

Niektóre pasze rzepakowe stosowane w żywieniu królików

Dorota Kowalska¹, Andrzej Gugolek²,

Janusz Strychalski²

¹Institut Zootechniki – Państwowy Instytut Badawczy w Balicach

²Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

W Polsce od kilku lat notuje się wyraźny wzrost zainteresowania mięsem królików. Konsumenci zaczęli doceniać jego jakość, walory dietetyczne i prozdrowotne. Należy ono do mięs białych, chudych, o wysokiej zawartości dobrze przyswajalnego białka, z korzystnym dla człowieka składem aminokwasów i odpowiednim profilem kwasów tłuszczowych. W mięsie króliczym znajduje się wiele niezbędnych witamin (szczególnie z grupy B) i mikroelementów. Ponieważ większość żywca króliczego produkowana jest w fermach wielkostadnych, gdzie zwierzęta karmione są mieszankami pełnoporcjowymi granulowanymi, istnieje potrzeba doskonalenia tego sposobu żywienia. W wielu krajach w żywieniu królików wykorzystuje się powszechnie dostępne, relatywnie tanie, uboczne surowce paszowe. Są nimi między innymi surowce paszowe pochodzące z przetwórstwa rzepaku (*Brassica napus* L.), takie jak: makuch rzepakowy, śruta rzepakowa poekstrakcyjna, łuska rzepakowa, olej rzepakowy oraz glicerol. Najwięcej badań dotyczących wpływu ubocznych surowców pochodzących z przetwórstwa rzepaku w żywieniu królików dotyczy śruty rzepakowej poekstrakcyjnej i oleju rzepakowego – stąd pominięto je w opracowaniu, opisano natomiast wykorzystanie całych nasion rzepaku, makuchu rzepakowego, łuski rzepakowej i glicerolu.

Pasze rzepakowe

Początkowo, gdy uprawiano pierwotne formy rzepaku, nie uważano nasion rzepaku i pasz pochodzących z jego przetwórstwa za pożądane komponenty paszowe w dietach zwierząt, z powodu znacznej zawartości substancji antyżywniowych, negatywnie wpływających na ich zdrowie [4, 26]. Dlatego też większość literatury fachowej podaje ograniczenia dotyczące stosowania tych pasz, także dla królików. W podręczniku Bielańskiego i wsp. [3] znajduje się informacja, że zawartość nasion rzepaku 00 oraz śruty poekstrakcyjnej rzepakowej w mieszankach paszowych dla królików rosnących i dorosłych nie powinna być wyższa niż 10%. Według cytowanych autorów, czynnikiem ograniczającym ich wykorzystanie jest obecność glukozyzolanów i synapiny. Jednak doskonalenie rzepaku jako rośliny uprawnej spowodowało obniżenie w jego nasionach poziomu substancji szkodliwych, zarówno glukozyzolanów, jak i kwasu erukowego, co rozszerzyło jego wykorzystanie paszowe.

Współcześnie rzepak i jego produkty uboczne generalnie nie budzą wątpliwości jako pasze dla różnych grup zwierząt. Również w żywieniu królików są coraz częściej stosowane.

Nasiona rzepaku w żywieniu królików

Jak dotąd, możliwość wykorzystania całych, nieprzetworzonych nasion rzepaku w żywieniu rosnących królików była badana tylko przez Dänicke i wsp. [9]. Cytowani Autorzy wykorzystali w doświadczeniu hybrydowe króliki ZiKa, które żywiłi różnymi poziomami tego komponentu paszowego: 0, 5, 10, 15 oraz 20%. Zaobserwowali oni tendencję zwiększonego pobrania paszy przez zwierzęta wraz z rosnącą ilością rzepaku w dawce, co jednak nie wpłynęło na średnie przyrosty dobowe. Najkorzystniejszym współczynnikiem wykorzystania paszy (1,94 g spożytej paszy/g przyrostu masy ciała) cechowały się króliki, które nie otrzymywały rzepaku w dawce, następnie króliki żywione z 5%

udziałem tego komponentu (2,08 g paszy/g przyrostu masy ciała). Gorsze współczynniki notowano u zwierząt żywionych z 10% i 15% udziałem nasion rzepaku, odpowiednio 2,21 g/g i 2,25 g/g, natomiast króliki otrzymujące paszę z 20% poziomem nasion rzepaku zużywały relatywnie niewiele, bo 2,20 g paszy na g przyrostu masy ciała. Końcowa masa ciała królików nie różniła się statystycznie istotnie między grupami.

Chociaż nie przeprowadzono badań strawności składników pokarmowych, można domniemywać, że była ona ograniczana przez glukozyzolany obecne w nasionach rzepaku. Należy przypuszczać, że właśnie te związki antyżywniowe wpłynęły na zwiększenie w surowicy krwi koncentracji hormonu tarczycy trójiodotyroniny, w postaci związanej z białkami – T3 oraz w postaci wolnej – fT3. Stwierdzone w badaniach podwyższone poziomy T3 i fT3 sugerują wystąpienie u królików nadczynności tarczycy. Stan ten jest powiązany ze zwiększonym tempem metabolizmu u zwierząt, co w konsekwencji może doprowadzić do utraty masy ciała [8]. Istotną w przedstawionych badaniach była tendencja większego pobrania paszy przez króliki wraz ze wzrostem udziału rzepaku w dawce.

Dänicke i wsp. [9] zbilansowali diety w taki sposób, że wraz ze wzrostem udziału nasion rzepaku malał udział śruty sojowej poekstrakcyjnej, kolejno w grupach doświadczalnych o: 7,3%, 6,0%, 3,6% i 1,2% oraz oleju sojowego – odpowiednio o: 4,9%, 2,9%, 0,7% i 0%. Udział kwasu oleinowego w oleju sojowym wynosił 24,6%, natomiast w oleju wyekstrahowanym z rzepaku – 52,8%. Kwasu linolenowego było odpowiednio 44,1% i 19,4%. Z tego powodu, wraz ze zwiększającym się poziomem nasion rzepaku w dietach, udział kwasu oleinowego wzrastał (od 22% w mieszance bez dodatku rzepaku aż do 52% w mieszance z 20% jego udziałem), a malał udział kwasu linolenowego (od 34% do 20%). Profil kwasów tłuszczowych w badanych dietach wpłynął na profil kwasów w mięsie królików objętych doświadczeniem. Udział kwasu oleinowego wzrósł z 49,36% w grupie królików żywionych bez udziału rzepaku do 77,4% w grupie zwierząt otrzymujących w dawce 20% rzepaku, a kwasu linolenowego zmalał, odpowiednio z 53,18% do 38,5%. Obserwowane zmiany wpłynęły na poprawę aromatyczności mięsa pochodzącego od zwierząt żywionych paszami z dodatkiem nasion rzepaku.

Z wyników badań nad dodatkiem nasion rzepaku do diety królików można wnioskować, że w początkowym okresie tuczu nawet 5% udział tego komponentu nie wpływa korzystnie na zwierzęta, natomiast w dalszym tuczu można jego poziom zwiększyć do 10%. Taki udział wydaje się również najbardziej korzystny ze względu na aromat i profil kwasów tłuszczowych mięsa. Jednak wykorzystanie paszy przez zwierzęta w całym okresie tuczu oraz poziom hormonów tarczycy w ich surowicy krwi sugerują, iż nasiona rzepaku nie są dobrym substytutem poekstrakcyjnej śruty sojowej w żywieniu królików.

Makuch rzepakowy w żywieniu królików

Makuch rzepakowy jest produktem ubocznym powstałym z wytlaczenia na zimno oleju z nasion rzepaku. Produkt ten, w zależności od zastosowanego stopnia zgniotu nasion, zawiera jeszcze od 8 do 20% oleju. Metodę wytlaczenia na zimno powszechnie stosuje się podczas przemysłowej produkcji biodiesla.

Warto zauważyć, że badania nad wykorzystaniem makuchu rzepakowego w żywieniu królików wykonywano w większości w Polsce. Kowalska [17], jako pierwsza w kraju, podjęła badania mające na celu określenie możliwości wykorzystania makuchu rzepakowego w miejsce poekstrakcyjnej śruty sojowej w żywieniu samic stada podstawowego oraz młodzieży dwóch ras królików – nowozelandzkiej białej i popielniańskiej białej. Autorka badała wpływ zastosowanego czynnika żywieniowego na wyniki produkcyjne oraz jakoś pożywanego mięsa.

Wyniki przeprowadzonych badań wykazały, że żaden z zastosowanych poziomów (5% i 10%) makuchu rzepakowego w mieszance paszowej dla królików obydwu ras nie wpłynął negatywnie na wyniki produkcyjne. Natomiast u obydwu analizowanych ras królików otrzymujących 10% dodatek makuchu rzepakowego w mieszance paszowej stwierdzono istotne zmniejszenie jej pobrania.

Tabela 1

Wyniki dysekcji tuszek (g) królików rasy nowozelandzkiej białej (NB) i popielniańskiej białej (PB) [17]

Wyszczególnienie	Rasa nowozelandzka biała			Rasa popielniańska biała		
	grupa			grupa		
	I	II	III	I	II	III
Masa tuszki schłodzonej	1213,5	1175,0	1131,0	1182,5	1239,0 ^a	1127,0 ^a
Skład tkankowy części przedniej	449,5	383,5	378,0	424,0	443,0	398,0
Masa mięśni	300,5	284,5	274,0	298,0	322,0	285,0
Masa kości	109,0 ^a	80,0 ^b	90,0 ^b	104,0	106,0	92,0
Masa tłuszczu	40,5 ^{Aa}	19,0 ^b	14,0 ^{Bb}	22,0 ^a	15,0 ^b	21,0
Skład tkankowy combra	322,0	343,0	329,0	333,5	361,0 ^a	300,0 ^b
Masa mięśni	248,0	270,0	265,0	269,0	295,0 ^a	252,0 ^b
Masa kości	54,0	59,0	55,0	45,5	53,0 ^a	38,0 ^b
Masa tłuszczu	20,0 ^a	14,0	9,0 ^b	19,0 ^a	13,0	10,0 ^b
Skład tkankowy części tylnej	442,0	448,0	424,0	425,0	435,0	429,0
Masa mięśni	360,0	370,0	346,5	339,0	348,5	344,0
Masa kości	76,0	70,5	69,0	73,0	80,5	83,0
Masa tłuszczu	6,0	8,0	8,5	13,0	6,0	2,0
Masa mięśni w tuszce	908,0	923,5	885,5	906,0	965,5 ^a	877,0 ^b
Masa kości w tuszce	239,0	209,5	214,0	222,5	239,5	217,0
Masa tłuszczu w tuszce	66,5 ^{Aa}	41,0 ^b	31,5 ^{Bb}	54,0 ^a	36,0	33,0 ^b

Grupy: I – kontrolna, II – 5% makuchu rzepakowego w mieszance paszowej, III – 10% makuchu rzepakowego w mieszance paszowej

a, b – średnie oznaczone różnymi małymi literami różnią się statystycznie istotnie

A, B – średnie oznaczone różnymi wielkimi literami różnią się statystycznie wysoko istotnie

Na podstawie przeprowadzonych dysekcji tuszek stwierdzono, że króliki z grup doświadczalnych obydwu ras były mniej otluszczone (tab. 1). Na kształtowanie się omawianej cechy miała niewątpliwie wpływ dawka pokarmowa z udziałem makuchu rzepakowego. Zbliżone wyniki uzyskali Banaszekiewicz i Osek [1], badając otluszczenie kurcząt brojlerów. Wprowadzenie makuchu rzepakowego do mieszanki dla tych ptaków spowodowało zmniejszenie otluszczenia tuszek.

Wprowadzenie do mieszanki paszowej 5% lub 10% makuchu rzepakowego, w porównaniu z grupą kontrolną, zmieniło również istotnie zawartość niektórych kwasów tłuszczowych w lipidach mięsa. Zmiany te były korzystne z punktu widzenia dietyki człowieka. W odpowiedzi na zastosowany czynnik żywieniowy pomiędzy badanymi rasami stwierdzono istotne różnice ($P \leq 0,01$). Na stopień wzbogacenia lub zubożenia tkanki mięśniowej w określone kwasy tłuszczowe może wpływać szereg czynników. Pomimo że u zwierząt obserwuje się znaczną zależność składu lipidowego tkanek od zawartości kwasów tłuszczowych w paszy, to efektywność procesu fizjologicznej transformacji kwasów tłuszczowych pasza–tkanka może wykazywać odmienne tendencje. Badane rasy królików różniły się między sobą przede wszystkim czasem dojrzewania do rozplodu, liczebnością miotów czy tempem wzrostu. W związku z tym ich mięso może w niejednakowym czasie uzyskiwać pełną dojrzałość, w czym można upatrywać otrzymane różnice.

W przypadku rasy nowozelandzkiej białej za korzystną zmianę należy uznać zwiększenie ilości kwasu linolenowego, sumy kwasów wielonienasyconych szeregu $n-3$ oraz zawężenie proporcji kwasów szeregu $n-6/n-3$. Dla rasy popielniańskiej białej natomiast obniżenie ilości najbardziej hipercholesterolemicznych kwasów tłuszczowych (laurynowego, mirystynowego i palmitynowego), obniżenie ilości nasyconych kwasów tłuszczowych, zwiększenie sumy kwasów wielonienasyconych szeregu $n-3$, przy jednoczesnym obniżeniu ilości sumy kwasów wielonienasyconych szeregu $n-6$ oraz zawężenie proporcji kwasów szeregu $n-6/n-3$.

Analizując wpływ udziału PUFA w mięsie króliczym na podatność tłuszczu na utlenianie, odnotowano statystycznie istotny spadek wartości wskaźnika TBA-RS po 14 i 90 dniach przechowywania mięsa dla rasy nowozelandzkiej białej, w przypadku wprowadzenia 5% makuchu rzepakowego do mieszanki paszowej. Świadczy to o wolniejszym tempie utleniania się lipidów mięsa u zwierząt tej rasy. W przypadku rasy popielniańskiej białej dodatek makuchu rzepakowego nie miał podobnego

wpływu, mimo że zwiększał statystycznie istotnie zawartość PUFA w mięsie. Wyniki te można również łączyć z brakiem ukształtowania pełnej dojrzałości mięsa u królików rasy popielniańskiej białej.

Średnia zawartość cholesterolu w tkance mięśniowej rasy nowozelandzkiej białej wynosiła 66,13 mg/100 g, a rasy popielniańskiej białej – 63,10 mg/100 g. U obydwu analizowanych ras najniższą wartość cholesterolu stwierdzono u królików otrzymujących 5% makuchu rzepakowego, natomiast przy 10% obserwowano tendencje wzrostowe. Badania prowadzone przez Xiccato i Trocino [33] nad wpływem zwiększonego udziału tłuszczu w zbilansowanych dawkach pokarmowych dla 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.

Kwasowość pH_{45} mięsa królików ras nowozelandzkiej białej i popielniańskiej białej, zarówno w grupach kontrolnych, jak i doświadczalnych, odpowiadała wartościom podawanym dla mięsa króliczego dobrej jakości, zawierającym się w przedziale od 6,10 do 6,80 [2]. Wartość pH_{24h} wynosiła średnio dla obydwu ras 5,70 i również mieściła się w granicach dla mięsa dobrej jakości (5,60–5,85). Wyniki oznaczeń wartości pH badanych prób mięsa wskazują na przebieg poubojowych zmian kwasowości typowy dla mięsa normalnego.

W przeprowadzonych badaniach [17] zawartość białka w mięsie rasy nowozelandzkiej białej wynosiła średnio 25,44%, a rasy popielniańskiej białej – 25,42% i była nieco wyższa od podawanej przez Cavani i wsp. [5], Maj i wsp. [24], Szkucika i Libelta [31] oraz Łapę [23] w mięsie królików ras czystych i ich mieszańców. Pomiedzy grupami nie wystąpiły potwierdzone statystycznie różnice.

Zawartość tłuszczu w próbkach z mięśnia najdłuższego grzbietu (*Musculus longissimus dorsi*) u królików grup doświadczalnych była niska i wynosiła średnio dla obydwu badanych ras 1,36%, natomiast w grupach kontrolnych była istotnie wyższa: 2,11% dla rasy nowozelandzkiej białej i 2,02% dla rasy popielniańskiej białej [17]. Łapa [23] podaje zawartość tłuszczu dla rasy nowozelandzkiej białej na poziomie 1,71%, Maj i wsp. [24] – 1,60%, Szkucik i Libelt [31] – 1,12%. 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 w wyniku β -oksydacji [14]. Na kształtowanie się omawianej cechy miała wpływ dawka pokarmowa z udziałem makuchu rzepakowego.

Uogólniając autorka [17] stwierdziła, że wprowadzenie do paszy dla królików 5% lub 10% makuchu rzepakowego, w miejsce poekstrakcyjnej śrutki sojowej, nie miało negatywnego wpływu zarówno na wyniki produkcyjne, jak i na pozyskiwane od królików mięso. U obydwu analizowanych ras uzyskano korzystne, z punktu widzenia dietyki człowieka, obniżenie stężenia kwasów szeregu $n-6/n-3$. W przypadku grupy żywionej pełnoporcjową mieszanką granulowaną, do której wprowadzono

no 5% makuchu rzepakowego, uzyskano istotne zmniejszenie poziomu cholesterolu w mięsie.

Kolejne prace dotyczące stosowania makuchu rzepakowego w żywieniu królików wykonano także w Instytucie Zootechniki w Balicach. Kowalska i Bielański [18] badali wpływ zastosowania makuchu rzepakowego (5% mieszanki paszowej) na jakość mięsa królików. Uzyskane wyniki pozwoliły na stwierdzenie, że wprowadzenie do paszy dla królików dodatku makuchu nie miało negatywnego wpływu na pozyskiwane od nich mięso. Wyniki przeprowadzonych dyssekcji wykazały, że tuszki królików grupy, w której zastosowano 5% dodatek makuchu rzepakowego były dwukrotnie mniej otluszczone w stosunku do grupy kontrolnej. Dodatek tego komponentu do paszy nie miał jednak wpływu na zawartość mięśni w tuszce królików. Natomiast zmieniła się istotnie zawartość niektórych kwasów tłuszczowych w lipidach mięsa króliczego. Stwierdzono, że 5% dodatek makuchu rzepakowego skutkował korzystniejszym profilem kwasów tłuszczowych lipidów mięsa, aczkolwiek nie zaobserwowano istotnego wzrostu udziału kwasu oleinowego, mimo że pasze rzepakowe są jego bogatym źródłem. Za dodatnie zmiany z punktu widzenia diety człowieka, przy dodatku makuchu rzepakowego do mieszanki paszowej dla królików, autorzy uznali obniżenie w tkance mięśniowej stosunku wielonienasyconych kwasów tłuszczowych szeregu *n-6/n-3* oraz statystycznie istotnie niższą zawartość cholesterolu.

Oceniano również wpływ dodatku do paszy makuchu rzepakowego na wyniki rozrodu królic rasy kalifornijskiej [32]. Badania Wyczlinga i wsp. [32], jak i kolejne, przeprowadzone przez Strychalskiego i wsp. [30] oraz Gugołka i wsp. [12], wykonano w Katedrze Hodowli Zwierząt Futerkowych i Łowiectwa Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, we współpracy z Instytutem Zootechniki w Balicach. Paszę z 5% udziałem makuchu porównano z dwiema innymi paszami: z 5% udziałem poekstrakcyjnej śruty sojowej oraz z 5% udziałem suszonego wywaru gorzelnianego pszennego (ang. dried distillers grains with solubles – DDGS). Wyniki wykazały, że makuch rzepakowy może z powodzeniem zastąpić śrutę sojową w dawkach dla królic, nie wykazano bowiem istotnych statystycznie różnic w wynikach rozrodu między porównywanymi grupami (tab. 2). Interesującą przedstawia się porównanie składu mleka królic. Najwyższą zawartością białka, wynoszącą 13,64%, cechowało się mleko samic żywionych mieszanką z dodatkiem makuchu. W mleku samic żywionych z udziałem śruty sojowej odnotowano 13,01% białka, a w mleku samic żywionych z udziałem DDGS – 12,96% białka. Najwyższy poziom białka (13,21%) rejestrowano w mieszance paszowej zawierającej śrutę sojową, a najniższy (11,63%) – w mieszance z makuchem, uzyskany wynik można więc uznać za zaskakujący. Poziom tłuszczu surowego w mleku samic żywionych z dodatkiem makuchu kształtował się na średnim poziomie i wynosił 14,59%. Dla porównania, zawartość tłuszczu w mleku samic żywionych z dodatkiem śruty sojowej wynosiła 14,82%, natomiast samic otrzymujących DDGS – 14,38%. Tak jak w odniesieniu do białka, również w przypadku tłuszczu wystąpiły rozbieżności między jego zawartością w mieszankach paszowych i w mleku żywionych nimi królic. Najwięcej tłuszczu (3,66%) było bowiem w paszy z makuchem, nieco mniej w paszy z DDGS (3,21%), zaś zdecydowanie najmniej – w paszy zawierającej śrutę sojową (2,76%).

W opisanym eksperymencie oznaczono również skład kwasów tłuszczowych w mieszankach paszowych i w mleku samic. Pasze z udziałem makuchu rzepakowego zawierały stosunkowo najwięcej nasyconych (ang. saturated fatty acids – SFA) oraz jednonienasyconych kwasów tłuszczowych (ang. monounsaturated fatty acids – MUFA), natomiast najmniej kwasów wielonienasyconych (ang. polyunsaturated fatty acids – PUFA). Profil kwasów tłuszczowych w mieszankach paszowych miał wpływ na ich skład w mleku i – podobnie jak w paszach – mleko królic żywionych z dodatkiem makuchu charakteryzowało się najwyższym udziałem kwasów SFA i MUFA, a najniższym – PUFA [32].

Przydatność makuchu rzepakowego była również badana w żywieniu rosnących królików rasy kalifornijskiej [30] oraz linii

Tabela 2

Wyniki rozrodu samic królików żywionych z udziałem śruty sojowej, makuchu rzepakowego lub DDGS pszennego [32]

Wyszczególnienie	Grupa żywieniowa		
	5% S	5% MRZ	5% DDGS
Liczba królicząt urodzonych	7,10	6,33	6,45
Liczba królicząt odchowanych do 30. dnia	5,40	4,33	5,09
Upadki do 30. dnia	1,70	2,00	1,36
Wskaźnik odchovu (%)	76,06	68,40	78,91
Masa miotu przy urodzeniu (g)	383,00	332,92	314,09
Masa króliczęcia przy urodzeniu (g)	57,71	52,97	50,21
Masa miotu w 15. dniu (g)	1011,00	821,25	863,64
Masa króliczęcia w 15. dniu (g)	186,81	186,60	162,41
Masa miotu w 30. dniu (g)	2295,00	1763,75	1648,18
Masa króliczęcia w 30. dniu (g)	442,47 ^a	385,75	323,58 ^b

S – śruta sojowa poekstrakcyjna, MRZ – makuch rzepakowy, DDGS – suszony wywar gorzelniany pszenny

a, b – wartości oznaczone różną literą różnią się istotnie ($P \leq 0,05$)

syntetycznej Hyplus [12]. W obu badaniach zastosowano ten sam układ doświadczenia. W grupie kontrolnej zwierzęta otrzymywały dietę z 5% udziałem poekstrakcyjnej śruty sojowej, a w trzech grupach doświadczalnych śrutę sojową zastąpiono odpowiednio: makuchem rzepakowym (5%), DDGS pszennym (5%), makuchem i DDGS (po 2,5%). U królików kalifornijskich nie odnotowano istotnych różnic międzygrupowych w końcowej masie ciała ani w wydajności rzeźnej. Zwierzęta z grupy kontrolnej, otrzymujące mieszankę ze śrutą sojową osiągnęły masę końcową 2371 g, a z grupy żywionej z 5% udziałem makuchu – prawie identyczną – 2362 g. Najlepsze wyniki strawności składników pokarmowych, z wyjątkiem frakcji włókna oraz najwyższą retencję azotu odnotowano w grupie kontrolnej, jednak drugą w kolejności, najlepiej trawioną, była mieszanka, w której śrutę sojową zastąpiono makuchem rzepakowym. Badania bilansowe wykazały też, że króliki otrzymujące w dawce pokarmowej makuch (5% udziału w dawce) pobierały statystycznie istotnie mniej azotu od zwierząt z grupy kontrolnej (2,35 g/dobę vs. 3,06 g/dobę), co korelowało z nieco mniejszym, a więc korzystniejszym dla hodowców, zużyciem paszy na przyrost masy ciała w tej grupie (3,79 g/g) niż w grupie żywionej śrutą sojową (3,87 g/g). W mieszankach paszowych podawanych królikom kalifornijskim zbadano też poziom wybranych mikotoksyn (tab. 3). Poziomy aflatoksyn B₁, B₂, G₁ i G₂, fumonizyn B₁ i B₂ oraz trichotecenów T-2 i HT-2 były w paszy z 5% udziałem makuchu rzepakowego bardzo niskie, podobnie jak deoksynivalenolu (DON) i zearalenonu (ZEN), które wynosiły odpowiednio 320 i 101 µg/kg paszy. Warto przypomnieć, iż Komisja Europejska rekomenduje, aby maksymalne poziomy aflatoksyny B₁, DON, ZEN oraz fumonizyn w paszach pełnoporcjowych dla królików nie przekraczały, odpowiednio: 20, 5000, 500 oraz 5000 µg/kg [25].

U królików Hyplus [12] zarówno końcowa masa ciała, jak i masa tuszki po schłodzeniu były istotnie wyższe w grupie kontrolnej niż w grupie żywionej z 5% udziałem makuchu. Trzeba jednak zaznaczyć, że wartości wymienionych parametrów, a także wielkości przyrostów dobowych były znacznie wyższe w tych dwóch grupach zwierząt niż w grupie żywionej z 5% dodatkiem DDGS pszennego. Tendencje dotyczące strawności składników pokarmowych u królików Hyplus były podobne do odnotowanych w badaniach Strychalskiego i wsp. [30], prowadzonych na królikach kalifornijskich. Najlepszą strawnością masy suchej i organicznej, białka ogólnego, tłuszczu surowego i energii, a także najwyższą retencją azotu cechowała się grupa zwierząt żywionych mieszanką z 5% udziałem śruty sojowej, następnie z 5% udziałem makuchu rzepakowego, nieco gorszą – z dodatkiem 2,5% makuchu i 2,5% DDGS pszennego, najgorszą – przy żywieniu mieszanką z 5% udziałem DDGS [12].

W obu wymienionych pracach badano również odpowiedź fizjologiczną przewodu pokarmowego zwierząt na zadane dawki żywieniowe. U królików kalifornijskich [30] żywionych mieszanką paszową z 5% udziałem makuchu rzepakowego

Tabela 3

Zawartość mikotoksyn ($\mu\text{g}/\text{kg}$) w mieszankach paszowych pełnoporcjowych dla królików [30]

Mikotoksyna	Mieszanka paszowa pełnoporcjowa			
	5% S	5% MRZ	5% DDGS	2,5% MRZ + 2,5% DDGS
Aflatoksyna B ₁	<1	<1	<1	<1
Aflatoksyna B ₂	<1	<1	<1	<1
Aflatoksyna G ₁	<1	<1	<1	<1
Aflatoksyna G ₂	<1	<1	<1	<1
Fumonizyna B ₁	<100	<100	<100	<100
Fumonizyna B ₂	<100	<100	<100	<100
Trichotecen T-2	<25	<25	<25	<25
Trichotecen HT-2	<25	<25	<25	<25
Deoksynivalenol (DON)	280	320	861	451
Zearalenon (ZEN)	85	101	299	163

S – śruta sojowa poekstrakcyjna, MRZ – makuch rzepakowy, DDGS – suszony wywar gorzelniany pszeny

stwierdzono stosunkowo najwyższą zawartość treści jelita ślepego oraz najwyższy poziom jej uwodnienia. W jelicie ślepym u zwierząt tej grupy odnotowano też najniższą koncentrację krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych (ang. short-chain fatty acids – SCFA). Zarejestrowano również ponad trzykrotnie wyższą niż w grupie żywionej z udziałem śruty sojowej aktywność enzymu bakteryjnego α -arabinopiranozydazy, co mogło wynikać z faktu, że w makuchu znajduje się więcej niż w śrucie sojowej polisacharydów o dużej masie cząsteczkowej – arabinianów, arabinogalaktanów i polisacharydów pektynowych [34]. Ogólnie wymienione zmiany nie były korzystne, biorąc jednak pod uwagę całokształt uzyskanych w tej pracy wyników, autorzy doszli do konkluzji, iż diety z 5% udziałem makuchu rzepakowego lub też 2,5% udziałem makuchu rzepakowego i 2,5% DDGS pszennego mogą z powodzeniem zastąpić dietę z 5% poziomem śruty sojowej. Natomiast u królików linii Hyplus żywionych dawką z 5% udziałem makuchu rzepakowego nie zaobserwowano zmian ze strony układu pokarmowego [12]. Autorzy wysnuli więc wniosek, że inkorporacja do dawki żywieniowej makuchu rzepakowego w ilości 5% nie przyniesie negatywnych skutków dla zwierząt. Zarówno więc badania Strychalskiego i wsp. [30], jak i Guçołka i wsp. [12] wskazują, że makuch rzepakowy w dawce 5% może z powodzeniem zastąpić poekstrakcyjną śrutę sojową w żywieniu rosnących królików. Ogólnie można bowiem uznać, że podstawowe parametry strukturalne i funkcjonalne przewodu pokarmowego zwierząt były prawidłowe, choć obserwowano pewne różnice między grupami.

Opisane badania wskazują, że makuch rzepakowy jest pożądanym dodatkiem do diet królików, wpływającym pozytywnie na wskaźniki użytkowe i jakość mięsa.

Łuska rzepakowa w żywieniu królików

Już w 1977 roku Lebas i Colin [20] opisali możliwość łuszczenia nasion rzepaku w celu żywienia królików. Jednak obiektem ich zainteresowania była pozyskana z obłuszczonego nasion rzepaku śruta, a nie łuska. Nieco później Lebas i wsp. [21] prowadzili badania nad zastosowaniem łusek z nasion rzepaku w żywieniu królików rasy kalifornijskiej oraz linii hybrydowej Hyla. Łuska rzepakowa zastosowana w tym eksperymencie zawierała w składzie chemicznym: 87,3% suchej masy, 14,9% białka, 28,3% włókna, 15,8% tłuszczu. Wartość energetyczna brutto wynosiła 4300 kcal/kg. Zwierzęta otrzymywały pasze z udziałem: 0, 15, 30 i 40% tego komponentu, który zastępował susz z lucerny występujący odpowiednio w dawkach w ilości: 46, 30, 14 i 4%. Poziomy energii brutto w mieszankach wynosiły: 4200, 4370, 4540 i 4590 kcal/kg suchej masy. Wyniki badań wykazały, że strawność energii wzrastała wraz ze zwiększającą się ilością łuski rzepakowej w diecie – od 2820 kcal/kg w grupie bez dodatku łusek, aż do 3150 kcal/kg suchej masy w grupie zawierającej 40% tego komponentu. Odmianą tendencją obserwowano na-

tomiast w odniesieniu do strawności białka: w pierwszej i drugiej grupie współczynnik strawności wynosił 70,4%, w trzeciej – 69,8%, a w czwartej – 66,4%. Co istotne, zwiększające się poziomy łuski rzepaku w dawkach korelowały z korzystniejszymi wartościami końcowej masy ciała królików, dziennych przyrostów, pobrania paszy, współczynnika wykorzystania paszy, a także wydajności rzeźnej, zarówno u królików kalifornijskich, jak i hybrydowych.

Jak wynika z przedstawionych wyników badań, łuski nasion rzepaku mogą być stosowane w znacznej ilości w żywieniu rosnących królików. Ze względu na wysokie zapotrzebowanie na włókno oraz na dobre reagowanie na zwiększoną ilość energii w paszach, króliki są szczególnie predysponowane, aby w ich żywieniu skarmiać tego rodzaju komponenty paszowe.

Glicerol w żywieniu królików

Wykorzystanie glicerolu jako składnika mieszanek paszowych przeznaczonych dla różnych gatunków zwierząt znane jest już od lat siedemdziesiątych XX wieku [22]. Jednak wiele badań z tego zakresu opublikowano w ostatnim dziesięcioleciu [6, 7, 10, 11, 13, 19]. W większości tych prac stwierdzono, że dodatek umiarkowanych ilości glicerolu do pasz nie wpływa na wyniki produkcyjne zwierząt i jakość pozyskiwanego od nich surowca. Negatywnym aspektem żywienia nieoczyszczonym glicerolem, powstającym podczas produkcji biodiesla, jest zanieczyszczenie go różnymi substancjami, np. metanolem [29].

Stosunkowo niedawno glicerol znalazł również zastosowanie w żywieniu królików. Badania takie prowadzono głównie w Brazylii [16, 27, 28] i Hiszpanii [15]. Iñigo i wsp. [15] badali wpływ włączenia do diety królików 2,5% lub 5,0% glicerolu, zastępującego w dietach skrobię, na wyniki produkcyjne karmiących matek i tuczonych królików w czterech kolejnych cyklach reprodukcyjnych. Stwierdzili, że włączenie do diety do 5% glicerolu nie wpływa na wyniki reprodukcji, całkowite pobranie paszy do czasu porodu i do 21. dnia laktacji, jak również na masę ciała ssących królicząt. Analiza bioimpedancji elektrycznej badającego skład ciała, a polegająca na zmierzeniu całkowitego wypadkowego oporu elektrycznego ciała, stanowiącego pochodną rezystancji i reaktancji, przy zastosowaniu zestawu elektrod powierzchniowych połączonych z analizatorem komputerowym przy użyciu prądu o danej częstotliwości i natężeniu, nie wykazała różnic w całkowitej, wewnątrzkomórkowej i zewnątrzkomórkowej zawartości wody w organizmie oraz komórkowej masie ciała, a w konsekwencji ilości tkanki tłuszczowej i mięśniowej. Dieta z dodatkiem glicerolu nie wpłynęła również na śmiertelność w okresie tuczu i przyrosty masy ciała, które były porównywalne w badanych grupach.

Retore i wsp. [27] prowadzili badania na królikach nowozelandzkich białych, mające na celu ustalenie bezpiecznego poziomu dodatku glicerolu, który można wprowadzić w miejsce kukurydzy, w celu zmniejszenia ilości skrobi trafiającej do jelita ślepego. Badali skład chemiczny i energię strawną surowego glicerolu roślinnego uzyskanego z oleju sojowego i mieszaniny glicerolu uzyskanego z 80% oleju sojowego i 20% tłuszczu zwierzęcego. Współczynnik strawności energii brutto dla pierwszego typu glicerolu wynosił 91,27%, dla drugiego 89,22%. Autorzy zastosowali cztery różne poziomy obu gliceroli: 3, 6, 9 i 12%, zastępując w paszy odpowiednio: 4, 8, 12 i 16% węglowodanów. Stwierdzili, że spożycie paszy zmniejszyło się linowo wraz ze wzrostem ilości obu dodawanych form glicerolu, przy czym skutkowało niższą masą ciała królików jedynie przy dodatku 9 i 12% glicerolu roślinnego. Najwyższe dobowe przyrosty masy ciała stwierdzono w grupie otrzymującej 12% mieszaniny glicerolu roślinnego i zwierzęcego, co przełożyło się na znaczne zmniejszenie kosztów wyprodukowania 1 kg mięsa, poprzez obniżenie kosztów paszy. W konkluzji swoich badań autorzy stwierdzili, że pasze z dodatkiem glicerolu otrzymywanego z nasion różnych roślin oleistych mogą stanowić pożądaną dodatek do mieszanek paszowych dla królików.

Kolejne badania Retore i wsp. [28] wykazały, że lepiej wykorzystywana była energia z nieoczyszczonego glicerolu roślinnego niż mieszanego roślinno-zwierzęcego. Spożycie paszy

w obu grupach doświadczalnych było niższe niż w grupie kontrolnej. Końcowa masa ciała i przyrosty dobowe królików nie różniły się w grupach żywionych różnymi rodzajami glicerolu. W tym eksperymencie stwierdzono, że korzystne jest dodawanie do dawek królików do 12% surowego mieszanego glicerolu i do 6% glicerolu roślinnego.

Badania Klinger i wsp. [16] wykonano na królikach nowozelandzkich białych. Zwierzęta grupy kontrolnej żywiono paszą bez dodatku glicerolu, a w grupach doświadczalnych glicerol stanowił odpowiednio 5% i 7,5%. Podczas eksperymentu oceniono: końcową masę ciała, przyrosty dobowe, pobranie paszy i jej wykorzystanie oraz wydajność rzeźną, a ponadto masę narządów wewnętrznych: wątroby, nerek i serca. Autorzy stwierdzili, że wszystkie analizowane parametry nie różniły się statystycznie między grupami. Stąd wniosek, że dodatek glicerolu do dawek pokarmowych królików jest możliwy, gdyż nie wpływa na pogorszenie wyników produkcyjnych.

Przedstawione wyniki różnych badań wskazują na możliwość stosowania w żywieniu królików dodatku glicerolu, jako wartościowego komponentu mieszanek paszowych.

Podsumowanie

Rzepak to roślina powszechnie uprawiana w Polsce, dostarczająca obok nasion wykorzystywanych do produkcji oleju, ogólnie dostępnych, relatywnie tanich, ubocznych surowców paszowych. Ta grupa materiałów paszowych, zróżnicowana pod względem składu chemicznego i wartości pokarmowej, może mieć zastosowanie w żywieniu różnych gatunków zwierząt gospodarskich, w tym także królików. Poza nasionami są to: poekstrakcyjna śruta rzepakowa, olej rzepakowy i opisane w artykule makuch rzepakowy, łuska rzepakowa oraz glicerol.

Na podstawie przeglądu literatury stwierdzono, że nasiona rzepaku mają ograniczone zastosowanie w żywieniu królików nie tylko z uwagi na niekorzystny wpływ pokarmowy, lecz również ze względu na możliwość bardziej racjonalnego wykorzystania. Są bowiem podstawą do produkcji oleju rzepakowego, wykorzystywanego zarówno w żywieniu człowieka, jak też do produkcji biodiesla oraz mogą mieć zastosowanie jako nośnik energii w paszach pełnoporcjowych. Natomiast makuch rzepakowy, jak wykazano na przykładzie wyników licznych eksperymentów naukowych, może być wartościowym składnikiem mieszanek paszowych pełnoporcjowych dla królików, w ilości nawet do kilkunastu procent. Obecnie uprawiane odmiany rzepaku są przeważnie niskoenergetyczne i o niewielkiej zawartości glukozyolanów, zatem mogą być bezpiecznie stosowane, czego dowodem jest coraz częstsze występowanie makuchu w produkowanych przemysłowo mieszankach paszowych. Podobnie jak makuch rzepakowy, również łuska rzepakowa może być wykorzystywana jako źródło białka i włókna surowego w dawkach pokarmowych dla królików. Literatura naukowa wskazuje również na możliwość stosowania w żywieniu królików dodatku glicerolu, jako wartościowego komponentu mieszanek paszowych.

Literatura: 1. Banaszekiewicz T., Osek M., 1996 – Ocena wyników poubojowych kurcząt brojlerów żywionych mieszankami z udziałem wytlóków i śruty poekstrakcyjnej rzepakowej. *Rośliny Oleiste* 17, 483-492. 2. Barabasz B., Bieniek J., 2003 – Króliki. *Towarowa produkcja mięsa*. PWRiL, Warszawa. 3. Bielański P., Niedźwiadek S., Zajac J., 1996 – Nowoczesny chów królików. Wyd. Fundacja Rozwój SGGW, Warszawa. 4. Bonadonna T., Pozzi G., 1957 – Preliminary findings on the endocrine changes in rabbits fed cabbage (*Brassica oleracea*) & rape (*Brassica campestris oleifera*). *Folia Endocrinol. Mens Incretologia Incretoterapia* 10 (5), 477-487. 5. Cavani C., Bianchi M., Lazzaroni C., Luzi F., Minelli G., Petracci M., 2000 – Influence of type of rearing, slaughtering age and sex on fattening rabbit: II Meat quality. *Proceedings of 7th World Rabbit Congress, Valencia, Spain*, pp. 1-32. 6. Cerrate S., Yan F., Wang Z., Coto C., Sacakli P., Waldroup P.W., 2006 – Evaluation of Glycerine from Biodiesel Production as a Feed Ingredient for Broilers. *Int. J. Poultry Sci.* 5 (11), 1001-1007. 7. Chung Y.H., Rico D.E., Martinez C.M., Cassidy T.W., Noirot V., Ames A., Varga G.A., 2007 – Effects of feeding dry glycerin to early postpartum dairy cows on lactational performance and metabolic profiles. *J. Dairy Sci.* 90, 5682-5691. 8. Clement K., Viguerie N., Diehn M., Alizadeh A., Barbe P., Thalamas C., Storey J.D., Brown P.O., Barsh G.S., Langin D., 2002 – In vivo regulation of human skeletal muscle gene

expression by thyroid hormone. *Genome Res.* 12, 281-291. 9. Dänicke S., Ahrens P., Strobel E., Bretschneider J., Wicke M., 2004 – Effects of feeding rapeseed to fattening rabbits on performance, thyroid hormone status, fatty acid composition of meat and other meat quality traits. *Archiv Geflügelkunde* 68, 15-24. 10. Della Casa G., Bochicchio D., Faeti V., Marchetto G., Poletti E., Rossi A., Garavaldi A., Panciroli A., Brogna N., 2009 – Use of pure glycerol in fattening heavy pigs. *Meat Sci.* 81, 238-244. 11. Donkin S.S., Koser S.L., White H.M., Doane P.H., Cecava M.J., 2009 – Feeding value of glycerol as a replacement for corn grain in rations fed to lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 92 (10), 5111-5119. 12. Gugolek A., Juskiwicz J., Wyczling P., Kowalska D., Strychalski J., Konstantynowicz M., Zwoliński C., 2015 – Productivity results and physiological response of the gastrointestinal tract of rabbits fed diets containing rapeseed cake and wheat distillers dried grains with solubles. *Animal Prod. Sci.* 55 (6), 777-785. 13. Hanczakowska E., Świątkiewicz M., Węglarzy K., 2011 – Wykorzystanie produktów ubocznych produkcji biopaliw: makuchu rzepakowego i glicerolu w żywieniu prosiąt. *Zeszyty Nauk. UP Wrocław, Biologia i Hodowla Zwierząt*, LXII, 580, 199-206. 14. Hanczakowski P., 2003 – Fizjologiczne działanie kwasów tłuszczowych. *Wiad. Zoot.*, R.XLI, 3-4, 3-6. 15. Iñigo M.A., De Blas J.C., Cachaldora P., Garcia-Rebollar P., 2011 – Effect of starch substitution with crude glycerol on growing rabbit and lactating doe performance. *World Rabbit Sci.* 19, 67-74. 16. Klinger A.C.K., Capitanio J.R., Toledo G.S.P., Silva L.P., Santana P.P., Chimainski M., Rodrigues M.O., Galarreta B., 2015 – Chemical composition of glycerin produced by biodiesel plants in Brazil and potential use in animal feed. *Archivos de Zootecnia* 64 (248), 373-376. 17. Kowalska D., 2009 – Określenie wartości pokarmowej makuchu rzepakowego w żywieniu królików różnych ras. *Rocz. Nauk. Zoot.*, Monografie i Rozprawy, z. 41, 1-73. 18. Kowalska D., Bielański P., 2011 – Study on the possibility of using the native Popielno White rabbit breed in commercial farming. *Ann. Anim. Sci.* 11 (2), 307-320. 19. Lammers P.J., Kerr B.J., Weber T.E., Bregendahl K., Lonergan S.M., Prusa K.J., Ahn D.U., Stoffregen W.C., Dozier W.A., Honeyman M.S., 2008 – Growth performance, carcass characteristics, meat quality, and tissue histology of growing pigs fed crude glycerin-supplemented diets. *J. Anim. Sci.* 86 (11), 2962-2970. 20. Lebas F., Colin M., 1977 – Utilization of rapeseed oil meal in growing rabbit feeding. *Effect of dehulling. Annales De Zootechnie* 26, 93-97. 21. Lebas F., Seroux M., Franck Y., 1981 – Utilisation de pellicules de colza dans l'alimentation du lapin en croissance. I. Performances d'engraissement. *Annales De Zootechnie* 30 (3), 313-323. 22. Lin M.H., Romsos D.R., Leveille G.A., 1976 – Effect of glycerol on lipogenic enzyme activities and on fatty acid synthesis in the rat and chicken. *J. Nutrition* 106, 1668-1677. 23. Łapa P., 2005 – Charakterystyka wskaźników jakości mięsa królików rasy nowozelandzkiej białej i kalifornijskiej oraz ich mieszańców. *Praca magisterska, WHiBZ UR Kraków*. 24. Maj D., Bieniek J., Łapa P., 2008 – Jakość mięsa królików rasy białej nowozelandzkiej i kalifornijskiej oraz ich mieszańców. *Med. Weter.* 64 (3), 351-353. 25. Mézes M., 2008 – *Mycotoxins and other contaminants in rabbit feeds. Nutrition and Digestive Physiology, 9th World Rabbit Congress, 10-13 June 2008, Verona, Italy*. 26. Oleszek W., 1995 – Glukozytolany – występowanie i znaczenie ekologiczne. *Wiad. Botaniczne* 39 (1/2), 49-58. 27. Retore M., Scapinello C., Murakami A.E., Araujo I.G., Ponciano Neto B., Santos Felssner K., Sato J., Galuci Oliveira A.F., 2012 – Nutritional evaluation of vegetable and mixed crude glycerin in the diet of growing rabbits. *Revista Brasileira de Zootecnia* 41 (2), 333-340. 28. Retore M., Scapinello C., Moreira I., Araujo I.G., Ponciano Neto B., Stanquevis C.E., Oliveira A.F.G., 2012 – Vegetal and mixed semipurified glycerin in the feeding of growing rabbits. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia* 64 (6) 1723-1731. 29. Schumacher J., 2007 – Small scale biodiesel production an overview. *Agricult. Marketing Policy Paper*, p. 22. 30. Strychalski J., Juskiwicz J., Gugolek A., Wyczling P., Daszkiewicz T., Zwoliński C., 2014 – Usability of rapeseed cake and wheat-dried distillers' grains with solubles in the feeding of growing Californian rabbits. *Archiv. Anim. Nutrition* 68 (3), 227-244. 31. Szkucik K., Libelt K., 2006 – Wartość odżywcza mięsa królików. *Med. Weter.* 62 (1), 108-110. 32. Wyczling P., Gugolek A., Kowalska D., Kaliniewicz J., Strychalski J., Zwoliński C., 2013 – Wpływ żywienia mieszankami paszowymi z udziałem makuchu rzepakowego i pszennej wywaru gorzelnianego na wyniki rozrodu i profil kwasów tłuszczowych mleka królic. *Rocz. Nauk. Zoot.* 40 (1), 65-76. 33. 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*, pp. 239-244. 34. Zduńczyk Z., Jankowski J., Juskiwicz J., Mikulski D., Słomiński B.A., 2013 – Effect of different dietary levels of low-glucosinolate rapeseed (canola) meal and non-starch polysaccharide-degrading enzymes on growth performance and gut physiology of growing turkeys. *Canadian J. Anim. Sci.* 93, 353-362.