różnica C-L/difference	0,14*	0,04	-0,06	0,17**	-0,04
Połędwica [kg] Loin	75,0-80,0 kg (L)	2,31 ±0,19	2,37 ±0,26	2,05 ±0,37	1,90 ±0,20	1,68 ±0,22
	80,1-85,0 kg (C)	2,56 ±0,20	2,40 ±0,16	2,38 ±0,12	2,12 ±0,27	1,83 ±0,28
	Różnica C-L/difference	0,25**	0,03	0,33*	0,22*	0,15
Karczek [kg] Neck	75,0-80,0 kg (L)	1,58 ±0,17	1,48 ±0,12	1,39 ±0,18	1,35 ±0,14	1,31 ±0,11
	80,1-85,0 kg (C)	1,62 ±0,14	1,60 ±0,12	1,59 ±0,14	1,52 ±0,14	1,34 ±0,21
	Różnica C-L/difference	0,04	0,21**	0,20*	0,17*	0,03

Objaśnienia:/Explanatory notes:

** różnice statystycznie istotne przy $p \leq 0,01$, * różnice statystycznie istotne przy $p \leq 0,05$;

** - statistically significant differences at $p \leq 0.01$, * - statistically significant differences at $p \leq 0.05$;

Wnioski

1. Wraz ze wzrostem stopnia umięśnienia tuczników z klasy P do E (niezależnie od masy tuszy ciepłej) stwierdzono statystycznie istotny wzrost masy cennych elementów z wykrawania tj. polędwicy i karczku oraz mięsa klasy I i III.
2. Stwierdzono, że wzrost stopnia umięśnienia o jedną klasę w grupie tusz o mięsności przekraczającej 45% (tj. klasy mięsności E, U i R) – za wyjątkiem mięsa klasy I - nie wpływał na zmiany uzysku oraz procentowego udziału, przeznaczonego do przetwórstwa, mięsa klasy III, jak również polędwicy i karczku, a obliczone wartości średnie nie różniły się statystycznie istotnie.
3. Wraz ze wzrostem masy tuszy ciepłej z 75,0–80,0 kg do 80,1–85,0 kg (bez względu na mięsność tusz wieprzowych) następował statystycznie istotny wzrost uzysku zarówno cennych elementów tj. polędwicy i karczku, jak również mięsa klasy I, II i III pochodzących z wykrawania, przy niezmienionym, niepotwierdzonym statystycznie ich udziale w tuszy.
4. Podniesienie przedziału masy tuszy ciepłej z 75,0–80,0 kg do 80,1–85,0 kg, okazało się korzystne w przypadku masy mięsa klasy I oraz polędwicy i karczku pozyskanych z tusz klasy R, co znalazło potwierdzenie w wyliczonych wartościach różnic między wartościami średnimi w obrębie klas mięsności EUROP (odpowiednio 0,95^{**} kg, 0,33^{**} kg i 0,20^{**} kg) oraz braku statystyczne potwierdzonych zmian ich procentowego udziału w tuszy.

Literatura


- [1] Beattie V.E., Weatherup R.N., Moss B.W., Walker N.: The effect of increasing carcass weight of finishing boars and gilts on joint composition and meat quality. *Meat Sci.*, 1999, **52**, 205-211.
- [2] Borzuta K., Strzelecki J., Wajda S.: Analiza porównawcza uzysku mięsa dysekcyjnego i przerobowego z rozbioru tusz wieprzowych. *Trzoda Chlewna*, 2001, **6**, 62-64.
- [3] Karamucki T., Kortz J., Rybarczyk A., Gardzielewska J., Jakubowska M., Natalczyk-Szymkowska W.: Zależność między mięsnością tuszy a udziałem w niej elementów zasadniczych o największej zawartości mięsa z uwzględnieniem ich stopnia otluszczenia. III Międzyn. Konf. Nauk. nt. „Optymalizacja systemu i metod klasyfikacji poubojowej tusz wieprzowych”. Puszczykowo k/ Poznań, 2001, s. 68-72.
- [4] Luszniwicz A., Słaby T.: Statystyka z pakietem komputerowym Statistica PL. Teoria i zastosowania. Wyd. C.H. Beck, Warszawa 2001.
- [5] Łyczyński A., Pospiech E.: Wpływ czynników środowiskowych, występujących w różnych etapach produkcji, na jakość pozyskiwanej wieprzowiny. *Trzoda Chlewna*, 2003, **3**, 38-48.

- [6] Moller A.J., Bertelsen G., Olsen A.: Processed pork: technological parameters related to type of raw material – Review. In: *Pork Quality: Genetic and metabolic factors* (eds. Puolanne E. and Demeyer D.I.). CAB International, Wallingford, Oxon 1993, pp. 217-237.
- [7] PN-A-82014. Mięso i przetwory mięsne. Mięso bez kości do produkcji przetworów z mięsa rozdrobnionego.
- [8] PN-86/A-82002. Wieprzowina. Części zasadnicze.
- [9] Ruszczyc Z.: *Metodyka doświadczeń zootechnicznych*. PWRiL Warszawa 1981.
- [10] Strzelecki J., Borzuta K., Wajda S.: Wpływ składu tkankowego na ekonomikę rozbioru i wykrawania tusz wieprzowych”. *Rocz. IPMiT*, 1997, **34**, 15-28.
- [11] Wajda S.: Udział elementów zasadniczych w tuszach tuczników i macior o różnej masie. *Gosp. Mięs.*, 1997, **8**, 34-39.
- [12] Zybert A., Koćwin-Podsiadła M., Krzęcio E.: The influence of hot carcass weight on quantitative traits and lean meat content estimated according to method used in polish pig testing stations. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2001, **10/51**, 3, 252-255.

**THE GAIN AND PER CENT CONTENT OF THE MEAT INTENDED FOR PROCESSING,
AND OF THE CULINARY ELEMENTS FROM THE TRIMMING OF CARCASSES
DIFFERENTIATED BY HOT CARCASS WEIGHT AND CLASS OF LEANNESS
ACCORDING TO THE EUROP CARCASS GRADING SYSTEM**

S u m m a r y

The objective of this paper was to determine the effect of hot carcass weight and leanness according to the EUROP carcass grading system on the gain and per cent content of culinary elements and meat intended for processing obtained from the trimming of primal cuts. The investigations were performed in March 2001, on 100 fatteners from the mass population, and originating from a raw meat facility belonging to one meat plant located in central-eastern Poland. The carcasses were selected directly on the slaughter line according to the three criteria: leanness assessed using an ‘ULTRA FOM 100’ apparatus manufactured by the Danish company ‘SFK-Technology’, and classified according to the ‘EUROP’ carcass grading system; hot carcass weight ranging from 75.0 to 80.0 kg, as well as from 80.1 to 85.0 kg within each of the ‘EUROP’ grading classes; and gender – from the point of view of the equal number of boars and gilts within each leanness class, as well as within each range of hot carcass weight. It was stated that along with the increase in the hot carcass weight from 75.0–80.0 kg to 80.1–85.0 kg, there was a statistically significant increase in the gain (disregarding the degree of carcass muscling) of valuable elements from the cutting, i.e. loin, neck, and meat of Classes I, II, and III, with their per-cent content in the carcass remaining unchanged and statistically non-confirmed.

Key words: fatteners, hot carcass weight, leanness, culinary elements, meat intended for processing 

ANDRZEJ ZYBERT, MARIA KOĆWIN-PODSIADŁA, ELŻBIETA KRZĘCIO,
HALINA SIECZKOWSKA, KATARZYNA ANTOSIK

**UZYSK I PROCENTOWY UDZIAŁ MASY MIĘSA I TŁUSZCZU
OGÓŁEM W PÓLTUSZY POZYSKANYCH Z ROZBIORU
I WYKRAWANIA TUSZ WIEPRZOWYCH ZRÓŻNICOWANYCH
MASĄ ORAZ KLASĄ MIĘSNOŚCI WEDŁUG SYSTEMU
KLASYFIKACJI EUROP**

Streszczenie

Celem niniejszej pracy było określenie wpływu masy tuszy ciepłej i mięsności według klasyfikacji EUROP na uzysk oraz procentowy udział mięsa i tłuszczu pozyskanych z rozbioru i wykrawania półtuszy wieprzowych. Badania przeprowadzono w marcu 2001 roku, na tuszach 100 tuczników pogłowia masowego, pochodzących z zaplecza surowcowego jednego z zakładów mięsnych środkowo-wschodniej Polski. Doboru tusz do badań dokonywano bezpośrednio na linii ubojowej według trzech kryteriów: mięsności - oszacowanej aparatem ULTRA-FOM 100, duńskiej firmy SFK-Technology i sklasyfikowanej według systemu EUROP; masy tuszy ciepłej - w zakresie 75,0 - 80,0 kg i 80,1 - 85,0 kg w obrębie każdej z klas EUROP; płci - mając na uwadze jednakowy udział loszek i wieprzków w obrębie każdej klasy mięsności i przedziału masy tuszy ciepłej. Wykazano, że w łącznym przyroście masy mięsa i tłuszczu ogółem w półtuszy - w wyniku podniesienia masy tuszy ciepłej o około 5 kg - uzysk mięsa był wysoki, szczególnie w klasach od E do O i wynosił odpowiednio 69% w klasie E, 57% w klasie U, 93% w klasie R i 89% w klasie O. Wskazuje to na duże rezerwy w zakresie odkładania tkanki mięśniowej nawet w grupie tuczników o masie tuszy ciepłej 85 kg - szczególnie w klasach R i O - a tym samym na możliwości efektywnego prowadzenia tuczu do wyższej masy ubojowej bez obniżenia jakości surowca ze względu na jego otluszczenie.

Słowa kluczowe: tuczniaki, masa tuszy ciepłej, mięsność, mięso i tłuszcz ogółem z półtuszy

Wprowadzenie

Problem optymalizacji masy ubojowej, rozpatrywany pod względem ilościowych zmian tkanki mięśniowej pozyskiwanej z rozbioru i wykrawania tusz wieprzowych,

przy jednoczesnym zachowaniu na akceptowanym poziomie stopnia ich odtuszczenia oraz wysokiej mięsności, jest zagadnieniem trudnym i złożonym, determinowanym przez wiele czynników zależnych i niezależnych od producenta [2]. Przyrost tkanki mięśniowej jest ściśle związany z tempem odkładania białka oraz tłuszczu w ciele w okresie ontogenezy [3, 12]. W hodowli oraz produkcji trzody chlewnej wskazuje się na tzw. „punkt mięsności”, czyli zakres masy ciała, przy której jest zrównoważony przyrost masy mięsa i tłuszczu, a po którego przekroczeniu wzajemne proporcje w dziennym przyroście masy ciała ulegają stopniowej zmianie na korzyść tkanki tłuszczowej [8]. Dalszym utrudnieniem – jak wskazują liczne badania – jest istnienie ujemnej współzależności pomiędzy masą żywca a stopniem jego umięśnienia [1, 4, 5]. Uwzględnić też należy sprzeczność interesów producenta i przetwórcy. Producent chce zakończyć tucz w czasie możliwie najkrótszym, aby uzyskać maksymalną opłacalność produkcji. Z kolei wymagania przetwórcy koncentrują się na większej masie ubojowej tuczniaka, aby otrzymać towar o najwyższej wartości handlowej [2, 13].

Celem niniejszej pracy było określenie wpływu masy tuszy ciepłej i mięsności według klasyfikacji EUROP na całkowity uzysk oraz procentowy udział mięsa i tłuszczu pozyskanych z rozbioru i wykrawania półtuszy wieprzowych.

Materiał i metody badań

Badania przeprowadzono w marcu 2001 roku, na tuszach 100 tuczników pogłowia masowego, pochodzących z zaplecza surowcowego (oddalonego o około 80 km) jednego z zakładów mięsnych środkowo-wschodniej Polski. Uboju zwierząt dokonywano 2–4 godz. po przebytych transporcie, zgodnie z przepisami obowiązującymi w zakładzie, z wykorzystaniem automatycznego oszalałniania elektrycznego (250V, 5A, 2,4 s – system Inarco produkcji holenderskiej) i wykrawianiem w pozycji leżącej. Doboru tusz do badań dokonywano bezpośrednio na linii ubojowej według trzech kryteriów: mięsności – oszacowanej aparatem ULTRA-FOM 100, duńskiej firmy SFK-Technology i sklasyfikowanej według systemu EUROP; masy tuszy ciepłej – w zakresie 75,0–80,0 kg i 80,1–85,0 kg w obrębie każdej z klas EUROP, którą ustalano na kolejkowej wadze elektronicznej z dokładnością do 100 g; płci – uwzględniając jednakowy udział loszek i wieprzków w obrębie każdej klasy mięsności i przedziału masy tuszy ciepłej, w celu wyeliminowania dodatkowego czynnika, mającego wpływ głównie na zawartość mięsa w tuszy i jej skład morfologiczny.

Po 24-godzinnym chłodzeniu w temp. 2–4°C, prawe półtusze dzielono zgodnie z przepisami PN-86A/82002 [10], wyodrębniając następujące części zasadnicze: karkówkę, schab, szynkę, łopatkę, boczek, żeberka, słoninę, biodrówkę, podgardle, pachwinę, golonkę (przednią i tylną), nogę (przednią i tylną), głowę oraz ogon.

Wykrawanie części zasadniczych (karkówka, schab, szynka, łopatka, biodrówka, podgardle, pachwina, boczek, żeberka, golonka przednia i tylna) prowadzono zgodnie z przepisami PN-A-82014 [9], wyodrębniając mięso klasy I (chude, nieścięgniaste), II (tłuste), III (ścięgniaste) i IV (mięso krwawe, gruczoły i ścięgna), elementy kulinarne (karczek i polędwice), tłuszcz, skórę i kości.

Masę części zasadniczych z rozbioru elementów kulinarnych z wykrawania (polędwica i karczek), a także tkanek dysekcyjnych z półtuszy (masę mięsa przerobowego klas I do IV, tłuszczu, skóry i kości) ustalano na wadze elektronicznej z dokładnością do 5 g, zaś ich procentowy udział obliczano w stosunku do masy wychłodzonej półtuszy prawej.

Masę mięsa ogółem wyliczano, sumując masę mięsa klasy I, II, III i IV, polędwicy i karczku, pochodzących z rozbioru oraz wykrawania następujących części zasadniczych: karkówki (karczek, mięso klasy II i III), schabu (polędwica, mięso klasy I i II), szynki (mięso klasy I, II, III i IV), biodrówki (mięso klasy I, II, III i IV), łopatki (mięso klasy I, II, III i IV), golonek przedniej i tylnej (mięso klasy III i IV), podgardla (mięso klasy II i IV), pachwiny (mięso klasy II i IV) i boczku (mięso klasy II i III). Masę tłuszczu ogółem wyliczano sumując słoninę i tłuszcz pozyskany z rozbioru i wykrawania wyżej wymienionych części zasadniczych.

Wyniki opracowano statystycznie, za pomocą programu Statistica 5,1 PL, z zastosowaniem dwuczynnikowej analizy wariancji w układzie ortogonalnym [11], z uwzględnieniem efektu następujących czynników:

- zawartości mięsa w tuszy (wyrażonej klasą systemu klasyfikacji EUROP);
- masy tuszy ciepłej (przedstawionej w postaci przedziałów masy tuszy ciepłej – 75,0–80,0 kg, 80,1–85,0 kg);

oraz ich interakcji zgodnie z modelem liniowym:

$$y_{ij} = \mu + a_i + b_j + ab_{ij} + e_{ijl}$$

gdzie: μ – wartość średnia ogólna; a_i – efekt mięsności, $i = 1, 2, 3, 4, 5$; b_j – efekt masy tuszy ciepłej, $j = 1, 2$; ab_{ij} – interakcja mięsność x masa tuszy ciepłej; e_{ijl} – błąd losowy.

Istotność różnic między wartościami średnimi weryfikowano testem Tukey'a [7].

Wyniki i dyskusja

Przeprowadzona dwuczynnikowa analiza wariancji w układzie ortogonalnym wykazała wpływ stopnia umięśnienia na całkowity uzysk masy oraz procentowy udział

w półtuszy mięsa i tkanki tłuszczowej ogółem pozyskanych z rozbioru i wykrawania tusz wieprzowych (tab. 1). Wykazano oddziaływanie drugiego czynnika badawczego, tj. masy tuszy ciepłej, jedynie na masę mięsa i tłuszczu (tab. 1). Nie odnotowano współdziałania pomiędzy masą tuszy ciepłej oraz stopniem umięśnienia i ich wpływu na analizowane cechy (tab. 1).

Wzrostowi stopnia umięśnienia tuczników, niezależnie od masy ich tuszy ciepłej, towarzyszyła prawidłowa tendencja zmian ilościowych tkanki mięśniowej, która wyraziła się w postaci najwyższego uzysku i procentowego udziału masy mięsa w półtuszy ogółem przy jednocześnie najmniejszej ilości tkanki tłuszczowej, pozyskanych z rozbioru i wykrawania tusz najbardziej mięsnych tuczników zaliczonych do klasy E (tab. 2). Uzysk masy mięsa z półtuszy klasy E statystycznie istotnie przekraczał wartość uzysku kolejno w klasach R, O i P. Odwrotną tendencję odnotowano dokonując analizy uzysku tłuszczu ogółem. Tusze klas E i U stanowiły grupę jednorodną w zakresie uzysku masy mięsa, jak i tłuszczu ogółem (tab. 2). Tusze klasy E w porównaniu z tuszami klasy P charakteryzowały się wyższym aż o 10% udziałem masy mięsa ogółem w półtuszy (3,66 kg) przy niższej o 12,5% (5,02 kg) masie tkanki tłuszczowej (tab. 2). Tusze klas U i R niezależnie od masy tuszy ciepłej stanowiły jednorodną statystycznie grupę w zakresie procentowego udziału mięsa i tłuszczu pozyskanego ogółem w półtuszy (tab. 2).

Tabela 1

Wyniki statystyczne oddziaływania badanych czynników tj. stopnia umięśnienia (wg systemu klasyfikacji EUROP) oraz masy tuszy ciepłej na uzysk oraz procentowy udział w półtuszy mięsa i tłuszczu ogółem pozyskanych z rozbioru i wykrawania.

Statistical results of the effect of the factors under investigation, i.e. degree of muscling (according to the EUROP carcass grading system) and hot carcass weight on the gain and per cent content of meat and fat in total in half-carcass, and the meat and fat were produced by cutting and trimming carcasses.

Cecha Trait	Oddziaływanie / The effect of						
	klasy EUROP EUROP Class	masy tuszy ciepłej hot carcass weight	interakcja interaction		klasy EUROP EUROP Class	masy tuszy ciepłej hot carcass weight	interakcja interaction
	Uzysk [kg] / Gain [kg]				Udział [%] / Percentage share [%]		
Mięso ogółem Total meat gain	**	**	NS		**	NS	NS
Tłuszcz ogółem Total fat gain	**	**	NS		**	NS	NS

Objaśnienia:/Explanatory notes:

** różnice statystycznie istotne przy $p \leq 0,01$, * różnice statystycznie istotne przy $p \leq 0,05$, NS - różnice statystycznie nieistotne;

** - statistically significant differences at $p \leq 0,01$, * - statistically significant differences at $p \leq 0,05$, NS –statistically non-significant differences;

Podniesienie przedziału masy tuszy ciepłej z 75,0–80,0 kg do 80,1–85,0 kg prowadziło do statystycznie istotnego wzrostu masy mięsa ogółem o 1,60** kg oraz tłuszczu o ok. 0,70* kg (tab. 2, rys. 1). Przytoczone bezwzględne zmiany ilościowe [w kg] nie znalazły potwierdzenia w procentowym ich udziale w półtuszy (tab. 2).

Tabela 2

Uzysk [kg] oraz procentowy udział mięsa i tłuszczu ogółem w zależności od stopnia umięśnienia oraz masy tuszy ciepłej.

The gain and per-cent content of meat and fat in total depending on the degree of muscling and hot carcass mass.

Cecha Trait		Klasa EUROP / EUROP Class					Masa tuszy ciepłej Hot carcass weight		Wartość średnia Mean value n=100
		E n=20	U n=20	R n=20	O N=20	P n=20	75– 80 kg n=50	80.1– 85kg n=50	
Uzysk mięsa ogółem Total meat gain	kg	23,82C ±1,22	22,99BC ±1,27	22,30B ±1,51	21,16AB ±1,29	20,16A ±1,24	21,28A ±1,64	22,89B ±1,66	22,09 ±1,83
	%	61,02D ±2,04	58,96C ±2,21	57,49C ±2,75	54,15B ±1,74	50,91A ±2,81	56,45 ±4,45	56,56 ±4,12	56,50 ±4,27
Tłuszcz ogółem Total fat	kg	4,89A ±0,85	5,87AB ±1,21	6,31B ±0,95	7,72C ±0,75	9,91D ±1,64	6,56a ±1,94	7,32b ±2,15	6,94 ±2,07
	%	12,53A ±2,12	15,01B ±2,88	16,30B ±2,51	19,79C ±1,89	24,98D ±3,73	17,38 ±5,05	18,06 ±5,15	17,72 ±5,09

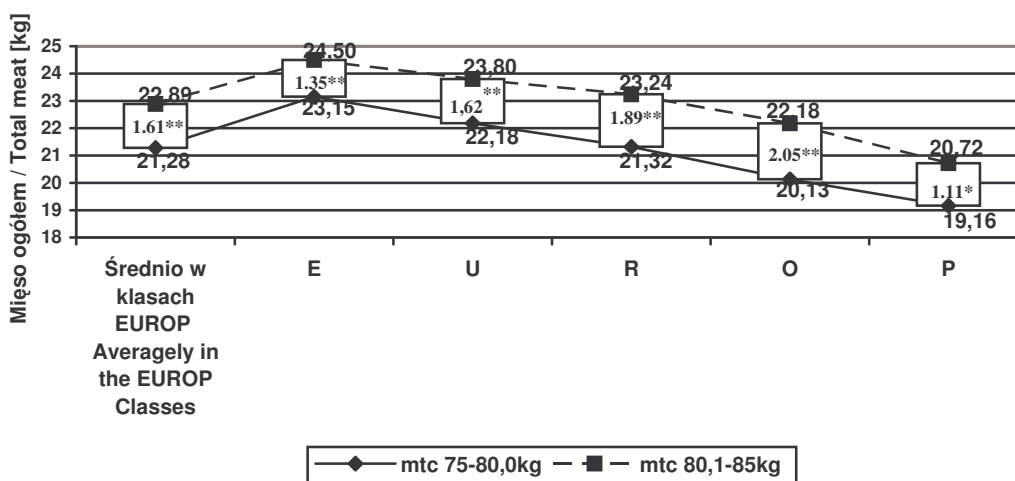
Objaśnienia: / Explanatory notes:

Wyniki przedstawiono w tabeli w postaci wartości średnich i odchyłeń standardowych; wartości średnie oznaczone w wierszach literami A, B, C, D różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0,01$; wartości średnie oznaczone w wierszach literami a, b różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0,05$;

The results in the Table are shown in the form mean values and standard deviations; the means denoted by the letters A, B, C, and D differ statistically significantly at $p \leq 0,01$; the means denoted by the letters a and b differ statistically significantly at $p \leq 0,05$

Na rys. 1. i 2. przedstawiono wpływ oddziaływania masy tuszy ciepłej na uzysk masy mięsa i tłuszczu ogółem w obrębie poszczególnych klas systemu klasyfikacji EUROP. Dane w obrębie klas mięsności E do P jednoznacznie wskazują, że wraz ze zmniejszeniem mięsności, na statystycznie istotny ($p \leq 0,01$) wzrost masy mięsa odpowiednio: z 1,35 kg w klasie E do 2,05 kg w klasie O (rys. 1). W wyniku podniesienia masy tuszy ciepłej o około 5 kg, w łącznym przyroście masy mięsa i tłuszczu ogółem w półtuszy uzysk mięsa był bardzo wysoki we wszystkich klasach

EUROP za wyjątkiem klasy P, w której stwierdzono przewagę przyrostu tkanki tłuszczowej nad mięśniową (odpowiednio 69% w klasie E, 57% w klasie U, 93% w klasie R, 89% w klasie O i 41% w klasie P) (rys. 3). Najmniejszy przyrost mięsa ogółem, na poziomie 1,11* kg, oraz największy przyrost tkanki tłuszczowej (1,58** kg), po podniesienia masy tuszy ciepłej o około 5 kg, odnotowano wśród tusz klasy P (rys. 1 i 2). Otrzymane rezultaty wskazują na ograniczone możliwości metaboliczne w dziennym odkładaniu białka w ciele świń pogłowa masowego wraz ze wzrostem ich umięśnienia od klasy O do E. Oddzielne zagadnienie stanowi grupa klasy P – o niskim potencjale genetycznym w zakresie umięśnienia – która w strukturze skupu stanowi niewielki odsetek i pochodzi raczej z gospodarstw utrzymujących stada świń o nieznanym pochodzeniu. Wyjaśnia to przewagę odkładania tkanki tłuszczowej nad odkładaniem tkanki mięśniowej (1,58** kg wobec 1,11* kg) (rys. 1 i 2).



Rys. 1. Uzysk oraz przyrost masy mięsa ogółem w wyniku podniesienia masy tuszy ciepłej z 75,0 - 80,0 kg do 80,1 - 85,0 kg w obrębie poszczególnych klas mięsności według systemu klasyfikacji EUROP.

Fig. 1. The gain of and the increase in the total meat as the result of raising the hot carcass weight from 75.0-80.0 kg to 80.1-85.0 kg, within individual Classes of Leanness under the EUROP carcass grading system.

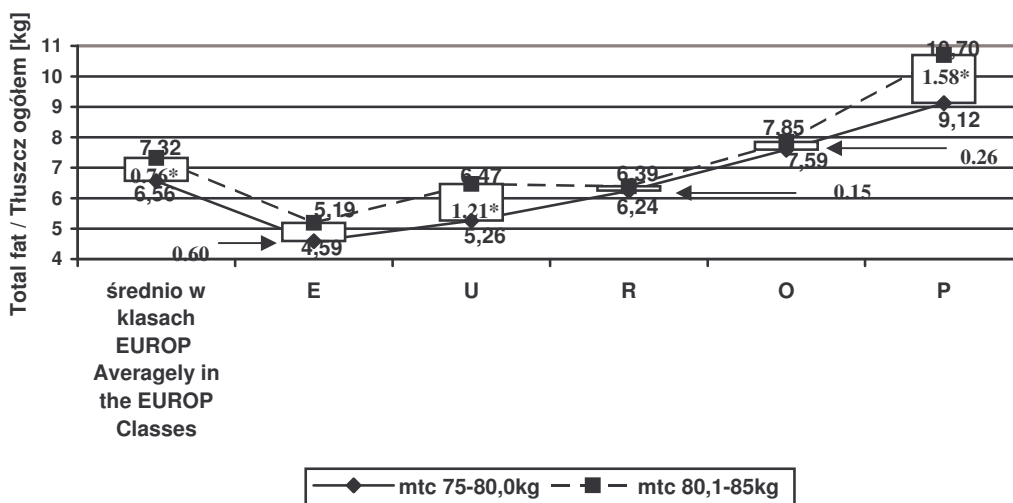
Objaśnienia/Explanatory notes:

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

W ocenianym materiale pogłowa masowego tuczników, niezależnie od stopnia ich umięśnienia (klasy mięsności od E do O), istnieją duże rezerwy w zakresie odkładania mięsa przy wyższej masie ciała tuczników przekraczającej 100 kg, szczególnie w klasach R i O (rys. 1, 2 i 3), które – według danych Instytutu Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego z 2002 roku – stanowiły około 45% skupowanego surowca

rzeźnego w Polsce [6]. Dowodzi to o możliwości efektywnego prowadzenia tuczu do wyższej masy ubojowej tj. do około 110 kg (85 kg masy tuszy ciepłej) bez obniżenia jakości surowca ze względu na jego otłuszczenie.

Udział mięsa ogółem w półtuszy zwiększał się proporcjonalnie do stopnia umięśnienia tusz od 50% w klasie P do 61% w klasie E, zaś udział tłuszczu dwukrotnie malał od 24% w klasie P do 12% w klasie E (tab. 2). Niski udział tłuszczu wśród tuczników wysokomięśnych dowodzi poważnych zmian w genotypie zwierząt oraz wskazuje na ogromny postęp ukierunkowany na zwiększenie potencjalnych możliwości metabolicznych świń w zakresie odkładania tkanki mięśniowej w późniejszym okresie tuczu. Wskazuje to na przesunięcie punktu mięsności do wyższej masy, według badań własnych do 85 kg z prawdopodobieństwem przesunięcia nawet do 90 kg masy tuszy ciepłej [14]. Umożliwia to zakończenie tuczu przy wyższej masie i pozyskiwanie wysokowartościowego surowca rzeźnego, charakteryzującego się niskim stopniem otłuszczenia. Jak wskazują przeprowadzone badania produkcja taka jest efektywna ze względu na wyraźną przewagę przyrostu tkanki mięśniowej, która wynosi średnio 68% w ogólnym przyroście mięsa i tłuszczu w półtuszy niezależnie od klasy EUROP (rys. 3). Szczególnie duże rezerwy zwiększenia masy tuszy występują wśród wspomnianych tuczników klas R i O, bowiem udział mięsa w ogólnym przyroście masy mięsa i tłuszczu ogółem przekroczył odpowiednio 93 i 89% (rys. 3). Uzyskane rezultaty dowodzą tym samym o przesunięciu punktu mięsności, a więc efektywnego tuczu przynajmniej do 85 kg masy tuszy ciepłej tj. do około 110 kg masy ubojowej produkowanych aktualnie tuczników w ocenianym zapleczu surowcowym (tab. 2, rys. 1, 2, 3).



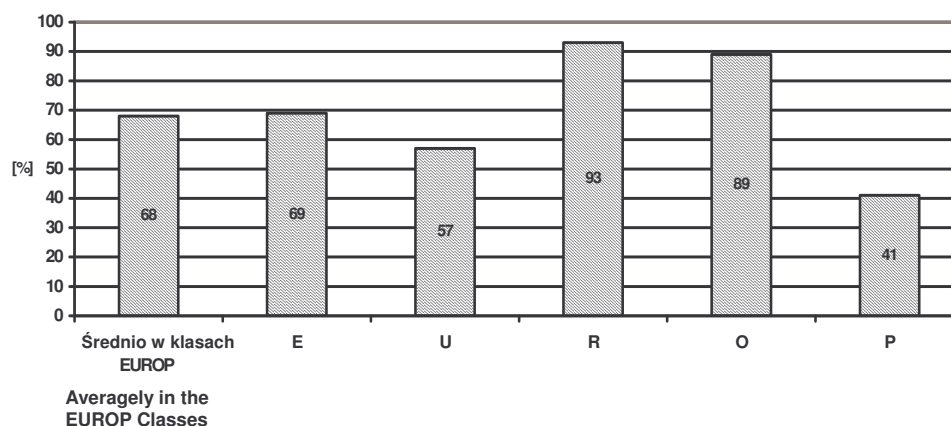
Rys. 2. Uzysk oraz przyrost masy tłuszczu ogółem w wyniku podniesienia masy tuszy ciepłej z 75,0–80,0 kg do 80,1–85,0 kg w obrębie poszczególnych klas mięsności według systemu klasyfikacji EUROP.

Fig. 2. The gain of and the increase in the total fat as the result of raising the hot carcass weight from 75.0–80.0 kg to 80.1–85.0 kg, within individual Classes of Leanness under the EUROP carcass grading system.

Objaśnienia: / Explanatory notes:

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

Opisane zjawisko przewagi przyrostu masy mięsa nad przyrostem masy tłuszczu w badanym zakresie masy tuszy ciepłej od 75,0 do 85,0 kg – potwierdzone statystycznie na poziomie wysokoistotnym – nie dotyczy grupy tuczników klasy P o niskim potencjale przyrostu masy mięsa (na poziomie 40% w ogólnym przyroście masy mięsa i tłuszczu) w analogicznym okresie tuczu (rys. 1, 2 i 3). Niski odsetek skupowanego surowca tej grupy na poziomie 2,6% [6] nie upoważnia do kończenia tuczu przy masie ciała 100 kg z uwagi na poważne straty zarówno w przemyśle mięsnym, jak i produkcji towarowej. Stwarza to niebezpieczeństwo zaprzepaszczenia poważnych rezerw w postaci efektywnego odkładania tkanki mięśniowej w późniejszym okresie tuczu tuczników o wyższym potencjale genetycznym.



Rys. 3. Procentowy przyrost masy mięsa w ogólnym przyroście masy mięsa i tłuszczu z rozbioru i wykrawania, w wyniku podniesienia masy tuszy ciepłej o 5 kg (z 75,0–80,0 kg do 80,1–85,0 kg), w zależności od klasy mięsności EUROP.

Fig. 3. The per-cent increase in the meat weight within the total increase in meat weight and fat produced by cutting and trimming carcass, resulting from the 5.0 kg raise in hot carcass weight (from 75–80 kg to 80.1–85 kg) depending in the Class of Leanness under the EUROP carcass grading system.

Stwierdzone w niniejszej pracy w obrębie klas O i R najwyższe wartości przyrostu masy mięsa ogółem ze względu na podniesienie masy tuszy ciepłej o 5 kg

(odpowiednio 2,05** i 1,89** kg) wskazują, że dokonując uboju tuczników cięższych (mtc 80,1–85,0kg), charakteryzujących się jednocześnie niższym stopniem umięśnienia, możliwy jest wzrost ilościowy tkanki mięśniowej zbliżony do ilości mięsa pozyskanego od najbardziej umięśnionych zwierząt klasy E, lecz ubijanych przy niższej masie ciała (rys. 1), przy niezmienionym – niepotwierdzonym statystycznie – ilościowym wzroście tkanki tłuszczowej (odp. 0,26^{NS}kg i 0,15^{NS}kg w klasach O i R) (rys. 2).

Wnioski

1. Wykazano wysoko istotny statystycznie wpływ stopnia umięśnienia na wzrost ilościowy masy mięsa oraz jego udział ogółem w półtuszy przy jednocześnie odnotowanym zmniejszeniu stopnia otłuszczenia tusz, wyrażonym w postaci ogólnej masy tkanki tłuszczowej pozyskanej z rozbioru i wykrawania półtuszy wieprzowych. Udział mięsa ogółem w półtuszy rósł proporcjonalnie do umięśnienia tusz od 50% w klasie P do 61% w klasie E, zaś tłuszczu dwukrotnie malał od 24% w klasie P do 12% w klasie E.
2. Niski udział tłuszczu wśród tuczników wysokomięśnych dowodzi poważnych zmian w genotypie zwierząt oraz wskazuje na ogromny postęp ukierunkowany na zwiększenie potencjalnych możliwości metabolicznych świń w zakresie odkładania tkanki mięśniowej w późniejszym okresie tuczu.
3. Podniesienie masy tuszy ciepłej o około 5 kg (niezależnie od stopnia umięśnienia tusz) spowodowało dwukrotnie wyższy, statystycznie istotny wzrost masy mięsa ogółem (o około 1,60** kg), w porównaniu ze wzrostem ilościowym tkanki tłuszczowej (o około 0,70* kg), przy jednoczesnym braku potwierdzonych statystycznie zmian w ich procentowym udziale.
4. Uzyskane wyniki przeprowadzonych badań wskazują na słuszność produkcji, preferowania i premiowania przez przemysł mięsny tusz wieprzowych o masie 80,1–85,0 kg, ze względu na stwierdzoną wyraźną przewagę przyrostu tkanki mięśniowej w ogólnym przyroście masy mięsa i tłuszczu w półtuszy (68%) niezależnie od klasy EUROP. Szczególnie duże rezerwy zwiększenia masy tuszy z 75,0–80,0 kg do 80,1–85,0 kg występują wśród tuczników klas R i O (stanowiących ok. 45% w strukturze skupowanego materiału rzeźnego w Polsce), bowiem udział mięsa w ogólnym przyroście masy mięsa i tłuszczu ogółem w tym okresie przekracza 93 i 89%.

Literatura

- [1] Borzuta K.: Badania nad przydatnością różnych metod szacowania mięsności do klasyfikacji tusz wieprzowych w systemie EUROP. Rocz. IPM i T, 1998, **35/1**, 1-84.
- [2] Borzuta K., Lisiak D.: Problemy z określeniem optymalnej masy ubojowej tuczników. Trzoda Chlewna, 2001, **7**, 39-41.

- [3] De Greef K.H., Verstegen M.W.A., Kemp B., van der Togt P.L.: The effect of body weight and energy intake on the composition of deposited tissue in pigs. *Anim. Prod.*, 1994, **58**, 263-270.
- [4] Jarczyk A.: Zwiększanie mięsności tusz tuczników przez krzyżowanie z rasą pietrain, obniżanie poubojowej masy ciała oraz żywienie normowane. *Acta Acad. Agricult. ac Tech. Olsteniensis, Zoot.*, 1997, **47**, 15-21.
- [5] Koćwin-Podsiadła M., Zybert A., Krzęcio E.: Oddziaływanie masy tuszy ubijanych tuczników, zróżnicowanych genotypem Hal, na mięsność i wybrane cechy jakości mięsa. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 2000, **5**, 84-89.
- [6] Lisiak D., Borzuta K.: Wyniki monitoringu mięsności tusz tuczników pogłównia masowego, poddanych ubojowi w III kwartale 2002 roku. *Trzoda Chlewna*, 2003, **1**, 37-39.
- [7] Luszniwicz A., Słaby T.: *Statystyka z pakietem komputerowym Statistica PL. Teoria i zastosowania.* Wyd. C.H. Beck, Warszawa 2001.
- [8] Łyczyński A., Pospiech E.: Wpływ czynników środowiskowych, występujących w różnych etapach produkcji, na jakość pozyskiwanej wieprzowiny. *Trzoda Chlewna*, 2003, **3**, 38-48.
- [9] PN-A-82014. Mięso i przetwory mięsne. Mięso bez kości do produkcji przetworów z mięsa rozdrobnionego.
- [10] PN-86/A-82002. Wieprzowina. Części zasadnicze.
- [11] Ruszczyk Z.: *Metodyka doświadczeń zootechnicznych.* PWRiL, Warszawa 1981.
- [12] Schinckel A.P., Wagner J.R., Forrest J.C., Einstein M.E.: Evaluation of alternative measures of pork carcass composition. *J. Anim. Sci.*, 2001, **79**, 1093-1119.
- [13] Strzelecki J., Borzuta K., Wajda S.: Wpływ składu tkankowego na ekonomikę rozbioru i wykrawania tusz wieprzowych. *Rocz. IPMiT*, 1997, **34**, 15-28.
- [14] Zybert A., Koćwin-Podsiadła M., Krzęcio E.: The influence of hot carcass weight on quantitative traits and lean meat content estimated according to method used in polish pig testing stations. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2001, **10/51**, **3(S)**, 252-255.

**THE GAIN AND PER CENT CONTENT OF THE MEAT WEIGHT AND FAT IN TOTAL,
IN HALF-CARCASSES PRODUCED BY CUTTING AND TRIMMING PORK CARCASSES
DIFFERENTIATED BY HOT CARCASS WEIGHT AND CLASS OF LEANNESS
UNDER THE EUROP CARCASS GRADING SYSTEM**

S u m m a r y

The objective of this study was to determine the effect of hot carcass weight and leanness according to the 'EUROP' carcass grading system on the gain of primal cuts obtained from the cutting of carcasses. The investigations were performed in March 2001, on 100 fatteners from the mass population, and originating from a raw meat facility belonging to one meat plant located in central-eastern Poland. The carcasses were selected directly on the slaughter line according to the three criteria: leanness assessed using an 'ULTRA FOM 100' apparatus manufactured by the Danish company 'SFK-Technology', and classified according to the 'EUROP' carcass grading system; hot carcass weight ranging from 75.0 to 80.0 kg, as well as from 80.1 to 85.0 kg within each of the 'EUROP' grading classes; and gender – from the point of view of the equal number of boars and gilts within each leanness class, as well as within each range of hot carcass weight. It was proved that as the result of raising the hot carcass weight by about 5.0 kg, there was a high gain of meat within the summary increase in meat weight and fat in total in half-carcass, and that this high gain was particularly clear in Classes from E to O; its level was, respectively: 69% in Class E; 57% in Class U; 93% in Class R; and 89% in Class O. This fact is evidence that there are

high reserves referring to the meat tissue deposition process, even in the group of fatteners showing a hot carcass weight of 85 kg, especially in Classes R and O under the EUROP; thus, it is possible to effectively manage and run the process of fattening animals in order to achieve a higher dead weight without decreasing the raw meat quality owing to its adiposity.

Key words: fatteners, hot carcass weight, leanness, meat and fat in total from half-carcass 

WŁADYSŁAW MYJAK

PRÓBY OKREŚLENIA ZMIAN FIZYKOCHEMICZNYCH SKÓR BYDŁĘCYCH W PROCESACH WARSZTATU MOKREGO

Streszczenie

Objektem badań były skóry bydłecze ze zwierząt rasy nizinnej czarno-białej poddane wyprawie. W pracy określono zmiany w składzie białkowym skór bydłeczych zachodzące w poszczególnych etapach tego procesu. W skórkach oznaczono zawartość: suchej masy, białka ogółem, kolagenu, sumy białek wymywalnych ze skóry, tłuszczu niezwiązanego, składników mineralnych oraz zmierzono temperaturę skurczu.

Stwierdzono, że procesy warsztatu mokrego spowodowały duże zmiany ilościowe w białkach skóry bydłeczej. Największy ich ubytek następował podczas wapnienia i wytrawy. Zaobserwowano wyraźny wpływ składników wapnicy na skład skóry: wraz ze wzrostem stężenia Na_2S wzrastała ilość kolagenu przechodzącego do roztworu. Stężenie 0,12% Na_2S w kąpeli wapniowej było krytyczną wartością, po przekroczeniu której następowała drastyczna degradacja białka. Kolagen skóry bydłeczej był bardziej odporny na działanie $\text{Ca}(\text{OH})_2$ niż Na_2S . Temperatura wapnienia wpływała znacząco na zawartość białek wymywalnych w kąpeli, dlatego nie powinna przekraczać 30°C. Stwierdzono ścisły związek pomiędzy temperaturą skurczu a ilością kolagenu – wraz ze zmniejszaniem zawartości kolagenu w skórze, w poszczególnych procesach warsztatu mokrego następowało obniżenie temperatury skurczu.

Reasumując, można stwierdzić, że procesy warsztatu mokrego, przygotowujące skórę do garbowania, powodują procentowy wzrost udziału kolagenu w białku ogółem o ok. 14%, co tłumaczy wzrost reaktywności skóry wapnionej do garbników mineralnych.

Słowa kluczowe: skóry bydłecze, warsztat mokry, wyprawa skór, kolagen

Wprowadzenie

We współczesnej technologii garbowania skór nadal podstawowym środkiem w procesach przygotowujących skórę do garbowania jest siarczek sodu i wodorotlenek wapnia. Proces ten tradycyjnie nazywany jest wapnieniem. W literaturze wskazuje się na ubytek białek niekolagenowych w procesach moczenia i wapnienia oraz jego wpływ na jakość skór po wygarbowaniu [2, 4]. Dominują prace dotyczące głównie wpływu

hydrolizy alkalicznej na efekty procesu garbowania i na jakość skóry gotowej [1, 3, 5]. Ze względów poznawczych i praktycznych interesujące są zarówno ilościowe zmiany białek skóry, jak również zmiany zachodzące w składzie chemicznym podczas poszczególnych procesów warsztatu mokrego w klasycznej technologii garbowania. Podjęto także próbę określenia ilościowych zmian białkowych w zależności od stężenia ($\text{Ca}(\text{OH})_2$ i Na_2S) – podstawowych składników wapnicy.

Celem pracy było określenie: zmian składu ilościowego białka skór bydłych w poszczególnych procesach warsztatu mokrego; zależności między zmianami w składzie białkowym skóry a stężeniem składników wapnicy ($\text{Ca}(\text{OH})_2$ i Na_2S); zależności między zmianami w składzie białkowym skóry a czasem wapnienia; zależności między zmianami w składzie białkowym skóry a wpływem na nie temperatury.

Materiał i metody badań

Obiektem badań były skóry bydła rasy nizinnej czarno-białej, pochodzące z regionu radomskiego. Badaniom poddano łącznie 12 skór. Próbkę do badań wycinano z części kruponowej. Skóry badano w stanie surowym, a następnie w procesie wyprawy - od moczenia do standardowego garbowania metodą chromową.

W próbkach skór oznaczano:

- zawartość suchej masy metodą suszarkową. Ostrzyżoną i pokrojoną w kostkę skórę suszono w suszarce, w temp. 105°C do stałej masy [14];
- zawartość białka ogółem metodą Kjeldahla. Ilość oznaczonego azotu przeliczano na białko ogółem, stosując współczynnik przeliczeniowy 5,62 [15];
- zawartość kolagenu kolorymetryczną metodą Neumana i Logana, zmodyfikowaną przez Leacha, polegającą na reakcji aldehydu p-dwumetyloaminobenzoesowego z produktami utleniania hydroksyproliny. Powstaje związek barwy czerwonej o maksimum absorpcji przy długości fali wynoszącej 555 nm, mierzonym w spektrofotometrze, typ METERTEK SP-830 [7];
- suma białek wymywalnych ze skóry ilościową metodą mikrobiuretową. Jest to zmodyfikowana metoda biuretowa oznaczenia zawartości białka. Polega na spektrofotometrycznym pomiarze absorpcji barwnego kompleksu miedzi z białkiem przy długości fali 310 nm. Absorpcja nie zależy od rodzaju oznaczanego białka, a jedynie od jego stężenia w próbce. Użyto spektrofotometru, typ METERTEK SP-830 [8];
- zawartość tłuszczu ekstrakcyjną metodą Soxhleta za pomocą eteru naftowego [14];
- zawartość składników mineralnych przez spopielenie próbki skóry w porcelanowym tyglu w piecu o temp. ok. 1000°C . Zawartość składników mineralnych wyliczano z różnicy mas przed i po spopieleniu [14];

- temperatura skurczu skóry – pomiar wykonywano w aparacie własnej konstrukcji. Do oznaczenia wycinano próbki skór o wymiarach 5 x 50 mm i mocowano do termometru, który następnie zanurzano w zlewce z gliceryną. Zlewkę ogrzewano poprzez płaszczyk elektryczny. Odczytywano temperaturę, w której następował skurcz liniowy próbki [15];
- przeanalizowano również czynniki, które mogą mieć znaczący wpływ na hydrolizę białka skóry: stężenie siarczku sodu, stężenie wodorotlenku wapnia i temperaturę procesu. Poszczególne doświadczenia wykonywano w wytrząsarce. Próbki skór o masie 10 g umieszczano w kolbach stożkowych zawierających 40 cm³ wody destylowanej o temp. 22°C oraz siarczek sodu w stężeniach od 0,04% do 0,4%. Po zakończeniu wytrząsania oznaczano zawartość białka ogółem i kolagenu w próbkach skóry, a w kąpielach ilościowo oznaczano sumę białek wymywalnych ze skóry. Czas procesu wynosił 2 doby. Identycznie postępowano w przypadku doświadczenia z wodorotlenkiem wapnia;
- wpływ temperatury wapnicy (roztwór 3% Na₂S i 4% Ca(OH)₂ w stosunku do masy próbek skór) na skład białkowy wykonywano w termostatowanej wytrząsarce. Próbki skór o masie 10 g umieszczano w kolbach stożkowych, dodawano 3% siarczku sodu, 4% wodorotlenku wapnia i 250% wody destylowanej (% w stosunku do masy próbek skór). Łączny czas procesu wynosił 2 doby. Proces przeprowadzano w 4 wartościach temperatury: 20, 25, 30 i 35°C. Po zakończeniu wytrząsania oznaczano białko ogółem i kolagen w skórze, jak również w kąpielach.

W obliczeniach statystycznych zastosowano analizę regresji i korelacji, używając programu komputerowego Excel 2000 [16].

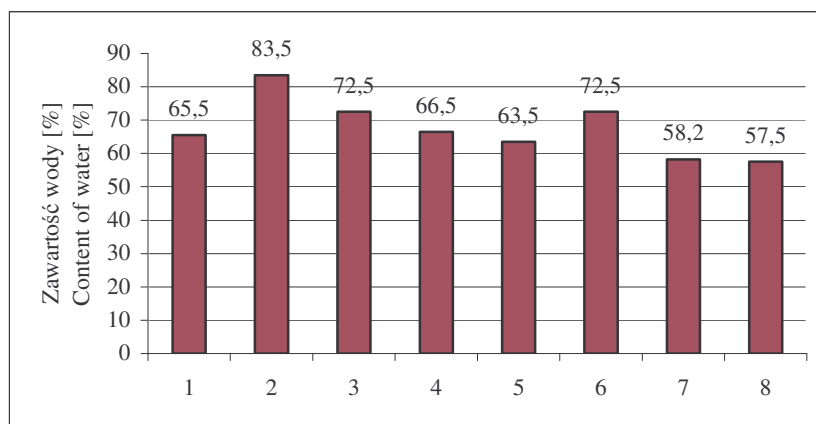
Wyniki i dyskusja

Skład chemiczny surowych skór bydlęcych

Badane skóry bydlęce zawierały średnio: 64% wody, 32% białka ogółem, 27% kolagenu, 3% tłuszczu niezwiązanego, 1% składników mineralnych oznaczonych jako popiół.

W celu dokładniejszego porównania badanych parametrów wyniki przeliczono na suchą masę skór: białko ogółem stanowiło średnio 94,2% s.m.; kolagen 76,1% s.m.; tłuszcz 5,2% s.m.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że skład białkowy skóry bydlęcej był porównywalny ze składem białkowym skóry świńskiej [10, 11, 12, 16]. Różnica występowała tylko pod względem zawartości tłuszczu, który w skórze świńskiej osiąga poziom do 16%.

Parametry fizykochemiczne skór bydlęcych poddanych wyprawie w procesach warsztatu mokrego

Rys. 1. Zawartość wody w skórze po procesach warsztatu mokrego.

Fig. 1. Content of water in hides after the beamhouse processes.

Objaśnienia: / Explanatory notes:

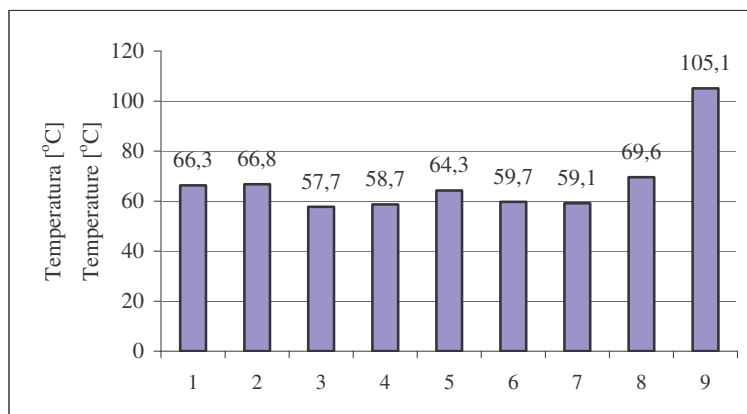
1 – moczenie / soaking; 2 – wapnienie / liming; 3 – płukanie po wapnieniu / washing after liming; 4 – odwapnianie / deliming; 5 – wytrawianie / bating; 6 – płukanie po wytrawie / washing after bating; 7 – piklowanie / pickling; 8 – garbowanie / tanning.

Woda jest podstawowym składnikiem skóry surowej. Jej zawartość w skórkach wahała się od 65% po moczeniu do 57% po garbowaniu (rys. 1). Proces poprzedzający garbowanie – nazywany tradycyjnie piklowaniem najbardziej odwadniał tkanekę skórną.

Pomiar temperatury skurczu przeprowadzano po kolejnych procesach warsztatu mokrego. Wyniki przedstawiono na rys. 2.

Przyjmuje się, że temperatura skurczu jest miarą liczby i trwałości wiązań sieciujących w kolagenie [6, 11, 15]. Spadek lub wzrost temperatury skurczu informuje o zmianach zachodzących w strukturze kolagenu. Temperatura skurczu badanych skór najbardziej obniżyła się po procesie wapnienia, a pozostałe procesy przygotowujące skórę do garbowania miały mniejszy wpływ na usieciowanie kolagenu.

Znaczny wzrost temperatury skurczu zarejestrowano po procesie garbowania. Zaobserwowano ścisłą zależność między wartością temperatury skurczu a zawartością kolagenu ($y = -0,1597x^2 + 27,9425x - 1160,30$). Potwierdzeniem tej zależności jest dodatnia i wysoka wartość współczynnika korelacji $R = 0,7815$.



Rys. 2. Temperatura skurczu skór.

Fig. 2. Shrinkage temperature of hides.

Objaśnienia: / Explanatory notes:

1 - skóra surowa / hide; 2 - moczenie / soaking; 3 - wapnienie / liming; 4 - płukanie po wapnieniu / washing after liming; 5 - odwapnianie / deliming; 6 - wytrawianie / bating; 7 - płukanie po wytrawie / washing after bating; 8 - piklowanie / pickling; 9 - garbowanie / tanning.

Tabela 1

Zawartość białka wymywalnego ze skór bydłęcych w poszczególnych kąpielach warsztatu mokrego.

Content of protein extractable from hides in the individual baths during the beamhouse processes.

L.p.	Proces / Process	Zawartość białka wymywalnego [%] Content of extractable protein
1	Moczenie / Soaking	2,7
2	Wapnienie / Liming	15,9
3	Płukanie po wapnieniu / Washing after liming	2,0
4	Odwapnianie / Deliming	3,3
5	Wytrawianie / Bating	9,1
6	Płukanie po wytrawie / Washing after bating	2,1
7	Piklowanie / Pickling	4,1

Podczas moczenia zmniejszyła się zawartość białka ogółem z 94 do 88%, natomiast ilość kolagenu pozostała prawie niezmienną. Można więc sądzić, że proces moczenia spowodował usunięcie około 6% białek rozpuszczalnych, głównie globulin i albumin, tak jak ma to miejsce w przypadku innych rodzajów skór [11, 12, 13]. Stwierdzono (tab. 1 i 2), że proces wapnienia prowadzony w środowisku o wysokim pH ~ 12 działał hydrolizująco na wszystkie białka skóry. Przyczynił się zarówno do usunięcia resztek białek globularnych, jak i do rozpuszczenia około 6% kolagenu w stosunku do jego pierwotnej zawartości w skórze surowej. Na podstawie

przedstawionych badań stwierdzono, że każdy etap produkcyjny powodował straty białkowe. W końcowym etapie procentowy udział kolagenu w stosunku do białka ogółem wzrósł aż do około 94% (tab. 2).

Tabela 2

Zawartość białka ogółem i kolagenu w skórkach bydłych po procesach warsztatu mokrego.
Content of total protein and collagen in bovine hides after the beamhouse processes.

L.p.	Proces / Process	Zawartość kolagenu Content of collagen [%]	Zawartość białka ogółem Content of total protein [%]	Udział kolagenu w białku ogółem Percentage content of collagen in total protein [%]
1	Skóra surowa / Hide	76,1	94,2	80,8
2	Moczenie / Soaking	75,9	88,7	85,6
3	Wapnienie / Liming	73,3	81,2	90,3
4	Płukanie po wapnieniu Washing after liming	70,8	78,1	90,7
5	Odwapnianie/ Deliming	70,2	76,3	92,1
6	Wytrawianie / Bating	66,6	71,2	93,6
7	Płukanie po wytrawie Washing after bating	65,2	69,3	94,1
8	Piklowanie / Pickling	65,3	69,0	94,6

Wpływ stężenia Na_2S na skład białkowy badanych skór

Największe zmiany w skórze wywołuje proces wapnienia. Stąd dokładniej rozważono wpływ tego procesu na destrukcję białka w skórze. Zbadano również trzy czynniki, które powinny mieć znaczący wpływ na hydrolizę białka skóry: stężenie siarczku sodu, stężenie wodorotlenku wapnia i temperaturę procesu (tab. 3, 4 i 5).

Stwierdzono, że wraz ze wzrostem stężenia siarczku sodu w kąpielach malała zawartość kolagenu w skórze. Zmniejszyła się też ilość białka ogółem z 87 do 79%. Największy ubytek kolagenu i białka ogółem obserwowano po przekroczeniu 0,12-procentowego stężenia siarczku sodu w roztworze (tab. 3). Nie należy więc dopuszczać do zwiększenia tej wartości, aby nie uszkodzić naturalnej struktury kolagenu.

Zbadano czy zachodzi korelacja między zawartością białka ogółem (y) a zawartością kolagenu (x). Obliczenia statystyczne potwierdziły, że istnieje bardzo silna korelacja między tymi parametrami ($r = 0,9258$), a zależność można opisać funkcją: $y = 1,3439x - 30,8760$. Ubytek białek ze skóry był jednak znaczny i należałoby podjąć prace zmierzające do odzyskania ich z roztworów po przeprowadzonych procesach.

Poprawiłoby to znacznie bilans ekonomiczny garbarni, jak również obniżyłoby obciążenie ścieków warsztatu mokrego.

Tabela 3

Skład białkowy skór bydlęcych poddanych działaniu Na_2S - o różnym stężeniu w kąpeli.
Protein composition of bovine hides subject to actions by Na_2S showing varying concentration rates during the bath.

Zawartość białek Content of proteins	Stężenie Na_2S w kąpeli [%] Na_2S concentration rate during the bath						
	0,04	0,08	0,12	0,16	0,2	0,32	0,4
Kolagen / Collagen [%]	83,8	83,1	82,4	78,2	76,3	74,2	70,2
Białko ogółem / Total protein [%]	87,6	86,8	85,3	84,6	82,2	80,3	79,1
Białko wymywalne [%] Extractable protein	10,2	11,3	12,5	15,9	16,8	18,7	19,9

Wpływ stężenia $\text{Ca}(\text{OH})_2$ na skład białkowy badanych skór

Wpływ wodorotlenku wapnia na skład białkowy badanych skór oznaczano analogicznie, jak w przypadku siarczku sodu, a wyniki zamieszczono w tab. 4.

Tabela 4

Skład białkowy skór bydlęcych poddanych działaniu $\text{Ca}(\text{OH})_2$ - o różnym stężeniu w kąpeli.
Protein composition of bovine hides subject to actions $\text{Ca}(\text{OH})_2$ showing varying concentration rates during the bath.

Zawartość białek Content of proteins	Stężenie $\text{Ca}(\text{OH})_2$ w kąpeli [%] $\text{Ca}(\text{OH})_2$ concentration rate during the bath						
	0,04	0,08	0,16	0,2	0,24	0,32	0,4
Zawartość kolagenu Content of collagen [%]	86,4	85,2	84,3	83,7	82,5	80,3	79,3
Zawartość białka ogółem Content of total protein [%]	87,2	86,8	85,5	84,9	83,6	81,2	79,4
Zawartość białka wymywalnego Content of extractable protein [%]	9,5	10,2	11,8	13,2	14,9	15,8	17,2

Zawartość białka ogółem zmniejszyła się z 87,2 do 79,4% (tab. 4). Największe zmniejszenie tej zawartości w skórach stwierdzono po przekroczeniu stężenia 0,2% wodorotlenku wapnia w badanych kąpielach.

W porównaniu z siarczkiem sodu, działanie wodorotlenku wapnia na kolagen skóry nie było tak znaczące. Destrukcja kolagenu następowała dopiero po

przekroczeniu 0,2% wodorotlenku wapnia. Również ilość białek wymywalnych w roztworach kąpeli rosła wraz ze wzrostem stężenia wodorotlenku wapnia (tab. 4).

Między zawartością białka (y) ogółem a zawartością kolagenu (x) w skórze poddanej wapnieniu w zróżnicowanej temperaturze wystąpiła zależność opisana równaniem:

$$y = 1,2507x - 25,7500 \text{ o wysokim współczynniku korelacji } r = 0,9711.$$

Wpływ temperatury wapnienia na skład białkowy badanych skór

Wyniki oznaczeń zamieszczono w tab. 5.

Tabela 5

Skład białkowy skór bydłych determinowany temperaturą kąpeli.
Protein composition in bovine hides as determined by the bath temperature.

Zawartość białek Content of proteins	Temperatura kąpeli / Bath temperature [°C]			
	20	25	30	35
Zawartość kolagenu [%] Content of collagen	83,6	82,9	74,1	72,3
Zawartość białka ogółem [%] Content of total protein	86,2	85,7	75,3	74,5
Zawartość białka wymywalnego [%] Content of extractable protein	8,9	11,3	16,4	19,2

Podwyższając temp. wapnicy do 30°C, po dwóch dobach wapnienia uzyskano obniżenie zawartości kolagenu w skórze o ok. 10%, jednocześnie zmalała zawartość białka ogółem z 86 do 75%. Wyższa temperatura zwiększyła ubytek białek wymywalnych ze skóry, a z drugiej strony powodowała przyspieszenie hydrolizy kolagenu. Można stwierdzić, że w procesie wapnienia na skalę przemysłową nie powinno się przekraczać temp. 30°C.

Wnioski

1. Procesy warsztatu mokrego powodują duże zmiany ilościowe w białkach skór bydłych. Największy ubytek białek następuje podczas wapnienia.
2. Zaobserwowano istotny wpływ składników wapnicy na skład chemiczny skór:
 - wraz ze wzrostem stężenia Na_2S w kąpielach wzrasta ilość kolagenu w roztworze; stężenie 0,12% Na_2S w kąpeli wapniacej jest krytyczną wartością, po przekroczeniu której następuje drastyczna degradacja białka
 - kolagen skóry bydłej jest bardziej oporny na działanie $\text{Ca}(\text{OH})_2$ niż Na_2S ,

- temperatura wapnienia wpływa znacząco na zawartość białek wymywalnych w roztworze kąpieli i w praktyce nie powinna przekraczać 30°C.
- 3. Stwierdzono ścisły związek pomiędzy temperaturą skurczu skór a ilością kolagenu w nich zawartych – wraz ze zmniejszeniem ilości kolagenu w skórkach, w poszczególnych etapach warsztatu mokrego, następuje obniżenie temperatury ich skurczu.
- 4. Procesy warsztatu mokrego, przygotowujące skóry do garbowania, powodują procentowy wzrost udziału kolagenu w białku ogółem o ok. 14%, co tłumaczy obserwowany w praktyce garbarskiej wzrost reaktywności skóry intensywnie wapnionej w stosunku do garbników mineralnych.

Literatura

- [1] Christner J.: Modern enzyme applications in the beamhouse *World Leather* 1995, **6** (8), 60-62.
- [2] Döppert S. i in.: Wet-white Verfahren aus heutiger Sicht. *Das Leder* 1994, **12** (45), 272-282.
- [3] Ecological production. *Leather* 1995, **46** (197), 86-92.
- [4] Fadel A.A., Speranza M.: Hair recovery liming. *Leather* 1995, **41** (46), 33-35.
- [5] Feigel T.: How the process steps influence quality and the environment. *Leather* 1995, **46** (197), 81-84.
- [6] Heideman E.: Nowoczesne zdobycze wiedzy o chemii i strukturze tkanki kolagenowej i ich wkład w produkcji skóry. *Przegląd Skórzany* 1983, **5**, 147.
- [7] Hurych J., Chvapil M.: Metody stanowieni hydroxyprolinu. *Kożarstwi* 1962, **12**, 317.
- [8] Itzhaki R.F., Gill D.M.: Oznaczenie białka metodą mikrobiuretową. *Anal. Biochem.* 1964, **9**, 401.
- [9] Myjak W., Dzierżyńska – Cybulko B.: Wpływ wybranych czynników przedubojowych na właściwości fizykochemiczne skór młodego bydła. *Materiały VIII Kongresu Przemysłu Skórzanego*, Budapeszt 1986.
- [10] Myjak W., Dzierżyńska – Cybulko B.: Wpływ wybranych czynników przedubojowych na właściwości fizykochemiczne skór młodego bydła. *Cz. II. Mat. IX Kongresu Przemysłu Skórzanego*, Budapeszt 1990.
- [11] Myjak W., Myjak I., Nowak A.: Próby określenia zmian fizykochemicznych dla skór świńskich w procesach warsztatu mokrego. *Cz. I. Moczenie i wapnienie. Przegląd Skórzany* 2003, **1**, 32.
- [12] Myjak W., Myjak I., Farbiś M.: Próby określenia zmian fizykochemicznych dla skór świńskich w procesach warsztatu mokrego. *Cz. 2 – Odwapnianie i wytrawianie. Międzyn. Konf. Nauk., Przemysł lekki na przełomie tysiącleci*, Politechnika Radomska, 2001, s. 113-120.
- [13] Myjak W.: Próby określenia zmian fizykochemicznych w kolagenie skór bydłowych w procesach warsztatu mokrego. *Cz. V. Odwapnianie i wytrawianie skór. W: Kształtowanie jakości odzieży i obuwia – pod red. M. Pawłowej. Politechnika Radomska* 2004, s. 246-254.
- [14] PN 71/P-22007. Skóry surowe zwykłe. Badania chemiczne i mikrobiologiczne.
- [15] PN EN ISO 3380. Oznaczanie temperatury skurczu skór
- [16] Uss S.: *Excel 2000 PL. Komputerowa Oficyna Wydawnicza Help. Warszawa* 1999.
- [17] Waykole P., Keller Ch., Heideman E.: Die Veränderungen des Kollagens bei Einwirkung von Oxydationsmitteln, 2 Mitteilung. *Leder* 1976, **27**, 190.
- [18] Wojdasiewicz W., Szumkowska K., Pietrzykowski W.: Kierunki badań w zakresie technologii skór świńskich. *IPS. Łódź* 1981.

ATTEMPTS TO DETERMINE PHYSICOCHEMICAL CHANGES IN BOVINE HIDES DURING THE BEAMHOUSE PROCESSES

S u m m a r y

The object of this study were tanned hides of low black and white race cattle. During the investigations, there were determined changes in the composition of proteins contained in bovine hides that occurred during the individual phases of beamhouse processes. The following parameters were determined in the hides: dry matter, total protein, collagen, total amount of extractable protein, free fat, mineral components, and, also, the shrinkage temperature was taken.

It was found that the beamhouse processes caused high quantitative changes in bovine proteins. The highest protein loss was noticed during the liming and bating. It was also observed an explicit impact of liming substances on the composition of a bovine hide: along with the increase in a Na_2S concentration, there was an increase in the amount of collagen passing into the solution. A concentration of 0,12% of Na_2S in the bating bath was the critical value; if this value was exceeded, a drastic degradation of protein occurred. The bovine collagen was more resistant to the action of $\text{Ca}(\text{OH})_2$ than of Na_2S . The temperature of liming significantly influenced the content of protein extractable during the bath, thus, it should not exceed 30°C. A close dependence between the shrinkage temperature and the quantity of collagen was observed: with the decrease in the content of collagen in hide, the shrinkage temperature sank during the individual phases of beamhouse processes.

The conclusion is that beamhouse processes during which hides are prepared for tanning cause a percentage increase, by approximately 14%, in the collagen content in general protein, and this fact explains the increase in reactivity of liming leather to mineral tannins.

Key words: bovine hides, beamhouse processes, tanning of hides, collagen ☒

