

ANALIZA ZALEŻNOŚCI POMIĘDZY MASĄ UBOJOWĄ, CECHAMI POUBOJOWYMI I CECHAMI JAKOŚCI MIĘSA KRÓLIKÓW RASY KALIFORNIJSKIEJ

Michał Kmiecik, Sylwia Pałka, Agnieszka Otwinowska-Mindur

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Hodowli i Biologii Zwierząt, Katedra Genetyki,
Hodowli i Etologii Zwierząt, al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków
E-mail: michal.kmiecik@urk.edu.pl

ORCID

Michał Kmiecik: 0000-0001-6018-6888

Sylwia Pałka: 0000-0002-5164-7395

Agnieszka Otwinowska-Mindur: 0000-0002-4518-0821

Źródło finansowania: Praca została zrealizowana przy wsparciu finansowym Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (środki na działalność statutową, SUB.215-D201).

Abstrakt

*Celem pracy było określenie zależności pomiędzy masą ubojową, cechami poubojowymi i cechami jakości mięsa królików rasy kalifornijskiej. Materiał doświadczalny stanowiło 46 królików (26 samców i 20 samic) rasy kalifornijskiej odmiany czarnej. Przed ubojem określono masę ubojową. Króliki ubijano w 84. dniu życia, przy masie ciała około 2,4 kg. Badania cech poubojowych królików uwzględniały: masę tuszki ciepłej i zimnej, masę części przedniej, combra oraz części tylnej. Ponadto określono pH i barwę mięsa 45 minut i 24 godziny po uboju, siłę cięcia i profilową analizę tekstury, a także wyciek termiczny mięsa. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono wiele statystycznie istotnych zależności pomiędzy cechami jakości mięsa królików rasy kalifornijskiej. Oszacowane przez nas wartości korelacji fenotypowych dotyczące podstawowych cech poubojowych są ze sobą wysoko dodatnio skorelowane. Pozwoliło nam to oszacować z dużą dokładnością masę poszczególnych wyrębów tuszki w oparciu o masę ubojową, co stanowi cenną informację praktyczną. Dodatkowo licznie występujące korelacje między cechami poubojowymi a cechami jakości mięsa pokazują, jak istotne są analizy zależności różnych cech, pozornie niemających ze sobą nic wspólnego, jak chociażby składowa żółta barwa (b^*_{45}) a masa ubojowa, tuszki ciepłej i zimnej oraz masa poszczególnych wyrębów czy parametr jasności barwy L^*_{24} i sprężystość mięsa. Otrzymane wyniki zaprezentowanych badań utwierdzają nas w przekonaniu, że istnieje potrzeba analizowania cech produkcyjnych nie tyle w obrębie gatunku, co poszczególnych ras królików.*

Słowa kluczowe: królik kalifornijski, korelacja fenotypowa, masa ubojowa, cechy użytkowości rzeźnej, jakość mięsa

Wstęp

Królik rasy kalifornijskiej jest wynikiem pracy hodowlanej J. Westa. Rasa ta jest średniej wielkości i powstała na bazie królików rosyjskich (himalajskich), nowozelandzkich białych i szynszylowych. Dobrze umięśniony tyłów królika ma kształt walca i osadzony jest na silnych, średniodługich nogach, natomiast głowa jest krótka i szeroka. Uszy królika kalifornijskiego są dobrze owłosione, stojące, zaokrąglone na końcach i osiągają długość do 10,5–11,5 cm. Oczy królików tej rasy są zabarwione na czerwono, a pazurki są czarne lub brązowe. Okrywa włosowa królików kalifornijskich jest gęsta i elastyczna, kolor maski na pysku, uszu, łap i ogona jest wyraźnie zaznaczony. Rasa ta występuje w trzech odmianach barwnych: czarnej, niebieskiej i hawana. Króliki kalifornijskie czarne mają czysto białą okrywę włosową, natomiast maska, uszy, łapy i ogon mają kolor czarny, z kolei zwierzęta odmiany hawana charakteryzują się czekoladowym zabarwieniem maski, uszu, łap i ogona. Zwierzęta odmiany niebieskiej mają maskę, uszy, łapy i ogon koloru ciemnoniebieskiego (Klewin i in., 2020). Rasa ta dojrzewa szybko, między 4. a 6. miesiącem życia. Cięża trwa około 32 dni, a w miocie rodzi się średnio 7 młodych (Pałka i in., 2017). Współczynnik mleczności samic tej rasy wynosi 3,63 (Pałka i in. 2017). Króliki kalifornijskie są chętnie hodowaną rasą brojlerową na świecie i w Polsce (Składanowska-Baryza, 2017). Według danych z Krajowego Centrum Hodowli Zwierząt (KCHZ) w 2023 roku 10 stad królików tej rasy znajdowało się pod oceną, z czego dziewięć stad stanowiły zwierzęta odmiany czarnej, a jedno zwierzęta odmiany hawana. Warto zaznaczyć, że odmiana niebieska nie jest uznawana przez KCHZ. Ponadto z danych pochodzących z KCHZ wynika, że średnia liczebność królic w stadzie wynosiła 10,4, natomiast w miotach tej rasy rodziło się średnio 5,49 młodego (KCHZ, 2024). Rasa ta cechuje się wydajnością rzeźną wynoszącą około 48% (Chwastowska-Siwiecka i in., 2011), a mięso zawiera aż 23,16% białka i 0,84% tłuszczu (Daszkiewicz i Gugolek, 2020). Króliki tej rasy są często używane do kojarzeń z królikami innych ras, np. królików nowozelandzkich białych (Maj i in., 2009; Abdel-Hamid, 2018; Rotimi, 2021).

W piśmiennictwie krajowym i zagranicznym dużo jest prac dotyczących rozrodu (Ferez i Eler, 2000; Strychalski i in., 2014a), wzrostu (Maj i in., 2009; El-Bayomi i in., 2012; Strychalski i in., 2014b), cech poubojowych (Maj i in., 2009; Chwastowska i in., 2011) i jakości mięsa (Kozioł i in., 2017; Trung i in., 2017; Daszkiewicz i Gugolek, 2020) królików rasy kalifornijskiej. Brakuje jednak opracowań dotyczących zależności między cechami poubojowymi i jakości mięsa tej rasy, z tego też względu celem niniejszej pracy było określenie zależności pomiędzy masą ubojową, cechami poubojowymi i cechami jakości mięsa królików rasy kalifornijskiej.

Material i metody

Materiał doświadczalny stanowiło 46 królików rasy kalifornijskiej odmiany czarnej, z czego 26 stanowiły samce, a 20 samice. Zwierzęta pochodziły z 8 miotów i były potomstwem 5 samic i 3 samców. Przez pierwsze 35 dni po urodzeniu króliczęta utrzymywane były z matkami w drewnianych klatkach o wymiarach 80 cm x 70 cm x 60 cm (długość x szerokość x wysokość) w pomieszczeniu wyposażonym w instalację wodną (poidła kropelkowe) i oświetleniową (14 godzin światła na dobę) oraz wentylację wymuszoną. Zwierzęta odsadzano od matek w 35. dniu życia, następnie ich odchów odbywał się w metalowych klatkach (2 sztuki na klatkę). Pojedyncza klatka miała wymiary 60 cm x 40 cm x 35 cm (długość x szerokość x wysokość).

Króliki żywiono *ad libitum* komercyjną paszą pełnoporcjową granulowaną, o zawartości 10,2 MJ energii metabolicznej, 16,5% białka ogólnego oraz 14% włókna surowego. Żywnienie zbilansowano, tak aby pokrywało zapotrzebowanie zwierząt na składniki pokarmowe

podane w normach żywieniowych (Zalecenia żywieniowe..., 2011). Badaną cechą przyżyciową królików stanowiła masa ciała przed ubojem. Wszystkie zwierzęta ważono 10 minut przed ubojem. Króliki ubijano w 84. dniu życia, przy masie ciała około 2,4 kg, po 24-godzinnym głodzeniu ze stałym dostępem do wody pitnej. Zwierzęta oszłamiano, skrwawiano, skórowano, po czym tuszki patroszono i poddawano 24-godzinnemu chłodzeniu w temperaturze 4°C. Następnie tuszki dzielono na trzy wyręby: część przednią, comber i część tylną. Badania cech poubojowych królików uwzględniały: masę tuszki ciepłej i zimnej, masę części przedniej, combra oraz części tylnej.

Barwę mięsa w przestrzeni barw CIE L*a*b* (L* – jasność, a* – składowa czerwona, b* – składowa żółta) mierzono przy iluminacji D65, kącie pomiaru 0°, kącie obserwatora 2° i kalibracji względem bieli (Gozdecka, 2006). Pomiary barwy wykonano 45 minut i 24 godziny po uboju na powierzchni mięśnia najdłuższego lędźwi (*m. longissimus lumborum*, na wysokości pierwszego kręgu lędźwiowego), zawsze po prawej stronie tuszki. Wszystkie pomiary dokonano kolorymetrem odbiciowym Minolta CR-410. Wykonywano trzy pomiary punktowe, z których wyciągano średnią. 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 godziny po uboju (pH₂₄) z dokładnością do 0,01. Pomiary wykonywano z prawej strony tuszki w tym samym mięśniu i w tym samym miejscu co w przypadku barwy mięsa, czyli na powierzchni mięśnia najdłuższego lędźwi (*m. longissimus lumborum*, na wysokości pierwszego kręgu lędźwiowego).

Po 24-godzinnym chłodzeniu z każdej tuszki pobierano próbki z prawego combra (*m. longissimus lumborum*). Próbki pakowano indywidualnie, próżniowo do opakowania foliowego przeznaczonego do pakowania i mrożenia żywności, następnie mrożono w zamrażarce przez 72 godziny w temperaturze -18°C, następnie po rozmrożeniu w temperaturze pokojowej gotowano w łaźni wodnej w temperaturze 80°C przez 40 minut (Migdał i in., 2013). Siłę cięcia mierzono za pomocą teksturometru TA.XT plus firmy Stable Micro Systems wyposażonego w ostrze Warnera-Bratzlera z trójkątnym wycięciem. Mierzono wartość siły cięcia próbek o przekroju 10 x 10 mm, przy prędkości ostrza 2 mm/s, poprzecznie do przebiegu włókien mięśniowych, aż do pełnego przecięcia próbki. Profilową analizę tekstury (TPA) wykonano przy użyciu tego samego urządzenia wyposażonego w przystawkę, którą stanowił walec o średnicy 50 mm. Mierzono twardość, sprężystość, spójność i żujność próbek w kształcie sześciangu o boku 10 mm. Przeprowadzono test dwukrotnego ściskania do 75%, zgodnie z metodologią podaną w pracy Migdała i in. (2013), przy prędkości walca 5 mm/s i przerwie między naciskami wynoszącej 5 s, wzdłuż przebiegu włókien mięśniowych. Wszystkie parametry tekstury mięsa oraz siły cięcia były liczone automatycznie za pomocą programu Exponent for Windows wersja 5.1.2.0 (Stable Micro Systems). Wyciek termiczny określono na próbkach *m. longissimus lumborum*. Próbki o masie około 50 gramów ważono, pakowano do strunowych woreczków foliowych po czym pasteryzowano w łaźni wodnej w temperaturze 75°C przez 50 minut. Następnie próbki schłodzono w temperaturze pokojowej, osuszano i ważono z dokładnością do 0,01. Wartość wycieku termicznego wyliczono według równania: $WT = [masa\ próbki\ przed\ gotowaniem - masa\ próbki\ po\ gotowaniu \times 100] / masa\ próbki\ przed\ gotowaniem$.

Wszystkie obliczenia statystyczne wykonano za pomocą pakietu statystycznego SAS (2014). Współczynniki korelacji Pearsona wyznaczono za pomocą procedury PROC CORR, natomiast cechy scharakteryzowano przy użyciu procedury PROC MEANS.

Wyniki

Tabela 1 zawiera charakterystykę wszystkich analizowanych cech. Średnia masa ubojowa królików kalifornijskich odmiany czarnej wyniosła prawie 2400 g. Masa tuszki ciepłej ważyła średnio prawie 1300 g, natomiast po 24-godzinnym chłodzeniu miała średnią masę niższą o 50 g. Przednia część tuszki osiągnęła masę średnio ponad 530 g, masa combra wyniosła wazył średnio ponad 250 g, z kolei masa części tylnej ważyła średnio ponad 430 g.

Odczyn mięsa (pH) po uboju spada na skutek wzrostu zawartości kwasu mlekowego w mięśniach. Mięso badane 45 minut po uboju wykazywało odczyn obojętny (pH ponad 6,6), natomiast 24 godziny po uboju odczyn mięsa był kwaśny (pH zmalało do około 6,0). Czynnikiem zależnym od pH mięsa jest jego barwa. Gwałtowny spadek pH może spowodować bladą barwę, a także obniżyć zdolność zatrzymywania wody własnej. Jasność barwy (L^*) mierzona po 45 minutach od uboju wynosiła średnio ponad 60. Składowa czerwona (a^*) i żółta (b^*) barwy mierzona po tym samym czasie wynosiły średnio około 3,2 oraz -1,1. Jasność barwy (L^*) mierzona po 24 godzinach od uboju wzrastała z czasem i wynosiła średnio ponad 57, natomiast składowe czerwona i żółta barwy mierzone po dobie od uboju również wzrastały i wynosiły średnio odpowiednio ponad 6,7 i 4,3. Cechą związaną z odczynem (pH) mięsa, a także jego wodochłonnością, jest wyciek termiczny. Procentowa wartość wycieku termicznego informuje o stratach soku mięśniowego, które mogą powstawać w wyniku obróbki termicznej, której poddawane jest mięso. Wyciek termiczny wynosił średnio ponad 29%. W tabeli 1 przedstawiono również profilową analizę tekstury mięśni królików rasy kalifornijskiej. Analizując teksturę mięsa stwierdzono, że siła cięcia mięsa wynosiła ponad 2,2 kg. Bardzo ważną cechą jakości mięsa jest jego twardość, która świadczy o kruchości mięsa, a także wytrzymałości na działanie siły ściskania. W przeprowadzonych badaniach stwierdzono, że mięso królików rasy kalifornijskiej charakteryzuje się średnią twardością wynoszącą około 11,1 kg. Kolejnym wskaźnikiem tworzącym profil tekstury jest sprężystość, którą można określić jako elastyczność, czyli szybkość powrotu badanej próbki ze stanu zdeformowanego do stanu wyjściowego. W przypadku mięsa królików badanej rasy stwierdzono, że średnia wartość sprężystości wynosi około 0,5. Kolejnym badanym parametrem opisującym teksturę mięsa jest spójność, czyli wytrzymałość wewnętrznych wiązań tworzących zrab produktu, która w przypadku mięsa królików rasy kalifornijskiej średnio wynosiła 0,4. Ostatnim analizowanym parametrem tekstury była żużność, czyli praca potrzebna do zniszczenia wiązań wewnętrznych badanej próbki, która w przypadku badanych próbek mięsa króliczego średnio wynosiła około 2,4 kg.

Tabela 1. Charakterystyka masy ubojowej, cech poubojowych i cech jakości mięsa (n=46)
Table 1. Characterisation of slaughter weight, post-slaughter and meat quality traits (n=46)

Cechy Traits	Średnia Mean	sd	Minimum Min.	Maksimum Max.
Masa ubojowa (g) Slaughter weight (g)	2398,00	288,37	1950,00	3305,00
Masa tuszki ciepłej (g) Hot carcass weight (g)	1276,00	174,95	961,00	1754,00
Masa tuszki zimnej (g) Cold carcass weight (g)	1226,00	172,02	928,00	1704,00
Masa części przedniej (g) Fore part weight (g)	532,37	82,12	411,00	760,00
Masa combra (g) Middle part weight (g)	258,74	43,74	179,00	415,00
Masa części tylnej (g) Hind part weight (g)	434,70	54,07	338,00	585,00
pH ₄₅	6,63	0,53	5,50	7,45
pH ₂₄	5,96	0,18	5,64	6,45

L* ₄₅	60,14	5,13	47,76	69,65
a* ₄₅	3,21	3,45	-1,29	17,09
b* ₄₅	-1,08	3,71	-7,60	6,81
L* ₂₄	57,15	3,01	50,24	65,07
a* ₂₄	6,76	2,55	2,58	16,64
b* ₂₄	4,31	1,79	1,76	8,85
Siła cięcia (kg) Shear force (kg)	2,24	0,80	0,54	3,93
Twardość (kg) Hardness (kg)	11,06	2,09	6,70	16,85
Sprężystość Springiness	0,48	0,05	0,40	0,66
Spójność Cohesiveness	0,44	0,03	0,36	0,50
Żujność (kg) Chewiness (kg)	2,43	0,74	1,18	4,92
Wyciek termiczny (%) Cooking loss (%)	29,29	3,81	23,30	45,15

Objaśnienie: pH₄₅ – kwasowość po 45 minutach od uboju, pH₂₄ – kwasowość po 24 godzinach od uboju, L*₄₅ – jasność po 45 minutach od uboju, a*₄₅ – składowa czerwona po 45 minutach od uboju, b*₄₅ – składowa żółta po 45 minutach od uboju, L*₂₄ – jasność po 24 godzinach od uboju, a*₂₄ – składowa czerwona po 24 godzinach od uboju, b*₂₄ – składowa żółta po 24 godzinach od uboju.
Notes: pH₄₅ – acidity 45 minutes after slaughter, pH₂₄ – acidity 24 hours after slaughter, L*₄₅ – lightness 45 minutes after slaughter, a*₄₅ – redness 45 minutes after slaughter, b*₄₅ – yellowness 45 minutes after slaughter, L*₂₄ – lightness 24 hours after slaughter, a*₂₄ – redness 24 hours after slaughter, b*₂₄ – yellowness 24 hours after slaughter.

W tabeli 2 przedstawiono współczynniki korelacji fenotypowej między masą ubojową, cechami poubojowymi i cechami jakości mięsa królików rasy kalifornijskiej odmiany czarnej. Masa ubojowa, masa tuszki ciepłej, masa tuszki zimnej, masa części przedniej, masa combra a także masa części tylnej były parami dodatnio wysoko skorelowane ($P < 0,05$). Dodatkowo, każda z sześciu wymienionych cech była dodatnio średnio skorelowana ($P < 0,05$) ze składową żółtą (b*) barwy mierzoną 45 minut od uboju. Wyznaczono dodatnią, średnią wartość współczynnika korelacji ($P < 0,05$) między odczynem (pH) mięsa zmierzonym 45 minut po uboju a jasnością barwy mięsa mierzoną w tym samym czasie. Odczyn mięsa zmierzony 45 minut po uboju był ujemnie, średnio, ale istotnie ($P < 0,05$) skorelowany z takimi parametrami tekstury jak twardość oraz żujność. Jasność barwy (L*) mierzona 45 minut od uboju była średnio, ujemnie skorelowana ($P > 0,05$) ze składową czerwoną (a*) mierzoną również 45 minut po uboju. Wyznaczono średnią, ujemną, ale istotną wartość współczynnika korelacji Pearsona między składowymi barwy czerwoną (a*) oraz żółtą (b*), które zmierzono 45 minut po uboju. Jasność barwy (L*) mierzona 24 godziny od uboju była średnio ujemnie skorelowana ($P < 0,05$) ze składową czerwoną (a*) mierzoną w tym samym czasie. Jasność barwy (L*) mierzona 24 godziny od uboju była również średnio, dodatnie, ale istotnie ($P < 0,05$) skorelowana ze sprężystością mięsa. Dodatnią średnią ($P < 0,05$) wartość współczynnika korelacji fenotypowej wyznaczono między składowymi barwy czerwoną (a*) oraz żółtą (b*), które zmierzono 24 godziny od uboju. Analizując parametry tekstury mięsa wyznaczono dodatnie średnie, ale istotne wartości współczynników korelacji między siłą cięcia a każdą z następujących cech: twardość, spójność, żujność oraz wyciek termiczny. Wyznaczono dodatnie wysokie lub średnie wartości współczynników korelacji ($P < 0,05$) między twardością próbek mięsa oraz ich sprężystością, spójnością oraz żujnością. Korelacje między żujnością a sprężystością oraz spójnością były średnie dodatnie oraz istotne ($P < 0,05$).

Objaśnienie: MC – masa tuszki ciepłej, MZ – masa tuszki zimnej, PR – masa części przedniej, CO – masa combra, TY – masa części tylnej, pH₄₅ – kwasowość po 45 minutach od uboju, pH₂₄ – kwasowość po 24 godzinach od uboju, L*₄₅ – jasność po 45 minutach od uboju, a*₄₅ – składowa czerwona po 45 minutach od uboju, b*₄₅ – składowa żółta po 45 minutach od uboju, L*₂₄ – jasność po 24 godzinach od uboju, a*₂₄ – składowa czerwona po 24 godzinach od uboju, b*₂₄ – składowa żółta po 24 godzinach od uboju, S.C. – siła cięcia, TW – twardość, SPR – sprężystość, SPO – spójność, ŻU – żujność, WT – wyciek termiczny.

Notes: MC – hot carcass weight, MZ – cold carcass weight, PR – fore part weight, CO – middle part weight, TY – hind part weight, pH₄₅ – acidity 45 minutes after slaughter, pH₂₄ – acidity 24 hours after slaughter, L*₄₅ – lightness 45 minutes after slaughter, a*₄₅ – redness 45 minutes after slaughter, b*₄₅ – yellowness 45 minutes after slaughter, L*₂₄ – lightness 24 hours after slaughter, a*₂₄ – redness 24 hours after slaughter, b*₂₄ – yellowness 24 hours after slaughter, SC – shear force, TW – hardness, SPR – springiness, SPO – cohesiveness, ŻU – chewiness, WT – thermal leakage.

Omówienie wyników

Masa ciała królików biorących udział w omawianym doświadczeniu wynosiła prawie 2400 g, co zgadza się z wcześniejszymi badaniami Trunga i in. (2017) przeprowadzonymi na wietnamskiej populacji królików kalifornijskich. Z badań przeprowadzonych przez Maj i in. (2009) wynika, że masa tuszki ciepłej i zimnej wynosiły odpowiednio 1270,2 g i 1232 g, z kolei masa części przedniej, masa combra i masa części tylnej wynosiły odpowiednio 461,9 g, 263,2 g i 445,4 g. Otrzymane wyniki są bardzo zbliżone do tych otrzymanych w przeprowadzonych badaniach. Według Barabasza i Bieńka (2003) odczyn mięsa króliczego mierzony bezpośrednio po uboju najczęściej mieści się w przedziale od 6,1 do 6,8, co świadczy o jego dobrej jakości i wskazuje na umiarkowaną podatność zwierząt na czynniki stresowe. Po 24-godzinnym schładzaniu tuszki króliczej pH mięsa króliczego dobrej jakości powinno się mieścić 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. Mięso królików rasy kalifornijskiej z naszego doświadczenia cechowało się prawidłowym odczynem (pH) zmierzonym 45 minut po uboju, jednak wartość pH po 24 godzinach od uboju była zbyt wysoka. Daszkiewicz i Gugolek (2020) otrzymali jednakże jeszcze wyższą wartość pH po 29 godzinach od uboju, która wyniosła 6,14. Parametry barwy mięsa królików kalifornijskich otrzymane przez Daszkiewicza i Gugółka (2020) także różniły się od wartości zmierzonych w przeprowadzonym badaniu. Wspomniani autorzy otrzymali wyższe wartości jasności (L*) i składowej żółtej (b*) barwy oraz niższe wartości składowej czerwonej (a*) barwy. Różnice te wynikają prawdopodobnie z późniejszego czasu pomiaru (po około 29 godzinach), a także wykonaniu pomiarów na mięsie mielonym. Z porównania siły cięcia i profilowej analizy tekstury królików ras średnich i belgijskiego olbrzyma szarego wynika, że mięso królików kalifornijskich odmiany czarnej nie różni się istotnie pod względem wspomnianych parametrów w porównaniu do mięsa pochodzącego od zwierząt rasy nowozelandzkiej białej, popielniańskiej białej, termondzkiej białej i belgijskiego olbrzyma szarego (Kozioł i in., 2017). Rybarczyk i Łupkowska (2016) wykazali, że wyciek termiczny mięśnia *longissimus lumborum* królików rasy kalifornijskiej wynosił prawie 22%.

W hodowli zwierząt rzeźnych należy pamiętać, że istnieją pozytywne lub negatywne zależności między parametrami użyteczności rzeźnej oraz jakości mięsa, co ma ogromne znaczenie przy selekcji zwierząt. Wysokie korelacje między cechami użyteczności rzeźnej i jakości mięsa można zaobserwować w hodowli królików ras mięsnych. Badacze zaobserwowali, że prowadzona przez ostatnie kilkadziesiąt lat selekcja w kierunku poprawy tempa wzrostu i cech rzeźnych królików mięsnych, przyczyniła się do wytworzenia zwierząt szybko rosnących, cechujących się dużą zawartością mięsa w tuszce, ale niestety o gorszej jakości mięsa (Maj i in., 2008). Długoletnia selekcja pod kątem poprawy tempa wzrostu wywołała zmiany w przeciętnych wartościach cech poubojowych, a także może powodować efekt pośredni przejawiający się nasileniem częstości występowania negatywnych zmian w parametrach jakości mięsa króliczego (Maj i in., 2008).

Blasco i Piles (1990) otrzymali niskie ujemne współczynniki korelacji fenotypowej pomiędzy odczynem pH zmierzonym 15 minut oraz 24 godziny po uboju, które wyniosły

-0,27 dla czystorasowych królików rasy nowozelandzkiej białej oraz i -0,18 dla królików z linii syntetycznej, których głównym komponentem była rasa kalifornijska, ubijanych między 69. a 71. dniem życia. Sternstein i in. (2015) stwierdzili występowanie średniej dodatniej korelacji fenotypowej między pH_{45} a pH_{24} mierzonym w *m. biceps femoris* królików mieszańców rasy nowozelandzkiej białej i belgijski olbrzym szary (0,39). Hernandez i in. (1997) wykazali średnią ujemną korelację między pH mierzonym 24 godziny po uboju a jasnością barwy mięsa (-0,41) mierzoną po tym samym czasie. Łapa i in. (2006) otrzymali średnią, ujemną korelację fenotypową (-0,44) między pH_{45} a składową żółtą (b^*_{24}). Maj i in. (2008) otrzymali wysoką ujemną korelację fenotypową pomiędzy jasnością barwy (L^*_{24}) a składową czerwoną (a^*_{24}) równą -0,72. Łapa i in. (2006) również otrzymali wysoką ujemną korelację fenotypową między jasnością barwy (L^*_{24}) a składową czerwoną barwy (a^*_{24}) (-0,77). Ponadto autorzy ci otrzymali średnią dodatnią korelację fenotypową między składową czerwoną (a^*_{24}) a żółtą (b^*_{24}), która wynosiła 0,43. W pracy Maj i in. (2008) twardość mięsa była wysoko dodatnio skorelowana z żujnością (0,66). Z kolei Łapa i in. (2006) podają dla mięsa królików rasy castorex, że żujność mięsa była wysoko dodatnio skorelowana z twardością (0,67), sprężystością (0,63) i spójnością mięsa (0,52). Hernandez i in. (2000) stwierdzili wysoką dodatnią korelację między twardością mięsa a żujnością (0,82) oraz wysoką dodatnią korelację między żujnością a sprężystością (0,69).

Oszacowane przez nas wartości korelacji fenotypowych dotyczące podstawowych cech poubojowych są ze sobą wysoko dodatnio skorelowane. Dzięki temu jesteśmy w stanie oszacować z dużą dokładnością masę poszczególnych wyrębów tuszki w oparciu o masę ubojową, co stanowi cenną informację pod względem praktycznego zastosowania. Dodatkowo licznie występujące korelacje między cechami poubojowymi a cechami jakości mięsa pokazują, jak istotne są analizy zależności różnych cech, pozornie niemających ze sobą nic wspólnego, jak chociażby składowa żółta barwy (b^*_{45}) a masa ubojowa, masa tuszki ciepłej i zimnej oraz masa poszczególnych wyrębów czy parametr jasności barwy L^*_{24} i sprężystość mięsa. Otrzymane wyniki zaprezentowanych badań utwierdzają nas w przekonaniu, że istnieje potrzeba analizowania cech produkcyjnych nie tyle w obrębie gatunku, co poszczególnych ras królików.

Piśmiennictwo

- Abdel-Hamid T.M. (2018). Effect of stocking density on growth performance, some blood parameters and carcass traits in purebred Californian and crossbred rabbits. *J. Adv. Vet. Anim. Res.*, 5, 3: 265–274.
- Barabasz B., Bieniek J. (2003). Króliki. Towarowa produkcja mięsna. PWRiL, Warszawa.
- Blasco A., Piles M. (1990). Muscular pH of the rabbit. *Ann. Zoot.*, 39: 133–136.
- 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.
- Daszkiewicz T., Gugolek A. (2020). A comparison of the quality of meat from female and male Californian and Flemish Giant Gray Rabbits, *Animals*, 10: 2216.
- El-Bayomi Kh.M., El-Tarabany M.S., Abdel-Hamid T.M. (2012). Estimation of heterosis and combining ability for some weaning and post-weaning traits in three different breeds of rabbits. *Am. J. Sci.*, 8, 9: 282–288.
- Ferraz J.B.S., Eler J.P. (2000). Choice of animal models for estimation of genetic parameters of reproductive, growth and slaughter traits of Californian and New Zealand rabbits raised under tropical conditions. *Livest. Res. Rural Dev.*, 12, 2: 1–11.
- Gozdecka G. (2006). Zastosowanie obiektywnej metody kolorymetrycznej do oceny barwy mięsa. *Postępy Techniki Przetworstwa Spożywczego*, 16, 2: 35–37.

- Gugolek A. (red.) (2011). Zalecenia żywieniowe i wartość pokarmowa pasz. Zwierzęta futerkowe. IFiZZ PAN, Jabłonna.
- Hernandez P., Pla M., Blasco A. (1997). Carcass characteristics and meat quality of rabbit lines selected for different objectives: II. Relationships between meat characteristics. *Livest. Sci.*, 54: 125–131.
- Hernandez P., Pla M., Oliver M. A., Blasco A. (2000). Relationships between meat quality measurements in rabbits fed with three diets of different fat type and content. *Meat Sci.*, 55: 379–384.
- Klewin W., Latos T., Jaślikowski S. (2020). Wzorzec królików, ss. 157–160.
- Kozioł K., Siudak Z., Pałka S., Kmieciak M., Otwinowska-Mindur A., Migdał Ł., Bieniek J. (2017). Wpływ rasy i płci na teksturę mięsa królików. *Rocz. Nauk. PTZ*, 13, 2: 55–60.
- Krajowe Centrum Hodowli Zwierząt. (2024). Hodowla Zwierząt Futerkowych w 2023 roku, Warszawa.
- Łapa P., Maj D., Bieniek J., Barabasz B., Węglarz A. (2006). Analiza zależności między wskaźnikami jakości mięsa królików rasy castorex. *Roczniki IPiT*, XLIV, 2: 83–91.
- Maj D., Łapa P., Bieniek J. (2008). Korelacje fenotypowe między wskaźnikami jakości mięsa królików ras mięsnych. *Roczniki Naukowe PTZ*, 4, 2: 105–113.
- Maj D., Bieniek J., Łapa P., Sternstein I. (2009). The effect of crossing New Zealand White with Californian rabbits on growth and slaughter traits. *Arch. Tierzucht*. 52, 2: 205–211.
- Migdał Ł., Barabasz B., Niedbała P., Łapiński S., Pustkowiak H., Żivković B., Migdał W. (2013). A comparison of selected biochemical characteristics of meat from nutrias (*Myocastor coypus* Mol.) and rabbits (*Oryctolagus cuniculus*). *Ann. Anim. Sci.*, 13, 2: 387–400
- Pałka S., Kmieciak M., Kozioł K., Otwinowska-Mindur A., Migdał Ł., Bieniek J. (2017). The effect of breed on litter size and milk yield in rabbits. *Sci. Ann. Anim. Prod.*, 13, 3: 25–29.
- Rotimi E.A. (2021). Examination of sexual dimorphism in New Zealand White × Californian rabbits by morphological traits. *Agric. Trop. Subtrop.*, 54: 52–56.
- Rybarczyk A., Łupkowska A. (2016). Jakość mięsa królików bezrasowych i mieszańców ras: kalifornijska i nowozelandzka biała. *Nauka Przyroda Technologie*, 10: 1, 2.
- Składanowska-Baryza J. (2017). Królik – znaczenie gospodarcze, dobór ras i linii do produkcji mięsa. *Wiad. Zoot.* 3: 13–23.
- Sternstein I., Reissmann M., Maj D., Bieniek J., Brockmann G.A. (2015). A comprehensive linkage map and QTL map for carcass traits in a cross between Giant Grey and New Zealand White rabbits. *BMC Genetics*, 16: 1–12.
- Strychalski J., Gugolek A., Daszkiewicz T., Konstantynowicz M., Kędzior I., Zwoliński C. (2014a). A comparison of selected performance indicators, nutrient digestibility and nitrogen balance parameters in Californian and Flemish Giant rabbits. *J. Appl. Anim. Res.*, 42, 4: 389–394.
- Strychalski J., Juśkiewicz J., Gugolek A., Wyczling T., Daszkiewicz T., Zwoliński C. (2014b) Usability of rapeseed cake and wheat-dried distillers' grains with solubles in the feeding of growing Californian rabbits. *Arch. Anim. Nutr.*, 68, 3: 227–244.
- Trung T.T., Dong N.T.K., Thu N.V. (2017). Effect of different protein sources in the diets on feed intake, nutrient digestibility, growth and carcass value of Californian rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) in the Mekong delta of Vietnam. *CTU Journal of Innovation and Sustainable Development*, 05: 158–165.

**ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN SLAUGHTER WEIGHT,
POST-SLAUGHTER TRAITS AND MEAT QUALITY TRAITS OF CALIFORNIAN
RABBITS**

Michał Kmiecik, Sylwia Palka, Agnieszka Otwinowska-Mindur

SUMMARY

The purpose of this study was to determine the relationship between slaughter weight, post-slaughter traits and meat quality traits of Californian rabbits. The experimental material consisted of 46 rabbits (26 males and 20 females) of the Californian Black breed. The slaughter weight was determined before slaughter. The rabbits were slaughtered at 84 days of age, with a body weight of approximately 2.4 kg. The post-slaughter characteristics of the rabbits included: hot and cold carcass weight, weight of the fore, middle and hind parts. In addition, the pH and colour of the meat 45 minutes and 24 hours after slaughter, the shear force and profile texture analysis, as well as the cooking loss of the meat were determined. A number of statistically significant correlations between meat quality traits of Californian rabbits were found on the basis of our study. The phenotypic correlation values we estimated for the basic post-mortem traits are highly positively correlated with each other. As a result, we were able to estimate, with a high level of accuracy, the weight of individual carcass cuts based on slaughter weight, which is valuable information in terms of practical application. In addition, the numerous correlations between post-slaughter traits and meat quality traits show how important it is to analyse the relationships between various traits that seemingly have nothing in common, such as the yellowness component (b^*_{45}) and the slaughter, hot and cold carcass and individual carcass weight, or the colour lightness L^*_{24} and springiness. The results obtained from the presented studies confirm our opinion that there is a need to analyse production traits not so much within species, but within individual rabbit breeds.

Keywords: Californian rabbit, phenotypic correlation, slaughter weight, slaughter traits, meat quality