

WPLYW RASY I PŁCI NA KWASOWOŚĆ I BARWĘ MIĘSA KRÓLIKÓW

Zuzanna Siudak^{1#}, Michał Kmieciak², Sylwia Pałka²

¹Zakład Hodowli Drobного Inwentarza, Instytut Zootechniki Państwowy Instytut Badawczy, 32-083 Balice k. Krakowa

²Katedra Genetyki, Hodowli i Etologii Zwierząt, Wydział Hodowli i Biologii Zwierząt, Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie, al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków,

[#]E-mail: zuzanna.siudak@iz.edu.pl

Abstrakt

Celem pracy było zbadanie wpływu rasy i płci na parametry kwasowości i barwy mięsa królików. Materiał doświadczalny stanowiło mięso pozyskane od królików ras: belgijski olbrzym szary (n=30), popielniańska biała (n=64), termondzka biała (n=39) i kalifornijska czarna (n=26). Zbierzeta ubijano w 84. dniu życia. Po 45 minutach i 24 godzinach od uboju dokonywano pomiaru kwasowości (pH) i barwy mięsa, na którą składały się parametry takie jak L – jasność, a* – składowa czerwona, b* – składowa żółta i C* – nasycenie barwy. Obydwu pomiarów dokonywano na powierzchni m. longissimus lumborum i m. biceps femoris. Analiza statystyczna wykazała, że rasa wpływa istotnie na barwę mięsa oraz na jego pH. Po okresie dojrzewania mięso pozyskane od wszystkich badanych ras cechowało się wyrównanymi wartościami składowych brwy. Wykazano, że najwyższe pH spośród badanych ras uzyskało mięso belgijskich olbrzymów szarych o wartości powyżej 6,0, co może wskazywać na jego obniżoną trwałość. Płeć ma istotny wpływ na barwę mięsa królików po 24 godzinach od uboju. Stwierdzono, że mięso samic jest ciemniejsze i cechuje się wyższą wartością składowej barwy żółtej.*

Słowa kluczowe: królik, kwasowość, barwa, jakość mięsa, płeć, rasa

Wstęp

Prowadzona przez ostatnie lata selekcja, mająca na celu poprawę cech rzeźnych królików przyczyniła się do wytworzenia szybko rosnących ras, charakteryzujących się tuszkami o dużej zawartości mięsa, lecz o gorszych parametrach jakości, które są oceniane przez konsumentów w pierwszej kolejności (Pałka i in., 2017).

Podstawowym parametrem wykorzystywanym w ocenie jakości mięsa jest jego kwasowość (pH). Bezpośrednio po uboju wartość pH jest zbliżona do odczynu obojętnego, wraz z upływem czasu obserwuje się spadek kwasowości, będący następstwem procesu glikogenolizy poubojowej. Wartość pH stabilizuje się po około 24 godzinach od uboju. Końcowa wartość pH decyduje o jego trwałości oraz technologicznej przydatności mięsa. Kwasowość mięsa króliczego mierzona bezpośrednio po uboju mieści się najczęściej w przedziale od 6,1 do 6,8, co świadczy o jego dobrej jakości i wskazuje na umiarkowaną podatność zwierząt na czynniki stresowe. Gdy pH mierzone 30–45 minut od uboju jest mniejsze niż 6,0, mięso królicze wykazuje strukturę wodnistą, co może sugerować wystąpienie w dojrzałym mięsie wady PSE (*pale, soft, exudative* – blade, miękkie, wodniste) oraz gorsze właściwości kulinarne. pH

mierzone po tym czasie o wartości 7,0 i więcej może być wyznacznikiem występowania wady DFD (*dark, firm, dry* – ciemne, twarde, suche), gdzie mięso prócz niepożądanego ciemniejszego koloru ma także obniżone walory kulinarne. Do pełnego zakwaszenia tkanki mięśniowej królików dochodzi do 24 godzin po uboju. Po tym czasie i schładzaniu tuszki w temperaturze 4°C, pH mięsa króliczego dobrej jakości powinno mieścić się w przedziale od 5,4 do 5,8. Wartości te są nieco wyższe niż mięsa innych gatunków zwierząt gospodarskich, co może wskazywać na jego niższą trwałość (Kozioł i in., 2015).

Barwa mięsa jest jednym z ważniejszych parametrów konsumenckiej oceny jakości mięsa (Łapa i in., 2008), który jest oceniany w pierwszej kolejności. Jest ona skutkiem zmian jakościowych zachodzących w strukturze mięsa, pochodzących głównie z przemian mioglobiny i hemoglobiny. Aktualnie najpopularniejszą obiektywną metodą oceny barwy mięsa jest pomiar wg systemu CIE (*Commission Internationale de l'Eclairage*), określający wyróżniki L^* , a^* i b^* , tj. jasność barwy oraz koordynaty chromatyczności (określają one proporcje barwy czerwonej – a^* oraz żółtej – b^*). Dla parametru L^* wartość 0 oznacza całkowitą czerń, a wartość 100 czystą biel. Wartości rosnące wyróżnika a^* określają dążenie do koloru czerwonego, a malejące do koloru zielonego. Natomiast dodatnie wartości wyróżnika b^* oznaczają barwę żółtą, a ujemne barwę niebieską. Dodatkowo wartości tych parametrów decydują o stopniu nasycenia barwy C^* oraz odcienia barwy H^* . Barwa mięsa zależy od ilości barwnika, pH po uboju, spadku pH w trakcie dojrzewania mięsa i fizycznych właściwości mięśni. Badania wykazały ujemną korelację pomiędzy kwasowością mięsa (pH) a parametrem L^* określającym jasność barwy. Wzrost kwasowości mięsa powoduje, że jest ono ciemniejsze. Kwasowość mięsa jest dodatnio skorelowana ze składową żółtą barwy (b^*). Natomiast zmiany wartości pH nie powodują zmian wartości składowej czerwonej barwy (a^*) (Mancini i Hunt, 2005; Strzyżewski i in., 2008). Z wiekiem królików poprawia się jasność i trwałość barwy ich mięsa. Ponadto mięso królików żywionych intensywnie jest ciemniejsze od mięsa pozyskiwanego od zwierząt z tradycyjnego chowu (Barabasz i Bieniek, 2003).

Na wartość pH i barwy mięsa mają wpływ uwarunkowania genetyczne, tj. rasa i płeć oraz czynniki środowiskowe, takie jak żywienie, warunki utrzymania czy też poziom stresu, jaki wystąpił u zwierząt przed ubojem (Kozioł i in., 2015). Dlatego też celem niniejszych badań było określenie, w jaki sposób rasa i płeć królików mają wpływ na wskaźniki jakości mięsa, takie jak kwasowość i barwa.

Material i metody

Material badawczy stanowiły tuszki pochodzące od królików ras belgijski olbrzym szary ($n = 30$, ♀ = 12, ♂ = 18), popielniańska biała ($n = 64$, ♀ = 33, ♂ = 31), termondzka biała ($n = 39$, ♀ = 22, ♂ = 17) i kalifornijska czarna ($n = 26$, ♀ = 8, ♂ = 18). Króliki do odsadzenia przebywały z matkami w standaryzowanych warunkach: drewnianych klatkach stojących w hali wyposażonej w instalację wodną (poidła dla królików) i oświetleniową (14L:10D) oraz wentylację wymuszoną. Młodzież odsadzono od matek w 35. dniu życia i utrzymywano w systemie baterijnym. Króliki żywiono *ad libitum*, komercyjną paszą pełnoporcjową granulowaną, o zawartości 10,2 MJ energii metabolicznej, 16,5% białka ogólnego oraz 14% włókna surowego. Ubój i obróbkę poubojową przeprowadzono w 12. tygodniu życia zgodnie z metodyką opisaną przez Barabasza i Bieńka (2003). Przed ubojem przeprowadzono 24-godzinny głód z stałym dostępem do wody pitnej. Po uboju tuszki chłodzono w temp. 4°C przez 24 h.

Barwę mięsa w przestrzeni barw CIE $L^*a^*b^*$ (L^* – jasność, a^* – składowa czerwona, b^* – składowa żółta), iluminancie D65, kącie pomiaru 0°, kącie obserwatora 2° i kalibracji względem bieli (Gozdecka, 2006) mierzono 45 minut i 24 godziny po uboju na powierzchni mięśni: najdłuższego lędźwi (*m. longissimus lumborum*, na wysokości pierwszego kręgu lę-

dźwiowego) i dwugłowego uda (*m. biceps femoris*, w połowie długości mięśnia), zawsze po prawej stronie tuszki. Pomiarów dokonano kolorymetrem odbiciowym Minolta CR-410 (trzy pomiary punktowe, z których wyciągano średnią). Dodatkowo wyróżniki a* i b wykorzystano do obliczenia indeksu nasycenia barwy C* ($C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$).

Zakwaszenie poubojowe tkanki mięśniowej mierzono za pomocą mikroprocesorowego pH-metru Consort C561 wyposażonego we wzmacnianą szklaną elektrodę wbijaną SP24B 45 minut po uboju (pH₄₅) oraz 24 h po uboju (pH₂₄) z dokładnością do 0,01. Pomiary wykonywano z prawej strony tuszki tych samych mięśni i w tych samych miejscach co w przypadku barwy mięsa.

Wyniki opracowano za pomocą pakietu statystycznego SAS (SAS Institute Inc., 2014). Wykonano dwuczynnikową analizę wariancji z interakcją dla modelu, w którym rasa i płeć stanowiły efekty stałe. Ponadto istotność różnic między średnimi zbadano testem Tukeya-Kramera.

Wyniki

Przeprowadzone doświadczenie wykazało wpływ płci na barwę mięsa królików. Mięśnie: najdłuższy lędźwi i dwugłowy uda samców były ciemniejsze po 24 h od uboju niż te same mięśnie u samic (tab. 1 i 2). Ponadto mięśnie samców charakteryzowały się niższą wartością parametrów b₂₄ i H₂₄ obu mięśni oraz parametru C₂₄ w przypadku mięśnia dwugłowego uda niż u samic. Nie stwierdzono natomiast wpływu płci na pH mięsa zarówno nogi jak i combra, co wskazuje na jednakową trwałość mięsa samców i samic.

Tabela 1. Wpływ rasy i płci na kwasowość i barwę *m. longissimus lumborum* zmierzoną po 45 minutach i 24 godzinach uboju
Table 1. Effect of breed and sex on pH and colour of *m. longissimus lumborum* measured 45 minutes and 24 hours post-mortem

Cecha Trait	Rasa Breed				Płeć Sex		Interakcja Interaction rasa × płeć breed × sex
	TER	POP	KAL	BOS	♂	♀	
n	39	64	26	30	84	75	
pH ₄₅	6,51 ^a (0,09)	6,98 ^b (0,07)	6,51 ^a (0,08)	6,91 ^b (0,08)	6,72 (0,05)	6,73 (0,05)	*
pH ₂₄	5,95 ^a (0,04)	5,79 ^b (0,03)	5,88 ^{ab} (0,03)	6,16 ^c (0,04)	5,99 (0,02)	5,90 (0,02)	ns
L* ₄₅	57,59 ^a (1,16)	59,18 ^a (0,97)	60,29 ^{ab} (0,99)	64,29 ^b (1,10)	60,20 (0,66)	60,47 (0,67)	ns
a* ₄₅	0,01 ^a (0,73)	3,68 ^b (0,61)	3,51 ^b (0,63)	1,60 ^{ab} (0,69)	2,10 (0,42)	2,30 (0,42)	ns
b* ₄₅	-4,92 ^a (0,86)	1,95 ^b (0,72)	0,00 ^{bc} (0,73)	-0,88 ^c (0,81)	-1,02 (0,49)	-0,90 (0,50)	ns
C* ₄₅	4,37 (0,73)	5,07 (0,62)	5,27 (0,63)	3,31 (0,70)	4,54 (0,42)	4,47 (0,46)	ns
L* ₂₄	57,04 ^a (0,81)	58,01 ^a (0,68)	57,74 ^a (0,69)	61,07 ^b (0,77)	59,81 ^a (0,46)	57,12 ^b (0,47)	*
a* ₂₄	5,92 ^{ac} (0,54)	4,09 ^{bc} (0,46)	6,25 ^a (0,46)	6,73 ^a (0,51)	5,75 (0,31)	5,74 (0,31)	*
b* ₂₄	3,42 ^{ac} (0,54)	1,80 ^{bc} (0,39)	3,20 ^a (0,40)	3,92 ^a (0,44)	2,61 ^a (0,27)	3,56 ^b (0,27)	*
C* ₂₄	7,32 ^a (0,62)	4,61 ^b (0,53)	7,12 ^a (0,53)	7,96 ^a (0,59)	6,67 (0,36)	6,84 (0,36)	*

Objaśnienia: L*₄₅ i L*₂₄ jasność barwy po 45 minutach i 24 godzinach, a*₄₅ i a*₂₄ składowa czerwona barwy po 45 minutach i 24 godzinach, b*₄₅ i b*₂₄ składowa żółta barwy po 45 minutach i 24 godzinach, C*₄₅ i C*₂₄ nasycenie barwy po 45 minutach i 24 godzinach, ns nie stwierdzono różnic statystycznie istotnych. Wartości średnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie na poziomie P<0,05. Note: L*₄₅ and L*₂₄ – lightness 45 minutes and 24 h post-mortem, a*₄₅ and a*₂₄ – red colour coordinate 45 minutes and 24 h post-mortem, b*₄₅ and b*₂₄ – yellow colour coordinate 45 minutes and 24 h post-mortem, C*₄₅ and C*₂₄ – saturation 45 minutes and 24 h post-mortem, ns – not-significant. Mean values with different letters are significantly different at p<0.05.

Tabela 2. Wpływ rasy i płci na kwasowość i barwę *m. biceps femoris* zmierzoną po 45 minutach i 24 godzinach uboju
 Table 2. Effect of breed and sex on pH and colour of *m. biceps femoris* measured 45 minutes and 24 hours post-mortem

Cecha Trait	Rasa Breed				Płeć Sex		Interakcja Interaction rasa × płeć breed × sex
	TER	POP	KAL	BOS	♂	♀	
n	39	64	26	30	84	75	
pH ₄₅	6,38 ^a (0,08)	6,87 ^b (0,07)	6,62 ^a (0,07)	6,54 ^a (0,08)	6,54 (0,05)	6,66 (0,05)	ns
pH ₂₄	6,03 ^{ab} (0,03)	5,94 ^a (0,02)	5,95 ^a (0,03)	6,08 ^b (0,03)	5,99 (0,01)	6,01 (0,01)	ns
L* ₄₅	51,76 ^a (0,82)	52,98 ^{ab} (0,70)	54,60 ^b (0,71)	54,68 ^b (0,79)	53,62 (0,47)	53,83 (0,48)	ns
a* ₄₅	3,53 ^a (0,23)	1,84 ^b (0,20)	2,70 ^a (0,20)	3,23 ^a (0,23)	2,74 (0,14)	2,91 (0,14)	ns
b* ₄₅	0,05 (0,41)	-1,01 (0,34)	-0,89 (0,35)	-0,02 (0,40)	-0,48 (0,24)	-0,46 (0,24)	ns
C* ₄₅	3,85 ^a (0,26)	2,53 ^b (0,22)	3,13 ^{ab} (0,22)	3,57 ^a (0,25)	3,27 (0,15)	3,27 (0,15)	ns
L* ₂₄	56,53 ^a (0,49)	57,79 ^a (0,42)	57,82 ^a (0,42)	59,63 ^b (0,47)	58,60 ^a (0,28)	57,29 ^b (0,29)	*
a* ₂₄	4,35 ^a (0,31)	2,92 ^b (0,26)	4,31 ^a (0,27)	3,67 ^{ab} (0,30)	3,65 (0,28)	3,97 (0,18)	ns
b* ₂₄	2,77 (0,33)	2,94 (0,27)	3,28 (0,28)	3,84 (0,31)	2,80 ^a (0,19)	3,61 ^b (0,19)	ns
C* ₂₄	5,38 ^{ab} (0,37)	4,20 ^a (0,31)	5,52 ^b (0,32)	5,36 ^{ab} (0,35)	4,78 ^a (0,21)	5,45 ^b (0,22)	ns

Objaśnienia: L*₄₅ i L*₂₄ jasność barwy po 45 minutach i 24 godzinach, a*₄₅ i a*₂₄ składowa czerwona barwy po 45 minutach i 24 godzinach, b*₄₅ i b*₂₄ składowa żółta barwy po 45 minutach i 24 godzinach, C*₄₅ i C*₂₄ nasycenie barwy po 45 minutach i 24 godzinach, ns nie stwierdzono różnic statystycznie istotnych. Wartości średnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie na poziomie $p \leq 0,05$. Note: L*₄₅ and L*₂₄ – lightness 45 minutes and 24 h post-mortem, a*₄₅ and a*₂₄ – red colour coordinate 45 minutes and 24 h post-mortem, b*₄₅ and b*₂₄ – yellow colour coordinate 45 minutes and 24 h post-mortem, C*₄₅ and C*₂₄ – saturation 45 minutes and 24 h post-mortem, ns – not-significant. Mean values with different letters are significantly different at $p \leq 0,05$.

W badaniu stwierdzono wpływ rasy na pH mięsa króliczego. Po 45 minutach od uboju wartość pH mięśnia najdłuższego grzbietu u królików belgijskich olbrzymów szarych i popielniańskich białych była zdecydowanie wyższa niż u termondzkich białych i kalifornijskich czarnych. Dla mięśnia dwugłowego uda wykazano najwyższą wartość pH 45 minut po uboju u królików popielniańskich białych, natomiast u pozostałych ras nie różniło się ono od siebie statystycznie. U każdej z badanych ras mieściło się ono w przedziale 6,2–7,0, co nie wskazywało na występowanie wad jakościowych. pH mierzone 24 h po uboju wykazywało już większe zróżnicowanie, w szczególności w *m. longissimus lumborum*. Kwasowość tego mięśnia po dobie od uboju była największa u królików popielniańskich białych, mniejsza u termondzkich białych i kalifornijskich, natomiast najmniejsza u królików belgijskich olbrzymów szarych. Dla mięśnia dwugłowego uda wartości pH₂₄ nie były już tak bardzo zróżnicowane, jednak stwierdzono statystycznie niższą kwasowość mięsa belgijskich olbrzymów szarych w porównaniu z królikami kalifornijskimi i popielniańskimi. Ponieważ mięso belgijskich olbrzymów szarych charakteryzowało się wartością pH₂₄ wyższą niż 6,0, może to wskazywać na jego obniżoną trwałość i jakość.

Barwa to jeden z podstawowych parametrów jakości mięsa i jeden z najważniejszych z punktu widzenia konsumenta. To właśnie ona jest najłatwiej i najszybciej oceniana przez potencjalnego nabywcę. Przy wyborze mięsa klient tylko barwę może ocenić na miejscu i określić, czy jest to surowiec wysokiej jakości, dlatego badania nad tym parametrem są tak ważne z praktycznego punktu widzenia.

Barwa mięśnia najdłuższego grzbietu 45 minut po uboju różniła się pomiędzy poszczególnymi rasami. Najjaśniejszym mięsem combra charakteryzowały się belgijskie olbrzymy szare. Najniższą wartością parametru a* cechowało się mięso królików termondzkich białych, a najwyższą popielniańskich białych i kalifornijskich. W przypadku parametru b* zdecydowanie najniższą wartością wyróżniało się mięso królików termondzkich białych, a najwyższą popielniańskich białych. Oznacza to, że najbardziej czerwone mięso cechowało

surowiec pochodzący od królików termondzkich białych i kalifornijskich. Mimo różnic występujących w podstawowych parametrach barwy, nasycenie barwy C^*_{45} nie różniło się istotnie pomiędzy poszczególnymi rasami. Po okresie dojrzewania przez 24 h w warunkach chłodniczych barwa mięsa wyrównała się pomiędzy rasami. Mięso po 24-godzinnym chłodzeniu było ciemniejsze, a jego barwa bardziej nasycona. Istotne różnice wystąpiły w parametrze L^*_{24} , gdzie wyższą wartością charakteryzowało się mięso belgijskich olbrzymów szarych oraz w pozostałych parametrach pomiędzy królikiem kalifornijskim a pozostałymi rasami.

Barwa mięśnia dwugłowego uda charakteryzowała się niższymi wartościami niż w przypadku mięśnia najdłuższego łydźwi zarówno 45 min po uboju jak i po 24 h (tab. 2). Różnice w pomiarach barwy po 45 min od uboju występują pomiędzy królikami termondzkimi białymi a pozostałymi rasami w przypadku jasności L^* (mięso termondów było najciemniejsze) oraz między popielniańskimi białymi a pozostałymi rasami w przypadku składowej czerwonej a^* oraz nasycenia barwy C^* (mięso królików popielniańskich białych miało najniższą wartość parametru a^* , dodatkowo miało najniższe nasycenie barwy mięsa). Po 24 h od uboju mięso z tylnej nogi, w przeciwieństwie do mięsa z combra stało się jaśniejsze. Także wartości pozostałych parametrów wzrosły w porównaniu z pomiarami po 45 minutach. Podobnie jak w przypadku *m. longissimus lumborum* jasność *m. biceps femoris* belgijskich olbrzymów szarych była istotnie większa niż u pozostałych ras. Natomiast wartości składowej czerwonej a^* oraz nasycenia barwy C^* u królików popielniańskich białych były istotnie niższe w porównaniu z pozostałymi rasami.

Omówienie wyników

Wpływ rasy i płci na właściwości fizykochemiczne mięsa został udowodniony u różnych gatunków, m.in. bydła (Xie i in., 2012; Litwińczuk i in., 2014), świń (D'Alessandro i in., 2011; Pugliese i Sirtori, 2012), owiec (Teixeira i in., 2005; Yousefi i in., 2012) czy drobiu (Musa i in., 2006). Tę tezę potwierdzają także niniejsze badania. Badacze, zarówno polscy, jak i światowi wykorzystują różne narzędzia w celu oceny jakości surowców pozyskanych od zwierząt gospodarskich. Jedną z najpopularniejszych i najczęściej wykorzystywanych metod oceny jakości mięsa ze względu na swoją precyzyjność, łatwość pomiaru i stosunkowo szybkie otrzymanie rzetelnych wyników jest metoda oceny kwasowości i barwy z wykorzystaniem specjalistycznej aparatury pomiarowej. Kompaktowość urządzeń oraz ich nieskomplikowana obsługa sprawiają, że te najbardziej istotne z konsumenckiego punktu widzenia informacje mogą zostać w sposób obiektywny ocenione już od kilkunastu minut do kilkunastu godzin po uboju. Dane dotyczące pH i barwy mięsa mogą zostać zebrane bez konieczności wykonywania kosztownych analiz laboratoryjnych oraz uszkodzania pozyskanej od zwierzęcia tuszy.

Frunza i in. (2019) podjęli próbę określenia długości czasu chłodzenia mięsa króliczego na wartość parametru kwasowości. W doświadczeniu wykorzystano króliki rasy olbrzym belgijski. Wartość pH mięśnia najdłuższego grzbietu zmierzona po 24 godzinach od uboju w tuszkach pozyskanych od samic wynosiła 5,72, a u samców 5,73. Dla mięśnia dwugłowego uda te wartości wynosiły kolejno 6,02 i 6,06. Wartości uzyskane w doświadczeniu własnym są wyższe, jednak porównywalne zarówno w przypadku *m. longissimus lumborum*, jak i *m. biceps femoris*. Królik olbrzym belgijski jako rasa duża, późno dojrzewająca, może cechować się niższą trwałością pozyskanego mięsa, kiedy jego ubój następuje w standaryzowanych warunkach przeznaczonych dla ras średnich. Zwierzęta ubijane w późniejszym wieku mogłyby posiadać cechy technologiczne mięsa zbliżone do pozostałych badanych ras królików. W cytowanej pracy jak i w badaniach własnych nie wykazano, aby płeć wpływała istotnie na pH mięsa po 24 godzinach po uboju u badanej rasy.

Pałka i in. (2021b) badając wpływ dodatku żywieniowego w postaci pokrzywy zwyczajnej (*Urtica dioica* L.) i kozieradki pospolitej (*Trigonella foenum-graecum* L.) wykazali,

że wspomniane zioła wpływają na barwę mięsa królików termondzkich białych. U zwierząt z grupy kontrolnej, żywionej paszą komercyjną wartości parametrów L^* , a^* i b^* mierzone po 45 minutach od uboju na mięśni dwugłowym uda wynosiły 50,67; 2,61 i 2,50. Natomiast dla tych samych parametrów mierzonych po 24 godzinach te wartości przedstawiały się następująco: 55,91; 3,17; 3,90. Wszystkie wartości zmierzone dla mięśnia dwugłowego uda w badaniu własnym są wyższe niż w cytowanej pracy, za wyjątkiem parametru b^* , który jest niższy. Dla *m. longissimus lumborum* wartości L^* , a^* i b^* zmierzone po 45 minutach to 60,56; 0,25 i -4,71, a po 24 godzinach 55,97; 4,88 i 1,98. W doświadczeniu własnym mięso combra po 45 minutach cechowało się niższymi wartościami poszczególnych parametrów barwy, natomiast po 24 godzinach ta zależność była odwrotna. Autorzy nie stwierdzili, aby płeć wpływała istotnie na barwę mięsa króliczego. Badania własne wskazują na wpływ płci na parametry L^*_{24} i b^*_{24} . Należy jednak wziąć pod uwagę, że w badaniu Pałki i in. (2021b) były wykorzystane wyłącznie króliki rasy termondzkiej białej, natomiast w badaniach własnym wykorzystano aż 4 różne rasy królików, w tym jedną rasę dużą. Również badania Pałki i in. (2022) skupiły się na określeniu jakości mięsa pochodzącego od królików termondzkich białych. W doświadczeniu zmierzono pH po 45 minutach i 24 godzinach od uboju na combrze i na nodze tylnej. Wartości zmierzone na combrze były porównywalne do wyników przedstawionych przez autorów niniejszej pracy, natomiast w przypadku nogi wystąpiły rozbieżności. Kwasowość zmierzona po 45 minutach jest niższa niż uzyskana w badaniu własnym, natomiast wynik otrzymany po wykonaniu pomiaru 24 godziny po uboju jest wyższy. Nasycenie barwy w przypadku obydwu badanych mięśni miało podobne wartości jak w doświadczeniu własnym. W przypadku pozostałych składowych barwy wystąpiły różnice w przypadku pomiarów wykonanych po 45 minutach od uboju na dwóch badanych mięśniach, jednak wartości uległy wyrównaniu i są porównywalne z wynikami autorów niniejszej pracy po czasie dojrzewania mięsa. Jedynie parametr b^*_{24} jest znacząco wyższy.

Kmieciak i in. (2017) zbadali wpływ pory roku oraz sposobu żywienia na cechy jakości mięsa królików popielniańskich białych. Zwierzęta z grupy żywionej granulatem pełnoporcjowym osiągnęły wartość pH wynoszącą 6,72 i 5,97 mierzoną odpowiednio po 45 minutach i 24 godzinach w mięśni nogi, oraz 6,73 i 5,90 mierzona w mięśni combra. W przypadku nogi wartości uzyskane przez autorów są zbliżone do wyników własnych, natomiast wartość pH_{24} zmierzona na mięśni najdłuższym grzbiecie jest niższa niż w niniejszych badaniach, co może świadczyć o lepszej jakości pozyskanego mięsa. Mięso combra po czasie dojrzewania w doświadczeniu Kmiecika i in. (2017) cechuje się znacznie wyższą wartością składowej barwy żółtej. Zarówno w przypadku *m. longissimus lumborum* jak i *m. biceps femoris* parametr L^*_{24} osiąga niższą wartość niż u królików wykorzystanych w doświadczeniu przedstawionym przez autorów niniejszej pracy.

W publikacji Pałki i in. (2021a) określono wartości parametrów barwy mięsa i jego pH u królików popielniańskich białych. Wszystkich pomiarów dokonano na powierzchni mięśnia najdłuższego lędźwi. Wartości przedstawione w tej pracy nie odbiegają znacząco od wyników uzyskanych w doświadczeniu własnym. Można zauważyć znaczące rozbieżności jedynie w przypadku parametrów barwy mięsa a^* i b^* . W niniejszej pracy uzyskane wyniki są wyższe od tych, które przedstawili autorzy, za wyjątkiem pH_{24} , L^*_{45} , a^*_{24} i b^*_{24} – te cechy dawały wyższe wartości.

Wartości pH i barwy mięsa u królików kalifornijskich zostały określone przez Chwaśtowską-Siwiecką i in. (2011). W cytowanej pracy autorzy porównywali uzyskane wartości cech jakości mięsa (*m. biceps femoris*) między dwoma rasami tj. rasą kalifornijską i nowozelandzką białą. Między badanymi grupami królików zaobserwowano istotne różnice jedynie w przypadku składowej barwy czerwonej. Wartości pH zmierzonego po 45 minutach i 24 godzinach od uboju były wyższe w pracy z 2011 roku. Wyższą wartością parametru L^*_{24} i składowej barwy żółtej również cechowały się króliki z cytowanego doświadczenia. Natomiast

wyższa wartość parametru a^* została odnotowana w badaniu własnym. Zaistniałe różnice mogą wynikać z faktu, że pomiar barwy i kwasowości mięsa został przeprowadzony na całych tuszkach, natomiast w doświadczeniu Chwastowskiej-Siwieckiej i in. (2011) przed zmierzaniem barwy mięsa dokonano szczegółowej dysekcji i wyodrębniono badany mięsień.

Określeniem wartości pH mięśnia najdłuższego lędźwi u królików kalifornijskich zajęli się także Maj i in. (2008). W pracy porównano jakość mięsa królików kalifornijskich, nowozelandzkich białych i ich mieszańców. W przypadku wartości kwasowości mięsa nie wykazano statystycznie istotnych różnic między grupami, a wartość pH zmierzona po 45 minutach i 24 godzinach od uboju wynosiła 6,87 i 5,89 u królików kalifornijskich. Wartość zmierzona po 45 minutach różni się od tej uzyskanej w doświadczeniu własnym, jednak ta otrzymana po 24 godzinach od uboju jest niemal identyczna. Wysokie wartości pH po 24 godzinach od uboju mogą świadczyć o obniżonej jakości pozyskanego mięsa.

Podsumowanie

Przeprowadzone doświadczenie wykazało, że rasa oraz płeć wpływają istotnie na kwasowość i barwę dwóch najcenniejszych wyrębów tuszki króliczej, tj. *combra* (*m. longissimus lumborum*) i nogi (*m. biceps femoris*). Mięsem o najniższej wartości pH, co jednocześnie może wskazywać na jego największą trwałość, jest mięso pochodzące od królików rasy popielniańskiej białej, natomiast najmniej trwałe surowiec pochodzi z tusz pozyskanych od belgijskich olbrzymów szarych. Istotne różnice w składowych barwy zaobserwowano w przypadku wszystkich badanych ras podczas pomiaru dokonanego 45 minut po uboju. Zauważono jednak, że barwa ulega wyrównaniu wraz z dojrzewaniem mięsa. Nie wykazano, aby płeć wpływała istotnie na kwasowość mięsa króliczego. Ma ona jednak istotny wpływ na jasność mięsa i składową barwę żółtą po 24 godzinach od uboju. Mięso samicy jest jednocześnie ciemniejsze i bardziej żółte niż mięso pozyskane od samców.

Piśmiennictwo

- Barabasz B., Bieniek J. (2003). Króliki. Towarowa produkcja mięsna. PWRiL, Warszawa.
- Chwastowska-Siwiecka I., Kondratowicz J., Winarski R., Śmiecińska K. (2011). Wartość rzeźna oraz wybrane cechy jakościowe mięsa królików ras mięsnych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2(75): 136–147.
- D'Alessandro A., Marrocco C., Zolla V., D'Andrea M., Zolla L. (2011). Meat quality of the *longissimus lumborum* muscle of Casertana and Large White pigs: metabolomics and proteomics intertwined. *J. Proteomics*, 75 (2): 610–627.
- Frunza G., Pop C., Boișteanu P.C. (2019). Evaluating the quality of the rabbit meat (Flemish Giant breed) during storage by refrigeration following the evolution of the pH. *Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies*, 52 (2): 134–142.
- Gozdecka G. (2006). Zastosowanie obiektywnej metody kolorymetrycznej do oceny barwy mięsa. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego*, 16, 2: 35–37.
- Kmiecik M., Bieniek J., Pałka S., Kozioł K., Maj D., Migdał Ł. (2017). Wpływ pory roku oraz sposobu żywienia na cechy przyżyciowe, poubojowe i jakość mięsa królików popielniańskich białych. *Prz. Hod.*, 5: 24–27.
- Kozioł K., Maj D., Bieniek J. (2015). Changes in the colour and pH of rabbit meat in the aging process. *Med. Weter.*, 71(2): 104–108.
- Litwińczuk Z., Florek M., Domaradzki P., Żółkiewski P. (2014) Właściwości fizykochemiczne mięsa buhajków trzech rodzimych ras – polskiej czerwonej, białogrzbiętej i polskiej czarno-białej oraz simentalskiej i polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 5(96): 53–62.

- Łapa P., Maj D., Bieniek J. (2008). Barwa i tekstura mięsa królików ras mięsnych i ich mieszańców. *Med. Weter.*, 64(4A): 454–457.
- Maj D., Bieniek J., Łapa P. (2008). Jakość mięsa królików rasy białej nowozelandzkiej i kalifornijskiej oraz ich mieszańców. *Med. Weter.*, 64 (3): 351–353.
- Mancini R.A., Hunt M.C. (2005). Current research in meat color. *Meat Sci.*, 71: 100–121.
- Musa H.H., Chen G.H, Cheng J.H., Shuipe E.S., Bao W.B. (2006). Breed and sex effect on meat quality of chicken. *Int. J. Poultry Sci.*, 5: 566–568.
- Pałka S., Maj D., Migdał W., Bieniek J., Derewicka O. (2017). Wpływ inbredu i płci na jakość mięsa królików. *Med. Weter.*, 73 (5): 303–307.
- Pałka S., Migdał Ł., Otwinowska-Mindur A., Kmiecik M. (2021a). Relationships between meat quality traits of Popielno White rabbits. *Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego*. 17 (1): 35 – 43.
- Pałka S.E., Otwinowska-Mindur A., Migdał Ł., Kmiecik M., Wojtysiak D. (2021b). Effect of a diet supplemented with nettle (*Urtica dioica* L.) or fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) on the post-slaughter traits and meat quality parameters of Termond White rabbits. *Animals*, 11 (6): 1–14.
- Pałka S., Bień A., Otwinowska-Mindur A., Kmiecik M. (2022). Jakość mięsa pochodzącego z różnych elementów tuszki królików rasy termondzkiej białej. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 49 (2): 171–186.
- Pugliese C., Sirtori F. (2012). Quality of meat and meat products produced from southern European pig breeds. *Meat Sci.*, 90, 3: 511–518.
- SAS Institute Inc. (2014). The SAS System for Windows. Release 9.4. SAS Inst. Inc, CaryNC, USA.
- Strzyżewski T., Bilka A., Krysztofiak K. (2008). Zależność pomiędzy wartością pH mięsa a jego barwą. *Nauka. Przyroda. Technologie*, 2(2): 12.
- Teixeira A., Batista S., Delfa R., Cadavez V. (2005). Lamb meat quality of two breeds with protected origin designation. Influence of breed, sex and live weight. *Meat Sci.*, 71, 3: 530–536.
- Xie X., Meng O., Cui Z., Ren L. (2012). Effect of cattle breed on meat quality, muscle fiber characteristics, lipid oxidation and fatty acids in China. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.*, 25(6): 824–831.
- Yousefi A.R., Kohram H., Shahneh A. Z., Nik-khah A., Campbell A.W. (2012). Comparison of the meat quality and fatty acid composition of traditional fat-tailed (Chall) and tailed (Zel) Iranian sheep breeds. *Meat Sci.*, 92(4): 417–422.

Zatwierdzono do druku: 25 IV 2023

THE EFFECT OF BREED AND SEX ON THE ACIDITY AND COLOUR OF RABBIT MEAT

Zuzanna Siudak, Michał Kmiecik, Sylwia Pałka

SUMMARY

The purpose of this study was to examine the effect of breed and sex on the parameters of acidity and color of rabbit meat. The experimental material consisted of meat obtained from rabbits of the breeds Belgian Grey Giant (n=30), Popielno White (n=64), Termond White (n=39) and Californian (n=26). The animals were slaughtered at 84 days of age. At 45 minutes and 24 hours after slaughter, the acidity (pH) and colour (L* – lightness, a* – red

coordinate, b^* – yellow coordinate and C^* – colour saturation) of the meat were measured. Both measurements were made on the surface of the *longissimus lumborum* and *biceps femoris* muscles. Statistical analysis showed that breed significantly influenced meat colour, as well as its pH. After maturation, meat obtained from all breeds studied was characterized by equal values of colour coordinates. It was also shown that the highest pH among the breeds studied was attained by meat from Belgian Grey Giants with a value above 6.0, which may indicate its reduced shelf life. Gender has a significant effect on the colour of rabbit meat 24 hours after slaughter. The meat of females was found to be significantly darker and characterized by a higher value of the yellow colour coordinate.

Key words: rabbit, acidity, colour