

DOROTA KOWALSKA, ANDRZEJ GUGOLEK, PAWEŁ BIELAŃSKI

ZALEŻNOŚCI MIĘDZY OTLUSZCZENIEM TUSZKI A ZAWARTOŚCIĄ TŁUSZCZU ŚRÓDMIĘŚNIOWEGO, PROFILEM KWASÓW TŁUSZCZOWYCH I KRUCHOŚCIĄ MIĘSA KRÓLIKÓW

Streszczenie

Celem pracy była ocena zależności między otluszczeniem poszczególnych partii tuszki króliczej a zawartością tłuszczu śródmięśniowego, profilem kwasów tłuszczowych i kruchością mięsa królików rasy nowozelandzkiej białej (NB) i popielniańskiej białej (PB). Badaniami objęto po 20 osobników z każdej rasy. Króliczka po odsadzeniu w 35. dniu żywiono do 90. dnia życia *ad libitum* pełnoporcjowymi mieszankami paszowymi o zawartości: 15,3 % białka ogólnego, 3,55 % tłuszczu surowego i 11,5 % włókna surowego. Zwierzęta poddano ubojowi w wieku 90 dni. Króliki rasy NB w stosunku do rasy PB charakteryzowały się istotnie większą zawartością tłuszczu śródmięśniowego w mięśniach międzyżebrowych ($p \leq 0,05$), odpowiednio: 12,83 % i 10,39 %, w mięśniach powłok brzusznych ($p \leq 0,05$), odpowiednio: 9,06 % i 6,03 % oraz w combrze ($p \leq 0,01$), odpowiednio: 1,52 % i 1,01 %. Najwięcej białka oznaczono w mięśniach combra królików rasy PB (23,56 %), a najmniej – w mięśniach powłok brzusznych królików rasy NB (20,19 %). Pomiędzy rasami wystąpiły istotne ($p \leq 0,01$) różnice pod względem zawartości białka w części przedniej i combrze – na korzyść rasy PB. Profil kwasów tłuszczowych mięsa różnicował badane rasy, co może wynikać z niejednakowego czasu uzyskiwania jego pełnej dojrzałości. W mięsie analizowanych ras, pochodzącym z combra stwierdzono istotną ($p \leq 0,01$) dodatnią zależność pomiędzy zawartością tłuszczu okołonerkowego a podskórnego i narządowego ogółem (odpowiednio: $r = 0,94$ i $0,87$). Podobnie, w części przedniej królików PB stwierdzono zależność pomiędzy tłuszczem łopatkowym a podskórnym i narządowym ogółem ($r = 0,79$). Większa zawartość tłuszczu śródmięśniowego w mięsie combra królików NB była istotnie ($p \leq 0,05$) dodatnio skorelowana z ilością tłuszczu okołonerkowego ($r = 0,70$).

Słowa kluczowe: króliki rasy nowozelandzkiej białej (NB), króliki rasy popielniańskiej białej (PB), otluszczenie, tłuszcz śródmięśniowy, kwasy tłuszczowe

*Dr hab. D. Kowalska, prof. nadzw., prof. dr hab. P. Bielański, Dział Ochrony Zasobów Genetycznych Zwierząt, Instytut Zootechniki – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Krakowska 1, 32-083 Balice, prof. dr hab. A. Gugolek, Katedra Zwierząt Futerkowych i Łowiectwa, Wydz. Bioinżynierii Zwierząt, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, ul. Oczapowskiego 5, 10-719 Olsztyn.
Kontakt: dorota.kowalska@izoo.krakow.pl*

Wprowadzenie

Wzrost królików związany jest m.in. z kolejnością odkładania tłuszczu najpierw podskórnego i narządowego, a następnie śródmięśniowego. Otłuszczenie zwierząt ma wpływ na skład kwasów tłuszczowych mięsa, jak również związane jest z tempem wzrostu młodych królicząt. Króliki różnych ras, których mięso zawiera zbliżoną ilość tłuszczu podskórnego (za łopatkami i w pachwinach) i narządowego (wokół nerek i żołądka), mogą w dużym stopniu różnić się poziomem tłuszczu śródmięśniowego [17]. Sugeruje to, że czynniki genetyczne decydują o miejscu odkładania tłuszczu w tuszy. Dużo szybciej otłuszczają się króliki ras typowo mięsnych, które w porównaniu z królikami ras prymitywnych powinny osiągać dużą masę ciała w jak najkrótszym czasie.

Tłuszcz podskórny i narządowy u królików ras mięsnych, żywionych pełnoporcjowymi mieszankami paszowymi, przy masie ubojowej od 3 do 3,5 kg (wiek 90 dni) może stanowić od 70 do 140 g czyli 2,3 do 4 %, a tłuszcz śródmięśniowy od 0,3 do 12 %, w zależności od partii tuszki. Wpływ na otłuszczenie ma również wiek w momencie uboju [16]. Według Maj i wsp. [14] mniej tłuszczu śródmięśniowego stwierdza się w mięsie zwierząt ubijanych w 21. i 32. tygodniu życia niż w 12., co w pierwszym przypadku może być związane z ich dojrzałością płciową, a w drugim z dojrzewaniem okrywy włosowej.

W hodowli królików coraz bardziej zwraca się uwagę na zmniejszenie otłuszczenia i poprawę mięsności przy utrzymaniu właściwego poziomu przydatności technologicznej i smaku pozyskiwanego mięsa. Optymalna zawartość tłuszczu śródmięśniowego nadaje mięsu odpowiedni smak, soczystość oraz kruchość, która jest jednym z najważniejszych parametrów determinujących konsumencką ocenę jakości mięsa. Zmniejszenie zawartości tłuszczu śródmięśniowego poniżej 1 % obniża walory smakowe mięsa, które zwłaszcza po obróbce termicznej staje się suche i łykowate.

Współczesny producent mięsa króliczego skupia się nie tylko na efektach ilościowych produkcji żywca (wydajności rzeźnej czy zawartości mięsa w tuszce), ale, co w znacznym stopniu wynika z wymagań konsumentów, na wskaźnikach jakościowych. Coraz częściej zwraca się uwagę na zwiększenie udziału wielonienasyconych kwasów tłuszczowych czy zmniejszenie zawartości cholesterolu i dąży do uzyskania mięsa o właściwościach prozdrowotnych.

Celem pracy było określenie zależności między otłuszczeniem poszczególnych partii tuszki króliczej a zawartością tłuszczu śródmięśniowego, profilem kwasów tłuszczowych i siłą cięcia mięsa królików rasy nowozelandzkiej białej (NB) i popielniańskiej białej (PB).

Material i metody badań

Badania na zwierzętach przeprowadzono w latach 2011 ÷ 2012, w sezonie jesienno-zimowym, w fermie królików należącej do Instytutu Zootechniki Państwowego Instytutu Badawczego w Aleksandrowicach (zgoda na prowadzenie badań LKE w Instytucie Farmakologii PAN, Kraków, nr 818). Doświadczeniem objęto łącznie 40 królików, w tym 20 sztuk rasy nowozelandzkiej białej, (uznawanej za rasę typowo mięsną) i 20 sztuk popielniańskich białych (jedynej rodzimej rasy królików polecanej do chowu przyzagrodowego).

Króliczeta od odsadzenia w 35. dniu żywiono do 90. dnia życia *ad libitum* standardowymi pełnoporcjowymi mieszankami paszowymi o zawartości: 15,8 % białka ogólnego, 3,55 % tłuszczu surowego i 11,5 % włókna surowego. Po zakończeniu odchowu doświadczalnego (w wieku 90 dni) zwierzęta po 24-godzinnej głodówce poddawano ubojowi w przykładowej ubojni według procedur przewidzianych dla tej grupy zwierząt (rozporządzenie Rady (WE) NR 1099/2009). Bezpośrednio po uboju przeprowadzano analizę rzeźną według metodyki opisanej przez Bieńka [1]. Wydajność rzeźną obliczano jako stosunek masy tuszki ciepłej z głową do masy zwierzęcia przed ubojem z równania:

$$WR(\%) = \frac{MT \times 100}{MC}$$

gdzie:

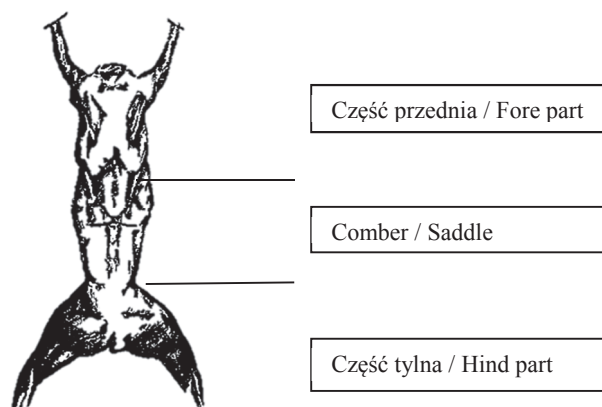
WR – wydajność rzeźna [%],

MT – masa tuszki z głową, bez podrobów (wątroba, nerki, płuca, serce) [g],

MC – masa ciała przed ubojem [g].

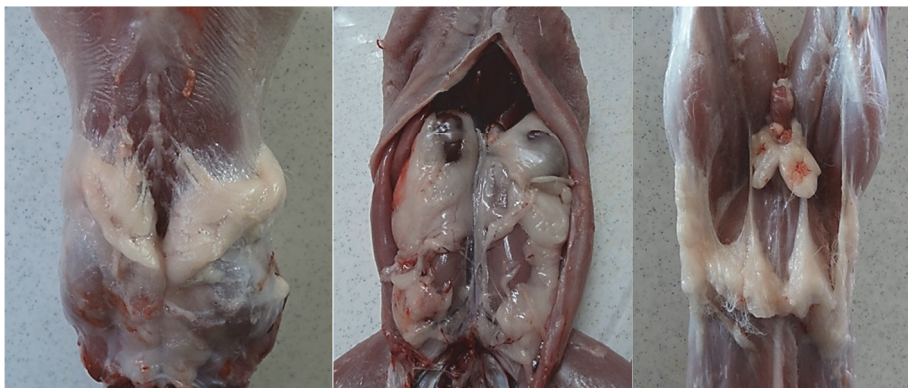
Po uboju tuszki dzielono na trzy części: część przednią – cięcie prowadzono na wysokości ostatniego żebra, comber – z cięciem na wysokości ostatniego kręgu lędźwiowego i część tylną – obejmującą nogi wraz z częścią krzyżową (rys. 1). Dodatkowo z części przedniej preparowano mięśnie międzyżebrowe, a od combra odcinano mięśnie powłok brzusznych.

Badania próbek mięsa wykonywano w Centralnym Laboratorium IZ PIB. Cechy chemiczne mięsa króliczego oznaczano w próbkach mięsa o masie 50 g, pochodzących z udźca – część tylna (*m. biceps femoris*), combra – mięśnia najdłuższego lędźwi (*m. longissimus lumborum*), mięśnia nogi przedniej – część przednia (*m. triceps brachii*), mięśni powłok brzusznych (*m. obliquus internus abdominis*) oraz mięśni międzyżebrowych zewnętrznych (*m. intercostales externi*). Mięso pozbawione błon i ścięgien mielono jednokrotnie w młynku typu Moulinex. Zawartość tłuszczu śródmięśniowego oznaczano metodą Soxhleta wg PN-ISO 1444:2000 [21], a zawartość białka - metodą Kjeldahla wg PN-75/A-04018 [20].



Rys. 1. Podział tuszki króliczej.
Fig. 1. Distribution of rabbit carcass.

Tłuszcz okołonarządowy oddzielano za pomocą skalpela w części przedniej z okolic łopatek, w części środkowej z okolic nerek i żołądka oraz w części tylnej z okolic pachwin (fot. 1).



Fot. 1. Miejsca gromadzenia się tłuszczu w tuszce króliczej (łopatkowy, okołonerkowy, pachwinowy).
Phot. 1. Sites of fat deposition (shoulder, kidney, inguinal) in rabbit carcass.

Silę cięcia mięsa oznaczano metodą instrumentalną przy użyciu teksturometru Texture Analyser TA-XT2 firmy Stable Micro Systems (oprogramowanie Texture Expert for Windows Version 1,05) z przystawką tnącą Warnera-Bratzlera, rejestrującą siłę [N/cm] potrzebną do przecięcia kawałków mięsa o przekroju poprzecznym 10×10 mm. Cięcia dokonywano prostopadłe do przebiegu włókien mięśniowych, przy

szybkości przesuwu głowicy 150 mm/min. Przed pomiarem siły cięcia mięso poddawano obróbce termicznej w łaźni wodnej w temp. 75 °C przez 30 min, a następnie schładzano i przechowywano w chłodziarce w temp. $4 \pm 0,5$ °C przez dobę.

W liofilizowanych próbkach mięsa wykonywano oznaczenie zawartości kwasów tłuszczowych. Poddawano je ekstrakcji roztworem chloroformu i metanolu zgodnie z metodą Folcha i wsp. [7]. Estry metylowe kwasów tłuszczowych przygotowywano wg ISO 12966-2:2011 [19]. Profil kwasów tłuszczowych odpowiednich estrów metylowych oznaczano metodą chromatografii gazowej za pomocą chromatografu gazowego VARIAN 3400, z detektorem płomieniowo-jonizacyjnym FID, przy temp. dozwolnika równej 250 °C, przy użyciu kolumny Rtx 2330 o parametrach $105\text{ m} \times 0,32\text{ mm} \times 0,2\text{ }\mu\text{m}$. Jako gazu nośnego używano helu o przepływie 3 ml/min, nastrzyk 0,7 ml. Do oznaczenia CLA używano wzorców kwasów firmy Lardon Fine Chemicals AB, a do pozostałych kwasów – wzorców Sigma-Aldrich.

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie w układzie jednoczynnikowym przy użyciu analizy wariancji (ANOVA). Istotność różnic pomiędzy wartościami średnimi w grupach szacowano stosując wielokrotny test rozstępu Duncana. Współczynniki korelacji pomiędzy zawartością tłuszczu śródmięśniowego, podskórnego, narządowego i profilem kwasów tłuszczowych a siłą cięcia oszacowano przy użyciu programu komputerowego Statistica 8 (StatSoft, USA, 2008).

Wyniki i dyskusja

W tab. 1. przedstawiono wyniki analizy rzeźnej królików obydwu badanych ras. Masa ciała przed ubojem oraz masa tuszki ciepłej królików rasy popielniańskiej białej były mniejsze ($p \leq 0,01$) niż nowozelandzkiej białej i charakteryzowały się istotnie ($p \leq 0,01$) mniejszym otłuszczeniem (tłuszcz podskórny i narządowy ogółem: NB – 54,50 g, PB – 23,20 g). W badaniach Kowalskiej i Bielańskiego [9] stwierdzono również mniejsze otłuszczenie królików rasy popielniańskiej białej (NB – 66,5 g, PB – 36,0 g). Wskaźnik wydajności rzeźnej królików obydwu ras był na zbliżonym poziomie i wynosił odpowiednio: NB – 55,9 % i PB – 54,4 %. Chwastowska-Siwiecka i wsp. [2] podają wydajność rzeźną rasy NB na poziomie 52,4 %, Daszkiewicz i wsp. [6] – w granicach od 51,5 do 52,4 %, a Kowalska i Bielański [9]: rasy NB – 53,8 %, a PB – 54,9 %.

Jednym z głównych czynników decydujących o sensorycznej jakości mięsa jest tłuszcz śródmięśniowy (*intramuscular fat content* – IMF). Najwięcej tłuszczu śródmięśniowego stwierdzono w mięsie pochodzącym z mięśni międzyżebrowych królików rasy NB – 12,83 %, najmniej w combrze królików rasy PB – 1,01 % (tab. 2). Pomiedzy rasami stwierdzono istotne ($p \leq 0,01$) różnice pod względem ilości tłuszczu śródmięśniowego pochodzącego z combra oraz istotne ($p \leq 0,05$) w mięśniach międzyżebrowych i powłok brzusznych. Pla i wsp. [16] podają zawartość tłuszczu śródmięśniowe-

go w różnych partiach mięsa badanych królików od 0,33 do 14,6 %, przy czym najwyższe średnie wartości dotyczyły mięśni międzyżebrowych (12,82 %) a najniższe – mięśni combra (1,20 %). Natomiast Łapa [11] podaje zawartość tłuszczu w combrze królików NB na poziomie – 1,71 %, Maj i wsp. [13] – 1,60 %, Szkucik i Libelt [18] – 1,12 %, a Kowalska i Bielański [9]: królików NB – na poziomie 2,11 %, a królików PB – 2,02 %.

Tabela 1. Wyniki analizy rzeźnej królików.
Table 1. Results of slaughter analysis of rabbits.

Wyszczególnienie / Item	Rasa / Breed	
	NB / NZW (\bar{x})	PB / PW (\bar{x})
Masa ciała [g] Body weight [g]	2680,3 ^A	2410,0 ^B
Masa tuszki ciepłej [g] Hot carcass weight [g]	1320,0 ^A	1158,2 ^B
Masa głowy [g] Head weight [g]	179,0 ^A	152,0 ^B
Masa podrobów [g] Giblets weight [g]	117,3 ^A	97,0 ^B
Masa części niejadalnych [g] Weight of inedible parts [g]	1075,5 ^a	912,5 ^b
Masa tłuszczu pachwinowego [g] Inguinal fat weight [g]	6,50 ^A	3,20 ^B
Masa tłuszczu łopatkowego [g] Shoulder fat weight [g]	16,0 ^A	7,00 ^B
Masa tłuszczu okołonerkowego i żołądkowego [g] Eight of kidney and abdominal fat [g]	32,0 ^A	13,0 ^B
Masa mięśni w tuszce [g] Carcass muscle weight [g]	1025,2 ^a	906,0 ^b
Masa kości w tuszce [g] Carcass bone weight [g]	240,3	229,0
Masa tłuszczu w tuszce [g] Carcass fat weight [g]	54,50 ^A	23,20 ^B
Wydajność rzeźna [%] Dressing percentage [%]	55,9	54,4

Objaśnienia: / Explanatory notes:

NB – króliki rasy nowozelandzkiej białej / NZW – rabbits of New Zealand White breed; PB – króliki rasy popielniańskiej białej / PW – rabbits of Popielno White breed;

wartości średnie (\bar{x}) oznaczone różnymi literami w wierszach różnią się statystycznie istotnie na poziomie: A, B – $p \leq 0,01$; a, b – $p \leq 0,05$ / mean values (\bar{x}) in the lines and denoted by different letters differ statistically significantly A, B – $p \leq 0.01$, a, b – $p \leq 0.05$.

Największy udział białka oznaczono w mięśniach combra królików rasy PB (23,56 %), a najmniejszy – w mięśniach powłok brzusznych królików NB (20,27 %). Istotne ($p \leq 0,01$) różnice pod względem zawartości białka pomiędzy rasami stwierdzono w mięśniach części przedniej i combra. Pla i wsp. [16] podają zawartość białka w różnych partiach mięsa badanych królików od 18,69 do 22,10 %, przy czym najwyższa wartość dotyczy mięśni combra. Kowalska i Bielański [9] wykazali w mięśniach combra królików PB zawartość białka na wyższym poziomie – 25,42 %, natomiast królików NB – 25,44 %. W badaniach Daszkiewicza i wsp. [6] poziom białka w mięśniu *longissimus dorsi* królików NB wahał się od 22,18 do 22,78 %.

Tabela 2. Zawartość tłuszczu śródmięśniowego i białka w poszczególnych elementach tuszki królików rasy NB i PB.

Table 2. Content of intramuscular fat and protein in individual components of rabbit carcass of NZW and PW breeds.

Elementy tuszki Carcass components	Tłuszcz / Fat [%] (\bar{x})		Białko / Protein [%] (\bar{x})	
	NB / NZW	PB / PW	NB / NZW	PB / PW
Część przednia Fore part	6,97	6,29	20,19 ^A	21,73 ^B
Mięśnie międzyżebrowe Intercostal muscles	12,83 ^a	10,39 ^b	18,89	19,18
Comber Saddle	1,52 ^A	1,01 ^B	21,91 ^A	23,56 ^B
Mięśnie powłok brzusznych Abdominal integument muscles	9,06 ^a	6,03 ^b	20,27	20,45
Część tylna Hind part	3,77	2,87	21,27	22,01

Objaśnienia jak pod tab. 1. / Explanatory notes as in Tab. 1.

W tab. 3. przedstawiono zawartość wybranych kwasów tłuszczowych oraz siłę cięcia badanego mięsa. Spośród nasyconych kwasów tłuszczowych wykazano występowanie kwasu mirystynowego (C14:0), palmitynowego (C16:0) i stearynowego (C18:0). Istotne ($p \leq 0,01$) różnice dotyczyły kwasów: C14:0 – większą jego zawartością cechowało się mięso pochodzące z części tylnej królików rasy PB (3,42 %) niż królików rasy NB (2,73 %) oraz C16:0 – w mięsie pochodzącym z części przedniej i combra rasy NB (29,4 % i 29,2 %) w stosunku do rasy PB (25,4 % i 25,9 %).

W składzie jednonienasyconych kwasów tłuszczowych w mięsie obu badanych ras i we wszystkich wyrębach mięsa króliczego najwięcej było kwasu oleinowego (C18:1), który zmniejsza ryzyko peroksydacji lipidów w lipoproteinach (LDL i HDL) i w związku z tym zapobiega tworzeniu się płytek miażdżycowych. Badania przeprowadzone *in vitro* wykazały, że kwas oleinowy zapobiega utlenianiu frakcji LDL, obni-

za stężenie cholesterolu we frakcji LDL, a jednocześnie podwyższa frakcję HDL [10]. Pomiędzy rasą NB i PB wykazano istotne ($p \leq 0,01$) różnice pod względem zawartości kwasu oleinowego w mięsie pochodzącym z części przedniej (22,7 i 27,4 %). W lipidach mięsa rasy NB wykazano więcej kwasu palmitooleinowego (C16:1) we wszystkich badanych wyrębach. Podobne zależności uzyskali dla obu omawianych ras Kowalska i Bielański [9].

Pod względem wielonienasyconych kwasów tłuszczowych wykazano różnice ($p \leq 0,01$) pomiędzy rasami na korzyść królików PB w odniesieniu do zawartości kwasu linolowego (C18:2) w mięsie pochodzącym z części przedniej i combra, a w przypadku królików NB – zawartości kwasu linolenowego (C18:3) w części przedniej i EPA (C20:5) we wszystkich badanych wyrębach. Zawartość kwasu linolowego była istotnie większa ($p \leq 0,05$) w mięsie pochodzącym z części tylnej królików rasy NB, a kwasu linolenowego – w części tylnej i DHA (C22:6) w combrze królików rasy PB.

Po przeanalizowaniu ilości nasyconych kwasów tłuszczowych (SFA) w mięsie obu ras królików stwierdzono statystycznie istotnie ($p \leq 0,01$) większą ich zawartość w części przedniej i combrze rasy NB, natomiast rasa PB charakteryzowała się większą zawartością SFA w części tylnej. Kowalska i Bielański [9] wykazali zbliżone wartości SFA w mięsie pochodzącym z części tylnej królików omawianych ras.

Suma kwasów wielonienasyconych szeregu $n-3$ PUFA $_{n-3}$ była największa w mięsie pochodzącym z części przedniej królików NB, co potwierdzono statystycznie na poziomie $p \leq 0,01$. Dietetycznie najkorzystniejszy stosunek kwasów PUFA $_{n-6/n-3}$, wynoszący 5,19, wykazano w mięsie pochodzącym z części przedniej królików rasy NB.

Przedstawione badania prowadzone były na dwóch różnych rasach królików, różniących się między sobą przede wszystkim czasem dojrzewania do rozplodu, liczebnością miotów oraz tempem wzrostu. W związku z tym ich mięso mogło w niejednakowym czasie uzyskiwać pełną dojrzałość, w czym można upatrywać przyczynę otrzymanych różnic.

Kruchość jest jednym z najważniejszych parametrów determinujących konsumencką ocenę jakości mięsa. Zależy od rodzaju włókien mięśniowych oraz ilości tkanki łącznej, a także w dużym stopniu od intensywności przemian proteolitycznych *post mortem*. Pomiędzy rasami nie wystąpiły statystycznie potwierdzone (zarówno przy $p \leq 0,05$, jak i $p \leq 0,01$) różnice określone siłą cięcia badanego mięsa pochodzącego z różnych wyrębów. Podobne wartości kruchości wyrażone siłą cięcia mięsa podają Łapa i wsp. [12]. Inni autorzy [4, 5] wskazują znacznie wyższe wartości siły cięcia kształtujące się na poziomie od 21 przez 33 do 35,1 ÷ 39,8 N/cm². Tak znaczne różnice wynikają zapewne z różnych sposobów wykonywania pomiarów, gdyż w tym przypadku istotne jest, czy cięcie przeprowadzono wzdłuż, czy w poprzek włókien mięśniowych, jak również czas obróbki termicznej i jej temperatura [3]. Według Millera [15] przetłuszczenie śródmięśniowe zwiększa kruchość mięsa między innymi

dlatego, że tłuszcz jest bardziej miękki niż włókna. Ponadto tworzy on swoistą ochronę włókien przed szybką denaturacją cieplną oraz zatrzymuje wodę w mięsie, co poprawia wrażenie kruchości mięsa poddanego obróbce termicznej.

Tabela 3. Zawartość wybranych kwasów tłuszczowych w poszczególnych elementach tuszki mięsa króliczego [% sumy kwasów tłuszczowych] oraz siła cięcia mięsa [N/cm].

Table 3. Content of selected fatty acids in individual carcass components of rabbit carcass [% of fatty acids in total] and meat shear force [N/cm].

Kwasy tłuszczowe Fatty acids	Część przednia Fore part		Comber Saddle		Część tylna Hind part	
	NB / NWZ	PB / PW	NB / NWZ	PB / PW	NB / NWZ	PB / PW
C _{14:0}	3,48 ^a	2,62 ^b	2,71	2,67	2,73 ^A	3,42 ^B
C _{16:0}	29,4 ^A	25,4 ^B	29,2 ^A	25,9 ^B	27,6	29,2
C _{16:1}	3,48 ^a	2,62 ^b	3,59 ^a	2,24 ^b	4,62 ^a	3,38 ^b
C _{18:0}	6,22	5,18	6,27	5,91	6,06	5,75
C _{18:1}	22,7 ^A	27,4 ^B	27,1	27,3	25,1	26,3
C _{18:2, n-6}	22,8 ^A	27,4 ^B	23,0 ^A	28,1 ^B	28,3 ^a	24,2 ^b
C _{18:3, n-3}	4,21 ^A	3,41 ^B	3,33	3,41	2,42 ^a	2,79 ^b
C _{20:4, n-6}	3,06 ^a	2,26 ^b	3,85 ^A	2,54 ^B	1,99	2,35
C _{20:5, n-3} (EPA)	0,13 ^A	0,08 ^B	0,13 ^A	0,09 ^B	0,11 ^A	0,06 ^B
C _{22:6, n-3} (DHA)	0,07	0,04	0,11 ^a	0,57 ^b	0,07	0,04
SFA	39,2 ^A	34,5 ^B	38,6 ^A	35,8 ^B	36,7 ^A	39,8 ^B
MUFA	30,4 ^a	33,3 ^b	30,7	29,8	29,7	29,8
PUFA	30,4 ^a	33,3 ^b	30,6 ^A	34,3 ^B	33,6 ^a	30,3 ^b
PUFA _{n-6}	25,9 ^A	29,5 ^B	26,9 ^A	30,5 ^B	30,4 ^A	26,6 ^B
PUFA _{n-3}	4,41 ^A	3,50 ^B	3,57	3,53	2,94	2,83
PUFA _{n-6/n3}	5,19 ^A	7,62 ^B	7,58	7,75	10,3 ^a	8,95 ^b
Siła cięcia Shear force	18,3	17,9	16,5	16,1	17,5	17,1

Objaśnienia jak pod tab. 1. / Explanatory notes as in Tab. 1.

W mięsie pochodzącym z części przedniej królików rasy PB wykazano istotną ($p \leq 0,01$) dodatnią korelację pomiędzy zawartością tłuszczu łopatkowego i tłuszczu podskórnego oraz narządowego ogółem ($r = 0,79$) (tab. 4).

W mięsie pochodzącym z combra królików rasy NB (tab. 5) stwierdzono istotną ($p \leq 0,05$) dodatnią korelację pomiędzy zawartością tłuszczu śródmięśniowego i tłuszczu okołonerkowego ($r = 0,72$) oraz tłuszczu podskórnego i narządowego ogółem ($r = 0,70$). Korelacje dodatnie stwierdzono ($p \leq 0,01$) pomiędzy zawartością tłuszczu okołonerkowego a podskórnego i narządowego ogółem (NB: $r = 0,94$, PB: $r = 0,87$) w przypadku obu analizowanych ras. Zależność pomiędzy zawartością tłuszczu śród-

mięśniowego a tłuszczami narządowym i podskórnym można odnieść do badań prowadzonych na mięsie świń – istotne korelacje pomiędzy otłuszczeniem tuszy mierzonym grubością słoniny a zawartością tłuszczu śródmięśniowego stwierdza się w wielu rasach [8]. W przypadku królików PB stwierdzono istotne ($p \leq 0,05$) ujemne korelacje pomiędzy tłuszczem śródmięśniowym a kwasem C16:1 ($r = -0,71$) i MUFA (kwasy

Tabela 4. Współczynniki korelacji pomiędzy parametrami otłuszczenia części przedniej królików, profilem kwasów tłuszczowych i siłą cięcia.

Table 4. Coefficients of correlations among parameters of fat deposits within fore parts of rabbits, fatty acid profile, and shear force.

Zmienna Variable	Zawartość tłuszczu śródmięśniowego IMF content		Zawartość tłuszczu łopatkowego Shoulder fat content		Zawartość tłuszczu podskórnego i narządowego ogółem Total content of subcutaneous and visceral fat		Siła cięcia Shear force	
	Rasa / Breed							
	NB NZW	PB PW	NB NZW	PB PW	NB NZW	PB PW	NB NZW	PB PW
Tłuszcz śródmięśniowy IMF content	-	-	-0,28	-0,28	-0,57	-0,15	-0,29	0,32
Tłuszcz łopatkowy Inguinal fat	-0,28	-0,28	-	-	-0,07	0,79**	0,26	-0,25
Tłuszcz podskórny i narządowy ogółem Total content of subcutaneous and visceral fat	-0,57	-0,15	-0,07	0,79**	-	-	0,36	-0,45
Siła cięcia Shear force	-0,29	0,32	0,26	-0,25	0,36	-0,45	-	-
C16:0	0,25	-0,23	-0,30	0,01	-0,34	0,12	-0,26	-0,21
C16:1	0,26	0,07	-0,19	-0,44	-0,13	-0,15	-0,23	-0,07
C18:0	-0,18	0,28	0,18	-0,21	0,26	-0,46	0,24	0,30
C18:1	0,36	0,33	0,45	-0,33	-0,13	-0,13	-0,20	-0,01
C18:2	-0,36	-0,40	0,12	0,44	0,29	0,28	0,35	-0,04
C18:3	0,23	0,22	0,53	-0,58	-0,23	-0,15	-0,13	0,13
C20:4	-0,48	-0,38	0,07	0,49	0,50	0,12	0,43	0,25
SFA	0,21	0,03	-0,46	-0,08	-0,34	-0,26	-0,32	0,16
MUFA	0,35	0,28	0,20	-0,37	-0,14	-0,13	-0,23	-0,03
PUFA	-0,36	-0,41	0,19	0,57	0,32	0,42	0,36	-0,11
PUFAn-6	-0,40	-0,40	0,12	0,60	0,36	0,42	0,38	-0,16
PUFAn-3	0,21	0,14	0,60	-0,53	-0,18	-0,11	0,02	0,12

Objaśnienia: / Explanatory notes:

*- współczynniki korelacji statystycznie istotne przy $p \leq 0,05$ / correlation coefficients statistically significant at $p \leq 0.05$;

** - współczynniki korelacji statystycznie istotne przy $p \leq 0,01$ / correlation coefficients statistically significant at $p \leq 0.01$.

jednonienasycone) ($r = -0,67$) oraz pomiędzy siłą cięcia a PUFA_{n-3} ($r = -0,67$). Natomiast dodatnie istotne ($p \leq 0,05$) korelacje wykazano pomiędzy tłuszczem śródmięśniowym a PUFA i PUFA_{n-6} (w obu przypadkach $r = 0,69$) oraz między siłą cięcia a C18:3 ($r = 0,68$).

Tabela 5. Współczynniki korelacji pomiędzy parametrami otluszczenia combra królików, profilem kwasów tłuszczowych i siłą cięcia.

Table 5. Coefficients of correlations among parameters of fat deposits within rabbit saddle, fatty acid profile, and shear force.

Zmienna Variable	Zawartość tłuszczu śródmięśniowego IMF content		Zawartość tłuszczu okołonerkowego Inguinal fat content		Zawartość tłuszczu podskórnego i narządowego ogółem Total content of subcutaneous and visceral fat		Siła cięcia Shear force	
	Rasa / Breed							
	NB NZW	PB PW	NB NZW	PB PW	NB NZW	PB PW	NB NZW	PB PW
Tłuszcz śródmięśniowy IMF content	-	-	0,72*	0,33	0,70*	0,14	0,10	-0,38
Tłuszcz okołonerkowy Inguinal fat	0,72*	0,33	-	-	0,94**	0,87**	0,32	0,29
Tłuszcz podskórny i narządowy ogółem Total content of subcutaneous and visceral fat	0,70	0,14	0,94**	0,87**	-	-	0,23	0,54
Siła cięcia Shear force	0,10	-0,38	0,32	0,29	0,23	0,54	-	-
C16:0	-0,21	-0,04	-0,47	0,17	-0,48	0,01	-0,27	-0,08
C16:1	-0,02	-0,71*	0,08	-0,29	0,20	-0,16	-0,14	0,15
C18:0	-0,41	0,54	-0,35	0,21	-0,48	0,11	-0,17	-0,34
C18:1	0,25	-0,59	0,08	-0,20	0,18	-0,14	0,12	0,38
C18:2	0,17	0,58	0,54	0,25	0,35	-0,24	0,43	-0,38
C18:3	-0,17	0,13	0,12	-0,09	0,07	0,01	0,30	0,68*
C20:4	-0,02	0,54	0,01	0,31	-0,06	-0,39	-0,19	-0,10
SFA	-0,33	0,07	0,53	0,07	-0,54	0,12	-0,30	-0,23
MUFA	0,16	-0,67*	0,10	-0,22	0,22	-0,11	0,01	0,37
PUFA	0,10	0,69*	0,41	0,18	0,22	-0,08	0,30	-0,23
PUFA _{n-6}	0,12	0,69*	0,40	0,20	0,23	-0,23	0,25	-0,16
PUFA _{n-3}	-0,17	0,13	0,01	-0,13	-0,04	0,14	0,30	-0,67*

Objaśnienia jak pod tab. 4. / Explanatory notes as in Tab. 4.

Tabela 6. Współczynniki korelacji pomiędzy parametrami otłuszczenia części tylnej królików, profilem kwasów tłuszczowych i kruchością.

Table. 6. Coefficients of correlations among parameters of fat deposits within hind parts of rabbits, fatty acid profile, and tenderness.

Zmienna Variable	Zawartość tłuszczu śródmięśniowego IMF content		Zawartość tłuszczu pachwinowego Inguinal fat content		Zawartość tłuszczu podskórnego i narządowego ogółem Total content of subcutaneous and visceral fat		Siła cięcia Shear force	
	Rasa / Breed							
	NB NZW	PB PW	NB NZW	PB PW	NB NZW	PB PW	NB NZW	PB PW
Tłuszcz śródmięśniowy IMF content	-	-	-0,11	-0,28	0,16	0,30	-0,01	0,58
Tłuszcz pachwinowy Inguinal fat	-0,11	-0,28	-	-	0,48	0,45	-0,39	-0,17
Tłuszcz podskórny i narządowy ogółem Total content of subcutaneous and visceral fat	0,16	0,03	0,48	0,45	-	-	-0,09	-0,11
Siła cięcia Shear force	0,58	0,30	-0,17	-0,09	-0,11	0,36	-	-
C16:0	0,33	-0,27	0,71*	0,35	0,64*	0,04	-0,04	0,18
C16:1	0,41	0,28	0,52	0,25	0,56	-0,09	-0,22	0,44
C18:0	0,13	-0,12	0,05	-0,62	0,54	-0,05	0,49	0,01
C18:1	0,49	0,16	0,46	0,46	0,57	-0,20	0,10	-0,04
C18:2	-0,36	0,07	-0,65*	-0,31	-0,64*	0,14	-0,04	-0,41
C18:3	-0,17	0,04	-0,06	-0,33	-0,35	0,19	0,62	-0,17
C20:4	-0,38	-0,29	0,01	-0,59	-0,07	-0,07	0,74*	0,13
SFA	0,30	-0,21	0,71*	0,27	0,64*	0,12	-0,01	0,32
MUFA	0,48	0,24	0,49	0,40	0,59	-0,17	0,01	0,22
PUFA	-0,40	0,00	-0,64*	-0,49	-0,65*	0,02	0,01	-0,40
PUFAn-6	-0,38	-0,01	-0,65*	-0,42	-0,65*	0,11	0,01	-0,34
PUFAn-3	-0,59	-0,24	-0,43	0,25	-0,52	-0,09	0,13	-0,32

Objaśnienia jak pod tab. 4 / Explanatory notes as in Tab. 4.

W mięsie pochodzącym z części tylnej (tab. 6) królików rasy NB stwierdzono istotną ($p \leq 0,05$) dodatnią korelację pomiędzy tłuszczem pachwinowym a kwasem C16:0 ($r = 0,71$) i SFA ($r = 0,71$), następnie między tłuszczem podskórnym i narządowym ogółem a C16:0 ($r = 0,64$) i SFA ($r = 0,64$) oraz między siłą cięcia a C20:4

($r = 0,74$). Równocześnie, w przypadku tej samej rasy, istotne ($p \leq 0,05$) ujemne korelacje stwierdzono pomiędzy tłuszczem pachwinowym a C18:2 ($r = -0,65$), PUFA ($r = -0,64$) i PUFA_{n-6} ($r = -0,65$).

Wnioski

1. Stwierdzono istotnie ($p \leq 0,05$) większą zawartość tłuszczu śródmięśniowego w mięśniach międzyżebrowych i mięśniach powłok brzusznych a wysoko istotnie ($p \leq 0,01$) większą w combrze królików rasy NB w stosunku do rasy PB.
2. Największą zawartość białka wykazano w mięśniach combra królików rasy PB, a najmniejszą – w mięśniach powłok brzusznych królików rasy NB. Istotne na poziomie istotności $p \leq 0,01$ różnice stwierdzono między rasami, na korzyść rasy PB, w odniesieniu do zawartości białka w części przedniej i w combrze.
3. Profil kwasów tłuszczowych w mięsie badanych ras królików różnił się, co może być związane z różnym wiekiem uzyskiwania pełnej dojrzałości przez te rasy.
4. Stwierdzono istotną na poziomie istotności $p \leq 0,01$ dodatnią korelację (NB: $r = 0,94$, PB: $r = 0,87$) pomiędzy zawartością tłuszczu okołonerkowego a podskórnego i narządowego ogółem w mięsie z combra pochodzącym od obu analizowanych ras. Natomiast dodatnią korelację ($r = 0,79$) stwierdzono w odniesieniu do części przedniej tuszki królików rasy PB pomiędzy tłuszczem łopatkowym a podskórnym i narządowym ogółem.
5. Większa zawartość tłuszczu śródmięśniowego w mięsie combra królików rasy NB była istotnie ($p \leq 0,05$) dodatnio skorelowana z tłuszczem okołonerkowym.

Literatura

- [1] Bieniek J.: Wpływ czynników genetycznych i środowiskowych na użytkowość mięsną królików w warunkach chowu tradycyjnego. Zesz. Nauk. AR Kraków, Rozprawy, 1997, nr 233.
- [2] Chwastowska-Siwiecka I., Kondratowicz J., Winarski R., Śmiecińska K.: Wartość rzeźna oraz wybrane cechy jakościowe mięsa królików ras mięsnych. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2011, **2** (75), 136-147.
- [3] Chwastowska-Siwiecka I., Kondratowicz J., Gugolek A., Matusievičius P.: Changes in the physico-chemical properties of deep-frozen rabbit meat as dependent on thawing method. Vet. Med. Zoot., 2013, **62** (84), 68-72.
- [4] Cossu M.E., Cumini M.L., Lazzari G.: Effect of corn processing and level of inclusion on growth of meat rabbits. Proc. 8th World Rabbit Congress, Mexico, 2004, pp. 785-791.
- [5] Dal Bosco A., Castellini C., Bernardini M.: Productive performance and carcass and meat characteristics of cage – or pen – raised rabbits. Proc. 7th World Rabbit Congress, Valencia, 2000, pp. 579-584.
- [6] Daszkiewicz T., Gugolek A., Janiszewski P., Kubiak D., Czoik M.: The effect of intensive and extensive production systems on carcass quality in New Zealand White rabbits. World Rabbit Sci., 2012, **20** (1), 25-32.
- [7] Folch J., Lees M., Stanley G.H.S.: A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. J. Biol. Chem., 1957, 226, 497.

- [8] Jankowiak H., Bocian M., Kapelański W., Roślewska A.: Zależność między otłuszczeniem tuszy a zawartością tłuszczu śródmięśniowego i profilem kwasów tłuszczowych w mięsie świń. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2010, **6 (73)**, 199-2008.
- [9] Kowalska D., Bielański P.: Study on the possibility of using the native Popielno White rabbit breed in commercial farming. *Ann. Anim. Sci.*, 2011, **11 (2)**, 307-320.
- [10] Kwiatkowska E.: Właściwości zdrowotne oliwy z oliwek. *Postępy Fitoterapii*, 2007, **(3)**, 168-171.
- [11] Łapa P.: Charakterystyka wskaźników jakości mięsa królików rasy nowozelandzkiej białej i kalifornijskiej oraz ich mieszańców. Praca magisterska, WHiBZ UR Kraków, 2005, pp. 1-102.
- [12] Łapa P., Maj D., Bieniek J.: Barwa i tekstura mięsa królików ras mięsnych i ich mieszańców. *Med. Weter.*, 2008, **64(4A)**, 454-456.
- [13] Maj D., Bieniek J., Łapa P.: Jakość mięsa królików rasy białej nowozelandzkiej i kalifornijskiej oraz ich mieszańców. *Med. Weter.*, 2008, **64 (3)**, 351-353.
- [14] Maj D., Bieniek J., Bekas Z.: Wpływ wieku i płci królików na wskaźniki jakości ich mięsa. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2012, **1 (80)**, 142-153.
- [15] Miller R.K.: Palatability. W: *Encyclopaedia of Meat Sciences*. Elsevier Ltd., 2004, 256-266.
- [16] Pla M., Pascual M., Arino B.: Protein, fat and moisture content of retail cuts of rabbit meat evaluated with the NIRS methodology. *World Rabbit Sci.*, 2004, **12**, 149-158.
- [17] Spencer A., Hull D.: The effect of over-feeding newborn rabbits on somatic and visceral growth, body composition and long-term growth potential. *Br. J. Nutr.*, 1984, **51**, 389-402.
- [18] Szkucik K., Libelt K.: Wartość odżywcza mięsa królików. *Med. Weter.*, 2006, **62 (1)**, 108-110.
- [19] ISO 12966-2:2011. Animal and vegetable fats and oils. Gas chromatography of fatty acid methyl esters - Part 2: Preparation of methyl esters of fatty acids
- [20] PN-75/A-04018. Produkty rolniczo-żywnościowe. Oznaczanie azotu metodą Kjeldahla i przeliczanie na białko.
- [21] PN-ISO 1444:2000. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości wody (metoda odwoławcza).

RELATIONSHIPS AMONG FAT DEPOSIT WITHIN CARCASS, CONTENT OF INTRAMUSCULAR FAT, FATTY ACID PROFILE, AND TENDERNESS OF RABBIT MEAT

Summary

The objective of the study was to assess the relationships among fat deposits within individual parts of rabbit carcass, content of intramuscular fat, fatty acid profile, and tenderness of meat from rabbits of New Zealand White (NZW) and Popielno White (PW) breeds. The study comprised 20 specimens of each of the two rabbit breeds. The kittens were weaned on the 35th day and, until the 90th day of life, they were fed, ad libitum, complete feedingstuffs containing 15.3 % of crude protein, 3.55 % of crude fat, and 11.5 % of crude fibre. The animals were slaughtered at the age of 90 days. Compared to the rabbits of PW breed, the rabbits of NZW breed were characterized by a significantly higher intramuscular fat content within intercostal muscles (12.83 % and 10.39 %, respectively) and within abdominal integument muscles (9.06 % and 6.03 %, respectively), as well as by a highly significantly higher fat content in the saddle (1.52 % and 1.01 %, respectively). The highest percentage of protein was determined in the saddle muscles of PW rabbits (23.56 %), the lowest in the abdominal integument muscles of NZW rabbits (20.19 %). Highly significant ($p \leq 0,01$) differences were found between the two breeds as regards the contents of protein in their fore part and saddles; the rabbits of PW breed had a significantly higher percentage of

protein content. The fatty acid profile of meat differed between the two breeds analysed; this might result from the varying times the meat of two breeds needed to become full mature. In the saddle meat of the two breeds analyzed, a highly significantly ($p \leq 0,01$) positive relationship was determined between the content of kidney fat and the total content of subcutaneous and visceral fat (respectively: $r = 0.94$ and 0.87). Similarly, in the fore part of the rabbits of PW breed, a relationship was found to exist between the content of shoulder fat and the total content of subcutaneous and visceral fat ($r = 0.79$). The higher intramuscular fat content in the saddle meat from NZW rabbits was significantly positively correlated (on the level 0,05) with the amount of kidney fat ($r = 0.70$).

Key words: rabbits of New Zealand White (NZW) breed, rabbits of Popielno White (PW) breed, fat deposits, intramuscular fat, fatty acids ☒