

JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE, BIOLOGY AND BIOECONOMY

wcześniej – formerly
Annales UMCS sectio EE Zootechnica

VOL. XXXVI (1)

2018

CC BY–NC–ND

DOI: 10.24326/jasbbx.2018.1.3

¹ Katedra Towaroznawstwa i Przetwórstwa Surowców Zwierzęcych
² Instytut Hodowli Zwierząt i Ochrony Bioróżnorodności
Wydział Biologii, Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin
e-mail: mariusz.florek@up.lublin.pl

MARIUSZ FLOREK¹, PIOTR DOMARADZKI¹, ANDRZEJ JUNKUSZEW²,
PIOTR SKAŁECKI¹, ZYGMUNT LITWIŃCZUK²,
TOMASZ M. GRUSZECKI², WIKTOR BOJAR²

Porównanie właściwości fizykochemicznych mięsa jagniąt i cieląt rzeźnych

Comparison of physicochemical properties of meat from lambs and calves

Streszczenie. Celem pracy było porównanie właściwości fizykochemicznych mięśnia półbłoniastego (*musculus semimembranosus*) jagniąt i cieląt rzeźnych w czasie przechowywania chłodniczego w warunkach próżniowych. Badaniami objęto zwierzęta z chowu masowego, tzn. 24 jagnięta w wieku 120–130 dni (12 macioerek i 12 tryczków) i 17 cieląt rzeźnych w wieku 55–65 dni (9 cieliczek i 8 buhajków). Uwzględniając czas dojrzewania (do 7 dnia postmortem), określono parametry mięsa poszczególnych gatunków: pH, przewodność elektryczną właściwą, wskaźniki barwy L*a*b* wg CIE, wodochłonność, siłę i energię cięcia oraz wartość Tbars. Dla gatunków obliczono korelacje Pearsona pomiędzy parametrami fizykochemicznymi. Stwierdzono, że gatunek istotnie determinował barwę mięsa zwierząt, natomiast czas dojrzewania istotnie poprawiał kruchość. Płeć nie wpływała na oceniane właściwości fizykochemiczne. Dojrzewanie mięsa zapakowanego próżniowo przez 7 dni od uboju pozwala uzyskać mięso kruche (cielęcina) lub bardzo kruche (jagnięcina). W przypadku mięsa jagnięcego największej zależności pomiędzy właściwościami fizykochemicznymi stwierdzono z udziałem barwy czerwonej (a*) i nasyceniem (C*), natomiast w przypadku mięsa cielęcego z jasnością (L*) i udziałem barwy żółtej (b*).

Słowa kluczowe: jagnięta, cielęta, mięso, pH, wodochłonność, barwa, kruchość, korelacje

WSTĘP

Mięso czerwone, jak wołowina, cielęcina, jagnięcina, postrzegane jest na rynku jako produkt o wysokiej wartości odżywczej, jednocześnie wykazujący właściwości funkcjo-

nalne [Cabrera i Saadoun 2014]. Pomimo wspomnianych zalet spożycie mięsa tego typu w Polsce jest niezmiernie niszowe i wynosi w przypadku cielęciny ok. 120 g na 1 osobę w roku, a ilość spożywanej rocznie jagnięciny jest marginalna [Świetlik 2017]. Przeciętne roczne spożycie baraniny i jagnięciny w Unii Europejskiej wynosi łącznie ok. 1,8 kg na 1 mieszkańca, zaś wołowiny i cielęciny blisko 11 kg [EC 2017]. Niestety w ostatnich latach obserwuje się w Polsce stały spadek odsetka ubojów cieląt w stosunku do ich urodzeń. Bardziej optymistyczną sytuację można zaobserwować natomiast na rynku mięsa baraniego z uwagi na w miarę stabilną opłacalność chowu tego gatunku, dodatkowo wspartą dopłatami do hodowli owiec [Zawadzka 2017].

Barwa jest wyjątkowo ważnym czynnikiem dla konsumentów w momencie podejmowania decyzji o zakupie mięsa, gdyż wskazuje na jego świeżość i pożądaną jakość [Faustman i Cassens 1990]. Ponadto niekorzystne zmiany barwy związane z detaliczną dystrybucją mięsa ograniczają jego trwałość i akceptowalność. W mięsie czerwonym pośmiertne przemiany biochemiczne (dojrzewanie) prowadzą do wykształcenia cech typowych dla mięsa kulinarnego. Najbardziej odczuwalną sensorycznie i wymierną instrumentalnie zmianą jest poprawa jednego z najbardziej zmiennych wyróżników, tj. kruchości mięsa. Jakkolwiek końcowa kruchość mięsa nie jest uwarunkowana wyłącznie proteolizą, ale również temperaturą, wartością pH, długością sarkomerów i zawartością kolagenu w mięśniach [Florek i in. 2016a]. W procesie dojrzewania mięsa zachodzą również korzystne zmiany jego wodochłonności [Farouk i in. 2012], wzbogaceniu ulega także profil smakowo-zapachowy [Mottram 1998]. Oprócz bezsprzecznie korzystnych efektów poubojowego dojrzewania mięsa zachodzą również procesy mogące negatywnie wpływać na jego jakość końcową, wynikającą przede wszystkim z oksydacji składników tkanki mięśniowej [Domaradzki i in. 2016]. Reakcje oksydacji lipidów, barwników hemowych i białek mięśniowych powodują pogorszenie jakości, w tym właściwości funkcjonalnych, sensorycznych, barwy, tekstury i wartości odżywczej, tak mięsa, jak i jego produktów w trakcie przechowywania [Bekhit i in. 2013].

Celem pracy było porównanie wybranych właściwości fizykochemicznych mięśnia półbłoniastego (*musculus semimembranosus*) jagniąt i cieląt rzeźnych w trakcie przechowywania chłodniczego w warunkach próżniowych do 7 dnia postmortem.

MATERIAŁ I METODY

Badaniami objęto 24 jagnięta i 17 cieląt rzeźnych dostarczonych do zakładu ubojowego specjalizującego się w produkcji mięsa jagnięcego i cielęcego. Liczba samic i samców w grupie jagniąt i cieląt wynosiła odpowiednio 12 maciorek i 12 tryczków oraz 9 cieliczek i 8 buhajków. Jagnięta rzeźne kierowano do uboju w wieku 120–130 dni, a cielęta pomiędzy 55 a 65 dniem życia. Przeciętna masa ciała ubijanych jagniąt wynosiła $34,9 \pm 4,6$ kg, a cieląt $74,8 \pm 11,7$ kg [Florek i in. 2017]. Ogłuszanie i ubój zwierząt oraz czynności poubojowe dokonywane były pod nadzorem inspekcji weterynaryjnej. Tusze po wychłodzeniu przez 20–24 h (temp. 2°C i wilg. wzgl. 85%) były dzielone na elementy zasadnicze zgodnie z technologią przyjętą dla tych gatunków. Materiał badawczy stanowił mięsień półbłoniasty (*musculus semimembranosus*) pobrany w trakcie dyssekcji udźca lub kulki. Mięśnie pakowano próżniowo w worki z folii PA/PE i przechowywano w temp. 4°C do chwili wykonania oznaczeń.

Instrumentalnie oceniono bezpośrednio w tkance mięśniowej: pH, przewodność elektryczną właściwą – EC (mS/cm), wskaźniki wodochłonności: wyciek naturalny (%) i na podstawie testu bibułowego proporcję M/T, wyróżniki barwy wg CIE: L*, a*, b*, C* i h°, ogólną zawartość barwników hemowych oraz wskaźnik Tbars, zaś po obróbce termicznej wyciek termiczny (%) i parametry tekstury: siłę i energię cięcia (N i J).

Za pomocą aparatu PQM I-KOMBI firmy INTEK GmbH bezpośrednio w tkance mięśniowej mierzono pH po upływie 45 min (0. d) oraz 24 h (1. d), 48 h (2. d) i 168 h (7. d) od uboju. Pozostałe pomiary wykonano po 2 i 7 dniach dojrzewania chłodniczego mięsa w warunkach próżniowych. Wyróżniki barwy mięśnia półbłoniastego oceniono za pomocą miernika nasycenia barwy Minolta CR-310, rejestrując na odsłoniętej powierzchni przekroju poprzecznego mięśnia po 30 min bloomingu w warunkach chłodniczych takie parametry, jak L* (jasność), a* (barwa czerwona), b* (barwa żółta), h° (odcienie) i C* (nasycenie) [CIE 2004]. Ogólną zawartość barwników hemowych określono metodą Hornseya [1956], z zastosowaniem spektrofotometru Varian Cary 300 Bio, przy długości fali 640 nm, a koncentrację hematyiny wyrażono w µg/g mięsa. Stabilność oksydacyjną lipidów oznaczono metodą Witte'a i in. [1970], z wykorzystaniem spektrofotometru Varian Cary 300 Bio, przy długości fali 530 nm. Wartość Tbars wyrażono w mg aldehydu malonowego (MDA) na 1 kg mięsa. Wyciek naturalny określono na podstawie różnicy masy próbki przed rozpoczęciem przechowywania w temp. 4°C przez odpowiedni czas i po jego upływie. Ocenę wycieku termicznego (na podstawie różnicy masy próby mięśnia przed obróbką termiczną i po jej zakończeniu) przeprowadzono w łaźni wodnej. Próby mięśni o masie ok. 75 g zamknięte w woreczkach foliowych poddawano obróbce termicznej przez 60 min w temp. 70°C, a następnie chłodzono pod bieżącą wodą przez 30 minut i przechowywano w temp. 4°C do chwili wykonania analiz. Ilość wody wolnej oznaczono metodą Graua i Hamma [1953] z wykorzystaniem bibuły filtracyjnej Whatman No 1, naważki 300 mg, działano stałą siłą 2 kg przez 5 min. Pomiar (w cm²) powierzchni naważki mięsa (M) i całkowitego wycieku (T) wykonano za pomocą komputerowej analizy obrazu w programie MultiScan Base ver. 14 i wyrażono procentowo jako $M/T \times 100$.

Pomiar parametrów tekstury wykonano za pomocą jednokolumnowej maszyny wytrzymałościowej Zwick/Roell Proline B0.5 na próbach mięśni wykorzystanych do oceny wycieku termicznego. Za pomocą noża szerometrycznego Warnera-Bratzlera (V-blade) mierzono siłę (W-B SF, N) i energię (W-B EF, J) cięcia. Pomiaram poddawane były słupki mięśnia o dł. 4–5 cm i przekroju powierzchni cięcia 1 cm². Średnią wartość dla próbki obliczono na podstawie 5 powtórzeń. Wyniki pomiarów opracowano za pomocą programu TestXpert® II.

Analizę statystyczną uzyskanych danych przeprowadzono za pomocą programu Statistica 13 [Dell Inc. 2016]. Z uwagi na brak wpływu płci i interakcji z pozostałymi czynnikami wykorzystano dwuczynnikową analizę wariancji z uwzględnieniem wpływu gatunku (jagnięta vs. cielęta) i czasu postmortem (45 min oraz 1, 2 i 7 dni) oraz interakcje tych czynników (tab. 1). W przypadku braku interakcji: gatunek × czas postmortem dane analizowano w układzie jednoczynnikowym, wykorzystując test Tukeya, zaś w przypadku barwników hemowych test t-Studenta dla prób niezależnych. Związek pomiędzy właściwościami fizykochemicznymi analizowano oddzielnie dla gatunków, obliczając korelacje proste Pearsona.

Tabela 1. Efekty główne i interakcja czynników doświadczalnych dla właściwości fizykochemicznych mięsa ocenianych gatunków

Table 1. Main effects and interaction of tested factors on physicochemical properties of meat of assessed species

Wpływ czynnika Effect tested	Gatunek Species	Płeć Sex	Dojrzewanie Ageing	Interakcja: gatunek × dojrzewanie Interaction species × ageing
pH	**	NS	**	**
Przewodność elektryczna właściwa (mS/cm) Electrical conductivity	NS	NS	**	**
Wyciek naturalny (%) Drip loss	**	NS	**	NS
Wyciek termiczny (%) Cooking loss	**	NS	NS	NS
M/T	NS	NS	NS	NS
W-B siła cięcia (N) W-B shear force	NS	NS	**	NS
W-B energia cięcia (J) W-B shear energy	NS	NS	**	NS
CIE	L*	**	NS	NS
	a*	**	NS	NS
	b*	**	NS	**
	C*	**	NS	NS
	h°	**	NS	**
Tbars (mg/kg mięsa)	NS	NS	NS	NS
Barwniki hemowe (µg/g) Total haem pigments	**	NS	–	–

M/T proporcja = powierzchnia mięsa/powierzchnia całkowita × 100.

M/T ratio = meat area/total area × 100.

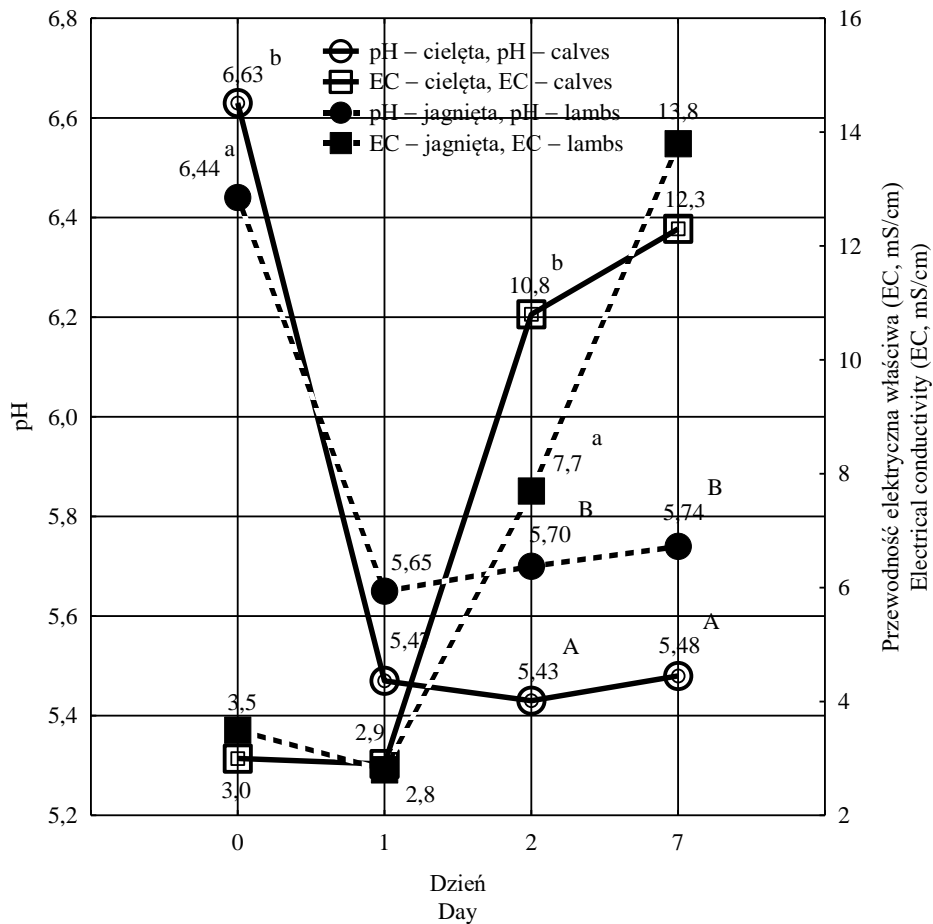
** p < 0,01; NS – nieistotny.

** p < 0.01; NS – not significant.

WYNIKI

Na wykresie 1 przedstawiono zmiany pH i przewodności elektrycznej właściwej mięsa jagniąt i cieląt rzeźnych do 7 dnia postmortem. W przypadku pH analiza statystyczna potwierdziła istotny wpływ gatunku i czasu dojrzewania, jak również wystąpiła interakcja tych czynników. Podobną sytuację stwierdzono dla przewodności elektrycznej właściwej, przy czym gatunek nie wpływał na tę właściwość. W przypadku pH stwierdzono początkowo istotny ($p \leq 0,01$) spadek jego wartości od 45 min do 1 dnia postmortem, następnie w kolejnych dniach (aż do 7) wystąpiła tendencja wzrostowa (jagnięta) albo obserwowano ustabilizowanie wartości (cielęta). Z kolei przewodność elektryczna właściwa mięsa również początkowo (do 1 dnia) wykazywała u obu gatunków tendencję malejącą, a następnie istotnie ($p \leq 0,01$) zwiększała się, przy czym różnicę ($p \leq 0,05$)

poniędzy gatunkami dla tej właściwości stwierdzono tylko 2 dnia postmortem. Wyższą wartość ($p \leq 0,05$) pH początkowego (45 min) oznaczono w mięsie cieląt, natomiast w późniejszych terminach w mięsie jagniąt, a istotne ($p \leq 0,01$) różnice zostały potwierdzone 2 i 7 dnia postmortem.



Rys. 1. Zmiany pH i przewodności elektrycznej właściwej mięsa jagniąt i cieląt rzeźnych do 7 dnia postmortem; różnice pomiędzy gatunkami w kolejnych dniach oznaczono różnymi literami:

a, b, c – $p \leq 0,05$; A, B, C – $p \leq 0,01$

Fig. 1. Changes of meat pH and electrical conductivity of lambs and calves up to 7 day postmortem; differences between species for subsequent days are marked with different letters:

a, b, c – $p \leq 0.05$; A, B, C – $p \leq 0.01$

W tabeli 2 przedstawiono wskaźniki wodochłonności i wyniki testu szerometrycznego W-B. Stwierdzono istotny ($p \leq 0,01$) wpływ gatunku i czasu dojrzewania na wyciek naturalny. Ponadto gatunek istotnie ($p \leq 0,01$) różnicował wyciek termiczny. Większy wyciek naturalny i termiczny w kolejnych dniach dojrzewania oznaczono w mięsie cieląt.

cym w porównaniu z jagnięcym. Czas dojrzewania również istotnie ($p \leq 0,01$) różnicował siłę i energię cięcia zarówno w mięsie cielęcym, jak i jagnięcym, wpływając na spadek wartości tych parametrów pomiędzy 2 i 7 dniem postmortem. Wskazuje to na poprawę kruchości mięsa, przy czym stwierdzono lepszą kruchość mięsa jagniąt.

Tabela 2. Parametry wodochłonności i wyniki testu Warnera-Bratzlera dla mięsa jagniąt i cieląt 2 i 7 dni postmortem ($\bar{x} \pm SD$)

Table 2. Water holding capacity parameters and Warner-Bratzler test results for lambs and calves meat 2 and 7 days postmortem ($\bar{x} \pm SD$)

Wyszczególnienie	Jagnięta Lambs		Cielęta Calves	
	2 d	7 d	2 d	7 d
Wyciek naturalny (%) Drip loss	0,85 ^A ± 0,27	0,93 ^A ± 0,37	1,13 ^A ± 0,60	1,89 ^B ± 0,81
Wyciek termiczny (%) Cooking loss	22,84 ^A ± 3,93	24,53 ^A ± 2,48	29,02 ^B ± 3,19	30,07 ^B ± 2,49
M/T	40,98 ± 7,24	38,58 ± 8,16	44,97 ± 10,34	42,89 ± 4,93
W-B siła cięcia (N) W-B shear force	55,9 ^B ± 15,5	28,8 ^A ± 6,18	60,4 ^B ± 20,1	35,2 ^A ± 10,8
W-B energia cięcia (J) W-B shear energy	0,22 ^B ± 0,06	0,14 ^A ± 0,04	0,24 ^B ± 0,08	0,15 ^A ± 0,05

M/T proporcja = powierzchnia mięsa/powierzchnia całkowita × 100.

M/T ratio = meat area/total area × 100.

A, B, C – średnie oznaczone w wierszach różnymi literami różnią się istotnie, $p \leq 0,01$.

A, B, C – means in rows marked with different letters differ significantly, $p \leq 0,01$.

W tabeli 3 przedstawiono wyniki instrumentalnych pomiarów barwy (CIE L*, a*, b*, C* i h°), oznaczeń zawartości barwników hemowych i wartości Tbars w mięsie cieląt i jagniąt. Potwierdzono istotny wpływ gatunku na wszystkie parametry, z wyjątkiem Tbars. Czas dojrzewania istotnie wpłynął jedynie na udział barwy żółtej (b*) i odcień (h°) mięsa, w żadnym przypadku nie wystąpiła interakcja obu czynników (tab. 1). Większą ($p \leq 0,01$) zawartość barwników hemowych stwierdzono w mięsie jagnięcym. Z faktem tym należy wiązać istotnie ($p \leq 0,01$) mniejszą jasność (L*) oraz większy ($p \leq 0,05$) udział barwy czerwonej (a*) i większe nasycenie (C*) mięsa jagnięcego. Z kolei mięso cielęce wykazywało blisko dwukrotnie większy ($p \leq 0,01$) udział barwy żółtej (b*) i kąt odcienia (h°). Ponadto obserwowano, że wydłużenie czasu dojrzewania cielęciny (2 vs. 7 dni) istotnie przyczyniło się do wzrostu udziału wyróżników chromatycznych, tzn. a* i b*, a tym samym do zwiększenia nasycenia barwy mięsa ($p \leq 0,05$). Stabilność oksydacyjna lipidów mięsa ocenianych gatunków (wyrażona wskaźnikiem Tbars) nie była uzależniona od żadnego czynnika doświadczalnego. Wyższe wartości tego parametru (2 i 7 dni) stwierdzono w mięsie jagniąt. W mięsie obu gatunków obserwowano również tendencję zmniejszenia się stabilności wraz z czasem dojrzewania.

Tabela 3. Zawartość barwników hemowych, parametry barwy wg CIE i wskaźnik Tbars mięsa jagniąt i cieląt rzeźnych 2 i 7 dni postmortem ($\bar{x} \pm SD$)
 Table 3. Total haem pigments contents, CIE colour indices and Tbars value for lambs and calves meat 2 and 7 days postmortem ($\bar{x} \pm SD$)

Wyszczególnienie	Jagnięta Lambs		Cielęta Calves		
	2 d	7 d	2 d	7 d	
Barwniki hemowe (µg/g) Total haem pigments	148,5 ^B ±26,8	–	107,7 ^A ±16,8	–	
CIE	L*	40,29 ^B ±2,33	39,08 ^B ±2,75	44,14 ^A ±3,66	44,98 ^A ±3,32
	a*	22,86 ^c ±2,39	23,71 ^c ±3,76	20,33 ^a ±1,50	21,17 ^b ±1,64
	b*	2,34 ^A ±1,07	3,38 ^{AB} ±0,99	4,51 ^B ±1,53	5,78 ^C ±1,51
	C*	22,98 ^c ±3,92	23,97 ^c ±3,73	20,87 ^a ±1,60	21,99 ^b ±1,67
	h°	6,1 ^A ±3,03	8,2 ^A ±2,62	12,4 ^B ±3,91	15,2 ^B ±3,90
Tbars (mg/kg mięsa) Tbars (mg/kg of meat)	0,426 ±0,142	0,553 ±0,208	0,368 ±0,169	0,460 ±0,160	

Średnie oznaczone w wierszach różnymi literami różnią się istotnie: a, b, c – $p \leq 0,05$; A, B, C – $p \leq 0,01$.
 Means in rows marked with different letters differ significantly: a, b, c – $p \leq 0,05$; A, B, C – $p \leq 0,01$.

W tabeli 4 zamieszczono współczynniki korelacji Pearsona obliczone dla ocenianych właściwości fizykochemicznych mięsa jagnięcego i cielęcego. Wystąpiły oczywiste związki pomiędzy parametrami barwy (a* i C*, b* i h°) czy tekstury (W-B SF i W-B SE). Jednocześnie u obu gatunków stwierdzono natomiast nieliczne, ale zbliżone i istotne dodatnie zależności występujące m.in. dla przewodności elektrycznej właściwej i udziału barwy żółtej (b*) oraz odcienia (h°), następnie dla zawartości barwników hemowych i udziału barwy czerwonej (a*) oraz nasycenia (C*), kolejno dla wartości Tbars i udziału barwy czerwonej (a*), jak również dla wycieku naturalnego i nasycenia (C*). Podobne, lecz ujemne korelacje stwierdzono natomiast dla siły i energii cięcia z udziałem barwy żółtej (b*) i odcieniem (h°).

Ponadto analiza korelacji parametrów dotyczących mięsa jagnięcego wykazała istotne i ujemne silne zależności między przewodnością elektryczną właściwą a siłą i energią cięcia oraz jasnością (L*); podobnie między wyciekami termicznymi a pH, udziałem barwy czerwonej (a*) i nasyceniem (C*). Uzyskano również istotne i dodatnie współczynniki korelacji wartości Tbars z nasyceniem barwy (C*) i zawartością barwników hemowych.

W przypadku mięsa cielęcego uzyskano istotne i dodatnie korelacje wycieku naturalnego z udziałem barwy czerwonej (a*), odcieniem (h°), przewodnością elektryczną właściwą i jasnością (L*). Istotne i ujemne zależności wystąpiły natomiast między zawartością barwników hemowych i jasnością (L*) a odcieniem (h°), między pH a przewodnością elektryczną właściwą, udziałem barwy żółtej (b*), jak również między energią cięcia i jasnością (L*) a wyciekami naturalnymi.

Tabela 4. Współczynniki korelacji Pearsona pomiędzy cechami fizykochemicznymi mięsa jagniąt i cieląt
 Table 4. Pearson correlation coefficients between physicochemical traits of lamb and veal

Wyszczególnienie Specification		pH	EC	L*	a*	b*	C*	h°	HP	Tbars	WN	WT	W-B SF
Jagnięta Lambs	EC	-0,11											
	L*	-0,10	-0,42**										
	a*	0,34*	-0,08	-0,04									
	b*	0,07	0,49***	-0,06	-0,21								
	C*	0,34*	-0,06	-0,04	0,99***	-0,17							
	h°	0,01	0,45**	-0,04	-0,45**	0,96***	-0,42**						
	HP	0,40**	-0,30	0,14	0,40**	-0,19	0,40**	-0,25					
	Tbars	0,01	0,08	0,17	0,61***	-0,18	0,61***	-0,33*	0,42**				
	WN	0,04	-0,13	0,18	0,31*	0,06	0,30*	0,02	0,16	0,01			
	WT	-0,43**	0,25	0,08	-0,36*	0,20	-0,34*	0,29	-0,21	-0,08	-0,13		
W-B SF	0,11	-0,66***	0,18	0,16	-0,53***	0,13	-0,48***	0,24	0,08	-0,07	-0,02		
W-B SE	0,17	-0,51**	0,14	0,24	-0,38*	0,22	-0,37*	0,20	0,16	-0,02	0,02	0,91***	
Cielęta Calves	EC	-0,49***											
	L*	-0,25	0,28										
	a*	-0,11	0,23	-0,54***									
	b*	-0,34*	0,53***	0,62***	0,25								
	C*	-0,17	0,33	-0,36*	0,98***	0,45***							
	h°	-0,33	0,48***	0,78***	-0,02	0,96***	0,19						
	HP	0,02	-0,06	-0,74***	0,72***	-0,23	0,62**	-0,41*					
	Tbars	-0,25	0,05	-0,29	0,34*	-0,02	0,30	-0,10	0,29				
	WN	-0,21	0,50***	0,46**	0,20	0,72***	0,36*	0,71***	-0,17	0,01			
	WT	-0,19	0,17	0,11	-0,05	0,04	-0,04	0,06	-0,28	0,28	0,13		
W-B SF	0,12	-0,21	-0,32	0,04	-0,37*	-0,04	-0,41**	0,34	-0,18	-0,33	0,07		
W-B SE	0,25	-0,27	-0,42*	0,05	-0,46**	-0,05	-0,51**	0,32	-0,21	-0,37*	-0,02	0,96***	

EC – przewodność elektryczna właściwa, HP – barwniki hemowe, WN – wyciek naturalny, WT – wyciek termiczny, W-B SF – siła cięcia, W-B SE – energia cięcia, * p ≤ 0,05; ** p ≤ 0,01; *** p ≤ 0,001.

EC – electrical conductivity, HP – haem pigments, WN – drip loss, WT – cooking loss, W-B SF – shear force, W-B SE – energy force, * p ≤ 0,05, ** p ≤ 0,01, *** p ≤ 0,001.

Rozpatrując uzyskane korelacje, warto podkreślić brak jakichkolwiek związków jasności (L^*) z innymi właściwościami fizykochemicznymi (z wyjątkiem EC) mięsa jagnięcego (w tym także z parametrami barwy), w przeciwieństwie do mięsa cielęcego. Takie różnice, czy nawet przeciwne zależności lub ich brak, stwierdzono ponadto między poszczególnymi parametrami barwy mięsa ocenianych gatunków. W przypadku mięsa jagnięcego więcej zależności stwierdzono pomiędzy udziałem barwy czerwonej (a^*) a nasyceniem (C^*) i innymi wyróżnikami, natomiast w przypadku mięsa cielęcego, takimi parametrami były jasność (L^*) i udział barwy żółtej (b^*). Wskazuje to zatem na różną przydatność poszczególnych parametrów barwy w ocenie jakości mięsa porównywanych gatunków.

DYSKUSJA

Podstawowym parametrem oceny jakości mięsa jest pH. Lawrie [1991] podaje, że na tempo jego spadku wpływają takie czynniki wewnętrzne, jak gatunek, rasa, typ mięśnia i zmienność osobnicza, oraz czynniki zewnętrzne, jak temperatura otoczenia i stopień zestresowania. Wartość końcowa pH powinna wahać się od 5,4 do 6,2 w zależności od zawartości glikogenu, pojemności buforowej i typu mięśnia [Bendall 1979]. Początkowe obniżenie pH spowodowane jest nagromadzeniem się kwasu mlekowego w czasie pośmiertnej glikogenolizy, co świadczy o prawidłowo przebiegającym procesie zakwaszenia mięsa. Późniejszy wzrost pH wynika natomiast z postępującej alkalizacji, spowodowanej uwalnianiem zasadowych produktów rozpadu białek w trakcie poubojowych przemian endogennych (dojrzewania). Generalnie w prezentowanych badaniach proces glikogenolizy poubojowej u obu gatunków przebiegał prawidłowo, obserwowano bowiem spadek pH z początkowego poziomu 6,4 (jagnięta) i 6,6 (cielęta) do pH końcowego (48 h) 5,4 (cielęta) i 5,7 (jagnięta).

Przewodność elektryczna właściwa (EC) jest pośrednim pomiarem wycieku soku mięśniowego, jako efektu osłabienia błon komórkowych tkanki mięśniowej po uboju i siły utrzymania wody przez miofilamenty [Pliquett i in. 1990]. W konsekwencji możliwe jest przemieszczanie się płynów w przestrzeniach śród- i międzykomórkowych. Obserwowane w prezentowanych badaniach zmiany przewodności elektrycznej tkanki mięśniowej są typowe i były potwierdzone wcześniej przez autorów zarówno w odniesieniu do mięsa cielęcego [Florek i in. 2009a], jak i jagnięcego [Gruszecki i in. 2001, Jandasek i in. 2014]. Przydatność wykorzystania pomiarów pH czy przewodności elektrycznej do oceny innych cech jakościowych mięsa, a szczególnie wiązania wody, wynika z faktu uszkodzenia błon komórkowych w czasie gwałtownej glikolizy pośmiertnej i uwolnienia płynów wewnątrzkomórkowych [Jaud i in. 1992]. Należy jednak zauważyć, że w prezentowanych badaniach nie stwierdzono odchyleń jakościowych mięsa porównywanych gatunków i jedynie w przypadku mięsa cielęcego uzyskano istotną ($p \leq 0,001$) korelację ($r = 0,50$) EC i wycieku naturalnego. Niższą, ale istotną wartość współczynnika korelacji tych parametrów ($r = 0,366$) podają również Jandasek i in. [2014] w odniesieniu do mięsa jagniąt mieszańców w wieku 118–123 dni.

Wielkość ubytku z surowego mięsa uzależniona jest od takich czynników, jak: wiek, płeć, żywienie, stres przedubojowy, metoda uboju, czas i temperatura przechowywania oraz właściwości mięsa, tzn. pH, zawartość wody i tłuszczu [Lawrie 1991]. W prezen-

wanych badaniach ubytek naturalny zwiększał się w trakcie dojrzewania od 2 do 7 dnia postmortem, jakkolwiek z mięsa jagnięcego nie przekraczał w tym ostatnim dniu 1%, zaś z mięsa cielęcego wynosił blisko 2%. Najmniejszy ubytek naturalny z mięsa stwierdzono u jagniąt 2 dnia postmortem, co mogło być konsekwencją wyższego pH (5,70; $p \leq 0,01$) i słabszej przewodności elektrycznej właściwej mięsa (7,7 mS/cm, $p \leq 0,05$), w porównaniu z cielętami (5,43 i 10,8 mS/cm) (rys. 1). Podobne zależności stwierdzono również 7 dnia postmortem, jakkolwiek przewodność elektryczna nie była już istotnie zróżnicowana pomiędzy gatunkami. Moreno i in. [2007], oceniając wpływ dojrzewania (przez 5 dni) czterech elementów handlowych mięsa cielęcego na parametry wodochłonności, stwierdzili wielkość wycieku naturalnego w zakresie 1,2–1,9%, a ubytku termicznego od 29,3 do 39,2%. W prezentowanych badaniach dojrzewanie nie wpłynęło istotnie na wielkość wycieku termicznego, jakkolwiek istotnie ($p \leq 0,01$) mniejsze ubytki w kolejnych dniach oznaczeń stwierdzono dla mięsa jagnięcego (22,84 i 24,53%) w porównaniu z mięsem cielęcym (29,02 i 30,07%). Podobnie Abdullah i Qudsieh [2009] nie wykazali wpływu dojrzewania na ubytek termiczny z różnych mięśni udźca (*semiteminosus*, *semimembranosus* i *biceps femoris*) jagniąt rasy awassi w wieku 90–175 dni, a Rudy i in. [2014] takie obserwacje potwierdzili również w odniesieniu do mięsa cieląt różnych ras.

Wydłużenie czasu dojrzewania zwiększa kruchość mięsa jagnięcego [Campbell i in. 2013, Florek i in. 2016b] i cielęcego [Florek i in. 2009a]. Abdullah i Qudsieh [2009] wykazali, że wydłużenie czasu dojrzewania (24 h vs. 7 dni) istotnie ($p \leq 0,01$) zmniejsza siłę cięcia mięśnia *semimembranosus* tryczków rasy awassi (z 40,8 N do 35,0 N). Tschirhart-Hoelscher i in. [2006], oceniając 18 mięśni jagniąt rzeźnych, oznaczyli po 7 dniach dojrzewania mięśnia *semimembranosus* w warunkach próżniowych większą siłę cięcia W-B SF (42,6 N) niż w prezentowanych badaniach (28,8 N). Wyższe wartości siły i energii cięcia (lecz nieistotnie) stwierdzono w badaniach własnych u cieląt w porównaniu z jagniętami rzeźnymi.

Warto nadmienić, że Moreno i in. [2007] wykazali bezpośredni związek zawartości tłuszczu śródmięśniowego w mięsie cielęcym z jego kruchością. Oceniane w prezentowanych badaniach mięśnie jagniąt i cieląt rzeźnych również różniły się zawartością tłuszczu śródmięśniowego. Istotnie ($p \leq 0,01$) mniej tego składnika zawierało mięso cieląt (1,32%) w porównaniu z jagnięcym (3,16%) [Florek i in. 2017]. Moreno i in. [2007] wskazują ponadto, że cielęcina z niewielkim udziałem tłuszczu nie powinna być zbyt długo ogrzewana, gdyż zwiększa to ubytek soku i zmniejsza kruchość mięsa.

Podsumowując, mięso porównywanych gatunków zwierząt (jego kruchość określono na podstawie siły cięcia w teście szerometrycznym Warnera-Bratzlera w 7 dniu postmortem) należy wg Belewa i in. [2003] zaklasyfikować w przypadku cieląt jako kuche (31,4–38,2 N), zaś jagniąt jako bardzo kuche (<31,4 N). Natomiast wg Destefanisa i in. [2008] (<42,9 N) oraz Shackelforda i in. [1991] (<45,1 N) mięso obu gatunków klasyfikowane jest jako kuche. Jakkolwiek Campbell i in. [2013] oraz Mandell i in. [2001] sugerują co najmniej 14-dniowy okres dojrzewania, przy czym zalecenia te dotyczą mięsa cieląt starszych żywionych paszami zbożowymi, a nie młodszych, jak w prezentowanych badaniach, żywionych mlekiem lub preparatami mlekozastępczymi.

Tschirhart-Hoelscher i in. [2006], oceniając barwę 18 mięśni szkieletowych jagniąt rzeźnych, podaje zbliżoną do uzyskanej w prezentowanych badaniach jasność mięśnia *semimembranosus* ($L^* = 41,1$), mniejszy udział barwy czerwonej ($a^* = 15,3$), większy natomiast barwy żółtej ($b^* = 4,0$). Campbell i in. [2013] z kolei, oceniając jakość mię-

śnia *semitendinosus* cieląt kanadyjskich z chowu masowego, uzyskali mniejszy zakres jasności ($42,0 \leq L^* \leq 42,8$) i udziału barwy czerwonej ($16,4 \leq a^* \leq 16,6$), zbliżony natomiast barwy żółtej ($4,3 \leq b^* \leq 5,3$) w porównaniu z prezentowanymi badaniami.

Intensywność barwy zależy od stężenia barwników (pośrednio zawartości żelaza) oraz gatunku, rasy, płci, wieku zwierząt, jak również od rodzaju i typu mięśnia czy typów włókien mięśniowych [Mancini i Hunt 2005]. Pakowanie próżniowe zabezpiecza przed namnażaniem się organizmów tlenowych powodujących szybkie psucie i pozwala przechowywać mięso przez kilka tygodni [Lawrie 1991]. Wadą metody pakowania próżniowego mięsa (zwłaszcza czerwonego, np. wołowiny czy jagnięciny) jest fakt, że po eliminacji z opakowania tlenu mioglobina pozostaje w postaci purpurowej deoksymoglobiny i brązowej metmioglobiny, co niekorzystnie wpływa na atrakcyjność produktu dla konsumenta [Domaradzki i in. 2016]. Barwa mięsa cieląt może być zróżnicowana w zależności od sposobu i długości okresu żywienia mlekiem (preparatami mlekozastępczymi) lub paszami stałymi [Domaradzki i in. 2017]. Jasna barwa cielęciny spowodowana jest małą koncentracją barwników w tkance mięśniowej rosnących zwierząt, którym podaje się paszę z niewielką zawartością żelaza, jak w przypadku cieląt żywionych mlekiem. Litwińczuk i in. [2009] z kolei, oceniając związek barwy mięśnia *longissimus lumborum* cieląt z profilem hematologicznym w zależności od sezonu pozyskania (jesienny vs. letni), uzyskali zbliżoną jasność ($43,69 \leq L^* \leq 45,80$), mniejszy natomiast udział barwy czerwonej ($17,99 \leq a^* \leq 18,90$) i żółtej ($2,66 \leq b^* \leq 4,27$) w porównaniu z prezentowanymi badaniami. Dodatkowo rozjaśnienie barwy mięsa cielęcego może być związane z niskim pH [Guignot i in. 1992], co obserwowano również w prezentowanych badaniach. Istotnie ($p \leq 0,01$) mniejszą zawartość barwników hemowych stwierdzono w mięsie cielęcym niż jagnięcym (107,7 vs. 148,5 $\mu\text{g/g}$), co w konsekwencji spowodowało istotne zróżnicowanie przede wszystkim takich instrumentalnych parametrów barwy, jak jasność (L^*) i udział barwy czerwonej (a^*). Ponadto mniejszą stabilność oksydacyjną lipidów mięśniowych wyrażoną wyższą wartością Tbars stwierdzono w mięsie jagniąt w porównaniu z cielętami, co mogło być również uwarunkowane większą zawartością barwników hemowych w mięsie jagnięcym. Rhee i in. [1996] wskazują bowiem, że wyższa koncentracja barwników hemowych, a tym samym większa aktywność katalazy, powoduje zmniejszenie stabilności oksydacyjnej mięsa. Ponadto Min i in. [2008] do czynników zwiększających wartość Tbars w mięsie wołowym zaliczają przede wszystkim zwiększoną ilość mioglobiny (zwłaszcza formy ferryłmioglobiny) i/lub hematyny, w mniejszym zakresie natomiast zawartość żelaza niehemowego czy profil kwasów tłuszczowych.

Wielu autorów potwierdziło istotny wpływ czasu przechowywania na zmiany wyróżników barwy zarówno mięsa jagnięcego [Luciano i in. 2012, Ripoll i in. 2013], jak i cielęcego [Mandell i in. 2001], jakkolwiek uwarunkowania pogorszenia atrakcyjności i akceptowalności barwy są bardzo złożone. Lindahl i in. [2001] podają, że zawartość barwników hemowych w mięsie wieprzowym była istotnie dodatnio skorelowana z udziałem barwy czerwonej a^* i ujemnie z odcieniem. Florek i in. [2009b] w mięsie cielęcym z udźca stwierdzili natomiast dodatnie korelacje barwników hemowych z parametrem a^* ($0,54 \leq r \leq 0,64$) i ujemne z L^* ($-0,40 \leq r \leq -0,48$). Również w prezentowanych badaniach stwierdzono identyczne i jednocześnie wyższe współczynniki korelacji dla mięsa cielęcego (odpowiednio $r = 0,72$ i $r = -0,74$). W przypadku mięsa jagnięcego zawartość barwników hemowych była istotnie skorelowana z parametrem a^* ($r = 0,40$).

Z kolei Ripoll i in. [2013] dla mięśnia *longissimus thoracis* jagniąt lekkich również uzyskali wysokie współczynniki korelacji pomiędzy instrumentalnymi pomiarami barwy, zawartością barwników mięśniowych i wartością TBA. Najsilniejsze ($p \leq 0,001$) związki autorzy uzyskali dla b^* i h° ($r = 0,90$), a^* i C^* ($r = 0,82$), L^* i h° ($r = 0,75$), C^* i b^* ($0,65$), L^* i b^* ($0,57$) oraz C^* i h° ($0,27$). Ujemne korelacje stwierdzono natomiast pomiędzy L^* i a^* ($r = -0,50$), h° i a^* ($r = -0,31$). Bardzo zbliżone zależności stwierdzono także w prezentowanych badaniach w odniesieniu do mięśnia *semimembranosus* z udźca cieląt (tab. 4). Również Guinot i in. [1992] wykazali silne korelacje między większością parametrów barwy i zawartością barwników hemowych w mięśni najdłuższym cieląt. Tschirhart-Hoelscher i in. [2006] dla mięśnia *semimembranosus* jagniąt rzeźnych uzyskali istotną i ujemną korelację siły cięcia W-B i udziału barwy żółtej ($r = -0,39$). Podobnie w prezentowanych badaniach taki istotny związek stwierdzono zarówno dla mięsa jagnięcego ($r = -0,53$), jak i cielęcego ($r = -0,37$).

WNIOSKI

1. Gatunek istotnie determinował barwę mięsa ocenianych zwierząt, a czas dojrzewania istotnie poprawiał jego kruchość. Płeć nie wpływała na właściwości fizykochemiczne mięsa cieląt i jagniąt rzeźnych.
2. Nie stwierdzono odchyłeń jakościowych mięsa jagnięcego i cielęcego.
3. Dojrzewanie mięsa zapakowanego próżniowo przez 7 od uboju pozwala uzyskać mięso bardzo kruche (jagnięcina) lub kruche (cielęcina).
4. Wykazano różną przydatność instrumentalnych parametrów barwy w ocenie jakości mięsa porównywanych gatunków. W przypadku jagnięciny najwięcej zależności pomiędzy właściwościami fizykochemicznymi stwierdzono z udziałem barwy czerwonej (a^*) i nasyceniem (C^*), natomiast w przypadku mięsa cielęcego, takimi parametrami były jasność (L^*) i udział barwy żółtej (b^*).

PIŚMIENNICTWO

- Abdullah A.Y., Qudsieh R.I., 2009. Effect of slaughter weight and aging time on the quality of meat from Awassi ram lambs. *Meat Sci.* 82, 309–316.
- Bekhit A.E.D., Hopkins D.L., Fahri F.T., Ponnampalam E.N., 2013. Oxidative processes in muscle systems and fresh meat: sources, markers, and remedies. *Compr. Rev. Food Sci. F.* 12, 565–597.
- Belew J.B., Brooks J.C., Mckenna D.R., Savell J.W., 2003. Warner-Bratzler shear evaluations of 40 bovine muscles. *Meat Sci.* 64, 507–512.
- Bendall J.R., 1979. Relations between muscle pH and important biochemical parameters during the post-mortem changes in mammalian muscles. *Meat Sci.* 3, 143–157.
- Cabrera M.C., Saadoun A., 2014. An overview of the nutritional value of beef and lamb meat from South America. *Meat Sci.* 98, 435–444.
- Campbell C.P., Haley J., Swanson K.C., Mandell I.B., 2013. Packing plant differences in meat quality for grain-fed veal. *Can. J. Anim. Sci.* 93(2), 205–215.
- CIE, 2004. *Colorimetry*. (3rd ed.). Commission International de l'Eclairage. Vienna, Austria, 16–20.
- Dell Inc., 2016. Dell Statistica (data analysis software system), version 13, software.dell.com.

- Destefanis G., Brugiapaglia A., Barge M.T., Dal Molin E., 2008. Relationship between beef consumer tenderness perception and Warner-Bratzler shear force. *Meat Sci.* 78, 153–156.
- Domaradzki P., Litwińczuk Z., Florek M., Litwińczuk A., 2016. Zmiany właściwości fizykochemicznych i sensorycznych mięsa wołowego w zależności od warunków jego dojrzewania. *Żywn. Nauka Technol. Jakość* 3(106), 35–53.
- Domaradzki P., Stanek P., Litwińczuk Z., Skąlecki P., Florek M., 2017. Slaughter value and meat quality of suckler calves: A review. *Meat Sci.* 134C, 135–149.
- EC, 2017. Short-term outlook for EU agricultural markets in 2017 and 2018. Summer 2017, European Commission, Directorate General for Agriculture and Rural Development. Short Term Outlook 18, 31–32.
- Farouk M.M., Mustafa N.M., Wu G., Krsinic G., 2012. The “sponge effect” hypothesis: An alternative explanation of the improvement in the waterholding capacity of meat with ageing. *Meat Sci.* 90, 670–677.
- Faustman C., Cassens R.G., 1990. The biochemical basis for discoloration in fresh meat: A review. *J. Muscle Foods* 1, 217–243.
- Florek M., Domaradzki P., Litwińczuk Z., 2016a. Teorie dotyczące naturalnych procesów kruszenia mięsa po uboju. *Żywn. Nauka Technol. Jakość* 2(105), 34–48.
- Florek M., Junkuszew A., Bojar W., Skąlecki P., Greguła-Kania M., Litwińczuk A., Gruszecki T.M., 2016b. Effect of vacuum ageing on instrumental and sensory textural properties of meat from Uhuska lambs. *Ann. Anim. Sci.* 16(2), 601–609.
- Florek M., Junkuszew A., Skąlecki P., Domaradzki P., Bojar W., Litwińczuk Z., Gruszecki T.M., 2017. Porównanie wartości rzeźnej tusz i jakości żywieniowej mięsa jagniąt i cieląt rzeźnych. *J. Anim. Sci. Biol. Bioecon.* 35(4), 7–15.
- Florek M., Litwińczuk Z., Skąlecki P., 2009a. Influence of slaughter season of calves and ageing time on meat quality. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 59(4), 309–314.
- Florek M., Litwińczuk Z., Skąlecki P., Grodzicki T., 2009b. Colour of carcass and meat of calves slaughtered at different body weights. *Fleischwirtschaft Int.* 24(4), 59–62.
- Grau R., Hamm R., 1953. Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung im Muskel. *Naturwissenschaften* 40, 29.
- Gruszecki T., Litwińczuk A., Lipecka Cz., Florek M., Junkuszew A., Skąlecki P., 2001. Evaluation of carcass and muscle tissue quality of two- and three-breed hybrid lambs. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 10/51, 3(S), 116–118.
- Guignot F., Quilichini F., Renner M., Lacourt A., Monin G., 1992. Relationship between muscle type and some traits influencing veal colour. *J. Sci. Food Agric.* 58, 523–529.
- Hornsey H.C., 1956. The colour of cooked cured pork I. Estimation of the nitric oxide-haem pigments. *J. Sci. Food Agric.* 7, 534–540.
- Jandasek J., Milerski M., Lichovnikova M., 2014. Effect of sire breed on physico-chemical and sensory characteristics of lamb meat. *Meat Sci.* 96, 88–93.
- Jaud D., Weisse K., Gehlen K.H., Fischer A., 1992. pH and conductivity comparative measurements on pig carcasses and their relationship to drip loss. *Fleischwirtschaft* 72, 1416–1418.
- Lawrie R.A., 1991. *Meat Science*. 5th ed., Pergamon Press, Oxford.
- Lindahl G., Lundstrom K., Tornberg E., 2001. Contribution of pigment content, myoglobin forms and internal reflectance to the colour of pork loin and ham from pure breed pigs. *Meat Sci.* 59(2), 141–151.
- Litwińczuk Z., Florek M., Kędzierska-Matysek M., Skąlecki P., 2009. Blood haematological profile and meat colour of calves slaughtered in summer and autumn season. *Pol. J. Vet. Sci.* 12, 4, 557–562.
- Luciano G., Biondi L., Oagno R. I., Scerra M., Vasta V., López-Andrés P., Valenti B., Lanza M., Priolo A., Avondo M., 2012. The restriction of grazing duration does not compromise lamb meat colour and oxidative stability. *Meat Sci.* 92, 30–35.

- Mancini R.A., Hunt M.C., 2005. Current research in meat color. *Meat Sci.* 71, 100–121.
- Mandell I. B., MacLaurin T., Buttenham S., 2001. Effects of carcass weight class and postmortem ageing on carcass characteristics and sensory attributes in grain-fed veal. *J. Food Sci.* 66, 762–769.
- Min B., Nam K.C., Cordray J., Ahn D.U., 2008. Endogenous factors affecting oxidative stability of beef loin, pork loin, and chicken breast and thigh meats. *J. Food Sci.* 73, C439–C446.
- Moreno T., Pérez N., Oliete B., Carballo J.A., Franco D., Monserrat L., 2007. Effects on quality attributes of commercial veal pieces under different ageing treatments. *Int. J. Food Sci. Technol.* 42, 373–379.
- Mottram D.S., 1998. Flavor formation in meat and meat products: a review. *Food Chem.* 62, 415–424.
- Pliquett F., Pliquett U., Robekamp W., 1990. Beurteilung der reifung des *M. long. dorsi* und *M. semitendinosus* durch impulsimpedanzenmessungen. *Fleischwirtschaft* 70, 1468–1470.
- Rhee K.S., Anderson L.M., Sams A.R., 1996. Lipid oxidation potential of beef, chicken, and pork. *J. Food Sci.* 61, 8–12.
- Ripoll G., González-Calvo L., Molino F., Calvo J. H., Joy M., 2013. Effects of finishing period length with vitamin E supplementation and alfalfa grazing on carcass color and the evolution of meat color and the lipid oxidation of light lambs. *Meat Sci.* 93, 906–913.
- Rudy M., Roch A., Stanisławczyk R., Duma P., 2014. Wpływ rasy bydła na wybrane cechy jakościowe cieleciny przechowywanej w warunkach chłodniczych. *Rocz. Nauk. Pol. Tow. Zoot.* 10, 1, 45–53.
- Shackelford S.D., Morgan J.B., Cross H.R., Savell J.W., 1991. Identification of threshold levels for Warner-Bratzler shear force in beef top loin steaks. *J. Muscle Foods* 2, 289–296.
- Świetlik K., 2017. Ceny detaliczne i spożycie mięsa. *Rynek Mięsa* 53, 57–67.
- Tschirhart-Hoelscher T.E., Baird B.E., King D.A., Mckenna D.R., Savell J.W., 2006. Physical, chemical, and histological characteristics of 18 lamb muscles. *Meat Sci.* 73, 48–54.
- Witte V.C., Krause G.F., Bailey M.E., 1970. A New extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. *J. Food Sci.* 35, 582–585.
- Zawadzka D., 2017. Aktualny i przewidywany stan rynku baraniny. *Rynek Mięsa* 53, 44–47.

Summary. The objective of this study was to compare the physicochemical properties of *musculus semimembranosus* of lambs and calves from mass farming during postmortem ageing under vacuum. The research material consisted of 24 lambs aged between 120 and 130 days (12 ewes and 12 rams), and 17 calves aged between 55 and 65 days (9 heifers and 8 bullocks). The meat pH, electrical conductivity, CIE L*a*b* colour coordinates, water holding capacity, shear force and energy, and Tbars value were determined considering postmortem time (up to 7 day). Moreover, Pearson correlations for physicochemical properties per species were calculated. On the one hand, it was found that species significantly influenced the meat colour; on the other, postmortem ageing significantly improved tenderness. There was no effect of sex on meat quality indices. Postmortem ageing of meat under vacuum up to 7 day is able to provide final product, classified as tender (veal) or very tender (lamb). The greatest number of relationships between physicochemical properties were found for redness (a*) and chroma (C*) in the case of lamb, and for lightness (L*) and yellowness (b*) in the case of veal.

Key words: lambs, calves, meat, pH, water holding capacity, colour, tenderness, correlations

Otrzymano/ Received: 10.02.2018
Zaakceptowano/Accepted: 2.04.2018