

## Zastosowanie pasz rzepakowych w żywieniu królików i ich wpływ na jakość mięsa

Dorota Kowalska, Paweł Bielański

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

Celem podjętych badań było określenie możliwości wykorzystania makuchu rzepakowego, śruty poekstrakcyjnej rzepakowej oraz oleju rzepakowego w żywieniu królików. Badano wpływ zastosowanych dodatków paszowych na jakość pozyskiwanego mięsa. Makuch i poekstrakcyjna śruta rzepakowa są bardzo dobrymi paszami białkowymi wykorzystywanymi w żywieniu przeżuwaczy, w tym bydła opasowego i owiec. Z powodzeniem stosowane są również w żywieniu drobiu, brak natomiast prac nad wykorzystaniem ich w żywieniu królików. Uzyskane wyniki badań pozwalają na stwierdzenie, że wprowadzenie do paszy dla królików dodatku makuchu, śruty poekstrakcyjnej i oleju rzepakowego nie miało negatywnego wpływu na pozyskiwane od królików mięso. Za najkorzystniejsze zmiany z punktu widzenia dietyki człowieka należy uznać obniżenie stosunku PUFA *n-6* do PUFA *n-3* przy 5% dodatku śruty lub makuchu rzepakowego oraz istotne zmniejszenie ilości cholesterolu przy 5% dodatku makuchu lub 3% dodatku oleju rzepakowego.

**SŁOWA KLUCZOWE:** króliki / żywienie / makuch rzepakowy / śruta poekstrakcyjna rzepakowa / olej rzepakowy / mięso / jakość

Uprawa rzepaku jako rośliny przemysłowej rozwinęła się w Polsce w latach 60. XX wieku. Od momentu, kiedy Sejm Rzeczypospolitej Polskiej przyjął program wzbogacania paliw otrzymywanych z ropy naftowej w tzw. biopaliwa (biodiesle), stanowiące estry metylowe kwasów tłuszczowych (FAME – fatty acid metyl ester) stosowane bezpośrednio lub w mieszaninie z olejem napędowym do silnika, olej rzepakowy stał się głównym surowcem do ich produkcji. Stąd też prognozuje się, że areał upraw rzepaku w Polsce będzie się stale powiększał.

Pozostałością po tłoczeniu nasion rzepaku jest makuch rzepakowy, który może być wykorzystywany w żywieniu zwierząt i z powodzeniem zastąpić część importowanej śruty sojowej, która wobec wprowadzonego od kilku lat zakazu stosowania w żywieniu zwierząt gospodarskich mączek pochodzenia zwierzęcego stała się podstawowym źródłem białka w mieszankach paszowych. Smulikowska [15], opierając się na badaniach własnych oraz danych z licznych publikacji, podaje, że udział białka surowego w makuchu krajowym waha

się od 25 do 35%, przy zawartości lizyny wynoszącej 6,2-6,4 g na 100 g białka i tłuszczu surowego – 9-21%. Użyteczność paszowa makuchu rzepakowego zależy jest w dużym stopniu od zawartości w nim glukozyolanów alkenowych. Polskie normy zakładają, że poziom glukozyolanów w przemysłowych nasionach rzepaku nie powinien przekraczać 25  $\mu$ M na 1 g suchej masy beztłuszczowej.

Z uwagi na wyższą wartość energetyczną makuch rzepakowy ma znacznie lepsze walory paszowe niż poekstrakcyjna śruta rzepakowa – produkt powstały po ekstrakcji rozpuszczalnikami organicznymi tłuszczu z rozdrobnionych i kondycjonowanych nasion rzepaku. Zawartość białka ogólnego w poekstrakcyjnej śrucie rzepakowej wynosi około 36-38%, przy zawartości tłuszczu 2-4% w kilogramie suchej masy. W porównaniu do poekstrakcyjnej śruty sojowej jest ona bogatsza w aminokwasy siarkowe (metionina i treonina), co w przypadku królików ma duże znaczenie, ze względu na zmianę okrywy włosowej.

Od kilku lat hodowla królików w Polsce przeżywa okres rozkwitu, do czego w niemałym stopniu przyczyniły się choroby odzwierzęce, na które zapada bydło, trzoda chlewna oraz drób. Znacznie wzrosło zainteresowanie konsumentów gatunkami mięsa dobrej jakości, a przy tym niebudzącego negatywnych skojarzeń. Dlatego też mięso królicze, dzięki niezaprzeczalnym walorom smakowo-odżywczo-zdrowotnym, powoli zdobywa także i nasz rynek, a chów i hodowla królików stają się doceniane i zaczynają stanowić liczącą się dział produkcji zwierzęcej.

Króliki, ze względu na budowę przewodu pokarmowego i specyfikę trawienia, są bardzo wrażliwe na zmiany stosowanych pasz. Przeznaczone dla nich mieszanki paszowe powinny być dobrze zbilansowane i produkowane ze składników najwyższej jakości. W żywieniu tej grupy zwierząt poszukuje się ciągle nowych komponentów paszowych, które można wykorzystać, uzyskując pożądany efekt, czyli szybkie przyrosty przy stosunkowo małym zużyciu paszy. Obecnie dużym problemem w hodowli królików jest wysoka cena pełnoporcjowych mieszanek paszowych (stanowiąca 70% kosztów utrzymania), którą można jednak znacznie obniżyć, zastępując importowaną soję tańszym składnikiem, jakim jest makuch rzepakowy czy poekstrakcyjna śruta rzepakowa.

Pozytywne wyniki badań dotyczące zastosowania dodatku pasz rzepakowych w żywieniu różnych gatunków zwierząt pozwalają zakładać, że mogą one być również stosowane w żywieniu królików i mieć korzystny wpływ na profil kwasów tłuszczowych i zawartość cholesterolu w mięsie króliczym.

Celem podjętych badań było określenie możliwości wykorzystania makuchu rzepakowego, poekstrakcyjnej śruty rzepakowej oraz oleju rzepakowego w żywieniu królików i ocena ich wpływu na jakość pozyskiwanego mięsa.

### **Material i metody**

Badaniami objęto 80 królików rasy nowozelandzkiej białej, typowo mięsnej, zalecanej do hodowli fermowej, które podzielono na 4 grupy (po 20 sztuk). Badania prowadzono w fermie doświadczalnej K-001 należącej do Instytutu Zootechniki PIB, a wszystkie analizy wykonywano w Centralnym Laboratorium IZ PIB.

Króliki trzymano w klatkach piętrowych z siatki metalowej, po 4 sztuki tej samej płci w każdej. Doświadczenie trwało od momentu odsadzenia zwierząt od matek w 35. dniu do

90. dnia życia. Warunki zoohigieniczne i technologiczne były zgodne z ogólnymi założeniami dla tego rodzaju produkcji. Zwierzęta objęte były programem profilaktyki weterynaryjnej przewidzianej dla tej grupy zwierząt.

Króliczeta od odsadzenia do 90. dnia życia żywiono *ad libitum* mieszankami paszowymi zgodnie z przydzieloną grupą:

- grupa I (kontrolna) – żywiona granulowaną mieszanką podstawową o standardowej recepturze,
- grupa II – żywiona granulowaną mieszanką z 5% udziałem poekstrakcyjnej śruty rzepakowej,
- grupa III – żywiona granulowaną mieszanką z 5% udziałem makuchu rzepakowego,
- grupa IV – żywiona granulowaną mieszanką z 3% udziałem oleju rzepakowego.

Pełnodawkowa mieszanka standardowa, którą żywiono króliki grupy kontrolnej zawierała: śrutę sojową poekstrakcyjną – 10%, otręby pszenne – 18,6%, śrutę kukurydzianą – 19%, śrutę jęczmienną – 25%, susz z lucerny – 23%, preparat mlekozastępczy Prelak – 2%, NaCl – 0,4%, fosforan paszowy – 1% i premiks witaminowo-mineralny – 1% (producent: LNB Poland Sp. z o.o., Kiszkowo).

Do receptury mieszanek doświadczalnych wprowadzono: dla grupy II – 5% śruty poekstrakcyjnej rzepakowej w miejsce 5% poekstrakcyjnej śruty sojowej, dla grupy III – 5% makuchu rzepakowego w miejsce 5% poekstrakcyjnej śruty sojowej. Wprowadzony do receptury mieszanki w grupie IV 3% dodatek oleju rzepakowego zmniejszył udział poekstrakcyjnej śruty sojowej z 10 do 9%, suszu z lucerny z 23 do 22% i śruty kukurydzianej z 19 do 18%. Mieszanki paszowe wykonano według doświadczalnych receptur, a zawartość składników pokarmowych obliczono na podstawie Norm żywienia mięsożernych i roślinożernych zwierząt futerkowych [11].

Bezpośrednio przed sporządzeniem mieszanek paszowych oznaczono zawartość: suchej masy (SOP M.013:2006), białka surowego (SOP M.007:2006), tłuszczu surowego (SOP M.013:2006), włókna surowego (SOP M012:2006) i popiołu (SOP M.014:2007) w próbkach makuchu rzepakowego, śruty poekstrakcyjnej rzepakowej, oleju rzepakowego oraz poekstrakcyjnej śruty sojowej.

W gotowych paszach oznaczono zawartość glukozydów (SOP<sup>1</sup>M.017) metodą HPLC, przeprowadzono podstawowe analizy chemiczne metodami opisanymi powyżej oraz oznaczono skład wyższych kwasów tłuszczowych metodą chromatografii gazowej, oznaczając kwasy w postaci estrów na chromatografii gazowej VARIAN 3400, z detektorem 250 st.; Range=11, przy użyciu kolumny Rtx 2330 o parametrach 105 m x 0,32 mm x 0,2 μ, według Folcha i wsp. [5].

Po zakończeniu odchowu doświadczalnego z każdej grupy wybrano losowo po 10 królików o masie ciała 2500-2700 g. Zwierzęta po dobowym przegłodzeniu ubito w ubojni przyzakładowej. Ubój przeprowadzono zgodnie z metodyką obowiązującą dla tej grupy zwierząt, w jednakowych dla wszystkich warunkach technologicznych.

Bezpośrednio po uboju przeprowadzono analizę rzeźną. Zbierano następujące dane: masę królika po przegłodzeniu, masę części jadalnych (tuszka, wątroba, serce, nerki, płuca), masę odpadów (futerko, krew, skoki, przewód pokarmowy). Wydajność rzeźną obliczono jako stosunek masy tuszki ciepłej (z głową) do masy zwierzęcia przed ubojem (po

przełodzeniu trwającym 24 godziny), według wzoru:

$$WR (\%) = MT \times 100/MC$$

gdzie:

WR – wydajność rzeźna (%),

MT – masa tuszki bez podrobów (g),

MC – masa ciała przed ubojem (g).

Pozyskane tuszki, po wcześniejszym podzieleniu na trzy części (część przednia – cięcie prowadzone na wysokości ostatniego zebra, comber – cięcie na wysokości ostatniego kręgu lędźwiowego, część tylna – obejmująca nogi wraz z częścią krzyżową), poddano dysekcji według metodyki opisanej przez Bieńka [3].

Po dysekcji pobrano do dalszych badań mięśnie tylnej nogi króliczej (*musculus glutaeus medius*) i oznaczono poziom wyższych kwasów tłuszczowych oraz cholesterolu całkowitego. Skład wyższych kwasów tłuszczowych w lipidach mięsa oznaczono metodą chromatografii gazowej, oznaczając kwasy w postaci estrów na chromatografie gazowej VARIAN 3400, z detektorem 250 st.; Range=11, przy użyciu kolumny Rtx 2330 o parametrach 105m x 0,32 mm x 0,2 μ [5]. Cholesterol w mięsie oznaczono metodą kolorymetryczną P 026:2001, wykorzystując reakcję barwną z 10% roztworem FeCl<sub>3</sub> rozcieńczonym 100-krotnie kwasem siarkowym, według metody Korzeniowskiego i wsp. [9].

Uzyskane wyniki doświadczenia opracowano statystycznie w układzie jednoczynnikowym przy użyciu analizy wariancji (ANOVA). Istotność różnic pomiędzy średnimi w grupach szacowano stosując wielokrotny test rozstępu Duncana. Obliczenia wykonano pakietem statystycznym Statistica 7.0 PL.

## Wyniki i dyskusja

W tabeli 1 przedstawiono wyniki analizy podstawowej składników pokarmowych w próbkach makuchu rzepakowego i poekstrakcyjnych śrut sojowej oraz rzepakowej.

Zawartość glukozyolanów wynosiła: dla grupy kontrolnej – 0,1 mmol/kg paszy, dla grupy II – 0,756 mmol/kg paszy, dla grupy III – 0,821 mmol/kg paszy, a dla IV – 0,443 mmol/kg paszy.

**Tabela 1 – Table 1**

Analiza podstawowa składników pokarmowych w próbkach makuchu rzepakowego, śruty poekstrakcyjnej rzepakowej i sojowej (%)

Basic analysis of nutrients in the samples of rapeseed cake, and in rapeseed and soybean meal (%)

Wyszczególnienie Specification	Sucha masa Dry matter	Popiół surowy Crude ash	Białko ogólne Crude protein	Tłuszcz surowy Crude fat	Włókno surowe Crude fibre
Makuch rzepakowy Rapeseed cake	90,65	6,10	32,66	10,71	11,98
Śruta rzepakowa poekstrakcyjna Rapeseed meal	90,00	6,83	33,62	3,73	13,1
Śruta sojowa poekstrakcyjna Soybean meal	87,62	5,70	47,95	2,04	3,66

W tabeli 2 przedstawiono wyniki składu wybranych kwasów tłuszczowych w próbkach granulowanych mieszanek paszowych.

**Tabela 2 – Table 2**

Skład wybranych kwasów tłuszczowych w próbkach granulowanych mieszanek paszowych (% sumy kwasów)

The composition of the selected fatty acids in the samples of granulated feed mixtures (% of the sum of acids)

Kwas Acid	Grupa – Group			
	I	II	III	IV
C16:0	16,266	16,420	14,157	10,874
C16:1	0,221	0,420	0,376	0,230
C18:0	2,132	1,722	1,576	1,662
C18:1	20,265	28,648	28,766	38,134
C18:2 <i>n-6</i>	52,830	40,747	41,562	39,812
C18:3 <i>n-3</i>	6,745	9,246	11,125	7,598
C20:4 <i>n-6</i>	0,000	0,195	0,173	0,000
C22:1	0,103	0,214	0,339	0,370
C20:5 <i>n-3</i> (EPA)	0,000	0,241	0,135	0,035
C22:6 <i>n-3</i> (DHA)	0,000	0,168	0,082	0,000
SFA	19,638	19,939	17,280	13,614
UFA	80,362	80,061	82,720	86,386
PUFA	59,773	50,779	53,240	47,652
PUFA <i>n-6</i>	52,830	40,942	41,735	39,812
PUFA <i>n-3</i>	6,745	9,655	11,342	7,633
UFA/SFA	4,712	4,490	5,368	7,367
PUFA/SFA	3,044	2,547	3,081	3,500
PUFA <i>n-6/n-3</i>	7,832	4,241	3,680	5,216

Wyniki analiz podstawowych składników pokarmowych w próbkach gotowych pełnoporcjowych mieszanek paszowych przedstawiono w tabeli 3. W stosunku do zapotrzebowania, według polskich norm żywienia, mieszanki charakteryzowały się umiarkowanym poziomem składników pokarmowych. Dodatek oleju rzepakowego w paszy grupy IV spowodował wzrost zawartości tłuszczu surowego z 3,55% w grupie kontrolnej do 5,19%.

**Tabela 3 – Table 3**

Wyniki analiz podstawowych składników pokarmowych w próbkach gotowych pełnoporcjowych mieszanek paszowych (%)

The results of analyses of basic nutrients in the samples of ready-to-use full-ration mixtures (%)

Grupa Group	Sucha masa Dry matter	Popiół surowy Crude ash	Białko ogólne Crude protein	Tłuszcz surowy Crude fat	Włókno surowe Crude fibre	Subst. organ. Organic substances	BNW N-free extractives
I	89,23	6,23	15,37	3,55	10,07	83,00	54,01
II	88,89	6,27	15,07	3,65	10,20	82,62	53,70
III	88,89	6,34	15,02	3,96	10,80	82,55	52,77
IV	87,72	5,21	15,27	5,19	10,02	82,51	52,03

Masa ciała ubijanych w 90. dniu życia zwierząt była dla wszystkich grup wyrównana (tab. 4). Wyniki przeprowadzonej analizy rzeźnej wykazały różnice jedynie w masie krwi ( $P \leq 0,05$ ) pomiędzy grupą I a II i III oraz w masie wątroby pomiędzy grupą I a IV. Nie stwierdzono różnic w wydajności rzeźnej zwierząt.

**Tabela 4 – Table 4**

Analiza rzeźna

Slaughter analysis

Wyszczególnienie Specification	Grupa – Group				SEM
	I	II	III	IV	
Masa ciała królika (g) Body weight of rabbit (g)	2619,5	2589,5	2547,5	2500,5	24,69
Masa tuszki bez głowy (g) Carcass weight without head (g)	1232,0	1207,5	1166,0	1212,0	19,94
Masa tuszki z głową (g) Carcass weight with head (g)	1411,0	1391,5	1346,5	1374,0	11,50
Wątroba (g) Liver (g)	90,0 <sup>a</sup>	84,5	87,5	66,5 <sup>b</sup>	2,52
Serce, nerki, płuca (g) Heart, kidneys, lungs (g)	45,5	43,0	42,5	44,5	1,42
Ogółem części jadalne (g) Edible parts in total (g)	1382,5	1359,5	1316,0	1335,5	19,71
Futro (g) Fur (g)	450,5	411,5	409,0	430,5	11,04
Krew (g) Blood (g)	47,0 <sup>a</sup>	83,0 <sup>b</sup>	70,5 <sup>b</sup>	51,0	2,78
Skoki (g) Shanks (g)	77,5	77,5	79,0	76,0	1,24
Przewód pokarmowy (g) Gastro-intestinal tract (g)	479,5	474,0	492,5	445,5	10,06
Ogółem odpady (g) Offals in total (g)	1054,5	1046,0	1051,0	1003,0	13,31
Głowa (g) Head (g)	179,0	184,0	180,5	162,0	3,03
Wydajność rzeźna (%) Dressing percentage (%)	53,8	53,8	52,9	54,9	0,48

a, b – wartości w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie ( $0,01 < P \leq 0,05$ )

a, b – values in the lines marked with different letters differ significantly ( $0,01 < P \leq 0,05$ )

Wyniki przeprowadzonych dyssekcji (tab. 5) wykazały, że tuszki królików grup doświadczalnych, w których zastosowano 5% dodatek makuchu rzepakowego lub 5% dodatek śrutu poekstrakcyjnej rzepakowej były mniej otłuszczone w stosunku do grupy kontrolnej. Różnice między grupami zostały potwierdzone statystycznie. Dodatek tych składników do pasz nie miał natomiast wpływu na zawartość mięśni w tuszce królików. Na odkładanie tłuszczu przez organizm ma wpływ stopień nasycenia zawartych w paszy kwasów tłuszczowych. Tłuszcze o niskim stopniu nasycenia mogą wpływać na mniejsze otłuszczenie. Przyczyną niskiego otłuszczenia może być także stymulujący wpływ kwasów wielonienasyconych na enzymy powodujące rozkład kwasów tłuszczowych ( $\beta$ -oksydację) [4, 6]. Uzyskane wyniki wskazują jednoznacznie, że na kształtowanie się omawianej cechy miała wpływ dawka pokarmowa z udziałem makuchu rzepakowego i śrutu rzepakowej.

**Tabela 5 – Table 5**

Wyniki dysekcji tuszek

Results of dissection of carcasses

Wyszczególnienie Specification	Grupa – Group				SEM
	I	II	III	IV	
Masa tuszki schłodzonej (g) Weight of chilled carcass (g)	1213,5	1175,0	1131,0	1182,5	19,8
Skład tkankowy części przedniej (g) Tissue composition of fore part (g)	449,5	383,5	378,0	424,0	9,6
Masa mięśni (g) Weight of muscles (g)	300,5	284,5	274,0	298,0	7,8
Masa kości (g) Weight of bones (g)	109,0 <sup>a</sup>	80,0 <sup>b</sup>	90,0 <sup>b</sup>	104,0 <sup>a</sup>	2,5
Masa tłuszczu (g) Weight of fat (g)	40,5 <sup>Aa</sup>	19,0 <sup>b</sup>	14,0 <sup>B</sup>	22,0 <sup>b</sup>	2,4
Skład tkankowy combra (g) Tissue composition of loin (g)	322,0	343,0	329,0	333,5	8,6
Masa mięśni (g) Weight of muscles (g)	248,0	270,0	265,0	269,0	7,3
Masa kości (g) Weight of bones (g)	54,0	59,0	55,0	45,5	2,0
Masa tłuszczu (g) Weight of fat (g)	20,0 <sup>a</sup>	14,0	9,0 <sup>b</sup>	19,0 <sup>a</sup>	1,3
Skład tkankowy części tylnej (g) Tissue composition of hind part (g)	442,0	448,0	424,0	425,0	5,9
Masa mięśni (g) Weight of muscles (g)	360,0	370,0	346,5	339,0	4,7
Masa kości (g) Weight of bones (g)	76,0	70,5	69,0	73,0	2,8
Masa tłuszczu (g) Weight of fat (g)	6,0	8,0	8,5	13,0	1,2
Masa mięśni w tuszce (g) Weight of muscles in carcass (g)	908,0	923,5	885,5	906,0	16,7
Masa kości w tuszce (g) Weight of bones in carcass (g)	239,0	209,5	214,0	222,5	4,7
Masa tłuszczu w tuszce (g) Weight of fat in carcass (g)	66,5 <sup>Aa</sup>	41,0 <sup>b</sup>	31,5 <sup>B</sup>	54,0	4,1

A, B – wartości w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się wysoko istotnie ( $P \leq 0,01$ )a, b – wartości w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie ( $0,01 < P \leq 0,05$ )A, B – values in the lines marked with different letters differ highly significantly ( $P \leq 0,01$ )a, b – values in the lines marked with different letters differ significantly ( $0,01 < P \leq 0,05$ )

W warunkach wzrostu spożycia mięsa króliczego coraz większego znaczenia nabiera jakość uzyskanego produktu. Dotyczy ona oczekiwań zarówno technologa zakładów mięsnych, jak i konsumenta. Wymagania obydwu grup odbiorców są zgodne w przypadku ograniczenia udziału tłuszczu w tuszce, stanowi on bowiem odpad poubojowy. Dla dzisiejszego konsumenta, poszukującego pożywienia dietetycznego, może on być składnikiem ograniczającym konsumpcję mięsa, duże znaczenie odgrywa tutaj bowiem ocena wzrokowa. W porównaniu z innymi tłuszczami zwierzęcymi, tłuszcz mięsa króliczego ma bardzo korzystny skład kwasów tłuszczowych (chodzi głównie o zwiększony udział nienasyconych długołańcuchowych kwasów tłuszczowych), pomimo to tłuszcz okołonerkowy i łopatkowy zawsze traktowane były jako odpad produkcyjny.

Zbliżone wyniki uzyskali Banaszekiewicz i Osek [1], badając otłuszczenie kurcząt brojlerów. Wprowadzenie makuchu rzepakowego do mieszanek spowodowało bowiem zmniejszenie otłuszczenia tuszek.

W tabeli 6 przedstawiono skład wybranych kwasów tłuszczowych oraz cholesterolu w próbkach mięsa króliczego.

**Tabela 6 – Table 6**

Skład wybranych kwasów tłuszczowych (% sumy kwasów) oraz cholesterolu (mg/100 g) w próbkach mięsa króliczego

Composition of the selected fatty acids (% of the sum of acids) and of cholesterol (mg/100 g) in the samples of rabbit meat

Kwas Acid	Grupa – Group				SEM
	I	II	III	IV	
C16:0	27,642	29,234	29,487	29,022	0,39
C16:1	4,619 <sup>a</sup>	3,598	3,446	3,381 <sup>b</sup>	0,17
C18:0	6,060	6,278	6,203	5,757	0,19
C18:1	25,062	27,145	26,738	26,260	0,39
C18:2 <i>n-6</i>	28,270 <sup>a</sup>	23,029 <sup>b</sup>	22,885 <sup>b</sup>	24,163	0,46
C18:3 <i>n-3</i>	2,420 <sup>A</sup>	3,334 <sup>B</sup>	4,316 <sup>C</sup>	2,799 <sup>AB</sup>	0,06
C20:4 <i>n-6</i>	1,991 <sup>A</sup>	3,854 <sup>Ba</sup>	2,982 <sup>b</sup>	2,352 <sup>b</sup>	0,10
C20:5 <i>n-3</i> (EPA)	0,106	0,130	0,135	0,063	0,01
C22:6 <i>n-3</i> (DHA)	0,414 <sup>a</sup>	0,109	0,074 <sup>b</sup>	0,065	0,01
SFA	36,758	38,603	39,249	39,887	0,54
UFA	63,541	61,396	60,750	60,112	0,54
PUFA	33,552	30,637	30,545	30,318	0,51
PUFA <i>n-6</i>	30,363	26,960	25,939	26,565	0,50
PUFA <i>n-3</i>	2,941 <sup>A</sup>	3,574 <sup>B</sup>	4,526 <sup>B</sup>	2,927 <sup>A</sup>	0,07
UFA/SFA	1,772	1,597	1,555	1,513	0,04
PUFA/SFA	0,963	0,795	0,783	0,764	0,02
PUFA <i>n-6/n-3</i>	10,283 <sup>A</sup>	7,585 <sup>Ba</sup>	5,759 <sup>B</sup>	9,075 <sup>Ab</sup>	0,18
Cholesterol	68,6 <sup>a</sup>	66,9	62,9 <sup>b</sup>	62,4 <sup>b</sup>	0,88

A, B, C – wartości w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się wysoko istotnie ( $P \leq 0,01$ )

a, b – wartości w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie ( $0,01 < P \leq 0,05$ )

A, B, C – values in the lines marked with different letters differ highly significantly ( $P \leq 0,01$ )

a, b – values in the lines marked with different letters differ significantly ( $0,01 < P \leq 0,05$ )

Wprowadzenie do mieszanki paszowej 5% dodatku śruty rzepakowej lub 5% dodatku makuchu rzepakowego, w porównaniu z grupą kontrolną, zmieniło istotnie zawartość niektórych kwasów tłuszczowych w lipidach mięsa króliczego. Dodatek 3% oleju rzepakowego nie miał natomiast tak istotnego wpływu. W mięsie badanych zwierząt grup doświadczalnych nie zaobserwowano istotnego wzrostu kwasu oleinowego (C18:1), mimo że pasze rzepakowe są jego bogatym źródłem, natomiast w grupie II i III wzrosła ( $P \leq 0,01$ ) zawartość kwasu linolenowego (C18:3 *n-3*). Za istotne z punktu widzenia dietyki człowieka można uznać zmiany polegające na zwiększeniu w mięsie królików grupy II i III sumy kwasów wielonienasyconych PUFA *n-3* oraz zawężenie proporcji kwasów PUFA *n-6/n-3*. Najkorzystniejszy profil kwasów tłuszczowych lipidów mięsa otrzymano wprowadzając 5% dodatek makuchu rzepakowego. Barlow i Pike [2] oceniają, że dzienne zapo-



trzebowanie organizmu człowieka na PUFA *n-3* wynosi około 3000 mg, w tym na kwasy długołańcuchowe (EPA, DPA, DHA) – 1000 mg. W Polsce, podobnie jak w większości krajów europejskich, typowa dieta jest niedoborowa w te kwasy i ich spożycie jest kilkakrotnie za niskie. Także stosunek PUFA *n-6* do PUFA *n-3* w żywieniu współczesnego człowieka nie jest prawidłowy, gdyż wynosi około 10-20:1, a powinien być nie szerszy niż 5-6:1. Nadmierna konsumpcja kwasów *n-6* zaburza metabolizm kwasów *n-3* i fizjologiczną równowagę związków, które są syntetyzowane z tych kwasów [10].

Związane jest to z faktem, że wytwarzanie w komórkach wątroby pochodnych kwasu linolowego i linolenowego odbywa się oddzielnie w ramach obu rodzin kwasów przy udziale tych samych układów enzymatycznych: desaturaz i elongaz. Stąd też nadmiar kwasu linolowego prowadzi do większej koncentracji kwasu arachidonowego (AA *n-6*) przy równoczesnym zahamowaniu syntezy kwasów EPA i DHA. Odpowiednia ilość kwasów z rodziny *n-3* w codziennym żywieniu zapobiega nadmiernemu wytwarzaniu w organizmie produktów pochodnych kwasu AA [8].

Jelińska [7] na podstawie wielu badań epidemiologicznych i eksperymentalnych wykazała, że obecne w żywności wielonienasycone kwasy tłuszczowe mogą modyfikować ryzyko wystąpienia nowotworów. Właściwość ta jest wiązana właśnie z relacjami w diecie NNKT z rodziny *n-6* i *n-3*. Kwasom należącym do rodziny *n-3* przypisuje się w tych badaniach działanie ochronne. Stąd też obniżenie stosunku PUFA *n-6* do PUFA *n-3* z 10,2 w grupie kontrolnej do 7,5 i 5,7 w grupach doświadczalnych, stawia pozyskane mięso w grupie mięs zalecanych do spożycia i o walorach prozdrowotnych.

Analizując w prowadzonym doświadczeniu średnią zawartość cholesterolu w mięsie, najniższą jego wartość stwierdzono u królików otrzymujących w paszy 5% makucho rzepakowego oraz 3% oleju rzepakowego ( $P \leq 0,05$ ). W dostępnej literaturze spotkano się z bardzo różnymi wartościami dla zawartości cholesterolu w lipidach mięsa króliczego, wahającymi się od 28 do ponad 100 mg/100 g.

Cholesterol zawarty w mięsie ulega utlenieniu w podobny sposób jak nienasycone kwasy tłuszczowe i fosfolipidy. Utlenia się pod wpływem wolnych rodników, wysokiej temperatury lub światła [13, 14]. Powstają wówczas związki chemiczne zwane produktami utleniania cholesterolu (PUC) lub oksysterolami. Produkty utleniania cholesterolu są związkami o potwierdzonym toksycznym działaniu na organizm konsumenta [12].

Prowadzone przez Xiccato i Trocino [16] badania nad wpływem zwiększonego udziału tłuszczu w zbilansowanych dawkach pokarmowych u królików wskazują, że zastosowanie niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych o odpowiedniej relacji między poszczególnymi rodzajami kwasów może wpływać na ograniczenie poziomu cholesterolu całkowitego w mięśniach i tłuszczu zapasowym. Efekt ten zachodzi w drodze stymulacji bądź hamowania aktywności reduktazy HMG CoA w wątrobie – enzymu kontrolującego proces syntezy cholesterolu. Stwierdzono, że podawanie ludziom np. zmodyfikowanej wieprzowiny o obniżonej ilości cholesterolu powoduje wysoko istotny spadek stężenia cholesterolu całkowitego i jego aterogennej frakcji LDL w profilu lipidowym osocza.

Uogólniając uzyskane wyniki badań można stwierdzić, że wprowadzenie do paszy dla królików dodatku śruty poekstrakcyjnej, makucho i oleju rzepakowego nie miało negatyw-

nego wpływu na pozyskiwane od królików mięso. Za najkorzystniejsze zmiany, z punktu widzenia dietyki człowieka, należy uznać: obniżenie stosunku PUFA *n-6* do PUFA *n-3* przy 5% dodatku śruty lub makuchu rzepakowego oraz istotne zmniejszenie ilości cholesterolu przy 5% dodatku makuchu lub 3% dodatku oleju rzepakowego.

## PIŚMIENNICTWO

1. BANASZKIEWICZ T., OSEK M., 1996 – Ocena wyników poubojowych kurecząt brojlerów żywionych mieszankami z udziałem wyłoków i śruty poekstrakcyjnej rzepakowej. *Rośliny Oleiste* 17, 483-492.
2. BARLOW S., PIKE I.H., 1991 – Humans and animals benefit from omega-3 polyunsaturated fatty acids. *Feedstuffs* 63, 18-26.
3. BIENIEK J., 1997 – Wpływ czynników genetycznych i środowiskowych na użytkowość mięsną królików w warunkach chowu tradycyjnego. *Zesz. Nauk. AR Kraków*. Rozprawy nr 233.
4. CRESPO N., ESTEVE-GARCIA E., 2002 – Nutrient and fatty acid deposition in broilers fed different dietary fatty acid profiles. *Poultry Sci.* 81, 1533-1542.
5. FOLCH J., LEES M., STANLEY G.H.S., 1957 – A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226, 497.
6. HANCZAKOWSKI P., 2003 – Fizjologiczne działanie kwasów tłuszczowych. *Wiad. Zoot.*, R.XLI, 3-4, 3-6.
7. JELIŃSKA M., 2005 – Kwasy tłuszczowe – czynniki modyfikujące procesy nowotworowe. *Biul. Wydż. Farm. AMW* 1, 1-13.
8. KARŁOWICZ-BODALSKA K., BODALSKI T., 2007 – Nienasycone kwasy tłuszczowe, ich właściwości biologiczne i znaczenie w lecznictwie. *Borgis – Postępy Fitoterapii* 1, 46-56.
9. KORZENIOWSKI W., OSTOJA H., JARCZYK A., 1992 – Zawartość cholesterolu w tkance tłuszczowej i mięśniowej świń czystych ras i ich krzyżówek. *Medycyna Wet.* 48, 464-465.
10. NEWTON J.S., 1996 – Long chain fatty acids in health and nutrition. *J. Food Lipids* 31(3), 233-249.
11. NORMY ŻYWIENIA MIĘSOŻERNYCH I ROŚLINOŻERNYCH ZWIERZĄT FUTERKOWYCH, 1994 – Praca zbiorowa. Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt PAN, Jabłonna.
12. SCHROEPFER G.J., 2000 – Oxysterols: Modulators of cholesterol metabolism and other processes. *Physiol. Rev.* 80, 361-554.
13. SMITH L.L., 1987 – Cholesterol autoxidation 1981-1986. *Chem. Phys. Lipids* 44, 87-125.
14. SMITH L.L., JOHNSON B.H., 1989 – Biological activities of oxysterols. *Free Rad. Biol. Med.* 7, 285-332.
15. SMULIKOWSKA S., 2006 – Wartość odżywcza wyłoków rzepakowych produkowanych w kraju dla drobiu. *Wiad. Zoot.* 3(250), 22-28.
16. XICCATO G., TROCINO A., 2003 – Role of dietary lipid on digestive physiology, immune system and growth in rabbits. In: Cost Action 848 “Agriculture and Biotechnology” European Cooperation in the Field of Scientific and Technical Research, 239-244.

## Application of rapeseed-containing feeds in nutrition of rabbits and their influence on meat quality

### S u m m a r y

The aim of the undertaken studies was to determine the possibilities of applying rapeseed cake, rapeseed meal and rapeseed oil in nutrition of rabbits. The effect of the employed feed additives on the quality of the obtained meat was examined. Rapeseed cake and rapeseed meal are very good protein feeds, utilized in nutrition of ruminants, including fattened cattle and the sheep. The mentioned products are also successfully used in nutrition of poultry; on the other hand, the studies on their application in nutrition of rabbits are very scarce. The obtained results of the studies allow stating that the introduction of rapeseed cake, rapeseed meal and rapeseed oil to the feeds for rabbits did not have any negative impact on the obtained rabbit meat. Decrease of PUFA *n-6*: PUFA *n-3* ratio, with 5% addition of rapeseed meal or rapeseed cake and significant lowering of the level of cholesterol, with 5% addition of rape cake or 3% addition of rape oil should be considered as the most favourable changes from the point of view of human dietetics.

**KEY WORDS:** rabbits / nutrition / rapeseed cake / rapeseed meal / rape oil / meat / quality