

Skład chemiczny i właściwości fizykochemiczne mięśni szkieletowych czterech kategorii bydła rzeźnego

Tomasz Grodzicki

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie,
Katedra Towaroznawstwa i Przetwórstwa Surowców Zwierzęcych,
ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin

Celem przeprowadzonych badań była ocena podstawowego składu chemicznego oraz właściwości fizykochemicznych – pH, przewodności elektrycznej (EC), barwy mięsa – mięśnia najdłuższego łądźwi i półścięgnistego uda, pochodzących od czterech kategorii (cielęta, jałówki, buhajki i krowy) bydła rasy holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej. Najwyższą zawartością suchej masy charakteryzowały się oba mięśnie jałówek, co wynikało z najwyższej zawartości tłuszczu śródmięśniowego. Najmniej suchej masy stwierdzono w mięśniach cieląt, jednak przy najwyższym udziale białka. Najmniej białka, jak również popiołu zawierały mięśnie krów. Najwyższymi wartościami pH₁ i pH₂₄ cechowały się mięśnie cieląt, natomiast najniższe wartości pH, we wszystkich pomiarach, odnotowano w mięśniach jałówek. Ocena przewodności elektrycznej (EC) wykazała sukcesywny wzrost poziomu tego wskaźnika w trakcie przechowywania mięsa (z wyjątkiem mięśni cieląt), osiągając najwyższy poziom po 48 godzinach od uboju. Najjaśniejszą barwę (najwyższe wartości L*) wśród ocenianych mięśni stwierdzono u cieląt. Mięśnie te charakteryzowały się również najmniejszym udziałem barwy czerwonej (a*) oraz żółtej (b*). Natomiast największym udziałem wskaźników barwnych a* i b*, a tym samym najciemniejszą barwą, charakteryzowały się mięśnie buhajków.

SŁOWA KLUCZOWE: mięso wołowe / skład chemiczny / właściwości fizykochemiczne / jakość mięsa

Produkcja i spożycie mięsa wołowego na przestrzeni ostatnich lat uległy w Polsce drastycznemu ograniczeniu. Według Urbana [36] spożycie mięsa wołowego w naszym kraju jest czterokrotnie mniejsze od przeciętnego spożycia w krajach starej Unii Europejskiej. Według aktualnych danych [17] spożycie wołowiny spadło poniżej prognozowanych 4 kg na osobę [34] i wynosi 3,8 kg.

W Polsce większość mięsa wołowego pozyskiwane jest od ras o dwukierunkowej użytkowości [6, 24, 32]. Według Seredyń [32] wołowina w 99% pochodzi z produkcji prowadzonej w stadach bydła mlecznego, gdzie wartość rzeźna zwierząt nie jest naj-

istotniejszym wyróżnikiem. Powoduje to, że produkowane mięso charakteryzuje się niską jakością, niezadowolającą konsumentów. Poszukują oni bowiem mięsa z młodych dobrze umięśnionych zwierząt, a więc mięsa o wysokiej jakości. W handlu preferowane jest mięso o czerwonej barwie i drobnowłóknistej strukturze. Powinno ono być soczyste, kruche, o odpowiednim smaku i zapachu, lekkostrawne oraz łatwe i szybkie w przygotowaniu z niego różnych potraw [37, 38].

Materiał i metody

W badaniach dotyczących oceny różnych czynników kształtujących jakość fizykochemiczną mięsa objętych zostało 100 sztuk bydła rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej, w tym: 29 krów, 25 jałówek, 21 buhajków, 25 cieląt. W czasie rozbioru technologicznego pobierane były próbki mięsa (o masie ok. 1 kg) z mięśnia najdłuższego lędźwi i mięśnia półścięgnistego uda. W pobranych próbach mięsa w trakcie badań fizykochemicznych wykonano następujące oznaczenia:

- pH i przewodność elektrolityczną właściwą – EC (mS/cm), za pomocą aparatu PQM I-KOMBI firmy INTEK GmbH; pomiary wykonywano trzykrotnie, tj. 45 minut po uboju (odpowiednio pH₁ i EC₁) oraz po upływie 24 godzin (pH₂₄, EC₂₄) i 48 godzin od uboju (pH₄₈, EC₄₈);

- barwę mięsa po 30-minutowej ekspozycji oceniano za pomocą miernika nasycenia barwy Minolta CR-310, a bezwzględne wyniki podano jako trójchromatyczne wartości w przestrzeni barw L*a*b* [8];

- zawartość wody w mięsie, metodą suszenia wg PN-ISO 1442:2000 [28];

- zawartość popiołu, metodą spalania wg PN-ISO 936:2000 [30];

- zawartość białka ogólnego metodą Kjeldahla, przy użyciu aparatu Büchi B-324 [27];

- zawartość tłuszczu śródmięśniowego metodą Soxhleta, przy użyciu aparatu Büchi B-811 [29].

Obliczenia statystyczne wykonano za pomocą programu StatSoft, Inc. (2003) STATISTICA (data analysis software system), version 6; www.statsoft.com., wykorzystując jedno- i dwuczynnikową analizę wariancji z interakcją (ANOVA dla układów czynnikowych z interakcją), określając jednoczesny wpływ kategorii i mięśnia.

Istotność różnic pomiędzy średnimi wartościami dla ocenianych grup wyznaczono testem NIR Fishera. W tabelach podano średnie wartości dla poszczególnych cech oraz odchylenia standardowe.

Wyniki i dyskusja

Skład chemiczny mięsa jest ważnym czynnikiem wpływającym na jego wartość odżywczą, jak również na przydatność przetwórczą. Uzyskane w badaniach własnych wyniki, dotyczące podstawowego składu chemicznego mięsa nie odbiegają od wartości podawanych w literaturze [22, 39].

Ocena procentowego udziału podstawowych składników chemicznych mięśni czterech analizowanych kategorii bydła (tab. 1) wykazała, że mięso jałówek charakteryzowało się najwyższą zawartością suchej masy w odniesieniu do dwóch analizowanych mięśni. Zawartość suchej masy w mięśniu najdłuższym łędźwi u tej kategorii bydła wynosiła 25,87%, a w mięśniu półścięgnistym uda – 25,53%. Natomiast najmniej suchej masy stwierdzono w obu mięśniach u cieląt, odpowiednio 23,97% i 23,14%. Taki stan rzeczy wynikał prawdopodobnie ze skrajnie różnej zawartości tłuszczu u tych dwóch ocenianych kategorii bydła (u jałówek 2,51% w mięśniu najdłuższym łędźwi i 1,30% w półścięgnistym uda, a u cieląt, odpowiednio 0,20% i 0,30%).

Daszkiewicz i Wajda [9], oceniając podstawowy skład chemiczny mięsa buhajków o różnej zawartości tłuszczu śródmięśniowego, wskazują również na podobną zależność. Wraz ze wzrostem udziału tłuszczu w mięsie ocenianych zwierząt wyraźnie wzrastała zawartość suchej masy, osiągając bardzo wysoki poziom (28,51%), przy zawartości tłuszczu ponad 4% w mięśniu najdłuższym grzbietu buhajków rasy czarno-białej.

Litwińczuk i wsp. [23], oceniając jakość fizykochemiczną mięsa jałówek i buhajków rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej i mieszańców towarowych po buhajach ras mięsnych, stwierdzili wyższą zawartość suchej masy u jałówek niezależnie od genotypu ocenianych zwierząt. W mięśniu najdłuższym łędźwi u tej kategorii bydła ilość suchej masy zawierała się w przedziale od 24,30% u mieszańców z rasą charolaise do 26,01% u jałówek rasy phf odmiany czarno-białej, natomiast w mięśniu półścięgnistym uda – od 23,90% u mieszańców z rasą charolaise do 24,28% u mieszańców z rasą limousine. Wykazano również wyższą zawartość suchej masy w mięśniu najdłuższym łędźwi w porównaniu do mięśnia półścięgnistego uda, co stwierdzono także w badaniach własnych.

Pomimo stosunkowo niskiej zawartości suchej masy mięso cieląt charakteryzowało się najwyższym udziałem białka (22,76% w mięśniu najdłuższym łędźwi i 22,18% w mięśniu półścięgnistym uda).

Johnson i wsp. [16], analizując skład chemiczny mięśnia najdłuższego łędźwi 17 cieląt ubijanych przy masie ciała około 140 kg, wykazali zawartość podstawowych składników na średnim poziomie, tzn.: 23,4% suchej masy, 21,0% białka oraz 1,35% tłuszczu.

Najniższy udział białka stwierdzono w mięsie krów, bowiem zawartość tego składnika nie przekraczała 19%. W mięśniach krów odnotowano także najmniej popiołu w porównaniu do innych ocenianych kategorii bydła. Jednak mięso krów i jałówek cechowało się najwyższym udziałem tłuszczu wewnątrzmięśniowego. U krów w mięśniu najdłuższym łędźwi udział ten wynosił 2,19%, a w mięśniu półścięgnistym uda – 2,09%, a w przypadku jałówek, odpowiednio 2,41% i 1,30%.

Według Litwińczuk i wsp. [21] mięso jałówek zawiera z reguły więcej tłuszczu wewnątrzmięśniowego niż mięso buhajków. Wynika to z faktu, że odkładanie tkanki tłuszczowej u samic następuje znacznie wcześniej niż u samców.

Z punktu widzenia jakości mięsa, uzyskanie optymalnego poziomu tłuszczu śródmięśniowego jest sprawą bardzo istotną, ponieważ pozostaje on w ścisłym związku

Tabela 1 – Table 1

Skład chemiczny mięsna najdłuższego łądzwi (*musculus longissimus lumborum*) i półścięgniętego uda (*musculus semitendinosus*) różnych kategorii bydła
 Chemical composition of *musculus longissimus lumborum* and *musculus semitendinosus* for various cattle categories

Wyszczególnienie Specification	Kategoria – Category				Wpływ: – Influence of:						
	krowy cows (n = 29)		bydłowski heifers (n = 25)		buhajki young bulls (n = 21)		cielęta calves (n = 25)				
	m.l.l. ¹⁾	m.s. ²⁾	m.l.l.	m.s.	m.l.l.	m.s.	m.l.l.	m.s.			
Sucha masa (%)	\bar{x} 25,51 ^B	SD 24,97 ^B	25,87 ^B	25,53 ^B	24,96 ^{A,B}	24,78 ^B	23,97 ^A	23,14 ^A	**	**	ns
Dry matter (%)	\bar{x} 1,31	SD 1,93	1,33	1,04	1,11	1,38	1,32	1,19	**	*	ns
Białko (%)	\bar{x} 18,79 ^A	SD 18,49 ^A	21,47 ^B	21,60 ^B	20,00 ^{A,B}	18,51 ^A	22,76 ^C	21,18 ^B	**	**	ns
Protein (%)	\bar{x} 2,41	SD 3,36	2,10	2,40	2,88	2,82	0,65	0,83	**	**	ns
Thuszcz (%)	\bar{x} 2,19 ^C	SD 2,09 ^C	2,41 ^C	1,30 ^B	1,48 ^B	1,09 ^B	0,20 ^A	0,30 ^A	**	**	*
Fat (%)	\bar{x} 1,25	SD 1,36	1,51	0,89	1,18	0,99	0,14	0,32	ns	ns	ns
Popiół (%)	\bar{x} 1,15 ^A	SD 1,20 ^A	1,27 ^{A,B}	1,20 ^A	1,18 ^B	1,28 ^B	1,31 ^{A,B}	1,22 ^A	ns	ns	ns
Ash (%)	\bar{x} 0,06	SD 0,10	0,17	0,17	0,18	0,12	0,20	0,21	ns	ns	ns

m.l.l.¹⁾ mięsien najdłuższy łądzwi – *musculus longissimus lumborum*

m.s.²⁾ mięsien półścięgnięty uda – *musculus semitendinosus*

A, B, C – średnie w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $P \leq 0,01$ – the means in rows marked with different letters differ statistically at $P \leq 0,01$

* – różnice istotne przy $P \leq 0,05$ – differences significant at $P \leq 0,05$

** – różnice istotne przy $P \leq 0,01$ – differences significant at $P \leq 0,01$

ns – statystycznie nieistotne – statistically insignificant

Różnice statystycznie istotne oznaczono dla poszczególnych kategorii w obrębie danego mięsna

Differences statistically significant were determined for the particular categories within a given muscle

z wieloma cechami jakościowymi mięsa, takimi jak: kruchość, smakowitość, soczystość. Zdaniem Daszkiewiczza i wsp. [10] preferencje co do optymalnej zawartości tłuszczu śródmięśniowego w mięsie wołowym kształtują się odmiennie w różnych krajach. Wichlacz i wsp. [40], oceniając wpływ zawartości tłuszczu śródmięśniowego na cechy fizykochemiczne i sensoryczne mięśnia najdłuższego grzbietu młodego bydła rzeźnego, przyjęli niezbędne minimum dla tego składnika na poziomie 1%.

Oceniając zawartość popiołu w mięśniach analizowanych kategorii bydła wykazano dla mięśnia najdłuższego łędźwi najwyższą jego zawartość u cieląt (1,31%), a dla mięśnia półścięgnistego uda – u buhajków (1,28%). Stosunkowo najmniej składników mineralnych zawierały oba analizowane mięśnie krów, odpowiednio: 1,15% – mięsień najdłuższy łędźwi, 1,20% – mięsień półścięgnisty uda.

Czynnikiem determinującym skład chemiczny mięsa jest nie tylko sam mięsień, ale również miejsce pobrania próbki w obrębie danego mięśnia. O'Neill i wsp. [26], analizując próbki mięsa z trzech lokalizacji mięśnia najdłuższego, tj.: dogłowej, środkowej i doogonowej, wskazują na różny skład chemiczny mięsa w zależności od lokalizacji. Szczególnie wyraźnie zależność ta (statystycznie istotna) zaznaczyła się dla zawartości suchej masy (najniższa wartość 25,58% w części doogonowej) oraz tłuszczu wewnątrzmięśniowego (najniższa wartość 1,59% w części środkowej).

Warto podkreślić, że w badaniach własnych wykazano istotny wpływ ($P \leq 0,01$) kategorii bydła na zawartość poszczególnych składników chemicznych mięsa, mniej wyraźnie zarysował się wpływ mięśnia. Nie wykazano natomiast jednoczesnego wpływu obu tych czynników na podstawowy skład chemiczny mięsa.

Pomiar odczynu (pH) tkanki jest podstawowym wskaźnikiem charakteryzującym prawidłowość przebiegu poubojowych przemian w mięśniach. Jest on obecnie jedną z najważniejszych metod oceny jakości mięsa, która wpływa na inne jego cechy fizykochemiczne [18].

Kształtowanie się odczynu (pH) w mięśniach ocenianych kategorii bydła przedstawiono w tabeli 2. Uzyskane wartości pH ocenianych mięśni znajdują potwierdzenie w literaturze dotyczącej tego zagadnienia [4, 5, 7, 11, 12, 31]. Najwyższe wartości pH mierzonego tuż po uboju (6,85 – dla mięśnia najdłuższego łędźwi i 6,86 dla półścięgnistego uda), jak również po 24 godzinach (odpowiednio: 5,90 i 5,73) odnotowano w analizowanych mięśniach cieląt. Florek i wsp. [11], oceniając pH mięśnia półścięgnistego uda cieląt ubijanych w dwóch sezonach, uzyskali wartości pH₁ na zbliżonym i stosunkowo wysokim poziomie, odpowiednio: 6,80 wiosną i 6,81 latem.

Najniższymi wartościami pH we wszystkich trzech pomiarach charakteryzowały się oba mięśnie jałówek. Dla wartości pH₄₈ wykazano istotne różnice ($P \leq 0,05$), a średnia wartość tej cechy kształtowała się w mięśniu najdłuższym łędźwi – na poziomie 5,42, a w mięśniu półścięgnistym uda – 5,44. Ponadto wykazano, że na oceniane wartości pH (pH₁, pH₂₄ i pH₄₈) istotny wpływ ($P \leq 0,01$) miała kategoria bydła. Rodzaj mięśnia miał istotny wpływ ($P \leq 0,05$) jedynie na pH₂₄. Nie stwierdzono natomiast wpływu interakcji tych dwóch czynników na pH mięsa.

Wartości pH₄₈ na podobnie niskim poziomie dla ocenianego mięsa jałówek uzyskali również Śmiecińska i Wajda [33]. Średni poziom pH według tych autorów mieścił się

Tabela 2 – Table 2

Wartości pH mięśnia najdłuższego lędźwi (*musculus longissimus lumborum*) i półścięgienistego uda (*musculus semitendinosus*) różnych kategorii bydła
 Value of pH of *musculus longissimus lumborum* and *musculus semitendinosus* for various cattle categories

Wyszczególnienie Specification	Kategoria – Category				Wpływ: – Influence of:					
	krowy cows (n = 29)		jałówki heifers (n = 25)		buhajki young bulls (n = 21)		ciętła calves (n = 25)			
	m.l.l. ¹⁾	m.s. ²⁾	m.l.l.	m.s.	m.l.l.	m.s.	m.l.l.	m.s.		
pH ₁	\bar{x} 6,69 ^a	SD 0,25	6,68 ^a	6,62 ^a	6,69 ^a	6,68 ^a	6,85 ^b	6,86 ^b	**	ns
pH ₂₄	\bar{x} 5,70 ^a	SD 0,17	5,53 ^a	5,47 ^a	5,88 ^a	5,79 ^b	5,90 ^b	5,73 ^b	**	*
pH ₄₈	\bar{x} 5,55 ^a	SD 0,17	5,52 ^{ab}	5,42 ^a	5,75 ^b	5,46 ^a	5,56 ^b	5,56 ^b	**	ns

m.l.l.¹⁾ mięsień najdłuższy lędźwi – *musculus longissimus lumborum*

m.s.²⁾ mięsień półścięgienisty uda – *musculus semitendinosus*

A, B – średnie w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $P \leq 0,01$ – the means in rows marked with different letters differ statistically at $P \leq 0,01$

a, b – średnie w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $P \leq 0,05$ – the means in rows marked with different letters differ statistically at $P \leq 0,05$

* – różnice istotne przy $P \leq 0,05$ – differences significant at $P \leq 0,05$

** – różnice istotne przy $P \leq 0,01$ – differences significant at $P \leq 0,01$

ns – statystycznie nieistotne – statistically insignificant

Różnice statystycznie istotne oznaczono dla poszczególnych kategorii w obrębie danego mięśnia

Differences statistically significant were determined for the particular categories within a given muscle

w przedziale 5,37 (u jałówek mieszańców z limousine) do 5,44 (u jałówek rasy cb). Ponadto autorzy ci wykazali statystycznie istotną różnicę ($P \leq 0,05$) pomiędzy analizowanymi grupami zwierząt.

Grześkowiak i wsp. [14], analizując jakość podstawowych elementów kulinarnych tusz młodego bydła, nie stwierdzili na ogół istotnych różnic dotyczących wartości pH pomiędzy nimi, z wyjątkiem mięśni łopatki. Wartość pH końcowego badanych elementów kulinarnych zamykała się w nieco wyższych granicach (pomiędzy 5,71 a 5,98) niż wartości uzyskane w badaniach własnych, przyjmując dla mięśnia najdłuższego łądźwi poziom 5,83, a dla półścięgnistego uda – 5,77.

Pomiar przewodności elektrycznej (EC) jest istotnym wskaźnikiem określającym nienaruszalność błon komórkowych w tkance mięśniowej [15]. Błony te utrzymują płyny w przestrzeniach wewnątrzkomórkowych oraz poza nimi. Tkanka mięśniowa posiadająca nienaruszoną strukturę błon komórkowych charakteryzuje się niską wartością EC, natomiast wraz ze zwiększaniem się zawartości wody wewnątrz mięśnia wartość przewodności elektrycznej wzrasta. Przydatność pomiaru przewodności prądu elektrycznego, jako wskaźnika jakości mięsa opiera się, wg Blicharskiego i wsp. [3], na zjawisku zależności tempa przebiegu glikolizy i zmian stężenia jonów w przestrzeniach międzykomórkowych tkanek.

W badaniach wykazano, że wartość przewodności elektrycznej zwiększała się w czasie przechowywania prób mięsa, osiągając najwyższe wartości po 48 godzinach od uboju (tab. 3). Wyjątek stanowiły cielęta, ponieważ w obu mięśniach po 24 godzinach po uboju nastąpił spadek przewodności elektrycznej, która osiągnęła najniższy średni poziom wśród wszystkich ocenianych kategorii (mięsień najdłuższy łądźwi – 1,79 mS/cm, a półścięgnisty uda – 2,57 mS/cm).

Podobną zależność początkowego spadku wartości przewodności elektrycznej w mięśniu półścięgnistym cieląt zaobserwowali również Florek i wsp. [11]. Oceniając wpływ sezonu uboju na jakość mięsa cieląt wykazali, że początkowe wartości przewodności spadały w ciągu pierwszych 24 godzin z 4,15 mS/cm do 3,21 mS/cm – w sezonie wiosennym i z 3,76 mS/cm do 2,86 mS/cm – w sezonie jesiennym, po czym, podobnie jak w badaniach własnych, zaczynały wzrastać. W badaniach Byrne i wsp. [5], którzy oceniali jakość mięśnia najdłuższego grzbietu jałówek, odnotowano wzrost przewodności elektrycznej na przestrzeni całego okresu przechowywania mięsa, tj. w ciągu 14 dni (z początkowej wartości 2,3 mS/cm do 14,6 mS/cm). Dokładnie taką samą zależność wykazali Litwińczuk i wsp. [20], analizując zmiany przewodności podczas 14-dniowego okresu przechowywania mięśnia najdłuższego grzbietu i półbłoniastego uda. Wartości EC_1 , EC_{24} i EC_{48} były zbliżone do wartości uzyskanych w badaniach własnych, jednak końcowe wartości EC kształtowały się na poziomie 12,05 mS/cm w mięśniu najdłuższym łądźwi i 11,0 mS/cm w półbłoniastym [20].

Najniższymi istotnymi wartościami EC_1 charakteryzowały się mięśnie jałówek. Wartość tego wskaźnika dla mięśnia najdłuższego łądźwi wynosiła 2,84 mS/cm, a dla półścięgnistego uda – 2,63 mS/cm. Najwyższe wartości EC po 48 godzinach odnotowano w mięśniu najdłuższym łądźwi u krów (8,92 mS/cm) oraz w półścięgnistym uda u jałówek (9,12 mS/cm). Ponadto wykazano istotny ($P \leq 0,01$) wpływ kategorii bydła na

Tabela 3 – Table 3

Wartości przewodności elektrycznej (EC – mS/cm) mięśnia najdłuższego łądźwi (*musculus longissimus lumborum*) i półścięgienistego uda (*musculus semitendinosus*) różnych kategorii bydła
 Values of electric conductivity (EC – mS/cm) of *musculus longissimus lumborum* and *musculus semitendinosus* for various cattle categories

Wyszczególnienie Specification	Kategoria – Category				Wpływ: – Influence of:						
	krowy cows (n = 29)		jałowki heifers (n = 25)		buhajki young bulls (n = 21)		cielęta calves (n = 25)		kategorie category	mięśnia muscle	interakcja: kategoria x mięsień
	m.l.l. ¹⁾	m.s. ²⁾	m.l.l.	m.s.	m.l.l.	m.s.	m.l.l.	m.s.			interaction: category x muscle
EC ₁	\bar{x} 3,25	3,05 ^{ab}	2,84	2,63 ^a	3,24	3,56 ^b	2,85	3,82 ^b	**	ns	*
	SD 1,07	1,70	0,58	1,00	0,42	0,49	0,43	0,78			
EC _{2,4}	\bar{x} 3,02 ^{ab}	5,47 ^{ab}	3,60 ^a	7,93 ^b	4,29 ^b	6,66 ^b	1,79 ^A	2,57 ^A	**	**	ns
	SD 0,72	3,50	1,67	3,13	1,85	5,62	0,59	0,98			
EC ₄₈	\bar{x} 8,92 ^b	8,45 ^{ab}	7,28 ^{ab}	9,12 ^b	5,56 ^A	6,19 ^{ab}	6,50 ^{AB}	5,04 ^A	**	ns	*
	SD 3,00	4,25	2,61	3,66	3,36	4,81	2,62	2,35			

m.l.l.¹⁾ mięsień najdłuższy łądźwi – *musculus longissimus lumborum*

m.s.²⁾ mięsień półścięgienisty uda – *musculus semitendinosus*

A, B – średnie w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $P \leq 0,01$ – the means in rows marked with different letters differ statistically at $P \leq 0,01$

a, b, – średnie w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $P \leq 0,05$ – the means in rows marked with different letters differ statistically at $P \leq 0,05$

* – różnice istotne przy $P \leq 0,05$ – differences significant at $P \leq 0,05$

** – różnice istotne przy $P \leq 0,01$ – differences significant at $P \leq 0,01$

ns – różnice nieistotne – statistically insignificant

Różnice statystycznie istotne oznaczono dla poszczególnych kategorii w obrębie danego mięśnia

Differences statistically significant were determined for the particular categories within a given muscle

wartość wszystkich trzech pomiarów przewodności elektrycznej, tj.: EC₁, EC₂₄, EC₄₈. Rodzaj mięśnia miał jedynie istotny wpływ ($P \leq 0,01$) na EC₂₄. Dla wartości tego wskaźnika, mierzonego bezpośrednio po uboju i 48 godzinach po nim, odnotowano również istotny ($P \leq 0,01$) wpływ interakcji kategorii bydła i rodzaju mięśnia.

Istotnym czynnikiem, na podstawie którego konsument ocenia jakość mięsa wołowego, jest jego barwa, świadcząca m.in. o świeżości mięsa. Cecha ta stanowi zatem ważne kryterium klasyfikacji tuszy i jej wartości handlowej [19].

Wśród ocenianych mięśni różnych kategorii bydła najjaśniejszą barwą charakteryzowało się mięso cieląt (tab. 4). Wartość L* (jasność) dla mięśnia najdłuższego lędźwi wynosiła 46,83, a dla półścięgnistego uda – 49,23 i były to wartości różniące się statystycznie ($P \leq 0,01$). Mięso cieląt miało także najmniejszy udział ($P \leq 0,01$) wskaźnika chromatycznego a* (odpowiednio 16,59 – dla mięśnia najdłuższego grzbietu i 15,65 – dla półścięgnistego uda) oraz b* ($P \leq 0,01$) dla mięśnia półścięgnistego uda (3,67).

Podobne wartości dla wskaźników charakteryzujących barwę mięsa cielęcego podają Florek i wsp. [11]. Uzyskane przez nich wartości L* wahały się od 48,39 do 50,96, natomiast dla wskaźników chromatycznych uzyskali oni następujące wartości: dla a* – w zakresie od 16,33 do 19,16; a dla b* – od 4,48 do 5,58. Aporta i wsp. [1], analizując zmiany barwy mięsa cielęcego uzyskali dla mięśnia najdłuższego grzbietu wartości parametrów barwy: L* – w zakresie od 36,4 do 39,2; a* – od 12,2 do 17,3 i b* – od 3,1 do 8,1. Natomiast dla drugiego z ocenianych mięśni, tj. półścięgnistego uda wartości tych wskaźników zawierały się w przedziałach: od 41,6 do 43,7 – dla L*; od 11,6 do 16,0 – dla a*; od 6,6 do 10,6 – dla b*.

Zdaniem Beauchemin i wsp. [2] oraz Moran i wsp. [25] jasna barwa mięsa cielęcego związana jest ze stosunkowo niską koncentracją barwników w tkance mięśniowej rosnących cieląt, którym podaje się paszę z niską zawartością żelaza tak, jak ma to miejsce w przypadku cieląt żywionych mlekiem. Tyszkiewicz [35] wskazuje jednak na różne preferencje co do barwy mięsa cielęcego. Na przykład w Polsce i we Włoszech preferuje się mięso o jasnoróżowej lub wręcz białej barwie, natomiast w Hiszpanii czy w Szwecji konsumenci skłaniają się ku mięsu o zabarwieniu ciemnoróżowym.

W badaniach własnych stwierdzono, że najciemniejszą barwę miały mięśnie buhajków, na co wskazuje najniższa wartość L* mięśnia najdłuższego lędźwi (36,39) oraz półścięgnistego uda (38,66). Mięśnie buhajków cechowały się również najwyższą wartością wskaźnika barwnego a* oraz b* dla obu analizowanych mięśni, przy czym dla wartości a* były to różnice statystycznie istotne ($P \leq 0,01$). Wykazano także, że wśród ocenianych mięśni jaśniejszą barwą u wszystkich kategorii cechował się mięsień półścięgnisty uda.

Według Wajdy [37] mięso buhajków ma najczęściej wyraźnie ciemniejszą barwę, a przy tym wyższe wartości pH, niż mięso walców czy jałówek. Szczególnie często obserwuje się tę zależność w przypadku mięsa uzyskanego z buhajków rasy czarno-białej, gdzie nawet 80% mięsa to mięso z wadą DFD (ciemna barwa i wysokie pH – powyżej 6,0).

W badaniach wykazano istotny wpływ ($P \leq 0,01$) kategorii na wartości L* i a* oraz rodzaju mięśnia na wartości L* i b*. Nie stwierdzono natomiast interakcji kategorii

Tabela 4 – Table 4

Parametry barwy (L*, a*, b*) mięśnia najdłuższego lędźwi (*musculus longissimus lumborum*) i półścięgienistego uda (*musculus semitendinosus*) różnych kategorii bydła
 Parameters of colour (L*, a*, b*) of *musculus longissimus lumborum* and *musculus semitendinosus* for various cattle categories

Wyszczególnienie Specification	Kategoria – Category						Wpływ: – Influence of:			
	krowy cows (n = 29)		jałówki heifers (n = 25)		buhajki young bulls (n = 21)		interakcja: kategoria x mięsień interaction: category x muscle			
	m.l.l. ¹⁾	m.s. ²⁾	m.l.l.	m.s.	m.l.l.	m.s.	category	muscle		
L*	\bar{x} 38,50 ^A	41,35 ^A	38,69 ^A	41,35 ^A	36,39 ^A	38,66 ^A	46,83 ^B	49,23 ^B	**	ns
SD	2,53	1,77	1,90	1,71	3,28	3,88	3,20	2,63	**	ns
a*	\bar{x} 19,80 ^{BC}	21,23 ^{BC}	19,25 ^B	20,61 ^B	23,47 ^C	24,38 ^C	16,59 ^A	15,65 ^A	**	ns
SD	0,54	0,43	1,20	1,03	2,09	1,42	1,35	1,17	ns	ns
b*	\bar{x} 2,75 ^a	4,47 ^{AB}	2,56 ^a	3,98 ^{AB}	3,91 ^b	5,33 ^B	3,00 ^{ab}	3,67 ^A	ns	**
SD	0,35	0,61	0,74	0,60	1,69	1,52	0,80	0,93	ns	ns

m.l.l.¹⁾ mięsień najdłuższy lędźwi – *musculus longissimus lumborum*

m.s.²⁾ mięsień półścięgienisty uda – *musculus semitendinosus*

A, B, C – średnie w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy P≤0,01 – the means in rows marked with different letters differ statistically at P≤0,01

a, b – średnie w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy P≤0,05 – the means in rows marked with different letters differ statistically at P≤0,05

** – różnice istotne przy P≤0,01 – differences significant at P≤0,01

ns – statystycznie nieistotne – statistically insignificant

Różnice statystycznie istotne oznaczono dla poszczególnych kategorii w obrębie danego mięśnia
 Differences statistically significant were determined for the particular categories within a given muscle

i mięsni na wartości wskaźników charakteryzujących barwę mięśni ocenianych kategorii bydła.

Podsumowując uzyskane wyniki badań nad składem chemicznym oraz właściwościami fizykochemicznymi mięśni u ocenianych kategorii bydła rzeźnego stwierdzono, że:

- Oceniane mięśnie jałówek charakteryzowały się najwyższą zawartością suchej masy, a najniższą jej zawartość stwierdzono w mięśniach cieląt. Największą zawartość białka odnotowano w mięśniach cieląt.
- Najmniejszą zawartość białka, jak również składników mineralnych stwierdzono w mięśniach krów.
- Przeprowadzona dwuczynnikowa analiza wariancji wykazała, że kategoria bydła wpływała istotnie ($P \leq 0,01$) na zawartość suchej masy, białka, tłuszczu i popiołu. Natomiast rodzaj mięśnia wpływał istotnie ($P \leq 0,01$) tylko na zawartość suchej masy, a w mniejszym stopniu na zawartość białka i tłuszczu ($P \leq 0,05$). Nie stwierdzono jednoczesnego wpływu tych dwóch czynników, tzn. kategorii bydła i rodzaju mięśnia, na analizowany skład chemiczny mięsa.
- Przewodność elektryczna analizowanych mięśni sukcesywnie zwiększała się w czasie przechowywania, osiągając najwyższe wartości po 48 godzinach od uboju. Kategoria bydła wpływała istotnie ($P \leq 0,01$) na ten wskaźnik w każdym z kolejnych trzech pomiarów. Natomiast rodzaj mięśnia miał istotny wpływ jedynie na wartość tej cechy mierzonej po 24 godzinach od uboju.
- Istotnie jaśniejszą barwę ($P \leq 0,01$) miało mięso cieląt. Wykazano istotny wpływ kategorii bydła i rodzaju mięśnia na barwę mięsa. Nie stwierdzono natomiast jednoczesnego wpływu obu tych czynników na analizowane wskaźniki charakteryzujące barwę mięsa.

PIŚMIENNICTWO

1. APORTA J., HERNANDEZ B., SANUDO C., 1996 – Veal colour assessment with three wavelengths. *Meat Science* 44, 1-2, 113-123.
2. BEAUCHEMIN K.A., LACHANCE B., ST. LAUREAT G., 1990 – Effects of concentrate diets on performance and carcass characteristics of veal calves. *Journal of Animal Science* 68, 35-44.
3. BLICHARSKI T., OSTROWSKI A., KOMENDER P., 1995 – Wykorzystanie pomiaru przewodnictwa elektrycznego do wykrywania wad mięsa wieprzowego. *Gospodarka Mięsna* 1, 33-39.
4. BRUCE H.L., SCOTT J.R., THOMPSON J.M., 2001 – Application of an exponential model to early postmortem bovine muscle pH decline. *Meat Science* 58, 39-44.
5. BYRNE C.E., TROY D.J., BUCKLEY D.J., 2000 – Postmortem changes in muscle electrical properties of bovine musculus longissimus dorsi and their relationship to meat quality attributes and pH fall. *Meat Science* 54, 23-34.
6. CHABOWSKI P., 2001 – Możliwości wzrostu produkcji kulinarnego mięsa wołowego. *Gospodarka Mięsna* 4, 30-33.
7. CHAMBAZ A., SCHEEDER M.R.L., KRAUZER M., DUFÉY P.A., 2003 – Meat quality of Angus, Simmental, Charolaise and Limousine steers compared at the same intermuscular fat content. *Meat Science* 63, 491-500.

8. Commission Internationale de l'Eclairage, 1976. Colorimetry (2nd ed.), Vienna.
9. DASZKIEWICZ T., WAJDA S., 2004 – Analiza podstawowego składu chemicznego i marmurkowatości mięsa buhajków o różnej zawartości tłuszczu śródmięśniowego. *Roczniki Instytutu Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego* XLI, 155-162.
10. DASZKIEWICZ T., WAJDA S., BŃK T., 2003 – Tłuszcz śródmięśniowy a jakość konsumpcyjna mięsa. *Gospodarka Mięsna* 2, 26-29.
11. FLOREK M., LITWIŃCZUK Z., SKAŁECKI P., LITWIŃCZUK A., 2007 – Wartość rzeźna i jakość mięsa cieląt ubijanych w sezonie wiosennym i jesiennym. *Roczniki Instytutu Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego* XLV/3, 7-15.
12. FRENCH P., O'RIORDAN E.G., MONAHAN F.J., CAFFREY P.J., M OONEY M.T., TROY D.J., MALONEY A.P., 2001 – The eating quality of meat of steers fed grass/or concentrates. *Meat Science* 57, 379-386.
13. GRODZICKI T., 2008 – Czynniki kształtujące jakość wołowiny ze szczególnym uwzględnieniem zawartości kwasów tłuszczowych i cholesterolu. Praca doktorska, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie.
14. GRZEŚKOWIAK E., STRZELECKI J., BORZUTA K., BORYS A., 2006 – Jakość podstawowych elementów kulinarnych tusz młodego bydła. *Gospodarka Mięsna* 8, 30-33.
15. HONIKEL K.O., 1993 – Beziehungen zwischen fruh postmortem merkmalen bei schweinfleisch. Mitteilungsblatt der Bundesanstalt fur fleischforschung *Kulmbach* 32, 170.
16. JOHNSON D.D., VAN HORN H.H., WEST R.L., HARRIS B. Jr., 1992 – Effect of calf management on carcass characteristics and palatability traits of veal calves. *Journal of Dairy Science* 75, 2799-2804.
17. KOSSAKOWSKA J., 2009 – Polski rynek mięsa czerwonego i białego a tendencje unijne. *Biuletyn Informacyjny Agencji Rynku Rolnego* 11 (221), 36-49.
18. KOTIK T., ROTTER S., MYŚLAJEK P., 1991 – Ocena składu podstawowego mięsa krów ubijanych w Zakładach Mięsnych w Bydgoszczy. *Zeszyty Naukowe Przeglądu Hodowlanego* 3, 215-219.
19. LAGODA H.L., WILSON L.L., HENNING W.R., FLOWERS S.L., MILLS E.W., 2002 – Subjective and objective evaluation of veal lean color. *Journal of Animal Science* 80, 1911-1916.
20. LITWIŃCZUK A., BARŁOWSKA J., PIERÓG M., RYSZKOWSKA-SIWKO M., NOWAKOWSKA J., 2001 – Changes in meat quality of commodity hybrid bull-calves from half-intense fattening during 14-day ripening period. *Polish Journal Food and Nutrition Science* 10/51, 3 (S), 216-218.
21. LITWIŃCZUK A., BORKOWSKA W., PODOLAK G., ASARABOWSKA A., 1992 – Wartość rzeźna i jakość fizykochemiczna mięsa buhajków i jałówek rasy czarno-białej z gospodarstw indywidualnych. *Annales UMCS, Sec. EE, X*, 6.
22. LITWIŃCZUK Z., FLOREK M., LITWIŃCZUK A., DROZD-JANCZAK A., SKAŁECKI P., 2000 – Cechy fizykochemiczne mięśnia najdłuższego grzbietu u bydła czarno-białego w zależności od płci i klasy odtuszczenia w systemie EUROP. *Roczniki Naukowe Zootechniki* 8, Supl., 24-28.
23. LITWIŃCZUK Z., FLOREK M., PIETRASZEK K., 2006 – Physico-chemical quality of meat from heifers and young bulls of the Black-and-White (BW) variety of Polish Holstein-Friesian breed, and commercial BW crossbred sired by Limousine and Charolaise bulls. *Animal Science Papers and Reports* 24, Supl. 2, 179-186.
24. LITWIŃCZUK Z., SZULC T. (red.), 2005 – Hodowla i użytkowanie bydła. Państwowe Wydawnictwa Rolnicze i Leśne, Warszawa.

25. MORAN J., HOPKINS A., WARNER R., 1991 – The production of pink veal from dairy calves in Australia. *Outlook on Agriculture* 20, 183-190.
26. O'NEILL D.J., TROY D.J., MULLEN A.M., 2004 – Determination of potential inherent variability when measuring beef quality. *Meat Science* 66, 765-770.
27. PN-75/A 04018.
28. PN-ISO 1442:2000.
29. PN-ISO 1444:2000.
30. PN-ISO 936:2000.
31. RAZMINOWICZ R.H., KREUZER M., SCHEEDER M.R.L., 2006 – Quality of retail beef from two grass-based production systems in comparison with conventional beef. *Meat Science* 73, 351-361.
32. SEREDYN K., 2006 – Wartość rzeźna tusz wołowych w Polsce i ich pozycja na rynku wspólnotowym. *Mięso i Wędliny* 8, 10-12.
33. ŚMIECIŃSKA K., WAJDA S., 2005 – Badania współzależności pomiędzy wybranymi cechami fizykochemicznymi i sensorycznymi mięsa jałówek o różnym genotypie. *Roczniki Instytutu Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego* XLII/XLIII, 119-127.
34. ŚWIETLIK K., 2009 – Popyt na żywność w latach 2007-2008 i jego uwarunkowania. *Biuletyn Informacyjny Agencji Rynku Rolnego* nr 1 (211), 35-51.
35. TYSZKIEWICZ S., 2005 – Poglądy konsumentów Unii Europejskiej na jakość mięsa cielęcego i uwarunkowania jego produkcji. *Przemysł Spożywczy* 12, 12-19.
36. URBAN R., 2006 – Raport o stanie i perspektywach rozwoju sektora mięsnego w Polsce. Raport o stanie i perspektywach przemysłu rolno-spożywczego. Opracowanie przygotowane przez Radę Gospodarki Żywnościowej przy Ministerstwie Rolnictwa i Rozwoju Wsi, 165-211.
37. WAJDA S., 1996 – Wpływ czynników genetycznych i środowiskowych na jakość mięsa wołowego. Konferencja Naukowa „Genetyczne i środowiskowe uwarunkowania wartości rzeźnej i jakości mięsa zwierząt”. Wydawnictwo Akademii Rolniczej w Lublinie.
38. WAJDA S., 1998 – Production of quality beef meat. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu* 336 (XIX), 69-73.
39. WAJDA S., DASZKIEWICZ T., 2000 – Wartość rzeźna i jakość mięsa z tusz buhajków zaliczonych do różnych klas umięśnienia i otluszczenia w systemie EUROP. *Zeszyty Naukowe Przeglądu Hodowlanego* 51, 409-417.
40. WICHŁACZ H., TRELA J., GRZEŚKOWIAK E., 1998 – Wpływ poziomu tłuszczu śródmięśniowego na cechy fizykochemiczne i sensoryczne mięśnia najdłuższego grzbietu młodego bydła rzeźnego. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu* 336, 157-164.

Tomasz Grodzicki

Chemical composition and physicochemical properties of skeletal muscles of slaughter cattle of four categories

S u m m a r y

The research objective was to assess the basic chemical composition and physicochemical properties – pH, electrical conductivity (EC) and meat colour – of the *musculus longissimus lumborum* and *musculus semitendinosus* obtained from four categories of Polish Holstein-Friesian

Black and White variety cattle (calves, heifers, young bulls and cows). Both the studied muscles of heifers were found to show the highest dry matter content as indicated by the highest intramuscular fat level. The lowest dry matter content was recorded in calves' muscles, yet with the concurrent highest protein concentration. The lowest protein and crude ash amount were found in cows' muscles. The highest pH₁ and pH₂₄ values were observed in calves' muscles, whereas the lowest pH values in all the measurements – in heifers' muscles. Evaluation of electrical conductivity (EC) revealed a progressive increase of this parameter during meat storage time (except for calves' muscles) with a peak recorded 48 h *post mortem*. Out of the muscles under study, the lightest colour (the highest L* values) was reported in calves, whose muscles were characterized by the smallest participation of redness (a*) and yellowness (b*). However, the young bulls' muscles analyzed had the highest a* and b* colour indices, thus showing the darkest colour.