

Wpływ tempa wzrostu na otluszczenie tuszy oraz profil kwasów tłuszczowych w mięsie i tłuszczu królików*

Dorota Kowalska, Katarzyna Piechocka

Instytut Zootechniki Państwowego Instytutu Badawczego,
Dział Ochrony Zasobów Genetycznych Zwierząt,
ul. Sarego 2, 31-047 Kraków

Celem prowadzonych badań było określenie zależności pomiędzy tempem wzrostu a otluszczeniem tuszy królików, wraz z porównaniem składu kwasów tłuszczowych w tłuszczu śródmięśniowym combra i nogi tylnej, tłuszczu podskórnym i okolonarządowym. Materiał doświadczalny stanowiły króliki rasy nowozelandzkiej białej, podzielone na trzy grupy w zależności od tempa wzrostu w okresie od odsadzenia w 35. dniu do 90. dnia życia. W pozyskanym tłuszczu oznaczono zawartość kwasów tłuszczowych. W prowadzonych badaniach stwierdzono, że tempo wzrostu królików ma wysoko istotny wpływ na otluszczenie ich tuszek. Wraz ze wzrostem masy ciała wzrasta ilość tłuszczu podskórnego i okolonarządowego, nie stwierdzono natomiast wpływu tempa wzrostu na zawartość tłuszczu śródmięśniowego w lipidach mięsa tylnej nogi i combra. Profil kwasów tłuszczowych w tłuszczu królików zmienia się w zależności od lokalizacji w tuszce. W tłuszczu okolonarządowym i podskórnym stwierdzono najkorzystniejszy z punktu widzenia dietytyki człowieka stosunek kwasów z rodzin *n-6* i *n-3*, spowodowany istotnie niższym ($P \leq 0,01$) poziomem wielonienasyconych kwasów rodziny *n-6*, tj. linolowego i arachidonowego. Mniej korzystny okazał się stosunek DFA/OFA oraz UFA/SFA.

SŁOWA KLUCZOWE: królik / tempo wzrostu / profil kwasów tłuszczowych / otluszczenie / SFA / MUFA / PUFA

Współczesny konsument zwraca uwagę na odpowiednie odżywianie, eliminując nadmierne ilości tłuszczów, szczególnie tych o niewłaściwym składzie. Liczne badania naukowe udowodniły bowiem niekorzystny wpływ diety obfitującej w nasycone kwasy tłuszczowe i nienasycone kwasy tłuszczowe o konfiguracji *trans* (TFA) na zdrowie człowieka. Z badań epidemiologicznych wynika, że spożywanie ich w nadmiernych ilościach dodatnio koreluje z ryzykiem choroby niedokrwiennej serca, nowotworów, cukrzycy i otyłości [1, 19].

*Badania wykonano w ramach działalności statutowej Instytutu Zootechniki Państwowego Instytutu Badawczego w Balicach z tematu 03-007.1

Spośród czterech rodzajów nienasyconych kwasów tłuszczowych, swoiste biologiczne działanie wykazują głównie dwie rodziny: $n-3$ i $n-6$, pełniące ważne, ale zróżnicowane role w organizmie człowieka. Długołańcuchowe wielonienasycone kwasy tłuszczowe z rodziny $n-3$: kwas dokozaheksaenowy (DHA, 22:6 $n-3$) i kwas eikozapentaenowy (EPA, 20:5 $n-3$) są szczególnie istotne dla prawidłowego funkcjonowania układów nerwowego i krążenia [1]. Według zaleceń prawidłowego żywienia ważna jest wzajemna proporcja kwasów z rodziny $n-6$ do $n-3$ w diecie, która powinna wynosić (4-5):1, bez przekraczania wartości 10:1. Nadmierna dysproporcja pomiędzy tymi rodzinami może zakłócić równowagę w ilości syntetyzowanych, często antagonistycznie działających, eikozanoidów, prowadząc do określonych stanów patologicznych [7, 18]. Dlatego też modyfikacja diety może być istotnym elementem prewencji oraz terapii wielu chorób.

Od kilku lat systematycznie wzrasta w Polsce spożycie mięsa króliczego, które uważane jest za mięso lekkostrawne, o małym udziale tłuszczu i niskiej zawartości cholesterolu. Zawiera wysoki udział kwasu linolenowego (C18:3 $n-3$), jest bogate w aminokwasy niezbędne i składniki mineralne.

Tłuszcz podskórny i okołonarządowy u królików ras mięsnych, żywionych pełnoporcjowymi mieszankami paszowymi, przy masie ubojowej od 3,0 do 3,5 kg może stanowić od 70 do 140 g, czyli 2,3-4,0% masy tuszki, a tłuszcz śródmięśniowy 0,3-14,6% w zależności od partii tuszki [13]. Na otluszczenie ma wpływ między innymi wiek uboju, tempo wzrostu, żywienie.

W hodowli królików, podobnie jak i w innych hodowlach, coraz częściej zwraca się uwagę na zmniejszenie otluszczenia i poprawę mięsności przy utrzymaniu właściwego poziomu przydatności technologicznej i smaku pozyskiwanego mięsa. Wiadomo bowiem, że optymalna zawartość tłuszczu śródmięśniowego nadaje mięsu odpowiedni smak, soczystość i kruchość, która jest jednym z najważniejszych parametrów determinujących konsumencką ocenę jakości mięsa. Obniżenie zawartości tłuszczu śródmięśniowego poniżej 1% pogarsza walory smakowe mięsa, które szczególnie po obróbce termicznej staje się suche i lykowane.

Celem prowadzonych badań było określenie otluszczenia tuszki królików charakteryzujących się różnym tempem wzrostu, poddanych ubojowi w 90. dniu życia oraz porównanie składu kwasów tłuszczowych w tłuszczu śródmięśniowym (comber, tylna noga), podskórnym i okołonarządowym.

Material i metody

Badania na zwierzętach przeprowadzono w latach 2012-2013, 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 120 królików rasy nowozelandzkiej białej. Króliki, które odsadzano od matek w 35. dniu życia, pochodziły z różnych miotów o liczebności od 3 do 8 sztuk. Masa ciała odsadzanych królicząt była zróżnicowana i mieściła się w granicach od 610 do 860 g.

Króliczeta w okresie trwania doświadczenia żywiono *ad libitum* standardowymi pełnoporcjowymi mieszankami paszowymi, zawierającymi: 16,0% białka ogólnego, 3,5%

tłuszczu surowego, 11,5% włókna surowego. W skład mieszanki wchodziły: susz z lucer-ny, otręby pszenne, śruta jęczmienna, śruta kukurydziana, śruta poekstrakcyjna sojowa, mieszanka mlekozastępcza, fosforan paszowy, NaCl oraz dodatek mineralno-witaminowy wraz z kokcydiostatykiem (robenidyna).

Po zakończeniu odchowu doświadczalnego (w wieku 90 dni) utworzono trzy grupy, do których wybrano po 10 królików (przy równym udziale płci) o masie ciała od 2,0 do 2,5 kg (I grupa), powyżej 2,5 do 3,0 kg (II grupa) oraz powyżej 3 kg (III grupa). Zwierzęta po 24-godzinnej głodówce poddano ubojowi w przykładowej ubojni, według procedur przewidzianych dla tej grupy zwierząt (Rozporządzenie Rady (WE) NR 1099/2009).

Bezpośrednio po uboju przeprowadzono analizę rzeźną. Zbierano następujące dane: masę ciała królika po dobowym przegłodzeniu, masę części jadalnych (tuszką, wątroba, serce, nerki, płuca), odpady (tkanka skórna z włosiem, krew, skoki, przewód pokarmowy) oraz straty poubojowe. Wydajność rzeźną obliczono jako stosunek masy tuszki ciepłej z głową i podrobami do masy zwierzęcia przed ubojem, według wzoru:

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

gdzie:

WR – wydajność rzeźna (%),

MT – masa tuszki (g) z podrobami (wątroba, nerki, płuca, serce),

MC – masa ciała przed ubojem (g).

Po 24-godzinnym schłodzeniu (temp. 4°C) tuszki podzielono na części zasadnicze, uzyskując: głowę – po cięciu w stawie potylicznym, część przednią – po cięciu między ostatnim kręgiem piersiowym a pierwszym kręgiem lędźwiowym, comber – po cięciu za ostatnim kręgiem lędźwiowym, część tylną – część pozostała po odcięciu combra, obejmująca okolicę krzyżową wraz z odnóżami tylnymi. Tłuszcz podskórny oddzielano za pomocą skalpela, w części przedniej z okolic łopatek, a w części tylnej z okolic pachwin, tłuszcz okołonarządowy w części środkowej z okolic nerek i żołądka. Poszczególne tłuszcze zważono.

Badania próbek mięsa i tłuszczu wykonywano w Centralnym Laboratorium IZ PIB w Aleksandrowicach. Tłuszcz śródmięśniowy oznaczano w próbkach mięsa o masie 50 g, pochodzących z udźca – część tylna (*musculus biceps femoris*) i combra – mięśnia najdłuższego lędźwi (*musculus longissimus lumborum*), tj. części najchętniej spożywanych przez konsumentów. Mięso pozbawione błon i ścięgien mielono jednokrotnie w młynku, stosując sitko o średnicy oczka 3 mm. Oznaczenia zawartości tłuszczu śródmięśniowego przeprowadzono metodą Soxhleta, według PN-ISO 1444:2000.

W liofilizowanych próbkach mięsa i tłuszczu wykonywano oznaczenie zawartości kwasów tłuszczowych, poddając je ekstrakcji roztworem chloroformu i metanolu zgodnie z metodyką Folcha i wsp. [5]. Estry metylowe kwasów tłuszczowych przygotowano według ISO 12966-2:2011. Profil kwasów tłuszczowych odpowiednich estrów metylowych

oznaczano metodą chromatografii gazowej za pomocą chromatografu gazowego VARIAN 3400, z detektorem płomieniowo-jonizacyjnym FID, temperatura dozownika 250°C, przy użyciu kolumny Rtx 2330 o parametrach 105 m x 0,32 mm x 0,2 µ. Jako gazu nośnego użyto helu o przepływie 3 ml/min, nastrzyk 0,7 ml. Do oznaczenia CLA użyto wzorców kwasów firmy Lardon Fine Chemicals AB, a do pozostałych kwasów – wzorców Sigma-Aldrich.

W analizie uwzględniono kwasy tłuszczowe nasycone (SFA) i nienasycone (UFA), w tym jednonienasycone (MUFA) i wielonienasycone (PUFA). Dodatkowo wyliczono zawartość kwasów tłuszczowych o działaniu hipocholesterolemicznym (DFA) i kwasów tłuszczowych o działaniu hipercholesterolemicznym (OFA) oraz proporcje między kwasami DFA/OFA i UFA/SFA.

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie przy użyciu analizy wariancji jednoczynnikowej (ANOVA). Istotność różnic pomiędzy średnimi w grupach szacowano stosując wielokrotny test rozstępu Duncana. Współczynniki oszacowano przy użyciu programu komputerowego Statistica 8 (StatSoft, USA, 2008).

Wyniki i dyskusja

Tkanka tłuszczowa rozwija się jako ostatnia po tkance nerwowej, kostnej i mięśniowej. Od urodzenia do osiągnięcia dojrzałości fizycznej mięśnie zwiększają swoją bezwzględną masę szybciej niż tłuszcz. Zwierzęta kończą wzrost z chwilą uzyskania dojrzałości somatycznej [4]. Króliki uzyskują ją w drugim roku życia, jednak w zależności od rasy przyrosty masy ciała trwają do 7.-10. miesiąca. Wzrastającej masie ciała towarzyszą zmiany w proporcji tkanek tuszy. Wraz ze wzrostem otluszczenia obniża się udział mięśni i masa tzw. wyrębów wartościowych.

Ubój królików w tym samym wieku (90 dni), ale przy różnej masie ciała wykazał, że zwierzęta z wyższą masą przedubojową były bardziej otluszczone, a więc wcześniej osiągnęły dojrzałość ubojową. W prowadzonych badaniach we wszystkich grupach stwierdzono istotne różnice ($P \leq 0,01$) w zawartości tłuszczu ogółem (okołonarządowy i podskórny) – tabela 1. Pomiedzy grupami nie stwierdzono różnic w masie wątroby, serca, nerek, płuc i krwi. Różna ($P \leq 0,01$) była natomiast masa części jadalnych i tkanki skórnej z włosem pomiędzy wszystkimi grupami, skoków – pomiędzy grupą I a III, przewodu pokarmowego – pomiędzy grupami I i II a III, i części niejadalnych ogółem – pomiędzy grupą I a III. Istotne różnice ($P \leq 0,05$) stwierdzono dla wydajności rzeźnej pomiędzy grupą I a II i III. Corino i wsp. [2] w badaniach prowadzonych na królikach nowozelandzkich białych ubijanych przy masie ciała 2,5 kg uzyskali wydajność rzeźną 59,5%, przy 2,8 kg – 60,3%, a przy 3,2 kg – 61,4%. W badaniach własnych wraz ze zwiększeniem masy ubojowej wzrastał stosunek części jadalnych do niejadalnych.

Po wyrażeniu masy poszczególnych części jadalnych oraz niejadalnych jako procentu masy ciała stwierdzono, że wraz ze wzrostem masy ciała wzrastał udział części jadalnych, w tym tłuszczu, przy malejącym udziale podrobów oraz elementów stanowiących odpady rzeźniane (tab. 2).

Podobne wyniki uzyskali Murawska i wsp. [12] dla kurcząt brojlerów: wraz ze wzrostem masy ciała ptaków zmieniał się udział składników jadalnych i niejadalnych w ich

Tabela 1 – Table 1

Analiza rzeźna

Slaughter analysis

Wyszczególnienie Specification	Grupa – Group		
	I	II	III
Masa ciała królika (g) Body weight of rabbit (g)	2269,2 ^A	2749,8 ^B	3100,0 ^C
Masa tuszki z głową (g) Weight of carcass with head (g)	1197,4 ^A	1528,3 ^B	1745,0 ^C
Wątroba (g) Liver (g)	85,0	86,6	95,0
Serce, nerki, płuca (g) Heart, kidneys, lungs (g)	38,3	43,3	40,0
Tłuszcz ogółem (g) Total fats (g)	40,2 ^A	63,5 ^B	93,83 ^C
Ogółem części jadalne (g) Total edible parts (g)	1360,9 ^A	1721,7 ^B	1973,8 ^C
Tkanka skórna z włosami (g) Skin tissue with hair (g)	357,5 ^A	413,2 ^B	450,0 ^C
Krew (g) Blood (g)	75,8	78,3	76,2
Skoki (g) Legs (g)	65,0 ^A	98,3 ^B	94,9 ^B
Przewód pokarmowy (g) Digestive tract (g)	410,0 ^A	438,3 ^A	505,1 ^B
Ogółem części niejadalne (g) Total inedible parts (g)	908,3 ^A	1028,1 ^{AB}	1126,2 ^B
Wydajność rzeźna (%) Dressing percentage	58,2 ^a	60,3 ^b	60,6 ^b
Stosunek części jadalnych do niejadalnych Ratio of edible to inedible parts	1,5:1	1,7:1	1,7:1

Wartości oznaczone różnymi literami w wierszach różnią się statystycznie istotnie: A, B – $P \leq 0,01$; a, b – $P \leq 0,05$
 Values denoted by different letters in rows differ statistically significantly: A, B – $P \leq 0.01$; a, b – $P \leq 0.05$

ciele. Zmiana ta nastąpiła na skutek znacznego, bo 42-krotnego wzrostu masy składników jadalnych w okresie od 1. do 10. tygodnia życia ptaków, przy około 20-krotnym wzroście masy składników niejadalnych.

Obecnie tkanka tłuszczowa nie jest już postrzegana wyłącznie jako magazyn energetyczny, uważa się, że aktywnie uczestniczy w przemianach metabolicznych ustroju. Skład tuszy, a przede wszystkim zawartość w niej tłuszczu, zależy od wielu czynników, między innymi od płci, wieku, poziomu żywienia i potencjału genetycznego, który w znacznym stopniu związany jest z typem zwierzęcia (wcześnie, średnio wcześnie lub późno dojrzewający) [17]. W prowadzonych badaniach, u królików w wieku 90 dni nie stwierdzono różnic w otluszczeniu tuszek samców i samic. We wszystkich badanych grupach stwierdzono istotny ($P \leq 0,01$) wzrost poziomu tłuszczu okołonarządowego wraz z przyrostem masy ciała. Ilość tłuszczu podskórnego różniła się istotnie ($P \leq 0,01$) pomiędzy grupą I a II i III. Nie stwierdzono różnic statystycznych w zawartości tłuszczu śródmięśniowego w tkance mięśniowej tylnej nogi i combra (tab. 3).

Tabela 2 – Table 2

Masa poszczególnych części jadalnych i niejadalnych jako procent masy ciała (%)

Weight of edible and inedible parts as a percentage of body weight (%)

Wyszczególnienie Specification	Grupa – Group		
	I	II	III
Masa tuszki z głową Weight of carcass with head	52,7	55,6	56,3
Wątroba Liver	3,74	3,14	3,06
Serce, nerki, płuca Heart, kidneys, lungs	1,68	1,57	1,29
Tłuszcz ogółem Total fats	1,77	2,31	3,03
Ogółem części jadalne Total edible parts	59,9	62,6	63,67
Tkanka skórna z włosami Skin tissue with hair	15,7	15,0	14,5
Krew Blood	3,34	2,85	2,46
Skoki Legs	2,86	3,57	3,06
Przewód pokarmowy Digestive tract	18,06	15,9	16,3
Ogółem części niejadalne Total inedible parts	40,02	37,4	36,3

Tabela 3 – Table 3

Zawartość tłuszczu okołonarządowego, podskórnego i śródmięśniowego w zależności od masy ciała (%)

Percentage of organ, subcutaneous and intramuscular fat depending on body weight

Grupa Group	Średnia masa ciała Mean body weight	Tłuszcz okołonarządowy Organ fat	Tłuszcz podskórny Subcutaneous fat	Tłuszcz śródmięśniowy – tylna noga Intramuscular fat – hind leg	Tłuszcz śródmięśniowy – comber Intramuscular fat – saddle
I	2269,2 ^A	37,0 ^A	3,17 ^A	3,02	1,78
II	2749,8 ^B	52,5 ^B	8,00 ^B	3,60	2,28
III	3100,0 ^C	82,8 ^C	11,0 ^B	4,28	2,25

Wartości oznaczone różnymi literami w kolumnach różnią się statystycznie istotnie: A, B – P≤0,01

Values denoted by different letters in a column differ statistically significantly: A, B – P≤0.01

Maj i wsp. [10] podają zawartość tłuszczu w combrze królików nowozelandzkich białych na poziomie 1,60%, Szkucik i Libelt [15] – 1,12%, a Kowalska i Bielański [8] – 2,11%. Dużo niższe wartości uzyskali Daszkiewicz i wsp. [3]; średni udział tego składnika w mięsie z udźca wynosił 0,69% i był większy o 0,36 punktów procentowych w porównaniu z jego zawartością w *m. longissimus lumborum*. Ramirez i wsp. [14], w badaniach prowadzonych na dwóch grupach królików różniących się tempem wzrostu i poddanych

ubojowi w 9. tygodniu życia, stwierdzili zwiększenie zawartości tłuszczu śródmięśniowego w tylnej nodze wraz ze wzrostem masy ciała (z 2,97 do 3,21%).

Decydujący wpływ na jakość tłuszczu mają kwasy tłuszczowe, których właściwości zależą od długości łańcucha węglowodorowego i liczby wiązań nienasyconych. W prowadzonych badaniach nie stwierdzono statystycznie potwierdzonych różnic w procentowym składzie kwasów tłuszczowych w poszczególnych grupach wagowych, dlatego wyniki przedstawiono dla wszystkich grup łącznie.

W tłuszczu okołonarządowym i podskórnym stwierdzono wyższą zawartość nasyconych kwasów średniołańcuchowych (MCFA – Medium Chain Fatty Acids): kaprylowego (C8:0), kaprynowego (C10:0) i laurynowego (C12:0). Kwasu palmitynowego (C16:0), dominującego pod względem zawartości wśród kwasów nasyconych, najmniej było w tłuszczu śródmięśniowym mięśni combra i tylnej nogi ($P \leq 0,01$), co miało wpływ na niższy procentowy udział kwasów SFA. Stwierdzono również istotne ($P \leq 0,01$) zmniejszenie ilości kwasu stearynowego (C18:0) w tłuszczu okołonarządowym i podskórnym w stosunku do tłuszczu śródmięśniowego tylnej nogi. Szkucik i Ziomek [16] nie stwierdzili różnic w ilości kwasów nasyconych (z wyjątkiem stearynowego) w zależności od lokalizacji tkanki tłuszczowej.

Do najważniejszych kwasów tłuszczowych o pożądanym działaniu prozdrowotnym zalicza się m.in. kwas oleinowy (C18:1 z rodziny *n-9*), który blokuje wchłanianie cholesterolu pokarmowego, obniża zawartość frakcji LDL oraz zmniejsza lepkość i ciśnienie krwi. Kolejnymi są: kwas linolowy (C18:2 z rodziny *n-6*) i powstający z niego kwas arachidonowy (C20:4 prekursor prostaglandyn i leukotrienów) oraz kwasy tłuszczowe z rodziny *n-3* – kwas eikozapentaenowy (EPA) i dokozaheksaenowy (DHA). Kwasy te są niezbędne do normalnego wzrostu i rozwoju organizmu, zapobiegają niewydolności wieńcowej serca, zwiększają odporność organizmu, uczestniczą w transporcie lipidów, w tym cholesterolu, a także obniżają poziom cholesterolu we krwi obwodowej [1, 7]. Zachwianie równowagi proporcji kwasów *n-6/n-3* jest uznawane za czynnik ryzyka dla zdrowia człowieka. Analizując zawartość kwasów z rodziny *n-6* w badanych próbach (tab. 4), stwierdzono w przypadku kwasu linolowego jego wysoki istotny wzrost w tłuszczu śródmięśniowym combra i tylnej nogi. Najwyższą zawartość kwasu arachidonowego stwierdzono w mięśniach tylnej nogi, a najniższą w tłuszczu okołonarządowym i podskórnym. Odmienne wyniki badań, co do zawartości kwasu linolowego, uzyskali Szkucik i Ziomek [16], najwyższy bowiem poziom tego kwasu stwierdzili w tłuszczu okołonerkowym (18,28%), nieco niższy w podskórnym (17,38%), a najniższy w tłuszczu śródmięśniowym (16,71%).

Zawartość kwasów z rodziny *n-3* w badanych próbach wykazywała niewielką tendencję wzrostową (niepotwierdzoną statystycznie) w przypadku kwasu linolenowego w tłuszczu podskórnym. Wartości EPA i DHA były najwyższe dla tłuszczu śródmięśniowego tylnej nogi, najniższe wartości dotyczyły tłuszczu okołonarządowego i podskórnego ($P \leq 0,01$). W badaniach wyżej cytowanych autorów [16] również tłuszcz śródmięśniowy cechował się najwyższą zawartością kwasów EPA i DHA.

W tłuszczu okołonarządowym i podskórnym stwierdzono najwyższe, potwierdzone statystycznie ($P \leq 0,01$) ilości kwasów nasyconych (SFA), a najniższe kwasów nienasyconych (UFA). Największe różnice pod względem zawartości kwasów nienasyconych wykazano dla rodziny *n-6*; większą ich ilością cechowało się mięso pochodzące z combra i tylnej

Tabela 4 – Table 4

Skład kwasów tłuszczowych w lipidach (% sumy kwasów)

Content of some fatty acids in lipids (% of total acids)

Kwas tłuszczowy Fatty acid	Tłuszcz śródmięśniowy – comber Intramuscular fat – saddle	Tłuszcz śródmięśniowy – tylna noga Intramuscular fat – hind leg	Tłuszcz okołonarządowy Organ fat	Tłuszcz podskórny Subcutaneous fat
C8:0	0,000 ^A	0,000 ^A	0,006 ^A	0,022 ^B
C10:0	0,224 ^{ab}	0,180 ^a	0,248 ^{ab}	0,476 ^b
C12:0	0,284 ^{ab}	0,269 ^a	0,363 ^{ab}	0,468 ^b
C14:0	3,395 ^A	3,413 ^A	4,956 ^B	4,834 ^B
C16:0	29,33 ^A	30,04 ^A	34,68 ^B	33,87 ^B
C16:1	3,671	4,574	4,892	4,821
C18:0	5,646	5,931 ^A	5,247 ^B	5,241 ^B
C18:1	27,584 ^a	25,861 ^b	25,947 ^b	25,972 ^b
C18:2 <i>n-6</i>	22,868 ^A	21,365 ^A	18,816 ^B	19,152 ^B
Gama 18:3	0,0508	0,0648	0,0456	0,0571
C20:0	0,1098 ^{aa}	0,0885 ^{ab}	0,0332 ^B	0,0400 ^B
C18:3 <i>n-3</i>	3,9890	3,7986	3,9301	4,0945
C22:0	0,0943	0,0161	0,000	0,000
C20:4 <i>n-6</i>	1,808 ^A	3,445 ^B	0,3265 ^C	0,3540 ^C
C22:1	0,0390 ^A	0,0275 ^A	0,000 ^B	0,000 ^B
CLA <i>c9-t11</i>	0,5675	0,5140	0,4435	0,4941
CLA <i>t10-c12</i>	0,008	0,000	0,0345	0,0161
CLA <i>c9-c11</i>	0,0136 ^A	0,0073 ^A	0,0000 ^B	0,0000 ^B
CLA <i>t9-t11</i>	0,0321	0,0103	0,0195	0,0240
C20:5 <i>n-3</i> (EPA)	0,1120 ^A	0,2055 ^B	0,0270 ^C	0,0326 ^C
C22:6 <i>n-3</i> (DHA)	0,0340 ^A	0,1860 ^B	0,0095 ^A	0,0280 ^A
SFA	39,086 ^A	39,940 ^A	45,534 ^B	44,952 ^B
UFA	60,914 ^A	60,059 ^A	54,465 ^B	55,047 ^B
MUFA	31,295	30,462	30,840	30,793
PUFA	29,619 ^A	29,596 ^A	23,625 ^B	24,253 ^B
PUFA <i>n-6</i>	24,726 ^A	24,875 ^A	19,188 ^B	19,564 ^B
PUFA <i>n-3</i>	4,135	4,190	3,966	4,155
DFA	66,560 ^A	65,991 ^A	59,712 ^B	60,288 ^B
OFA	33,439 ^A	34,008 ^A	40,287 ^B	39,711 ^B
DFA/OFA	1,992 ^A	1,945 ^A	1,487 ^B	1,523 ^B
UFA/SFA	1,559 ^A	1,506 ^A	1,199 ^B	1,227 ^B
MUFA/SFA	0,800 ^A	0,762 ^A	0,678 ^B	0,686 ^B
PUFA/SFA	0,759 ^A	0,743 ^A	0,520 ^B	0,541 ^B
PUFA <i>n-6/n-3</i>	5,979 ^a	5,949 ^a	4,837 ^b	4,715 ^b
CLA	0,614	0,531	0,470	0,534

Wartości oznaczone różnymi literami w wierszach różnią się statystycznie istotnie: A, B – $P \leq 0,01$; a, b – $P \leq 0,05$ Values denoted by different letters in rows differ statistically significantly: A, B – $P \leq 0,01$; a, b – $P \leq 0,05$

nogi ($P \leq 0,01$). Ilość kwasów z rodziny *n-3* była na zbliżonym poziomie we wszystkich analizowanych próbach. Na szczególną uwagę zasługuje istotnie niższy stosunek kwasów *n-6/n-3* w tłuszczu okołonarządowym (4,84) i podskórnym (4,72) w stosunku do śródmięśniowego z combra (5,98) i tylnej nogi (5,95), odwrotny jak w badaniach Szkucika i Zio-

mek [16] (odpowiednio 9,41 i 9,38 i 6,29 w tłuszczu śródmięśniowym uda i łopatki). Mimo wysoko istotnie niższej zawartości kwasów hipocholesterolemicznych – DFA (obniżających poziom cholesterolu) w tłuszczu okołonarządowym i podskórnym stosunek DFA/OFA był korzystniejszy w tłuszczu śródmięśniowym mięśni combra i tylnej nogi ($P \leq 0,01$), podobnie jak stosunek UFA/SFA. Ramirez i wsp. [14] wykazali zmiany w profilu kwasów tłuszczowych mięsa królików, dotyczące zwiększenia w grupie selekcjonowanej na tempo wzrostu ilości kwasu mirystynowego, palmitynowego, oleopalmitynowego i oleinowego. Zmiany te nie miały jednak wpływu na wartość prozdrowotną mięsa króliczego.

W ostatnich latach coraz większą uwagę zwraca się na sprzężony kwas linolowy (CLA). Jest to grupa pochodnych kwasu linolowego, występujących w formie izomerów pozycyjnych i geometrycznych. Największe ilości CLA występują w produktach spożywczych pochodzących od przeżuwaczy. Obecność CLA w tkankach przeżuwaczy jest związana z działalnością w żywcu m.in. bakterii *Butyrivibrio fibrisolvens*, uczestniczących w procesie biouwodowania nienasyconych kwasów tłuszczowych tłuszczu dawki, a CLA jest produktem pośrednim, powstającym w wyniku niecałkowitej hydrogenacji kwasu linolowego [20]. CLA, podobnie jak inne PUFA, może hamować powstawanie i rozwój nowotworów, wykazuje działanie antymutagenne, obniża cholesterol, szczególnie frakcję LDL, przeciwdziała miażdżycy indukowanej drogą pokarmową, poprawia strukturę kości, a także stymuluje syntezę tłuszczu i białka [6, 9, 18].

We wszystkich badanych próbkach stwierdzono obecność CLA, przy czym izomer CLA *c9-c11* nie występował w tłuszczu okołonarządowym ani podskórnym, a CLA *t10-c12* w lipidach mięsa tylnej nogi. Mauronek i wsp. [11] stwierdzili zbliżone do uzyskanych w doświadczeniu wartości CLA w lipidach mięśni combra, wynoszące 0,9 mg/g kwasów tłuszczowych, a w tylnej nodze podobnie jak w tłuszczu okołonerkowym – 0,5 mg/g kwasów tłuszczowych.

W efekcie prowadzonych badań stwierdzono, że tempo wzrostu królików ma wysoko istotny wpływ na otluszczenie tuszek. Wraz ze wzrostem masy ciała wzrasta ilość tłuszczu podskórnego i okołonarządowego, nie stwierdzono natomiast wpływu tempa wzrostu na zawartość tłuszczu śródmięśniowego w lipidach mięsa tylnej nogi i combra. Profil kwasów tłuszczowych w tłuszczu królików zmienia się w zależności od lokalizacji w tuszce. W tłuszczu okołonarządowym i podskórnym stwierdzono najkorzystniejszy z punktu widzenia dietytyki człowieka stosunek kwasów rodziny *n-6/n-3*, spowodowany istotnie niższym ($P \leq 0,01$) poziomem wielonienasyconych kwasów rodziny *n-6*, tj. linolowego i arachidonowego. Mniej korzystny okazał się stosunek DFA/OFA oraz UFA/SFA.

PIŚMIENNICTWO

1. ACHREMOWICZ K., SZARY-SWORST K., 2000 – Wielonienasycone kwasy tłuszczowe czynnikiem poprawy stanu zdrowia człowieka. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 44, 23-35.
2. CORINO C., LO FIEGO D.P., MACCHIONI P., PASTORELLI G., DI GIANCAMILLO A., DOMENEGHINI C., ROSSI R., 2006 – Influence of dietary conjugated linoleic acids and vitamin E on meat quality, and adipose tissue in rabbits. *Meat Science* 76 (1), 19-28.

3. DASZKIEWICZ T., GUGOŁEK A., JANISZEWSKI P., CHWASTOWSKA-SIWIECKA I., KUBIAK D., 2011 – Jakość mięsa królików rasy białej nowozelandzkiej pochodzącego z różnych elementów tuszki. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 3 (76), 153-161.
4. DE SMET S., RAES K., DEMEYER D., 2004 – Meat fatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: a review. *Animal Research* 53, 81-98.
5. FOLCH J., LEES M., STANLEY G.H.S., 1957 – A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry* 226, 497.
6. JELIŃSKA M., 2005 – Kwasy tłuszczowe – czynniki modyfikujące procesy nowotworowe. *Biuletyn Wydziału Farmacji AMW* 1, 1-13.
7. KARŁOWICZ-BODALSKA K., BODALSKI T., 2007 – Nienasycone kwasy tłuszczowe, ich właściwości biologiczne i znaczenie w lecznictwie. *Postępy Fitoterapii* 1, 46-56.
8. KOWALSKA D., BIELAŃSKI P., 2011 – Study on the possibility of using the native Popielno White rabbit breed in commercial farming. *Annals of Animal Science* 11 (2), 307-320.
9. KRICHEVSKY D., 2000 – Animutagenic and some other effects of conjugated linoleic acid. *British Journal Nutrition* 83, 459-465.
10. MAJ D., BIENIEK J., ŁAPA P., 2008 – Jakość mięsa królików rasy białej nowozelandzkiej i kalifornijskiej oraz ich mieszańców. *Medycyna Weterynaryjna* 64 (3), 351-353.
11. MAROUNEK M., SKRIVANOVA V., DOKOUPILOVA A., CZAUDERNA M., BERLADYN A., 2007 – Meat quality and tissue fatty acid profiles in rabbits fed diets supplemented with conjugated linoleic acid. *Veterinari Medicina* 52 (12), 552-561.
12. MURAWSKA D., KLECZEK K., WAWRO K., MICHALIK D., 2011 – Age-Related Changes in the Percentage content of Edible and Non-Edible Components in Broiler Chickens. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 24 (4), 532-539.
13. PLA M., PASCUAL M., ARINO B., 200 – Protein, fat and moisture content of retail cuts of rabbit meat evaluated with the NIRS methodology. *World Rabbit Science* 12, 149-158.
14. RAMIREZ J.A., DIAZ I., PLA M., GIL M., BLASCO A., OLIVER M.A., 2005 – Fatty acid composition of leg meat and perirenal fat of rabbits selected by growth rate. *Food Chemistry* 90, 251-256.
15. SZKUCIK K., LIBELT K., 2006 – Wartość odżywcza mięsa królików. *Medycyna Weterynaryjna* 62 (1), 108-110.
16. SZKUCIK K., ZIOMEK M., 2010 – Zmienność profilu kwasów tłuszczowych w zależności od rodzaju tłuszczu i rasy królików. *Medycyna Weterynaryjna* 66 (7), 495-498.
17. ŚLUSARCZYK K., STRZETELSKI J., 2006 – Żywieniowe i genetyczne aspekty marmurkowatości mięsa wołowego. *Wiadomości Zootechniczne* 1, 51-54.
18. WCISŁO T., ROGOWSKI W., 2006 – Rola wielonienasyconych kwasów tłuszczowych omega-3 w organizmie człowieka. *Cardiovascular forum* 11 (3), 39-43.
19. ZWIERZCHOWSKI G., MICIŃSKI J., GÓRECKA-ORDON E., GOŁAWSKI P., 2011 – Is food allergy a civilization-related disease? *Polish Annals of Medicine* 18 (1), 168-176.
20. ZYMON M., STRZETELSKI J., 2007 – Możliwości modyfikacji tłuszczu śródmięśniowego u bydła mięsnego. *Medycyna Weterynaryjna* 63 (12), 1526-1529.

Effect of growth rate on carcass fat and fatty acid composition of rabbit meat and fat

Summary

The aim of the study was to determine the fat content of carcasses from rabbits differing in their rate of growth and to compare the composition of fatty acids in the intramuscular fat of the saddle and hind leg, subcutaneous fat, and organ fat. The experiment used New Zealand White rabbits divided into three groups depending on their rate of growth from weaning on day 35 to 90 days of age. The amount of subcutaneous, organ and intramuscular fat was analysed in the muscle lipids of the saddle and hind leg. The fat was analysed for the content of fatty acids. The study showed that the growth rate of rabbits has a highly significant effect on carcass fat. An increase in body weight was accompanied by an increase in subcutaneous and organ fat, but the growth rate had no effect on the intramuscular fat content of lipids in the meat of the hind leg and saddle. The fatty acid profile of rabbit fat varies according to the location on the carcass. The nutritionally most favourable ratio of n-6 to n-3 fatty acids was found in organ and subcutaneous fat, due to the highly significantly lower level of n-6 polyunsaturated fatty acids – linoleic and arachidonic. The DFA/OFA and UFA/SFA ratios were less favourable.

KEY WORDS: rabbit / growth rate / fatty acid profile / fat content / SFA / MUFA / PUFA