

Wpływ dodatku oleju rzepakowego i rybnego do dawek pokarmowych na zawartość poszczególnych kwasów tłuszczowych w tłuszczu combra i stopień otłuszczenia tuszek króliczych

Dorota Kowalska

Instytut Zootechniki Państwowy Instytut Badawczy,
Dział Ochrony Zasobów Genetycznych Zwierząt,
ul. Krakowska 1, 32-083 Balice koło Krakowa

Celem badań była modyfikacja składu kwasów tłuszczowych tłuszczu króliczego poprzez skarmianie pełnoporcjowych mieszanek granulowanych z 2% udziałem oleju rzepakowego lub rybnego. Badania przeprowadzono na grupie 60 samców królików rasy nowozelandzkiej białej, podzielonych na trzy grupy otrzymujące pełnoporcjową mieszankę paszową: standardową, natłuszczaną olejem rzepakowym lub olejem rybnym. Zastosowanie olejów rzepakowego i rybnego w żywieniu królików wpłynęło korzystnie na końcową masę ciała zwierząt (90. dzień życia). Tuszki królików żywionych mieszankami natłuszczanymi olejem rzepakowym charakteryzowały się najmniejszym udziałem tłuszczu łopatkowego oraz okołonerkowego i żołądkowego, a różnice te okazały się istotne ($P \leq 0,01$) w stosunku do pozostałych grup. Ukierunkowana suplementacja dawki pokarmowej, poprzez dodatek oleju rzepakowego i rybnego, nie miała wpływu na poziom białka i tłuszczu śródmięśniowego w badanym mięśniem najdłuższym grzbietu. W wyniku skarmiania oleju rybnego w tkankach tłuszczowych królików uzyskano istotne, korzystne dla konsumentów tego mięsa, obniżenie stosunku kwasów PUFA $n-6/n-3$ ($P \leq 0,01$). Zastosowanie oleju rzepakowego w żywieniu królików obniżyło w ich tkankach tłuszczowych udział kwasu laurynowego (C12:0), mirystynowego (C14:0) i palmitynowego (C16:0) oraz wpłynęło na poprawę wartości indeksu aterogennego tłuszczu oraz nasycenia. Istotną poprawę wartości indeksu trombogennego uzyskano po zastosowaniu w mieszankach paszowych dla królików oleju rybnego.

SŁOWA KLUCZOWE: tłuszcz króliczy / olej rzepakowy / olej rybny / kwasy tłuszczowe

Ograniczenie spożycia tłuszczów pochodzenia zwierzęcego jest ważne ze względu na to, że są one postrzegane jako jeden z głównych czynników sprzyjających wystąpieniu i rozwojowi wielu chorób, w tym miażdżycy, układu krążenia, nowotworów, a także otyłości. Większość tych tłuszczów charakteryzuje się niekorzystnym, z prozdrowotnego punktu widzenia, profilem kwasów tłuszczowych (dominują kwasy nasycone). Problem ten dotyczy również tłuszczu króliczego, w którym stwierdza się stosunkowo wysoki udział

kwasu palmitynowego (C16:0). Chociaż tłuszcz króliczy ma w swoim składzie, podobnie jak tłuszcze przeżuwaczy, sprzężone dieny kwasu linolowego, to jednak ich poziom jest zbyt niski, aby wykazywały korzystne biologicznie właściwości [11].

Jedną z metod pozwalających na poprawę niekorzystnych proporcji w udziale grup kwasów tłuszczowych o różnym stopniu nasylenia w mięsie jest skarmianie tłuszczów roślinnych i zwierzęcych bogatych w kwasy nienasycone. W przypadku zwierząt przeżuwających, z uwagi na specyficzną budowę ich układu pokarmowego oraz mikroflorę żwacza, większość dostarczanych tą drogą nienasyconych kwasów tłuszczowych ulega procesowi biouwodowania do kwasów nasyconych i w takiej postaci odkładana jest w tkankach tłuszczowych. Króliki są zwierzętami monogastrycznymi, dzięki czemu w większym stopniu niż u przeżuwaczy można u nich modyfikować profil kwasów tłuszczowych w tkankach na drodze żywieniowej.

Oleje roślinne stosowane do natłuszczania pasz dla zwierząt różnią się zawartością energii metabolicznej, profilem kwasów tłuszczowych oraz strawnością. Najwyższą wartością energetyczną charakteryzuje się olej sojowy (37 MJ EM/kg), tuż za nim plasuje się olej rzepakowy (36,5 MJ EM/kg). Olej rzepakowy jest bardzo dobrym źródłem kwasów nienasyconych, w tym kwasu oleinowego (C18:1), obniżającego poziom LDL (low-density lipoprotein – lipoproteina niskiej gęstości) we krwi. Ponieważ kwasy nienasycone są łatwiej strawne niż nasycone, olej rzepakowy jest również najbardziej przyswajalnym z olejów. Jego strawność wynosi ok. 96%. Zawiera także dużą ilość tokoferoli, antyutlenia-czy niezbędnych do zachowania właściwego statusu antyoksydacyjnego [15].

Produkty zwierzęce o zwiększonej zawartości kwasu eikozapentaenowego (EPA, C20:5), dokozapentaenowego (DPA, C22:5), a w szczególności kwasu dokozaheksaenowego (DHA, C22:6), dostarczające substancje pełniące funkcje prozdrowotne w organizmie człowieka – zostały uznane jako funkcjonalne. Naturalna synteza wymienionych wyżej nienasyconych kwasów tłuszczowych w organizmie jest procesem powolnym i ma ograniczony zakres.

W przeciwieństwie do olejów roślinnych, tłuszcze rybne zawierają znaczne ilości EPA, DPA i DHA w formie gotowej do odłożenia w produktach zwierzęcych. Stanowią zatem użyteczne narzędzie w produkcji mięsa wzbogaconego w kwasy *n-3*. W porównaniu z olejem rzepakowym, tłuszcz rybny charakteryzuje wprawdzie wyższy udział sumy kwasów nasyconych, porównywalny kwasów wielonienasyconych, a niższy kwasów nienasyconych, ale zawiera znaczną ilość długołańcuchowych nienasyconych kwasów *n-3* – EPA i DHA. Także stosunek kwasów szeregu *n-6* do *n-3* jest węższy, a zatem dużo korzystniejszy niż w olejach roślinnych [12].

Celem przeprowadzonych badań była ocena wyników uzyskanych po modyfikacji składu kwasów tłuszczowych tłuszczu króliczego, poprzez skarmianie pełnoporcjowych mieszanek granulowanych z 2% udziałem oleju rzepakowego lub rybnego.

Material i metody

Badania na zwierzętach i na pozyskanych od nich tkankach przeprowadzono w okresie wiosennym 2014 roku, w fermie królików należącej do Instytutu Zootechniki Państwowego Instytutu Badawczego w Aleksandrowicach. Wszystkie analizy wykonano w Central-

nym Laboratorium Instytutu Zootechniki Państwowego Instytutu Badawczego (działalność statutowa).

Materiał doświadczalny stanowiło 60 samców królików rasy nowozelandzkiej białej, które po odsadzeniu od matek (35. dzień), zważeniu i indywidualnym oznakowaniu (tatuaż), utrzymywane były w klatkach wykonanych z siatki metalowej, po 4 sztuki, w pomieszczeniu zamkniętym, ogrzewanym. Warunki zootechniczne i technologiczne były zgodne z ogólnymi założeniami dla tego rodzaju produkcji.

Króliki (po 20 osobników w grupie) w okresie od 35. do 90. dnia życia żywione były *ad libitum* granulowanymi mieszankami pełnoporcjowymi:

- grupa I – standardowa mieszanka paszowa stosowana na fermie,
- grupa II – mieszanka paszowa natłuszczana olejem rzepakowym (2%),
- grupa III – mieszanka paszowa natłuszczana olejem rybnym (2%).

Standardowa mieszanka paszowa zawierała: susz z lucerny (25%), otręby pszenne (18,6%), śrutę jęczmienną (24%), śrutę kukurydzianą (14%), śrutę sojową poekstrakcyjną (14%), mieszankę mlekozastępczą Pollac (2%), fosforan paszowy (1%), NaCl (0,4%) oraz dodatek mineralno-witaminowy (1%), tj. premiks dla królików wraz z kokcydiostatykiem (robenidyna).

Mieszankę dla grupy II natłuszczono olejem rzepakowym, pochodzącym z Zakładów Tłuszczowych „Kruszwica” S.A. w Kruszwicy, z gwarantowaną przez producenta 27,6% zawartością kwasu linolowego (C18:2 *n-3*) i 10,2% zawartością kwasu linolenowego (C18:3 *n-3*). Olej rybny zastosowany do natłuszczenia mieszanki paszowej dla grupy III pochodził z firmy Agro-fish Sp. z o.o. w Gniewinie i zawierał następujące ilości kwasów tłuszczowych: linolenowy (C18:3 *n-3*) – 3,9%, EPA (C20:5 *n-3*) – 8,4%, DHA (C22:6 *n-3*) – 13,6%, DPA (C22:5 *n-3*) – 0,9%.

Mieszanki paszowe zbilansowano według procedur doświadczalnych, a zawartość składników paszowych obliczano na podstawie Zaleceń żywieniowych i wartości pokarmowej pasz [22]. Utrzymano na stałym poziomie ilość białka i włókna, tłuszcz pozostawiono wynikowo. Z każdej wyprodukowanej partii pasz pobrano z 7 miejsc próbki cząstkowe do oznaczenia zawartości: suchej masy (SOP M.O11 – metoda wagowa), białka surowego (SOP M.007a – metoda Kjeldahla), tłuszczu surowego (SOP M.013), popiołu surowego (SOP M.014 – metoda wagowa), włókna surowego (SOP M.012) – tabela 1.

Tabela 1 – Table 1

Wyniki podstawowej analizy pełnodawkowych mieszanek granulowanych (%)

Results of basic analysis of balanced, complete, pelleted feed mixtures (%)

Grupa Group	Sucha masa Dry matter	Popiół surowy Crude ash	Białko ogólne Total protein	Tłuszcz surowy Crude fat	Włókno surowe Crude fibre	BNW N-free extractives
I	88,62	6,17	14,82	3,04	12,53	52,06
II	88,21	6,22	14,68	4,01	12,81	50,49
III	89,12	6,42	14,45	4,21	11,94	52,10

Po zakończeniu odchowu (90. dzień życia zwierząt), z każdej grupy wybrano losowo po 10 królików, które poddano ubojowi po 24-godzinnym głodzeniu. Ubój przeprowadzono zgodnie z obowiązującą metodyką (rozporządzenie Rady (WE) NR 1099/2009), w jednakowych dla wszystkich grup warunkach technologicznych.

Po uboju przeprowadzono analizę rzeźną, według metodyki opisanej przez Bieńka [1]. Wydajność rzeźną obliczono jako stosunek masy tuszki ciepłej z głową do masy zwierzęcia przed ubojem, według równania:

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

gdzie:

WR – wydajność rzeźna (%);

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

MC – masa ciała przed ubojem (g).

Tuszki podzielono na trzy części: część przednia – cięcie prowadzone na wysokości ostatniego żebra, comber – z cięciem na wysokości ostatniego kręgu lędźwiowego, część tylna – obejmująca nogi wraz z częścią krzyżową. Za pomocą skalpela oddzielano tłuszcz podskórny w części przedniej z okolic łopatek, okołonarządowy w części środkowej (comber) z okolic nerek i żołądka oraz podskórny w części tylnej z okolic pachwin.

Wycięto oba mięśnie najdłuższe grzbietu (*musculus longissimus dorsi*), oznaczając zawartość tłuszczu śródmięśniowego metodą Soxhleta według PN-ISO 1444:2000 [18] i białka metodą Kjeldahla według PN-75/A-04018 [17].

W liofilizowanych próbkach mięśnia najdłuższego grzbietu wykonano oznaczenie zawartości kwasów tłuszczowych. Poddawano je ekstrakcji roztworem chloroformu i metanolu, zgodnie z metodą Folcha i wsp. [7]. Estry metylowe kwasów tłuszczowych przygotowywano według ISO 12966-2:2011 [10]. Profil kwasów tłuszczowych odpowiednich estrów metylowych oznaczano metodą chromatografii gazowej za pomocą chromatografu gazowego VARIAN 3400, z detektorem płomieniowo-jonizacyjnym FID, przy temp. dozownika równej 250°C, przy użyciu kolumny Rtx 2330 o parametrach 105 m × 0,32 mm × 0,2 μ. Jako gazu nośnego używano helu o przepływie 3 ml/min, nastrzyk 0,7 mcl. Do oznaczenia CLA używano wzorców kwasów firmy Lardon Fine Chemicals AB, a do pozostałych kwasów – wzorców Sigma-Aldrich.

Indeks aterogeny (AI) i indeks trombogeny (TI) oraz nasycenie obliczono na podstawie wzorów podanych przez Ulbrichta i Southgate [21]:

$$AI = \frac{C12:0 + 4C14:0 + C16:0}{PUFA_{n-3} + PUFA_{n-6} + MUFA}$$

$$IT = \frac{C14:0 + C16:0 + C18:0}{0,5MUFA + 0,5PUFA_{n-6} + 3PUFA_{n-3} + \frac{PUFA_{n-3}}{PUFA_{n-6}}}$$

$$S:P = \frac{C14 + C16:0 + C18:0}{MUFA + PUFA}$$

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, przy użyciu programu komputerowego Statistica 8 (StatSoft, USA, 2008).

Wyniki i dyskusja

Analiza rzeźna tuszek (tab. 2) wykazała, że zarówno olej rzepakowy, jak i rybny wprowadzony do mieszanek paszowych miał istotny wpływ ($p \leq 0,01$) na końcową masę ciała, umięśnienie królików i wydajność rzeźną. Najmniejszym udziałem tłuszczu łopatkowego oraz okołonerkowego i żołądkowego charakteryzowały się tuszki królików żywionych mieszanekami natłuszczanymi olejem rzepakowym (9,22% i 22,0%); różnice te okazały się istotne ($p \leq 0,01$) w stosunku do wartości stwierdzonych dla grupy I (14,1% i 38,2%) oraz III (12,4% i 32,6%).

Na odkładanie tłuszczu przez organizm ma wpływ stopień nasycenia zawartych w pokarmie kwasów tłuszczowych. Tłuszcze o niskim stopniu nasycenia mogą wpływać na mniejsze otluszczenie. Przyczyną niskiego otluszczenia może być także stymulujący wpływ kwasów wielonienasyconych na enzymy powodujące rozkład kwasów tłuszczowych – β -oksydacja [2, 9].

Zawartość białka w mięśni najdłuższym grzbiecie była zbliżona we wszystkich grupach i wynosiła 21,8-22,2% (tab. 3). Otrzymane wyniki są niższe niż wartości podane dla tego

Tabela 2 – Table 2

Wyniki analizy rzeźnej królików

Results of rabbit carcass analysis

Wyszczególnienie Item	Grupa – Group		
	I	II	III
Masa ciała (g) Body weight (g)	2420,1 ^A ±25,3	2590,8 ^B ±28,2	2610,1 ^B ±19,8
Masa tuszki ciepłej (g) Hot carcass weight (g)	1220,0 ^A ±18,4	1358,2 ^B ±16,8	1390,2 ^B ±16,5
Masa podrobów (g) Giblets weight (g)	117,3 ±2,81	111,0 ±3,62	107,6 ±4,11
Masa części niejadalnych (g) Inedible parts weight (g)	1024,6 ±22,4	1084,2 ±18,6	1061,3 ±16,2
Masa tłuszczu pachwinowego (g) Inguinal fat weight (g)	6,21 ±0,99	6,14 ±0,85	5,98 ±0,91
Masa tłuszczu łopatkowego (g) Shoulder fat weight (g)	14,1 ^A ±1,23	9,22 ^B ±0,85	12,4 ^A ±1,56
Masa tłuszczu okołonerkowego i żołądkowego (g) Kidney and abdominal fat weight (g)	38,2 ^A ±2,22	22,0 ^B ±1,85	32,6 ^A ±2,11
Masa mięśni w tuszce (g) Carcass muscle weight (g)	945,2 ^A ±18,4	1086,2 ^B ±21,2	1120,2 ^B ±22,3
Wydajność rzeźna (%) Dressing percentage (%)	50,4 ^A ±1,05	52,4 ^B ±1,08	53,3 ^B ±2,01

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 – $P \leq 0.05$

samego mięśnia przez Szkucika i Libelta [19] – 23,91%, Szkucika i Pysz-Lukasik [20] – 23,9%, Cygan-Szczegielniak i wsp. [3] – 23,6%, ale zbliżone do wartości podanych przez Pla i wsp. [16] – 22,1%. Różnice w zawartości białka w mięsie króliczym zależą od rasy, wieku ubijanych zwierząt, składu mieszanki paszowej, części anatomicznej tuszki, a także przygotowania do uboju.

Podobnie nie stwierdzono istotnych różnic w zawartości tłuszczu śródmięśniowego, który mieścił się w granicach od 1,87 do 1,98%, z tendencją spadkową w grupie żywionej mieszanką z olejem rzepakowym. Wzrost i tucz zwierząt mięsnych związany jest z kolejnością przyrostu odkładania tłuszczu, tj. najpierw tłuszczu podskórnego i narządowego, a następnie śródmięśniowego [4]. Różne rasy królików charakteryzujące się zbliżoną ilością tłuszczu podskórnego i narządowego mogą w dużym stopniu różnić się poziomem tłuszczu śródmięśniowego. Sugeruje to, że o miejscu odkładania tłuszczu w tuszy zwierząt decydują czynniki genetyczne [5]. Mniejszą, niż w badaniach własnych, zawartość tłuszczu śródmięśniowego w mięśniu najdłuższym grzbietu oznaczyli Pla i wsp. [15] – 1,20%, Łapa [13] – 1,71%, Maj i wsp. [14] – 1,60% oraz Szkucik i Libelt [19] – 1,12%. Podobne wartości stwierdzili Kowalska i wsp. [12]. Optymalna zawartość tłuszczu śródmięśniowego nadaje mięsu odpowiedni smak, soczystość i kruchość. Poziom poniżej 1% uznawany jest za niedopuszczalny, grożący obniżeniem walorów smakowych mięsa, które po obróbce termicznej staje się suche i łykowate.

Tabela 3 – Table 3

Zawartość białka (%) i tłuszczu śródmięśniowego (%) w mięsie królików

Content of protein (%) and intramuscular fat (%) in rabbit meat

Wyszczególnienie Specification	Grupa – Group		
	I	II	III
Białko Protein	21,8 ±1,10	22,0 ±1,31	22,2 ±1,21
Tłuszcz Fat	1,98 ±0,11	1,87 ±0,13	1,96 ±0,11

Brak różnic statystycznie istotnych
No statistically significant differences

W prowadzonych badaniach, natłuszczając mieszanki paszowe dla królików olejem rzepakowym (grupa II) lub rybnym (grupa III), stwierdzono istotny spadek ($P \leq 0,01$) w stosunku do grupy I kwasu laurynowego (C12:0). Najniższy udział kwasu palmitynowego (C16:0) stwierdzono w grupie żywionej mieszanką natłuszczaną olejem rzepakowym. Dodatek oleju rzepakowego istotnie zwiększył, w stosunku do pozostałych grup, ilość kwasu linolowego (C18:2) i erukowego (C22:1), natomiast oleju rybnego – kwasu linolenowego (C18:3), EPA (C20:5) i DHA (C22:6). Najwyższy poziom wielonienasyconych kwasów tłuszczowych rodziny $n-3$ w tłuszczu mięsa oraz najniższy stosunek PUFA $n-6/n-3$ stwierdzono w przypadku natłuszczania paszy dla królików olejem rybnym (tab. 4)

W wielu pracach badawczych podjęto zagadnienia dotyczące doboru odpowiedniego dodatku olejów roślinnych i zwierzęcych w mieszankach paszowych dla królików, tak aby modyfikacja diety nie wpłynęła negatywnie na dobrostan zwierząt, nie pogarszała cech

Tabela 4 – Table 4

Zawartość wybranych kwasów tłuszczowych (%) w tłuszczu mięsa króliczego

Content of selected fatty acids (%) in rabbit meat fats

Kwasy tłuszczowe Fatty acids	Grupa – Group		
	I	II	III
C12:0	0,38 ^A ±0,02	0,19 ^B ±0,01	0,17 ^B ±0,03
C14:0	3,27 ^a ±0,52	3,07 ^{ab} ±0,44	2,96 ^b ±0,52
C16:0	32,78 ^A ±2,55	28,79 ^B ±2,48	31,58 ^{AB} ±4,21
C16:1	3,29 ^a ±0,13	3,45 ^a ±0,14	2,24 ^b ±0,11
C18:0	6,54 ^a ±1,21	6,00 ^b ±1,11	5,99 ^b ±0,96
C18:1	25,99±2,56	25,74±2,11	25,79±2,09
C18:2 <i>n-6</i>	25,19 ^A ±1,96	27,88 ^B ±2,04	25,06 ^A ±2,32
C20:0	0,11 ^a ±0,01	0,07 ^b ±0,01	0,15 ^a ±0,02
C18:3 <i>n-3</i>	4,05 ^A ±0,42	4,32 ^A ±0,22	6,03 ^B ±0,28
C20:4 <i>n-6</i>	2,12±0,22	2,98±0,31	2,10±0,11
C22:1	0,02 ^A ±0,00	0,07 ^B ±0,00	0,02 ^A ±0,01
C20:5 <i>n-3</i> (EPA)	0,12 ^A ±0,01	0,13 ^A ±0,01	0,41 ^B ±0,02
C22:6 <i>n-3</i> (DHA)	0,03 ^A ±0,00	0,07 ^A ±0,01	2,01 ^B ±0,03
SFA	43,21 ^{Aa} ±2,33	39,18 ^{Bab} ±2,45	40,85 ^{ABb} ±3,01
UFA	61,37 ^A ±4,45	64,75 ^B ±4,11	63,80 ^B ±5,03
MUFA	29,31±1,98	29,28±2,05	28,10±2,11
PUFA	32,06 ^A ±2,14	35,54 ^B ±2,45	35,69 ^B ±3,04
PUFA <i>n-6</i>	27,46 ^A ±2,11	30,91 ^B ±3,32	27,20 ^A ±2,98
PUFA <i>n-3</i>	4,21 ^A ±0,56	4,53 ^A ±0,48	8,47 ^B ±1,01
PUFA <i>n-6/n-3</i>	6,52 ^A ±1,03	6,82 ^A ±0,99	3,22 ^B ±0,85

Wartości oznaczone różnymi literami w wierszach różnią się statystycznie istotnie: A, B – P≤0,01, a, b – P≤0,05

Values denoted by different letters in rows differ statistically significantly: A, B – P≤0.01, a, b – P≤0.05

sensorycznych i przydatności technologicznej mięsa. Zbyt wysoki poziom dodatku może się przyczynić do niekorzystnych zmian smaku i zapachu mięsa oraz konsystencji tłuszczu, a także negatywnie wpływać na trwałość.

Kowalska [11] stwierdziła, że już 1% oleju rybnego wprowadzonego do mieszanki paszowej może istotnie zmienić zawartość kwasów tłuszczowych w lipidach mięsa króliczego. Spośród kwasów szeregu *n-3* obserwowano wysoko istotny wzrost kwasu linolenowego (C18:3), EPA (C20:5) i DHA (C22:6). El-Moghazy i wsp. [6] wykazali pozytywny wpływ suplementacji diety dla królików olejem rybnym w ilości 0,5, 1,0 i 1,5 ml na dzień/kg masy ciała. We wszystkich grupach obserwowano znaczne zmniejszenie ilości cholesterolu i trójglicerydów we krwi oraz korzystne zmiany profilu kwasów tłuszczowych. Nie obserwowano natomiast niekorzystnego wpływu tej suplementacji na strukturę histologiczną wątroby i nerek u królików.

Gigaud i Combes [8] badali wpływ dodatku oleju palmowego oraz rzepakowego na zawężenie proporcji kwasów PUFA *n-6* do PUFA *n-3*. Uzyskano mięso królicze o optymalnym dla konsumenta stosunku kwasów PUFA *n-6* do PUFA *n-3*, równym 4,8.

Poprzez obniżenie w tkance tłuszczowej królików żywionych paszami natłuszczanymi olejem rzepakowym udziału kwasu laurynowego (C12:0), mirystynowego (C14:0) i palmitynowego (C16:0) uzyskano istotnie niższe wartości indeksu aterogennego, w stosunku do grupy kontrolnej (P≤0,01) i otrzymującej pasze natłuszczane olejem rybnym

($P \leq 0,05$). Istotna okazała się również różnica pomiędzy grupą I a III ($P \leq 0,05$). Wartość indeksu trombogenicnego była najniższa w tłuszczu mięsa królików otrzymujących pasze natłuszczone olejem rybnym, różniła się istotnie w stosunku do grupy kontrolnej ($P \leq 0,01$) i do grupy żywionej paszą z olejem rzepakowym ($P \leq 0,05$) – tabela 5. Stosunek wielonienasyconych do nasyconych kwasów tłuszczowych (P:S) był najniższy w mięsie królików żywionych mieszanką natłuszczaną olejem rzepakowym.

Tabela 5 – Table 5

Wartość indeksów aterogenego (IA) i trombogenicnego (IT) oraz nasycenia (S:P) w tłuszczu mięsa króliczego
Value of atherogenic (AI) and thrombogenic (TI) indices and saturation of rabbit meat fat

Wyszczególnienie Specification	Grupa – Group		
	I	II	III
IA	0,59 ^{Aa} ±0,03	0,49 ^{Bb} ±0,02	0,54 ^b ±0,03
IT	1,03 ^A ±0,04	0,86 ^{Ba} ±0,04	0,75 ^{Bb} ±0,02
S:P	0,69 ^a ±0,02	0,58 ^b ±0,03	0,63 ^b ±0,03

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 – $P \leq 0,05$

Istotne obniżenie indeksów aterogenego i trombogenicnego oraz nasycenia w przypadku żywienia królików paszami natłuszczanymi olejem rzepakowym i rybnym znacznie poprawiło jakość mięsa króliczego z dietetycznego punktu widzenia.

Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że zastosowanie olejów rzepakowego i rybnego w żywieniu królików wpłynęło korzystnie na końcową masę ciała zwierząt. Tuszki królików żywionych mieszankami natłuszczanymi olejem rzepakowym charakteryzowały się najmniejszym udziałem tłuszczu łopatkowego oraz okołonerkowego i żołądkowego, a różnice te okazały się istotne ($P \leq 0,01$) w stosunku do pozostałych grup. Ukierunkowana suplementacja dawki pokarmowej, poprzez dodatek oleju rzepakowego i rybnego nie miała wpływu na poziom białka i tłuszczu śródmięśniowego w mięśniu najdłuższym grzbietu. W wyniku skarmiania oleju rybnego w tkankach tłuszczowych królików uzyskano istotne, korzystne dla konsumentów tego mięsa, obniżenie stosunku kwasów PUFA $n-6/n-3$ ($P \leq 0,01$). Zastosowanie oleju rzepakowego w żywieniu królików obniżyło w ich tkankach tłuszczowych udział kwasu laurynowego (C12:0), mirystynowego (C14:0) i palmitynowego (C16:0) oraz wpłynęło na poprawę wartości indeksu aterogenego i nasycenia tłuszczu. Istotną poprawę wartości indeksu trombogenicnego uzyskano po zastosowaniu w mieszankach paszowych dla królików oleju rybnego.

PIŚMIENNICTWO

1. BIENIEK J., 1997 – Wpływ czynników genetycznych i środowiskowych na użytkowość mięsna królików w warunkach chowu tradycyjnego. *Zeszyty Naukowe AR Kraków*, Rozprawy nr 233.
2. CRESPO N., ESTEVE-GARCIA E., 2002 – Nutrient and fatty acid deposition in broilers fed different dietary fatty acid profiles. *Poultry Science* 81, 1533-1542.
3. CYGAN-SZCZEGIELNIAK D., STASIAK K., JANICKI B., 2010 – Wpływ diety na wybrane parametry oceny poubojowej tuszek oraz jakość mięsa królików. *Medycyna Weterynaryjna* 66 (12), 839-842.

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. DORAN O., BESSA R.J.B., HUGHES R.A., JERONIMO E., MOREIRA O.C., PRATES J.A.M., MARRIOTT D., 2009 – Breed-specific mechanisms of fat partitioning in pigs. EAAP – 60th Annual Meeting, Barcelona, 443.
6. EL-MOGHAZY M., ZEDAN N.S., EL-ATRSH A.M., EL-GOGARY M., TOUSSON E., 2014 – The possible effect of diets containing fish oil (omega-3) on hematological, biochemical and histopathological alterations of rabbit liver and kidney. *Biomedicine & Preventive Nutrition*, DOI 10.1016.
7. 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.
8. GIGAUD V., COMBES S., 2008 – The effect of decreasing the omega6/omega3 ratio in feed on fatty acid content of rabbit meat to meet human dietary recommendations. Proc. 9th World Rabbit Congress, Meat Quality and Safety, 1353-1357.
9. HANCZAKOWSKI P., 2003 – Fizjologiczne działanie kwasów tłuszczowych. *Wiadomości Zootechniczne* 3-4, 3-6.
10. 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.
11. KOWALSKA D., 2011 – Wzbogacanie mięsa królików w nienasycone kwasy tłuszczowe i witaminy oraz przeciwdziałanie procesom utleniania. *Roczniki Naukowe Zootechniki* 38 (2), 231-247.
12. KOWALSKA D., GUGOLEK A., KOBYLARZ P., 2015 – Wpływ metody pakowania i przechowywania na właściwości fizykochemiczne mięsa królików żywionych mieszankami paszowymi wzbogaconymi olejem rybnym i witaminą E. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 1 (98), 58-74.
13. ŁAPA P., 2005 – Charakterystyka wskaźników jakości mięsa królików rasy nowozelandzkiej białej i kalifornijskiej oraz ich mieszańców. Praca magisterska, Wydział Hodowli i Biologii Zwierząt, UR Kraków.
14. MAJ D., ŁAPA P., BIENIEK J., 2008 – Korelacje fenotypowe między wskaźnikami jakości mięsa królików ras mięsnych. *Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego* 4 (2), 105-113.
15. MIGDAŁ W., BAROWICZ T., BOROWIEC F., KOCZANOWSKI J., PIESZKA M., WOJTYSIAK D., PAŚCIAK P., ŽIVKOVIĆ B., 2004 – Pozytywne i negatywne aspekty stosowania olejów roślinnych w żywieniu świń. *Rośliny oleiste*, XXV, 561-572.
16. PLA M., PASCUAL M., ARINO B., 2004 – Protein, fat and moisture content of retail cuts of rabbit meat evaluated with the NIRS methodology. *World Rabbit Science* 2 (12), 149-158.
17. PN-75/A-04018. Produkty rolniczo-żywnościowe. Oznaczanie azotu metodą Kjeldahla i przeliczanie na białko.
18. PN-ISO 1444:2000. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości wody (metoda odwoławcza).
19. SZKUCIK K., LIBELT K., 2006 – Wartość odżywcza mięsa królików. *Medycyna Weterynaryjna* 62 (2), 108-110.
20. SZKUCIK K., PYZ-ŁUKASIK R., 2009 – Jakość zdrowotna mięsa królików. *Medycyna Weterynaryjna* 65 (10), 665-669.

21. ULBRICHT T.L.V, SOUTHGATE D.A.T., 1991 – Coronary heart disease: seven dietary factors. *Lancet* 338, 985-992.
22. ZALECENIA ŻYWIENIOWE I WARTOŚĆ POKARMOWA PASZ (praca zbiorowa), 2011 – Zwierzęta futerkowe (red. P. Bielański, A. Gugołek, D. Kowalska, S. Świątkiewicz, A. Zoń). ISBN 978-83-933604-0-6. Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt PAN Jabłonna, 1-110.

Dorota Kowalska

Effect of adding rapeseed and fish oils to the diet of rabbits on the fatty acid composition of saddle fat and the degree of carcass fatness

S u m m a r y

The aim of the study was to modify the fatty acid composition of rabbit fat using complete pelleted diets with 2% rapeseed or fish oil. Sixty male New Zealand White rabbits were assigned to three groups receiving complete diets: a standard diet or a diet supplemented with rapeseed oil or fish oil. The use of rapeseed and fish oils in the diet had a favourable effect on the final body weight of the animals (90 days of age). The carcasses of rabbits fed the diet supplemented with rapeseed oil had the lowest proportions of shoulder fat, kidney fat and abdominal fat, with significant ($P \leq 0.01$) differences with respect to the other groups. Targeted supplementation of the diet with rapeseed and fish oils had no effect on the level of protein and intramuscular fat in the *longissimus dorsi* muscle. As a result of supplementation with fish oil, the *n-6/n-3* PUFA ratio in the adipose tissue of the rabbits decreased significantly ($P \leq 0.01$), which is beneficial for the consumers of this meat. The use of rapeseed oil in the diet reduced the content of lauric (C12:0), myristic (C14:0) and palmitic (C16:0) acids in the adipose tissue and improved the atherogenic index and saturation. There was a considerable improvement in the thrombogenic index after adding fish oil to the rabbit diets.

KEY WORDS: rabbit fat / rapeseed oil / fish oil / fatty acids