

Dominika GUZEK¹, Dominika GŁĄBSKA², Małgorzata KONARSKA³, Agnieszka WIERZBICKA⁴
Szkola Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie; Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji
ul. Nowoursynowska 159c, 02-776 Warszawa

¹ Zakład Techniki w Żywieniu, Katedra Żywności Funkcjonalnej i Towaroznawstwa, e-mail: dominika_guzek@sggw.pl

² Zakład Dietetyki, Katedra Dietetyki, e-mail: dominika_glabska@sggw.pl

³ Zakład Techniki w Żywieniu, Katedra Żywności Funkcjonalnej i Towaroznawstwa, e-mail: malgorzata_konarska1@sggw.pl

⁴ Zakład Techniki w Żywieniu, Katedra Żywności Funkcjonalnej i Towaroznawstwa, e-mail: agnieszka_wierzbicka@sggw.pl

EVALUATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN INTRAMUSCULAR FAT AND CONNECTIVE TISSUE QUANTITY IN BEEF RIB EYE CROSS SECTION, MEASURED USING A COMPUTER IMAGE ANALYSIS, WITH CONFORMATION AND FAT CLASS OF CARCASSES

Summary

The aim of the study was to assess influence of EUROP system conformation and fat class of beef carcasses on marbling and connective tissue level in striploin. The beef meat of 20 young animals (Limousin x Holstein-Friesian crossbreed) – conformation: „O”, „O-”, „P+”, fat class: „1”, „1+”, „2-” was the object of research. The quantity of intramuscular fat tissue and connective tissue were analysed using computer image analysis. In analysed samples, quantity of intramuscular fat tissue was not dependent on conformation and fat class, but sample of „1+” fat class and „P+” conformation had significantly higher level of marbling than sample of „2-” fat class and „O-” conformation ($p=0,0279$). It may be supposed that for striploin of „O”, „P” conformation and „1”, „2” fat class, more important factor influencing intramuscular fat is conformation, not fat class. The influence of conformation and fat class on connective tissue quantity was not observed.

Key words: beef, EUROP system, conformation, fat class, marbling, connective tissue

OCENA ZALEŻNOŚCI MIĘDZY UDZIAŁEM TŁUSZCZU ŚRÓDMIĘŚNIOWEGO ORAZ TKANKI ŁĄCZNEJ W MIĘSIE NA PRZEKROJU ROSTBEFU MIERZONYM PRZY ZASTOSOWANIU KOMPUTEROWEJ ANALIZY OBRAZU A KLASĄ UMIEŚNIENIA I OTŁUSZCZENIA TUSZ WOŁOWYCH

Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu klasy uformowania i otłuszczenia tusz wołowych określanych zgodnie z systemem klasyfikacji EUROP na udział tłuszczu śródmięśniowego oraz tkanki łącznej w rostbefie. Materiał badawczy stanowiły próby mięsa pochodzące od 20 cieląt mieszańców rasy Limousin i Holsztyńsko-Fryzyskiej. Analizie zostały poddane próby pochodzące z klas umięśnienia „O”, „O-”, „P+” oraz otłuszczenia „1”, „1+”, „2-”. Oceniono udział tłuszczu śródmięśniowego i tkanki łącznej przy wykorzystaniu komputerowej analizy obrazu. Udział tłuszczu śródmięśniowego nie był zależny od klasy otłuszczenia i klasy umięśnienia, ale dla prób z klasy otłuszczenia „1+” i umięśnienia „P+” był on istotnie większy niż dla prób z klasy otłuszczenia „2-” i umięśnienia „O-” ($p=0,0279$). Stwierdzono, że próby charakteryzujące się niższą klasą otłuszczenia mogą mieć większy udział marmurkowatości, jeśli charakteryzują się wyższą klasą umięśnienia, co stwierdzono dla klas otłuszczenia 1-2 i klas umięśnienia O-P. Nie stwierdzono wpływu klasy umięśnienia i otłuszczenia rostbefu na udział tkanki łącznej.

Słowa kluczowe: mięso wołowe, system EUROP, klasyfikacja umięśnienia, klasyfikacja otłuszczenia, marmurkowatość, tkanka łączna

1. Wprowadzenie

W Polsce dla zakładów ubojowych, w których ubijane jest więcej niż 75 sztuk dojrzałego bydła tygodniowo w skali roku obowiązuje wspólnotowy system klasyfikacji tusz wołowych EUROP. Klasyfikacja przeprowadzana jest dla tusz uzyskanych z dojrzałego bydła (w wieku powyżej 12 miesięcy), o masie ciała powyżej 300 kg. W systemie tym wyróżnianych jest 5 kategorii dojrzałości: A – tusze niekastrowanych młodych samców w wieku poniżej 2 lat (buhajki), B – tusze innych niekastrowanych samców (buhaje), C – tusze kastrowanych samców (wolce), D – tusze krów, E – tusze jałówek [13].

Tusze wołowe w Polsce są klasyfikowane metodą wizualną, w której klasyfikator ocenia wygląd ogólny tuszy oraz stopień umięśnienia grzbietu, udźca i łopatki w celu określenia klasy uformowania [4]. Przepisy określają następują-

ce klasy uformowania: S – umięśnienie wybitne (tusze uzyskane z bydła o podwójnym umięśnieniu), E – umięśnienie doskonałe, U – umięśnienie bardzo dobre, R – umięśnienie dobre, O – umięśnienie dostateczne, P – umięśnienie słabe. Na podstawie oceny wizualnej dokonywana jest również ocena klas otłuszczenia. Wyróżniane są następujące klasy otłuszczenia: 1 – niskie otłuszczenie, 2 – małe otłuszczenie, 3 – średnie otłuszczenie, 4 – wysokie otłuszczenie, 5 – bardzo wysokie otłuszczenie. W celu ułatwienia sklasyfikowania tusz wołowych wykazujących cechy pośrednie między klasami podstawowymi w państwach członkowskich dokonywany jest również dalszy podział klas uformowania i otłuszczenia na trzy podklasy oznaczone: „+”, brakiem znaku oraz „-” (na przykład U+, U, U- lub 2+, 2, 2-) [13].

W Stanach Zjednoczonych, Japonii oraz Australii w ocenie jakości mięsa wołowego uwzględniany jest dodatkowy czynnik, którym jest marmurkowatość, czyli za-

wartość tłuszczu śródmięśniowego na przekroju poprzecznym mięśnia najdłuższego grzbietu – *Longissimus dorsi* (oka rostbefu), między 11 a 12 żebrzem [11, 15, 18]. Jest ona jednym z wyróżników jakości kulinarnego mięsa wołowego, która wpływa pozytywnie na szereg cech, wśród których wymienić można kruchość, smakowość (jako, że tłuszcz jest nośnikiem smaku) oraz soczystość mięsa, jak również zmniejsza straty podczas obróbki cieplnej [12, 17]. W krajach tych poziom marmurkowości mięsa oceniany jest wizualnie przez klasyfikatorów w zakładach ubojowych na przekroju poprzecznym najdłuższego mięśnia grzbietu, należącego do rostbefu, na podstawie barwnych wzorców [3, 7, 9]. Poszerzenie klasyfikacji o ocenę poziomu marmurkowości daje szerszy zakres informacji do prognozowania jakości mięsa wołowego.

W całej Unii Europejskiej ocena jakości mięsa wołowego dokonywana jest jedynie na podstawie wspólnotowego systemu EUROP. Jednakże w Irlandii klasyfikacja EUROP jest przeprowadzana za pomocą automatycznego systemu służącego do klasyfikacji tusz wołowych, w którym jest również określany poziom marmurkowości. Maszyny służące do tej klasyfikacji wykorzystują technologię znaną jako analiza obrazu video (VIA – ang. *video image analysis*) [1]. Z tego powodu, że w Polsce ocena tusz prowadzona rutynowo nie obejmuje udziału tłuszczu śródmięśniowego, ani innych cech wizualnych widocznych na przekroju, istotnym zagadnieniem może być określenie wpływu cech ocenianych podczas klasyfikacji tusz na inne cechy wizualne, które oceniane nie są, w tym na udział tłuszczu śródmięśniowego i udział tkanki łącznej.

2. Cel badań

Celem badań było określenie wpływu klasy uformowania i klasy odtuszczenia na poziom marmurkowości oraz zawartość tkanki łącznej w rostbefie.

3. Materiał i metodyka badań

Przedmiot badań stanowiły próby rostbefu wołowego uzyskane w ramach projektu "Optymalizacja produkcji wołowiny w Polsce zgodnie ze strategią *od widelca do zagrody*" (WND-POIG.01.03.01-00-204/09) współfinansowanego przez Unię Europejską z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka 2007-2013. W badaniu tym wykorzystano próby mięsa pochodzące z 20 cieląt mieszańców buhajów rasy Limousin i krów rasy Holsztyńsko-Fryzyskiej. Elementy kulinarne (rostbef) były trybowane z tusz w ubojni i pakowane na miejscu w opakowania próżniowe i transportowane z zachowaniem łańcucha chłodniczego do laboratorium w SGGW w Warszawie. Z każdego elementu kulinarnego pobrano dwie próby, stanowiące plastery o grubości 1 cala.

Następnie przeprowadzono analizę z zastosowaniem komputerowej analizy obrazu przy wykorzystaniu programu ImageProPlus 7.0 (Media Cybernetics) powierzchni prób, zgodnie z przyjętą metodyką obejmującą pomiar przeprowadzany 30 minut po wyjęciu z opakowania. Zdjęć dokonano za pomocą kamery cyfrowej (QImaging, Micro Publisher 5.0 RTV) przy oświetleniu lampami fluorescencyjnymi (Osram Dulux L 36W/954, barwa światła dzienna) o temperaturze barwowej 5400K zbliżonej do światła słonecznego. Analiza obejmowała ocenę udziału tkanki tłuszczowej

(marmurkowości) i udziału tkanki łącznej (wyrażonej jako % powierzchni) w próbach poddanych analizie.

Analizę statystyczną przeprowadzono wykorzystując analizę wariancji (ANOVA) i test post-hoc Fischera. Dla określenia istotności statystycznej przyjęto poziom $p \leq 0,05$. Analizę statystyczną przeprowadzono przy użyciu programu Statistica 8.0 (StatSoft Inc).

4. Wyniki i dyskusja

Stwierdzono, że rozkład wartości przyjmowanych przez udział tkanki tłuszczowej dla analizowanych prób był rozkładem normalnym. Największy udział prób (30% badanych prób) charakteryzował się udziałem tkanki tłuszczowej śródmięśniowej z przedziału od 2 do 3%, natomiast nie stwierdzono udziału tkanki tłuszczowej większego niż 7%. Jak wskazują badania Wajdy, poziom marmurkowości z zakresu od 2,5 do 4,5% zapewnia dobrą jakość kulinarnego mięsa wołowego [16]. Oznacza to, że w przypadku części badanych prób, udział ten był zbyt duży – dla 15% prób stwierdzono, że wynosił on ponad 5%, a dla części zbyt mały – dla 20% prób stwierdzono, że wynosił on mniej niż 2%. Jednakże, podkreślić należy, że udział tkanki tłuszczowej śródmięśniowej z zakresu 2,5-4,5% jest tym, który jest najbardziej preferowany jedynie przez polskich konsumentów. Natomiast w innych krajach konsumenci preferują wyższy poziom przetłuszczenia śródmięśniowego. Dla przykładu wśród japońskich konsumentów najbardziej pożądaną jest mięso wołowe o bardzo dużym stopniu przetłuszczenia, sięgającym nawet do ponad 50% [8]. Mięso wołowe w tym kraju pochodzi od bydła rasy Wagyu, które ma genetyczne predyspozycje do osiągania wysokiego poziomu marmurkowości – sięgającego nawet do 75% udziału powierzchni oka rostbefu. Uwarunkowane kulturowo preferencje japońskich konsumentów są spowodowane tym, że wysoki poziom marmurkowości zapewnia pożądaną teksturę, smak oraz aromat potraw [8].

Bruns i współpracownicy [2] przeprowadzili badania, w których został oceniony wpływ ilości tłuszczu okrywowego tusz wołowych na poziom marmurkowości. Z badań przeprowadzonych w Stanach Zjednoczonych wynika, że im wyższa jest klasa odtuszczenia, tym większa jest zawartość tłuszczu śródmięśniowego. W tuszach o większym odtuszczeniu poziom marmurkowości wynosił 8,2% natomiast w tuszach z mniejszą zawartością tłuszczu okrywowego, zawartość tłuszczu śródmięśniowego kształtowała się na poziomie 2,5% [2]. Jednakże, w Polsce generalnie nie występuje bardzo wysoki, ani często nawet średni poziom marmurkowości w mięsie wołowym, stąd wyniki te mogą nie znajdować tak oczywistego przełożenia na obserwacje czynione na polskich rasach. Wskazać należy, że w przytoczonym badaniu, przeciętny poziom marmurkowości w przypadku krów charakteryzujących się większym odtuszczeniem, wynosił 8,2%, podczas gdy w badaniach własnych dla żadnej z prób nie przekroczył on 7%.

Wieloczynnikowa analiza wariancji ANOVA wykazała brak istotnego statystycznie łącznego wpływu klasy odtuszczenia i klasy umięśnienia na udział tkanki tłuszczowej na przekroju poprzecznym oka rostbefu ($p > 0,05$). Natomiast próby mięsa wołowego z klasy odtuszczenia „1+” i umięśnienia „P+”, jak również próby z klasy odtuszczenia „2” i konformacji „O”, cechowały się odpowiednio największym (4,5%) i najmniejszym (2%) udziałem marmurkowości. Takie znaczne zróżnicowanie materiału biologicznego po-

Tab. 1. Analiza porównań parowych (ANOVA – test post-hoc Fishera) udziału tłuszczu śródmięśniowego w zależności od klasy umięśnienia i klasy otłuszczenia

Table 1. Analysis of comparisons (ANOVA – post-hoc Fisher test) of conformation and fat class influence on marbling

	Klasa umięśnienia/ Conformation	O		O ⁻		P ⁺
Klasa umięśnienia/ Conformation	Klasa otłuszczenia/ Fat class	1	1 ⁺	1 ⁺	2 ⁻	1 ⁺
O	1		-	-	-	-
	1 ⁺	0,9113		-	-	-
O ⁻	1 ⁺	0,9554	1,0000		-	-
	2 ⁻	0,8369	0,1007	0,3601		-
P ⁺	1 ⁺	0,5699	0,8742	0,9524	0,0279*	

* $p \leq 0,05$

zwoliło również na określenie występujących zależności między klasą otłuszczenia i umięśnienia. W odniesieniu do przytoczonych obserwacji Wajdy [16], można wskazać, że próby rostbefu z klasy otłuszczenia „2-” i klasy umięśnienia „O-” charakteryzują się niedostatecznym udziałem tłuszczu śródmięśniowego, który może wiązać się z brakiem satysfakcji konsumenckiej.

Przeprowadzona analiza post-hoc wykazała, że udział tkanki tłuszczowej na powierzchni przekroju porzecznego oka rostbefu prób między poszczególnymi klasami umięśnienia i otłuszczenia w większości przypadków nie różnił się (tab. 1). Stwierdzono istotne statystycznie różnice ($p < 0,05$) jedynie dla porównania prób z klasy otłuszczenia „1+” i klasy umięśnienia „P+” oraz z klasy otłuszczenia „2-” i klasy umięśnienia „O-”, które zostały już wcześniej wskazane jako te charakteryzujące się skrajnymi wynikami. Podkreślić należy, że poczynione obserwacje pozwalają na stwierdzenie, że klasa otłuszczenia nie jest jedynym czynnikiem wpływającym na udział tłuszczu śródmięśniowego (marmurkowatości), mając na uwadze fakt, iż zwierzęta karmione były w podobny sposób, były w podobnym wieku i statusie genetycznym.

Zaobserwowano, że w przypadku rostbefu, próby charakteryzujące się niższą klasą otłuszczenia mogą mieć większy udział marmurkowatości, jeśli charakteryzują się wyższą klasą umięśnienia, co stwierdzono dla klas otłuszczenia 1-2 i klas umięśnienia O-P.

Podobne badania przeprowadzono również w Polsce na tuszach krów rasy czarno-białej zaliczonych według systemu EUROP do klas uformowania R, O i P oraz klas otłuszczenia 2, 3 i 4 [14]. W przytoczonych badaniach Śmiecińskiej i Wajdy, podobnie jak w prezentowanych badaniach własnych analizowano również mięsień najdłuższy grzbietu. Oceniano chemicznie procentową zawartość tłuszczu oraz wizualnie poziom marmurkowatości (analiza sensoryczna) w skali od 1 punktu (marmurkowatość niewidoczna) do 5 punktów (marmurkowatość bardzo silna). Badania te wykazały, że wraz ze wzrostem klasy otłuszczenia tusz, rośnie także zawartość tkanki tłuszczowej oceniana metodą chemiczną, jak i marmurkowatość oceniana sensorycznie. Analiza statystyczna wykazała istotne różnice pomiędzy próbami mięsa z tusz klasy 2 i klasy 4. Stwierdzono również, że wraz ze wzrostem klasy uformowania nieznacznie wzrastała ocena marmurkowatości, co stwierdzono między próbami z tusz zaliczanych do klasy R w porównaniu z próbami z tusz klasy O i P.

W badaniach własnych, w porównaniu z badaniami Śmiecińskiej i Wajdy [14] oceniano bardziej subtelne różnice, jako że analizie poddano wyłącznie próby należące do dwóch klas umięśnienia i dwóch klas otłuszczenia, aczkolwiek oceniano również przynależność ich do podklas (ze

znakiem „+”, „-” lub brakiem znaku). Można stwierdzić, że dzięki temu była możliwość dostrzeżenia zależności, których w przytoczonym badaniu nie stwierdzano, czyli między klasami umięśnienia O i P.

Oczywistym jest, że stwierdzane zależności mogą być również zależne od rasy zwierząt. Można przytoczyć badania, w których materiał badawczy stanowiło mięso pochodzące od buhajków czarno-białych (udział rasy Holsztyńsko-Fryzyskiej nie przekraczał 25%) i mieszańców towarowych [6]. Wykazano w nich, że tusze uzyskane w wyniku tego krzyżowania towarowego z buhajami ras: Charolaise, Limousine, Blond d'Aquitaine, Simental i Piemontese były częściej zaliczane do niższych klas otłuszczenia, niż buhajki rasy czarno-białej w tym samym wieku. W badaniach tych również stwierdzono, że otłuszczenie tusz było skorelowane z poziomem marmurkowatości ($r = 0,526$). Natomiast Orellana i współpracownicy [10] stwierdzili, że marmurkowatość jest skorelowana z umięśnieniem i otłuszczeniem tusz, ale korelacja jest silniejsza w sytuacji łącznego rozpatrywania większej liczby czynników wpływających na zawartość tłuszczu śródmięśniowego. Wyniki te potwierdzają obserwacje z badań własnych, gdzie mimo braku istotności statystycznej dla łącznego wpływu klasy umięśnienia i otłuszczenia na poziom marmurkowatości, analiza post-hoc wykazała istotne różnice zależne od obu klasyfikacji łącznie.

W przeprowadzonym badaniu stwierdzono, że udział tkanki łącznej w przypadku poszczególnych prób przyjmował wartości, których rozkład był rozkładem odbiegającym od normalnego. Dla większości prób nie stwierdzono widocznego udziału tkanki łącznej na przekroju porzecznym rostbefu. Stwierdzono również dla kilku prób wartości z przedziału od 0,3 do 0,5% oraz 0,6 do 0,8%. Dla żadnej próby nie stwierdzono większego udziału tkanki łącznej niż 0,8%. Można stwierdzić, że dla badanych prób rostbefu, udział tkanki łącznej był bardzo zbliżony. Podobne wyniki uzyskano w badaniach przeprowadzonych przez Dąbrowską i współpracowników [5].

W badanych próbach rostbefu nie obserwowano istotnego statystycznie łącznego wpływu klasy otłuszczenia i klasy umięśnienia na udział tkanki łącznej ($p > 0,05$, ANOVA). Równocześnie, wskazać należy, że dla niektórych klas otłuszczenia i umięśnienia obserwowano znaczne odchylenia standardowe, co świadczy o znacznym zróżnicowaniu udziału tkanki łącznej w obrębie klasy. Przeprowadzone analizy szczegółowe pozwoliły na potwierdzenie, że udział tkanki łącznej w powierzchni poszczególnych rodzajów prób nie różni się między poszczególnymi klasami umięśnienia i otłuszczenia (tab. 2). Nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic przy porównaniach indywidualnych między próbami ($p > 0,05$).

Tab. 2. Analiza porównań parowych (ANOVA – test post-hoc Fishera) udziału tkanki łącznej w zależności od klasy umięśnienia i klasy otluszczenia

Table 2. Analysis of comparisons (ANOVA – post-hoc Fisher test) of conformation and fat class influence on connective tissue

	Klasa umięśnienia/ Conformation	O		O ⁻		P ⁺
Klasa umięśnienia/ Conformation	Klasa otluszczenia/ Fat class	1	1 ⁺	1 ⁺	2 ⁻	1 ⁺
O	1		-	-	-	-
	1 ⁺	1,0000		-	-	-
O ⁻	1 ⁺	1,0000	1,0000		-	-
	2 ⁻	0,4887	0,1816	0,4887		-
P ⁺	1 ⁺	0,7711	0,5383	0,7711	0,9842	

* $p \leq 0,05$

5. Podsumowanie

W przeprowadzonych badaniach stwierdzono, że największy udział prób (30% prób rostbefu wołowego) charakteryzowało się udziałem tłuszczu śródmięśniowego na poziomie 2-3%. Natomiast udział tkanki łącznej w analizowanych próbach był nieznaczny. Jedynie dla pojedynczych prób kształtował się on na poziomie nieprzekraczającym 0,8%. Nie stwierdzono łącznego wpływu klasy otluszczenia oraz klasy umięśnienia ocenianej w systemie EUROP na udział tkanki tłuszczowej oraz tkanki łącznej. Jednakże wykazano, że próby charakteryzujące się niższą klasą otluszczenia mogą mieć wyższy poziom marmurkowatości, jeśli charakteryzują się wyższą klasą umięśnienia.

6. Wnioski

1. W badanych próbach rostbefu wołowego udział tłuszczu śródmięśniowego (marmurkowatości) nie był zależny od klasy otluszczenia i klasy umięśnienia, ale stwierdzono, że dla prób z klasy otluszczenia „1+” i klasy umięśnienia „P+” był on istotnie większy niż dla prób z klasy otluszczenia „2-” i klasy umięśnienia „O-”.
2. Dla rostbefu z klas umięśnienia „O” i „P” oraz klas otluszczenia „1” i „2” bardziej istotny wpływ na udział tłuszczu śródmięśniowego wywiera klasa umięśnienia niż klasa otluszczenia.
3. Nie stwierdzono wpływu klasy umięśnienia i klasy otluszczenia rostbefu na udział tkanki łącznej.

Badania zrealizowano w ramach projektu „Optymalizacja produkcji wołowiny w Polsce zgodnie ze strategią od widelca do zagrody” współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka, w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka, Priorytet 1. Badania i rozwój nowoczesnych technologii, Działanie 1.3. Wsparcie projektów B+R na rzecz przedsiębiorców realizowanych przez jednostki naukowe, Poddziałanie 1.3.1. Projekty rozwojowe (Umowa nr UDA-POIG.01.03.01-00-204/09-05).

7. Bibliografia

- [1] Allen P., Finnerty N.: Objective beef carcass classification. A report of a trial of three VIA classification systems. Teagasc and Department of Agriculture, Food and Rural Development Publication, 2000, nr 34.
- [2] Bruns K.W., Pritchard R.H., Boggs D.L.: The relationships among body weight, body composition, and intramuscular fat

content in steers. Journal of Animal Science, 2004, nr 82: 1315–1322.

- [3] Busboom J.R., Reeves J.: Japanese Beef Grading. Washington State University, 2012.
- [4] Choroszy B., Choroszy Z.: Przydatność bydła siemialskiego do produkcji wołowiny. Wiadomości Zootechniczne, 2011, nr 4: 69-76.
- [5] Dąbrowska E., Jankowska B., Kwiatkowska A., Cierach M.: Zawartość kolagenu w mięśniach tylnej ćwierćtuszy wołowej. Inżynieria i Aparatura Chemiczna, 2011, nr 3: 18-19.
- [6] Młynek K.: Wpływ intensywności wzrostu buhajów na zależności występujące pomiędzy otluszczeniem tusz i jakością kulinarną mięsa. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2011, nr 3 (76): 130-142.
- [7] MSA – Meat Standard Australian: Tips & tools Meat Standards Australia. Meat & Livestock Australia Limited, 2010, 3-16.
- [8] Obara K., McConnell M., Dyck J.: Japan's Beef Market. A Report from the Economic Research Service. United States Department of Agriculture, 2010: 7-8.
- [9] O'Connell J.: Beef Grade and Steak Perfection. 2003.
- [10] Orellana C., Pena F., Garcia A., Perea J., Martos J., Domech V., Acero R.: Carcass characteristics, fatty acid composition, and meat quality of Criollo Argentino and Braford steers raised on forage in a semi-tropical region of Argentina. Meat Science, 2009, nr 81: 57-64.
- [11] Polkinghorne R., Thompson J.M., Watson R., Gee S., Porter M.: Evolution of the Meat Standards Australia (MSA) beef grading system. Australian Journal of Experimental Agriculture, 2008, nr 48: 1351-1359.
- [12] Razimowicz R.H., Kreuzer M., Scheeder M.R.L.: Quality of retail beef from two grass - based production system in comparison with conventional beef. Meat Science, 2006, nr 73: 351-361.
- [13] Rozporządzenie Komisji (WE) NR 1249/2008 z dnia 10 grudnia 2008 r. ustanawiające szczegółowe zasady wdrożenia wspólnotowych skal klasyfikacji tusz wołowych, wieprzowych i baranich oraz raportowania ich cen. Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej.
- [14] Śmiecińska K., Wajda S.: Jakość mięsa krów zaliczanych w klasyfikacji poubojowej EUROP do różnych klas. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2008, nr 3 (58): 57-66.
- [15] Tatum D.: Beef Grading. Department of Animal Science, Colorado State University, 2004.
- [16] Wajda S.: Produkcja wołowego mięsa kulinarnego. Zeszyty Naukowe AR we Wrocławiu, 1998, nr 19 (336): 69-73.
- [17] Warren H.E., Scollan N.D., Nute G.R., Hughes S.I., Wood J.D., Richardson R.I.: Effect of bread and a concentrate or grass silage diet on beef quality in cattle of 3 ages. II: Meat stability and flavor. Meat Science, 2008, nr 78: 270-278.
- [18] Yoshikawa F., Toraichi K., Wada K., Otsu N., Nakai H., Mitsumoto M., Katagishi K.: On a grading system for beef marbling. Pattern Recognition Letters, 2000, nr 21: 1037-1050.