

ZMIANY WYBRANYCH WŁAŚCIWOŚCI FIZYKOCHEMICZNYCH MIĘŚNIA NAJDŁUŻSZEGO GRZBIETU PODCZAS PRZECHOWYWANIA CHŁODNICZEGO W ZALEŻNOŚCI OD PŁCI BYDŁA

Mariusz Rudy, Marian Gil, Jagoda Żurek, Paulina Angrys

Uniwersytet Rzeszowski, Wydział Biologiczno-Rolniczy, Katedra Przetwórstwa

i Towaroznawstwa Rolniczego

ul. Zelwerowicza 4/D9-260, 35-601 Rzeszów

e-mail: mrudy@univ.rzeszow.pl

Streszczenie

Celem pracy było zbadanie zmian wybranych właściwości fizykochemicznych mięśnia najdłuższego grzbietu podczas przechowywania chłodniczego w zależności od płci bydła. Badania przeprowadzono na mięśniu najdłuższym grzbietu (*m. longissimus dorsi*– LD) pochodzącym z tuszy wołowej. Po uboju z 30 tusz (15 tusz jałówek i 15 tusz buhajków) pobierano próbki (po około 0,8 kg) każdego z mięśni. Następnie po około 5 godzinach od uboju, a także po 24, 48, 72, 96 godzinach chłodniczego przechowywania (temp. ok. 2°C, wilgotność względna 85%, bez obiegu wymuszonego powietrza, próbki nieopakowane), z mięśni wybranych z poszczególnych tusz wołowych wycinano próbki (150 próbek), po czym przeprowadzono na mięsie ocenę takich właściwości fizykochemicznych, jak: pH, siła cięcia, wyciek wymuszony, wyciek termiczny, parametry barwy (jasność, udział barwy czerwonej, udział barwy żółtej). Z badań wynika, że nieco wyższe wartości pH mięśnia najdłuższego grzbietu stwierdzano w mięsie buhajków we wszystkich badanych okresach przechowywania chłodniczego. Uzyskano różnice istotne statystycznie pomiędzy mięśniem jałówek i buhajków pod względem wartości siły cięcia oznaczonej po 72 h przechowywania chłodniczego. Wyższe wartości wycieku wymuszonego stwierdzono w mięsie buhajków w większości badanych okresach przechowywania chłodniczego (z wyjątkiem mięśnia po 48 h przechowywania chłodniczego). Większy udział barwy żółtej b^* uzyskano w mięsie jałówek (z wyjątkiem mięśnia po 72 h przechowywania chłodniczego).

Słowa kluczowe: wołowina, właściwości fizykochemiczne, przechowywanie chłodnicze

CHANGES IN SELECTED PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF THE LONGEST DORSAL MUSCLE DURING COLD STORAGE DEPENDING ON THE SEX OF CATTLE

Summary

The aim of the study was to examine changes in selected physicochemical properties of the longest dorsal muscle during cold storage depending on the sex of cattle. The research was carried out on the longest dorsal muscle (m. longissimus dorsi– LD) coming from a beef carcass. After slaughtering, samples (about 0,8 kg) of each muscle were taken from 30 carcasses (15 carcasses of heifers and 15 carcasses of bulls). Then, after about 5 hours from slaughter, as well as after 24, 48, 72, 96 hours of cold storage (temp. approx. 2°C, relative humidity 85%, no forced air circulation, unpackaged samples), samples were cut out from the muscles selected from individual beef carcasses (150 samples), and then, on the meat, there was carried out an evaluation of physicochemical properties such as pH, shear force, forced drip, thermal drip, colour parameters (brightness, red colour share, yellow colour share). The research shows that slightly higher pH values of the longest dorsal muscle were found in meat of bulls in all analyzed periods of cold storage. There were obtained statistically significant differences between muscles of heifers and bulls in terms of the value of shear force determined after 72 hours of cold storage. Higher values of forced drip were found in meat of bulls in the majority of the analyzed cold storage periods (except for the muscle after 48 hours of cold storage). A higher share of the yellow b* colour was obtained in meat of heifers (excluding the muscle after 72 hours of cold storage).

Key words: beef, physicochemical properties, cold storage

WPROWADZENIE

Mięso charakteryzuje się wieloma typowymi właściwościami fizykochemicznymi, decydującymi o jego przydatności przetwórczej. Należą do nich przede wszystkim barwa, konsystencja, pH, wodochłonność oraz wyciek termiczny.

Barwa mięsa jest uważana za jedną z najważniejszych cech jakościowych, gdyż w przypadku braku jej akceptacji ze strony konsumenta wszystkie pozostałe cechy jakościowe oceniane wzrokowo nie będą miały znaczenia. Świeża wołowina powinna mieć barwę jasnoczerwoną. Czynnikiem wpływającymi na barwę mięsa są, m.in.: ilość, skład i przemiany barwników, w tym mioglobiny (Mb) [Berian i in. 2009]. Mioglobina w świeżym mięsie występuje w trzech formach redoks jako: dezoksymioglobina, oksymioglobina

i metmioglobina. Na poziom mioglobiny w mięśniach szkieletowych mają wpływ rasa i wiek zwierząt, a także ich aktywność fizyczna w okresie przyżyciowym. Mięśnie krów rzeźnych zawierają więcej mioglobiny niż mięśnie jałówek, buhajów czy wolców. Stale aktywny mięsień w okresie przyżyciowym (np. przepona) ma więcej mioglobiny niż mięsień mniej aktywny (np. najdłuższy grzbietu) [Kończak 2008]. Tempo rozwoju i stabilizacji barwy, jest uzależnione m.in. od pH mięsa, temperatury jego przechowywania oraz ilości dostępnego tlenu [Lee i in. 2008].

Konsystencja mięsa wywiera duży wpływ na jego wartość spożywczą, gdyż pozostaje ona w ścisłym związku z właściwościami sensorycznymi, a szczególnie kruchością i soczystością [Zin i Znamiorska 2001]. Konsystencję mięsa można określać za pomocą pomiaru siły cięcia z wykorzystaniem przyrządu zwanego szerometrem. Vestergaard i in. [2000] podają, że mięso buhajków żywionych na pastwisku odznaczało się mniejszą ilością tłuszczu międzymięśniowego i było mniej kruche.

Wskaźnik pH jest podstawowym parametrem oceny jakości mięsa, a jego graniczna wartość w przypadku mięsa świeżego wynosi 6,0 [Litwińczuk i in. 2004], natomiast do produkcji wołowiny kulinarnej nadaje się tylko mięso o pH poniżej 5,8 (5,5-5,7) [Wajda 2007]. Zależnie od właściwości i warunków technologicznych wartość pH, jaka ustaliła się po pierwszej dobie po uboju, utrzymuje się na tym poziomie przez kilka lub kilkanaście dni i świadczy o świeżości mięsa. W obrocie handlowym odczyn mięsa nie powinien przekroczyć wartości pH 6,2, wówczas jeżeli pH mięsa wynosi 6,3 – 6,6, można przypuszczać, że jest to surowiec o wątpliwej świeżości.

Wodochłonnością mięsa nazywamy zdolność przyjmowania i utrzymywania wody obcej. Cecha ta w pewnym zakresie kształtuje cechy sensoryczne mięsa oraz jest jednym z czynników decydujących o przydatności technologicznej. Jest uzależniona od pH tkanki mięśniowej. Po uboju tkanka mięśniowa charakteryzuje się wysoką wodochłonnością. Z chwilą wystąpienia stężenia pośmiertnego i w czasie jego trwania wodochłonność spada praktycznie do zera, a po rozpoczęciu dojrzewania mięsa ponownie wzrasta.

Celem pracy było zbadanie zmian wybranych właściwości fizykochemicznych mięśnia najdłuższego grzbietu podczas przechowywania chłodniczego w zależności od płci bydła.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Badania przeprowadzono na mięśniu najdłuższym grzbietu (m. *longissimus dorsi* – LD) pochodzącym z tuszy wołowej. Po uboju z 30 tusz (15 tusz jałówek i 15 tusz buhajków) pobierano próbki (po około 0,8 kg) mięśni. Następnie po około 5 godzinach od uboju, a także

po 24, 48, 72, 96 godzinach chłodniczego przechowywania (temp. ok. 2°C), w laboratorium Katedry Przetwórstwa i Towaroznawstwa Rolniczego UR w Rzeszowie z mięśni wybranych z poszczególnych tusz wołowych wycinano próbki (150 próbek), po czym przeprowadzono na mięsie ocenę takich właściwości fizykochemicznych jak: pH, siła cięcia, wyciek wymuszony, wyciek termiczny, parametry barwy (jasność, udział barwy czerwonej, udział barwy żółtej).

Odczyn pH tkanki mięśniowej mierzono PH- METREM CPC-411 (elektroda OSH 12-01) z dokładnością do 0,01.

Wyciek wymuszony ustalono według metody Grau – Hamma w modyfikacji Pohja i Ninivaary [1957] na podstawie ilości wody wolnej (wyrażonej w %) utraconej przez próbkę mięsa umieszczoną na bibule (Whatman No 1) i poddaną stałemu naciskowi (masa odważnika 2 kg) pomiędzy dwiema płytkami szklanymi. Po planimetrycznym określeniu powierzchni nacieku (wyrażonej w cm²), ilość wody wolnej obliczono przyjmując, że 1 cm² powierzchni nacieku stanowi 10 mg soku mięśniowego wchłoniętego przez bibułę. Pomiar ten wykonano dwukrotnie i obliczono wartość średnią.

Wyciek termiczny określono metodą Walczaka [1959], w której próbkę mięsa poddawano obróbce termicznej w temperaturze 85° C przez 10 minut i schładzano przez 20 minut, a następnie na podstawie różnicy mas przed i po obróbce, określono procentową ilość utraconej wody.

Instrumentalny pomiar barwy w systemie CIE L*a*b* [CIE 1986] wykonywano przy użyciu elektronicznego spektrofotokolorymetru HunterLab UltraScan PRO (źródło światła D65, otwór głowicy pomiarowej 8 mm, kalibracja wzorcem bieli: L* -99,18, a* - 0,07, b* - 0,05). W systemie tym L* oznacza jasność, która jest wektorem przestrzennym, natomiast a* i b* są współrzędnymi trójchromatyczności, gdzie dodatnie wartości a* odpowiadają barwie czerwonej, ujemne - barwie zielonej, dodatnie b* - żółtej, ujemne b* - niebieskiej.

Siłę cięcia oznaczono przy użyciu szerometru Warnera-Bratzlera. Pomiaru dokonano na próbkach mięsa wyciętych korkoborem o średnicy 1 cm (w kształcie walca) wzdłuż włókien mięśniowych. Tak przygotowane próbki umieszczano na nożach kruchościomierza, a następnie rejestrowano wartość siły nacisku (N/cm²) potrzebnej do przecięcia próbki.

Wszystkie otrzymane wyniki posegregowano i poddano obliczeniom statystyczno-matematycznym. W tabelach 1-5 zamieszczono średnie arytmetyczne (\bar{x}) każdej z badanych cech, a także wartości odchylenia standardowego (SD). Celem stwierdzenia istotności wpływu płci była na zmianę wybranych parametrów fizykochemicznych mięsa podczas chłodniczego przechowywania, stosowano jednoczynnikową analizę wariancji, a istotność

różnic między średnimi określono na podstawie testu RIR (rozsądnej istotnej różnicy) Tukeya, przy poziomie istotności $p \leq 0,05$. Średnie pomiędzy którymi stwierdzono różnice istotne na poziomie $p \leq 0,05$ oznaczono za pomocą liter A; B. Obliczenia statystyczne wykonano w oparciu o program STATISTICA PL ver. 13 [STATISTICA 2017].

WYNIKI I DYSKUSJA

Odczyn mięsa jest jednym z ważniejszych wskaźników jego jakości oraz przydatności do spożycia. Bezpośrednio po uboju mięso wykazuje odczyn zbliżony do obojętnego. W wyniku biochemicznych przemian glikogenu prowadzących do powstania kwasu mlekowego oraz kwasu fosforowego z ATP, następuje obniżenie wartości pH. W tabeli 1 zamieszczono wyniki dotyczące zmian wartości pH badanego mięśnia najdłuższego grzbietu w poszczególnych dniach przechowywania chłodniczego w zależności od płci bydła.

Tabela 1. Zmiany pH mięśnia najdłuższego grzbietu podczas przechowywania chłodniczego w zależności od płci bydła

Changes in pH of the longest dorsal muscle during cold storage depending on the sex of cattle

| Wyszczególnienie <i>Specification</i> | Miara statystyczna <i>Statistical measure</i> | Czas od uboju (h) <i>Time after slaughter (h)</i> | | | | |
|--|---|--|------|------|------|------|
| | | 5 | 24 | 48 | 72 | 96 |
| Jałówki <i>Heifers</i> | \bar{x} | 5,76 | 5,24 | 5,04 | 5,13 | 5,17 |
| | SD | 0,30 | 0,09 | 0,04 | 0,07 | 0,08 |
| Buhajki <i>Bulls</i> | \bar{x} | 6,13 | 5,28 | 5,35 | 5,68 | 5,41 |
| | SD | 0,35 | 0,61 | 0,40 | 0,64 | 0,21 |

Z danych tych wynika, że nie wykazano statystycznie istotnych różnic pod względem wartości pH mięśnia najdłuższego grzbietu pomiędzy jałówkami i buhajkami. Jednak średnie wartości pH mięśnia najdłuższego grzbietu jałówek nieco różnią się od tych cech zmierzonych w mięśniu buhajków. Wartości te są niższe w mięsie jałówek. Zaobserwowano tendencję spadkową z pH 5,76 w mięsie jałówek w pierwszym okresie przechowywania do pH 5,04 w trzecim okresie przechowywania. W kolejnych okresach przechowywania wartości te kształtowały się już na zbliżonych poziomach. W badaniach Sakowskiego i in. [2001], przeprowadzonych na mięsie buhajków mieszańców towarowych z bydlęciem rasy

czarno-białej, oznaczono pH mięsa po 48 h przechowywania na poziomie 5,4. W niniejszych badaniach po 72 h przechowywania wartość pH mięsa jałówek kształtowała się na poziomie 5,13. Analizując mięso buhajków zauważono natomiast wahania w wartościach pH. Po 24 h przechowywania chłodniczego następuje spadek wartości pH z 6,13 do 5,28. Jednak po 48 i 72 h przechowywania stwierdzono wzrost wartości pH odpowiednio do: 5,35 i 5,68. Po 96 h przechowywania nastąpił niewielki spadek pH do poziomu 5,41.

Dane dotyczące zmian wartości wycieku termicznego mięśnia najdłuższego grzbietu podczas przechowywania chłodniczego w zależności od płci bydła przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Zmiany wartości wycieku termicznego (%) mięśnia najdłuższego grzbietu podczas jego przechowywania chłodniczego w zależności od płci bydła

Changes in the value of thermal drip (%) of the longest dorsal muscle during cold storage depending on the sex of cattle

| Wyszczególnienie <i>Specification</i> | Miara statystyczna <i>Statistical measure</i> | Czas od uboju (h) <i>Time after slaughter (h)</i> | | | | |
|--|---|--|-------|-------|-------|-------|
| | | 5 | 24 | 48 | 72 | 96 |
| Jałówki <i>Heifers</i> | \bar{x} | 19,15 | 22,80 | 23,90 | 28,25 | 26,60 |
| | SD | 3,70 | 4,15 | 2,40 | 0,95 | 3,05 |
| Buhajki <i>Bulls</i> | \bar{x} | 23,90 | 27,05 | 22,80 | 25,30 | 24,35 |
| | SD | 3,05 | 5,30 | 5,60 | 6,25 | 5,75 |

Z danych tych wynika, że nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic pomiędzy mięśniem LD jałówek i buhajków pod względem wycieku termicznego oznaczonego w poszczególnych okresach przechowywania chłodniczego. Jednak należy zaznaczyć, że ilość wycieku termicznego mięśnia najdłuższego grzbietu jałówek stosunkowo wzrastała od pierwszego dnia przechowywania chłodniczego. Najmniejszy wyciek termiczny (19,15%) stwierdzono po 5 h przechowywania chłodniczego. Po 24 h przechowywania chłodniczego mięsa średnia wartość tej cechy znacznie wzrosła do 22,80%. Tendencja wzrastająca tej cechy utrzymywała się aż do 72 h przechowywania chłodniczego, gdzie wartość ta wyniosła 28,25%. Jednak po 96 h przechowywania chłodniczego nastąpił nieznaczny spadek wycieku termicznego do 26,60%. Ilość wycieku termicznego mięśnia najdłuższego grzbietu buhajków w poszczególnych okresach przechowywania chłodniczego nie wykazuje jednoznacznego

trendu wzrostowego i ulega najczęściej wahaniom. Po 5 h przechowywania chłodniczego wartość wycieku termicznego mięśnia buhajków jest znacznie większa od tej cechy oznaczonej w mięśniu jałówek i kształtuje się na poziomie 23,90%. Wartość ta rośnie do 27,05% po 24 h przechowywania. W kolejnych okresach badawczych średnie wartości tej cechy ulegają nieznacznym wahaniom.

Zdaniem Cetin i in. [2012] nie występuje zależność pomiędzy czasem przechowywania a wyciekami termicznymi. Natomiast Li i in. [2014] zaobserwowali zależność między pH mięsa a jego wyciekami termicznymi – w próbach o pH wysokim występował mniejszy wyciek niż w próbach o pH średnim lub niskim. Badania Tornberga i in. [2000] wskazują z kolei, iż tempo wychładzania tusz (wychładzanie szybkie, średnio szybkie i wolne) nie wpływa na wartość wycieku termicznego.

Mięso uzyskuje największą wodochłonność tuż po uboju i po uzyskaniu pełnej dojrzałości, natomiast w czasie stężenia pośmiertnego ulega ona zmniejszeniu. Zdolność wiązania i zatrzymywania wody podczas procesu dojrzewania jest uzależniona od przemian biochemicznych i strukturalnych tkanki mięśniowej. W efekcie rozluźnienia struktur wewnątrz- i międzykomórkowych następuje zwiększenie wodochłonności mięsa. Farouk i in. [2001] określają to zjawisko jako tzw. efekt gąbki. W temperaturze chłodniczej na skutek obecności substancji rozpuszczalnych w wodzie wzrasta wodochłonność mięsa wołowego.

W tabeli 3 zamieszczono wyniki badań dotyczące zmian wycieku wymuszonego mięśnia najdłuższego grzbietu podczas przechowywania chłodniczego w zależności od płci bydła.

Tabela 3. Zmiany wycieku wymuszonego (%) mięśnia najdłuższego grzbietu podczas przechowywania chłodniczego w zależności od płci bydła

Changes in forced drip (%) of the longest dorsal muscle during cold storage depending on the sex of cattle

| Wyszczególnienie Specification | Miara statystyczna Statistical measure | Czas od uboju (h) Time after slaughter (h) | | | | |
|-----------------------------------|---|---|------|------|------|------|
| | | 5 | 24 | 48 | 72 | 96 |
| Jałówki <i>Heifers</i> | \bar{x} | 3,73 | 4,83 | 6,10 | 6,33 | 5,66 |
| | SD | 0,93 | 1,20 | 1,50 | 0,90 | 1,40 |
| Buhajki <i>Bulls</i> | \bar{x} | 4,76 | 7,86 | 4,40 | 6,53 | 6,13 |
| | SD | 1,16 | 1,93 | 1,06 | 1,60 | 1,53 |

Z danych tych wynika, że nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic pomiędzy mięśniami LD jałówek, a buhajków pod względem wycieku wymuszonego oznaczonego w poszczególnych okresach przechowywania chłodniczego. Najmniejszą wartość wycieku wymuszonego stwierdzono w mięsie jałówek 5 h po uboju i wartość ta wynosiła 3,73%. Średnie wartości tej cechy wzrastały stopniowo, aż do 6,33% po 72 h od uboju, po czym ilość wycieku wymuszonego zmniejszyła się do 5,66% po 96 h przechowywania chłodniczego. W mięsie buhajków natomiast średnia wartość tej cechy wzrosła z 4,76% (5 h od uboju) do 7,86% (po 24 h od uboju), a po 48 h przechowywania w warunkach chłodniczych zanotowano najniższą ilość wycieku wymuszonego wynoszącą 4,40%. W kolejnych okresach badawczych średnie wartości wycieku wymuszonego ulegały nieznacznym wahaniom. Zbieżne tendencje utrzymywania wody przez mięsień mieszańców towarowych uzyskali Choroszy i in. [2000].

Wartość maksymalnej siły cięcia w ocenie jakości mięsa jest parametrem mówiącym o jego kruchości. Kruchość mięsa wołowego jest uznawana przez konsumentów za jedną z najważniejszych cech jego jakości. Na wartość siły cięcia wpływa wiele czynników przyżyciowych i poubojowych, takich jak: gatunek, rasa, wiek, płeć, cechy osobnicze, system utrzymania zwierząt [Cierach i in. 2009]. Bratcher i in. [2005] oraz White i in. [2006] zaobserwowali znaczący wpływ warunków prowadzenia uboju i wychładzania tusz, a także przechowywania i dojrzewania mięsa na jego oporność mechaniczną.

W tabeli 4 zamieszczono wyniki badań dotyczące zmian wartości siły cięcia mięśnia najdłuższego grzbietu podczas przechowywania chłodniczego w zależności od płci bydła.

Tabela 4. Zmiany wartości siły cięcia (N/cm²) mięśnia najdłuższego grzbietu podczas przechowywania chłodniczego w zależności od płci bydła

Changes in the shear force value (N/cm²) of the longest dorsal muscle during cold storage depending on the sex of cattle

| Wyszczególnienie <i>Specification</i> | Miara statystyczna <i>Statistical measure</i> | Czas od uboju (h) <i>Time after slaughter (h)</i> | | | | |
|--|---|--|-------|-------|--------------------|-------|
| | | 5 | 24 | 48 | 72 | 96 |
| Jałówki <i>Heifers</i> | \bar{x} | 41,67 | 42,16 | 48,53 | 38,00 ^A | 40,45 |
| | SD | 7,44 | 8,84 | 14,4 | 3,43 | 2,17 |
| Buhajki <i>Bulls</i> | \bar{x} | 47,07 | 56,87 | 57,11 | 57,85 ^B | 45,6 |
| | SD | 4,66 | 13,49 | 12,10 | 9,90 | 6,27 |

A, B – średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0,05$
A, B – means in the columns with different letter are statistical significant at $p \leq 0,05$

Z danych tych wynika, że różnice statystycznie istotne wystąpiły jedynie pomiędzy mięśniem LD jałówek i buhajków pod względem siły cięcia oznaczonej 72 h po uboju. Ponadto nieco większe średnie wartości siły cięcia oznaczano we wszystkich okresach przechowywania chłodniczego w mięśniu pochodzącym od buhajków. Natomiast w mięśniu pochodzącym od jałówek średnie wartości siły cięcia wzrastają od pierwszego okresu przechowywania chłodniczego z 41,60 N/cm², aż do wartości 48,53 N/cm² w trzecim okresie przechowywania (po 48 h od uboju). Jednak po 72 h przechowywania chłodniczego stwierdzono najniższą średnią wartość tej cechy wynoszącą 38,00 N/cm². W mięśniu buhajków średnie wartości siły cięcia wzrastają stopniowo z 47,07 N/cm² po 5 h przechowywania chłodniczego, aż do 57,85 N/cm² po 72 h od uboju. Według Destefanisa i in. [2008] instrumentalna siła cięcia „kruchego” mięsa wołowego nie powinna być większa niż 42,90 N/cm². Wyniki badań innych autorów Byrne i in. [2000] oraz Florka i in. [2007] wskazują bowiem na zmniejszenie siły cięcia różnych mięśni szkieletowych bydła po próżniowym chłodniczym przechowywaniu. Również podobne zależności zaobserwowali Maher i in. [2004] oraz Oliete i in. [2006]. Z kolei Miller i in. [2001] sugerują, że konsumenci postrzegają wołowinę z wartością siły cięcia poniżej 4,3 kg, jako kruchą i powyżej 4,9 kg jako twardą.

Barwa jest podstawową cechą sensoryczną wołowiny, a także jest oceniana przez konsumentów przed kruchością i smakowitością, stanowiąc widoczną wskazówkę świeżości

i jakości mięsa. Jest określana przede wszystkim przez ilość i chemiczny status mioglobiny [Carpenter i in. 2001]. Szybkość oraz zakres zmian barwy mięsa są determinowane przez dostęp tlenu atmosferycznego. W tabeli 5 zamieszczono wyniki dotyczące zmian parametrów barwy mięśnia najdłuższego grzbietu podczas przechowywania chłodniczego w zależności od płci bydła.

Tabela 5. Zmiany paramentów barwy mięśnia najdłuższego grzbietu podczas przechowywania chłodniczego w zależności od płci bydła

Changes in colour parameters of the longest dorsal muscle during cold storage depending on the sex of cattle

| Wyszczególnienie Specification | | Miara statystyczna Statistical measure | Czas od uboju (h) Time after slaughter (h) | | | | | |
|-----------------------------------|--------------------------------------|---|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | | 5 | 24 | 48 | 72 | 96 | |
| Jałówki Heifers | Parametry barwy Colour parameters | L* | \bar{x} | 35,27 | 41,47 | 41,47 | 41,37 | 40,61 |
| | | | SD | 1,60 | 4,50 | 5,02 | 5,73 | 4,21 |
| | | a* | \bar{x} | 13,93 | 21,16 | 15,78 | 13,24 | 11,64 |
| | | | SD | 1,40 | 2,11 | 2,62 | 2,51 | 2,71 |
| | | b* | \bar{x} | 9,18 | 16,26 | 14,01 | 12,99 | 12,50 |
| | | | SD | 1,00 | 2,12 | 2,01 | 1,95 | 1,30 |
| Buhajki Bulls | Parametry barwy Colour parameters | L* | \bar{x} | 38,40 | 43,44 | 40,96 | 40,46 | 37,51 |
| | | | SD | 4,22 | 4,95 | 4,84 | 2,63 | 5,19 |
| | | a* | \bar{x} | 13,30 | 17,83 | 16,11 | 15,33 | 11,36 |
| | | | SD | 1,12 | 3,78 | 2,32 | 1,39 | 2,32 |
| | | b* | \bar{x} | 8,34 | 15,27 | 13,72 | 13,35 | 10,93 |
| | | | SD | 2,00 | 2,61 | 3,68 | 2,67 | 2,18 |

Z danych tych wynika, że mięsień najdłuższy grzbietu jałówek i buhajków przechowywany chłodniczo przez 96 h nie różni się statystycznie istotnie pod względem parametrów barwy. Jednak nieco jaśniejszą barwę stwierdzono w mięśniu LD buhajków w czasie 5 h, jak również po 24 h od uboju. Średnie wartości tej cechy wzrastały w czasie od 5 h do 24 h przechowywania chłodniczego, zarówno w mięsie jałówek, jak i buhajków. Ponadto w kolejnych okresach badawczych średnie wartości jasności barwy kształtowały się na poziomie ok. 41% w mięsie obu grup bydła (z wyjątkiem wartości tej cechy oznaczonej w mięśniu LD buhajków po 96 h od uboju). Według Lindahl i in. [2006] występowanie

poszczególnych form chemicznych mioglobiny na powierzchni mięsa ma wpływ na jasność jego barwy. Również Warren i in. [2008], w badaniach mięsa pozyskanego z tusz mieszańców rasy holsztyńsko-fryzyjskiej z buhajami rasy aberdeen angus, oznaczyli jasność barwy (L^*) tego surowca na poziomie od 43,9% do 45,5%. Wartości te były większe niż uzyskane w badaniach własnych.

Porównując zmiany udziału barwy czerwonej (a^*) i żółtej (b^*) w mięśni najdłuższym grzbiecie jałówek i buhajków należy stwierdzić, że średnie wartości obu tych cech wzrastały w czasie od 5 h do 24 h przechowywania chłodniczego tego surowca. Jednak w tym samym czasie nieco wyższe średnie wartości obu tych cech zaobserwowano w mięsie jałówek. W kolejnych okresach badawczych średnie wartości udziału barwy czerwonej (a^*) i żółtej (b^*) ulegały nieznacznemu spadkowi w mięsie obu badanych grup bydła. W badaniach prowadzonych przez Litwińczuka i in. [2014] udowodniono, że mięso buhajków rasy PHF (polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej) charakteryzowało się istotnie najniższym udziałem barwy czerwonej (a^*). Badania prowadzone przez McKenna i in. [2005] dowodzą z kolei, że o stabilności barwy mięśni wołowych decydują raczej: typ włókien mięśniowych, zawartość mioglobiny, pH, czy koncentracja endogennych anty- i prooksydantów, modyfikujących stopień oksydacji mioglobiny i lipidów. Jak podają Karamucki i in. [2013] oksymoglobina (OMb) charakteryzuje się dużym udziałem barwy czerwonej (a^*), a także żółtej (b^*).

WNIOSKI

Na podstawie analizy wyników przeprowadzonej w poprzednim rozdziale można sformułować następujące wnioski:

1. Nieco wyższe wartości pH mięśnia najdłuższego grzbietu stwierdzano w mięsie buhajków we wszystkich badanych okresach przechowywania chłodniczego.
2. Stwierdzono różnice istotne statystycznie ($p \leq 0,05$) między mięśniem jałówek i buhajków pod względem wartości siły cięcia oznaczonej po 72 h przechowywania chłodniczego.
3. Wyższe wartości wycieku wymuszonego stwierdzono w mięsie buhajków w większości badanych okresów przechowywania chłodniczego (z wyjątkiem mięśnia po 48 h przechowywania chłodniczego).
4. Większy udział barwy żółtej b^* stwierdzano w mięsie jałówek (z wyjątkiem mięśnia po 72 h przechowywania chłodniczego).

PIŚMIENNICTWO

1. Beriain M.J., Goni M.V., Indurain G., Sarries M.V., Insausti K. (2009). Predicting longissimus dorsi myoglobin oxidation in aged beef based on early post-mortem colour measurements on the carcass as a colour stability index. *Meat Sci.* 81:439-445
2. Bratcher C.L., Johnson D.D., Littell R.C., Gwartney B.L. (2005). The effects of quality grade, aging, and location within muscle on Warner-Bratzler shear force in beef muscles of locomotion. *Meat Sci.*, 70, 279-284
3. Byrne C.E., Troy D.J., Buckley D.J. (2000). Post mortem changes muscle electrical properties of bovine muscle longissimus dorsi and their relationship to meat quality attributes and pH fall. *Meat Sci.* 54:23-24
4. Carpenter C.E., Cornforth D.P., Whittier D. (2001). Consumer preferences for beef colour and packaging did not affect eating satisfaction. *Meat Sci.* 57:359-363
5. Cetin O., Bingol E. B., Colak H., Hampikyan H. (2012). Effects of electrical stimulation on meat quality of lamb and goat meat,” *The Scientific World Journal*, ID 574202
6. Choroszy Z., Choroszy B., Czaja H. (2000). Jakość tusz i mięsa buhajków rasy simental, czerwono-białej i mieszańców mięsnych opasanych systemem żywienia półintensywnego. *Rocz. Nauk. Zoot., Supl.* 6:29-33
7. CIE. (1986). *Colorimetry*. Publication CIE 15.2. Vienna: Central Bureau of CIE.
8. Cierach M., Borzyszkowski M., Niedźwiedź J. (2009). Wołowina kulinarna – czynniki przyżyciowe a jakość. *Przem. Spoż.* 8:58-63
9. 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
10. Farouk M.M., Wieliczko K., Podmore C., Agnew M.P., Frost D.A. (2001). Loss of protein functionality in frozen beef May be caused by interactions involving fat oxidation products and free amino groups. *ICoMST.* 282-283
11. Florek M., Litwińczuk A., Skąłcki P., Ryszkowska-Siwko M. (2007). The changes of physicochemical properties of bullocks and heifers meat Turing 14 days of ageing under vacuum. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 57(3):281-288
12. Karmaucki T., Gardzielewska J., Jakubowska M., Rybak K., Garczewska J. (2013). The relationship between colour and pH in cold-stored quail breast muscle. *Ann. Anim. Sci.* 13:401-413

13. Kołczak T. (2008). Jakość wołowiny. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.* 56 (1):5-22
14. Lee M.S., Apple J.K., Yancey J.W.S., Sawyer J.T., Johnson Z.B. (2008). Influence of vacuum-aging period on bloom development of the beef gluteus medius from top sirloin butts. *Meat Sci.* 80:592-598
15. Li P., Wang T., Mao Y., Zhang Y., Niu L., Liang R., Zhu L., Luo X (2014). Effect of Ultimate pH on Postmortem Myofibrillar Protein Degradation and Meat Quality Characteristics of Chinese Yellow
16. Lindahl G., Karlsson A.H., Lundström K., Andersen H.J. (2006). Significance of storage time on degree of blooming and colour stability of pork loin from different crossbreeds. *Meat Sci.* 72:603-612
17. Litwińczuk A., Litwińczuk Z., Barłowska J., Florek M. (2004). *Surowce zwierzęce: ocena i wykorzystanie.* Wyd. PWRiL Warszawa
18. Litwińczuk Z., Florek M., Domaradzki P., Żółkiewski P. (2014). Właściwości fizykochemiczne mięsa buhajków trzech rodzimych ras – polskiej czerwonej, białogrzbietej i polskiej czarno-białej oraz simentalskiej i polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.* 5(96):63-62
19. Maher S.C., Mullen A.M., Moloney A.P., Drennam M.J., Buckley D.J., Kerry J.P. (2004). Colour, composition and eating quality of beef from the progeny of two Charolais sires. *Meat Sci.* 67:73-80
20. McKenna D.R., Mies P.D., Baird B.E., Pfeiffer K.D., Ellebracht J.W., Savell J.W. (2005). Biochemical and physical factors affecting discoloration characteristics of 19 bovine muscles. *Meat Sci.* 70:665-682
21. Miller M.F., Carr M.A., Ramsey C.B., Crockett K.L., Hoover L.C. (2001). Consumer thresholds for establishing the value of beef tenderness. *J. Anim. Sci.*, 79, 3062-3068
22. Oliete B., Carballo J.A., Varela A., Moreno T., Monserrat L., Sanchez L. (2006). Effect of weaning status and storage time under vacuum upon physical characteristics of meat of the Rubia Gallega breed. *Meat Sci.* 73:102-108
23. Pohja, M. S., Niinivaara, F. P. (1957). Die Bestimmung der Wasserbindung des Fleisches mittels der Konstantdruckmethode. *Fleischwirtschaft*, 9, 193–195
24. Sakowski T., Dasiewicz K., Słowiński M., Oprządek J., Dymnicki E., Wiśnioch A., Słoniewski K. (2001). Jakość mięsa buhajków ras mięsnych. *Met. Wet.* 57(10):748-752
25. STATISTICA (data analysis software system). Version 13. (2017). Kraków: StatSoft, Inc.

26. Tornberg E., M Wahlgren M., J Brøndum J., Engelsen S.B. (2000). Pre-rigor conditions in beef under varying temperature- and pH-falls studied with rigometer, NMR and NIR. *Food Chem.* 69, s. 407–418
27. Vestergaard M., Oksbjerg N., Henckel P. (2000). Influence of feeding intensity, grazing and finishing feeding on meet and eating quality of young bulls and the relationship between muscle fibre characteristics, fibre fragmentation and meat tenderness. *Meat Sci.* 54:187-195
28. Wajda D. (2007). Wartość uzysku elementów detalicznych i kulinarnych w porównaniu z mięsem drobnym tusz jałówek. *Gospodarka Mięsna.* 9:8-10
29. Walczak, Z. (1959). Laboratoryjna metoda oznaczenia zawartości galarety w konserwach mięsnych. *Rocz. Nauk. Roln. Ser. B,* 74, 4, 619–621
30. Warren H.E., Scollan N.D., Nute G.R., Hughes S.I., Wood J.D., Richardson R.I. (2008). Effect of breed and a concentrate or grass silage diet on beef quality in cattle of 3 ages. II: Meat Stability and flavor. *78:270-278*
31. White A., O’Sullivan A., Troy D.J., O’Neill E.E. (2006). Effects of electrical stimulation, chilling temperature and hot-boning on the tenderness of bovine muscles. *Meat Sci.* 73.2:196-203
32. Zin M., Znamirowska A. (2001). Ocena i przetwórstwo mięsa. Rzeszów: Wyd. Uniwersytetu Rzeszowskiego, s.141-195