

Produkty uboczne biopaliw w żywieniu owiec – makuch rzepakowy i słonecznikowy

Bronisław Borys

*Instytut Zootechniki Państwowy Instytut Badawczy,
Zakład Doświadczalny Kotłuda Wielka, ul. Parkowa 1, 88-160 Janikowo*

Wzwiązku z nieuchronnym wyczerpywaniem się światowych zasobów ropy naftowej oraz koniecznością skuteczniejszej ochrony środowiska naturalnego zwiększa się dynamicznie skala wykorzystania roślin uprawnych do produkcji biopaliw, tzw. biodiesla i bioetanolu. Biopaliwa to ekologiczne, nietoksyczne i odnawialne źródła energii o właściwościach bardzo zbliżonych do ich odpowiedników pochodzenia mineralnego. W zależności od warunków klimatycznych, do produkcji biopaliw wykorzystuje się różne rośliny oleiste i zboża. W naszej strefie klimatu umiarkowanego z roślin oleistych głównie wykorzystywane są nasiona rzepaku. Niemniej jednak, w ostatnich latach podejmowane są próby uprawy na ziarno i tłoczenia oleju z nasion słonecznika. Głównym surowcem do produkcji bioetanolu jest natomiast w naszym kraju ziarno kukurydzy. Usankcjonowane prawnie rozszerzenie zakresu stosowania biopaliw doprowadziło do istotnego zwiększenia arealu uprawy ww. roślin. Wiąże się z tym nierozdzielnie konieczność racjonalnego zagospodarowania produktów ubocznych, uzyskiwanych przy produkcji komponentów do biopaliw (Biofuel: implications for the feed industry, 2007). W warunkach naszego kraju są to: makuch rzepakowy, uzyskiwany przy tłoczeniu oleju z nasion rzepaku oraz suszony wywar kukurydziany (DDGS), uzyskiwany przy produkcji bioetanolu z ziarna kukurydzy. O skali tego zagadnienia świadczy fakt, że proporcje wagowe ilości makuchu w stosunku do oleju, pozyskiwanego z nasion rzepaku, mają się średnio jak 70:30, co oznacza, że ze 100 kg nasion rzepaku uzyskuje się około 70 kg makuchu i 30 kg oleju. Liczne badania, wykonane na praktycznie wszystkich

gatunkach zwierząt hodowlanych, wykazały zgodnie pełną przydatność makuchów z różnych roślin oleistych, jak również suszonych wywarów zbożowych, jako pasz białkowo-energetycznych, zwłaszcza w żywieniu przeżuwaczy (Borys, 2011; Brzóska i in., 2010; Strzetelski, 2006). Szereg badań nad wykorzystaniem makuchów w żywieniu przeżuwaczy zrealizowano w Instytucie Zootechniki PIB, jednak dotyczyły one prawie wyłącznie bydła. Zasady stosowania tej paszy w dawkach dla owiec (Brzóska i in., 2010; Strzetelski, 2006) formułowano na zasadzie analogii, na podstawie wyników, uzyskanych w doświadczeniach wykonanych na bydło.

Makuch rzepakowy stanowi produkt uboczny z tłoczarni oleju, stosujących technologię tłoczenia „na zimno” lub „na gorąco” (Podkówka i Podkówka, 2004). Przy tłoczeniu metodą „na zimno” nasiona przed mechanicznym tłoczeniem na prasach (najczęściej dwukrotnym) są podgrzewane do temperatury 30–35°C, natomiast przy tłoczeniu „na gorąco” podgrzewa się pokruszone nasiona do znacznie wyższych temperatur, sięgających 80–110°C. Ma to oczywiście istotny wpływ na skład chemiczny i wartość pokarmową pozyskiwanego makuchu. Makuch z nasion podwójnie ulepszonych odmian rzepaku (tzw. dwuzerowe – „00”) przy tłoczeniu „na gorąco” w porównaniu z tłoczeniem „na zimno” zawiera mniej tłuszczu (odpowiednio 8–12% wobec 14–18%) i kwasu erukowego (spadek zawartości odpowiednio o 30 i 60%). Zawartość glukozyolanów w makuchach produkowanych obydwoma metodami jest natomiast zbliżona. Różnice te należy uwzględniać przy komponowaniu mieszanek treściwych i całych dawek. Najlepszym zabezpieczeniem przed ewentualny-

mi błędami żywieniowymi jest posiadanie rzetelnego atestu, określającego skład chemiczny, w tym zwłaszcza zawartość tłuszczu i glukozyolanów oraz datę produkcji (tłoczenia) makuchu.

Makuchy rzepakowe powinny być zagospodarowane przede wszystkim jako komponent pasz dla zwierząt gospodarskich. W opinii wielu autorów (np. Brzóška, 2004) są one **cenną paszą białkową i energetyczną** dla wszystkich gatunków zwierząt gospodarskich i racjonalnie stosowane są chętnie przez nie wyjadane i dobrze wykorzystywane. Zwraca się jednak uwagę na duże zróżnicowanie składu chemicznego, a tym samym wartości pokarmowej makuchów rzepakowych, wynikające ze stosowania odmiennych technologii pozyskiwania oleju z nasion rzepaku w różnych olejarniach (Borys i Borys, 2006). Aktualnie prowadzone są nasilone badania nad optymalizacją wykorzystania tej paszy w żywieniu różnych grup produkcyjnych zwierząt gospodarskich oraz nad jej wpływem na jakość pozyskiwanych produktów spożywczych, głównie z mięsa i mleka. Innym ważnym aspektem zootechnicznym stosowania makuchów z nasion oleistych jest wpływ ich skarmiania na poziom produktywności zwierząt gospodarskich, a w przypadku samic karmiących również oddziaływanie przez mleko matki na rozwój potomstwa.

Coraz liczniejsze badania krajowe na przeżuwaczach (w tym na owcach) wskazują, że dawki zawierające do 10% tłuszczów roślinnych (w różnych postaciach) nie wpływają niekorzystnie na przemiany w przewodzie pokarmowym (przedżołądkach) i produktywność zwierząt, przy równocześnie korzystnym oddziaływaniu na jakość surowców i produktów od nich pozyskiwanych. Pewne zastrzeżenia i ograniczenia wynikają jednak ze zróżnicowanej zawartości substancji antyżywniowych oraz tłuszczu, w różnym stopniu tolerowanych przez poszczególne grupy produkcyjne. Z dużym prawdopodobieństwem można przyjąć założenie, że w przypadku owiec-matek zastosowanie w dawkach pokarmowych łatwo dostępnego makuchu rzepakowego pozwoli uzyskać wyniki produkcyjne porównywalne z uzyskiwanymi przy żywieniu innymi paszami. Badania w tym zakresie były prowadzone głównie przez Instytut Zootechniki PIB Zakład Doświadczalny Kołuda Wielka. Uzyskane wyniki pozwalają sformułować racjonalne zasady wykorzystywania maku-

chów z nasion oleistych, odnoszące się do żywienia wszystkich kategorii wiekowo-technologicznych małych przeżuwaczy, a więc owiec i kóz.

Stosowanie makuchu rzepakowego w żywieniu owiec-matek

Badania zrealizowano w IZ PIB ZD Kołuda Wielka na wysokopiennej linii owiec kołudzkich o plenności > 220% (fot. 6a-b i 7) w krytycznej dla owiec-matek fazie użytkowania rozplodowego, tj. w okresie wysokiej ciąży i karmienia jagniąt. Celem naukowym było określenie wpływu stosowania makuchu rzepakowego razem z nasionami lnu w dawkach dla owiec w okresie wysokiej ciąży i karmienia jagniąt. Zakładano, że zastosowanie w żywieniu wysoko produkcyjnych owiec makuchu rzepakowego, zamiast poekstrakcyjnej śrutki rzepakowej i części komponentów zbożowych, pozwoli uzyskać porównywalne wyniki produkcyjne i ekonomiczne, przy poprawie jakości zdrowotnej uzyskiwanych surowców spożywczych (mięsa, mleka).

Badano wpływ ww. komponentów o wysokiej zawartości nienasyconych kwasów tłuszczowych na użytkowość matek i rozwój jagniąt. Zrealizowano dwa doświadczenia; jedno w warunkach żywienia przejściowego, głównie paszami letnimi (z udziałem zielonek) i drugie przy żywieniu paszami zimowymi (sianokiszonki i siano). Porównywano dwie grupy owiec-matek, które w okresie 5. miesiąca ciąży i 1. miesiąca karmienia jagniąt żywiono: grupę K (kontrolną) – bez komponentów oleistych oraz MRL – z udziałem w mieszance makuchu rzepakowego i nasion lnu. Zarówno w warunkach żywienia paszami letnimi, jak i zimowymi, zastosowanie w mieszankach treściwych dla owiec makuchu rzepakowego i nasion lnu (odp. 200–250 i 50 g/dzień/szt.) spowodowało istotny wzrost zawartości tłuszczu w dawce – średnio w grupie K – 2,94%, a w MRL – 5,01%. Nastąpiły równocześnie wyraźne zmiany w profilu kwasów tłuszczowych w tłuszczu dawek z udziałem komponentów oleistych, wynikające przede wszystkim ze wzrostu udziału kwasów jednonienasyconych MUFA (głównie dominującego w oleju rzepakowym kwasu oleinowego

C18:1) i spadku wielonienasyconych PUFA, przy wyraźnym mniejszym udziale kwasu linolowego C18:2 i wzroście dominującego w oleju lnianym kwasu linolenowego C18:3.

Tabela 1. Wpływ stosowania makuchu rzepakowego na masę ciała oraz wyniki użytkowości rozplodowej i poziom mleczności owiec-matek
Table 1. Effect of using rapeseed cake on body weight, reproductive performance and level of milk production in ewes

Wyszczególnienie Item	Grupa żywieniowa Feeding group	
	K	MRL
Masa ciała – <i>Body weight</i> (kg):		
- początkowa (4. miesiąc ciąży) – <i>initial (4th month of gestation)</i>	70,9	71,5
- końcowa (30. dzień po wykocie) – <i>final (30 days after lambing)</i>	62,4	64,3
Liczba jagniąt – <i>No. of lambs</i> :		
- żywo urodzonych w miocie – <i>born alive per litter</i>	2,31	2,32
- odchowanych do wieku 30 dni – <i>reared to 30 days of age</i>	2,06	2,15
Masa ciała jagniąt – <i>Body weight of lambs</i> (kg):		
- po urodzeniu – <i>at birth</i>	3,93	3,80
- w wieku 30 dni – <i>at 30 days of age</i>	11,78	11,16
Produkcja mleka w 21. dniu laktacji* (g/dobę)	1510	1512
<i>Milk production on day 21 of lactation* (g/day)</i>		

K – grupa kontrolna, MRL – grupa żywiona z udziałem makuchu rzepakowego i nasion lnu.

* Oszacowano na podstawie próbnego doju porannego.

K – control group, MRL – group fed rapeseed cake and linseed.

* Estimated based on morning test-day yield.

Tabela 2. Wpływ stosowania makuchu rzepakowego na skład chemiczny i profil kwasów tłuszczowych siary i mleka owiec

Table 2. Effect of using rapeseed cake on chemical composition and fatty acid profile of sheep colostrum and milk

Wyszczególnienie Item	Siara (1. doba po wykocie) <i>Colostrum</i> (1st day after lambing)		Mleko (21. dzień laktacji) <i>Milk</i> (21st day of lactation)	
	K	MRL	K	MRL
Skład chemiczny – <i>Chemical composition</i> (g/100 g):				
- sucha masa – <i>dry matter</i>	27,3	26,4	16,1	15,8
- białko – <i>protein</i>	12,0	12,0	4,6	4,6
- tłuszcz – <i>fat</i>	11,0	10,2	4,4	4,3
- laktoza – <i>lactose</i>	3,0	2,9	5,4	5,3
Kwasy tłuszczowe – <i>Fatty acids</i> (g/100 g FA)				
SFA	59,4	57,5	63,7	61,8
- w tym/incl.: C14:0	11,5	10,2	7,8	6,7
C16:0	28,7	26,1	22,5	20,1
C18:0	7,1	9,8	14,0	19,3
MUFA	36,0	37,6	32,5	34,2
- w tym/incl.: C18:1	32,3	34,0	29,6	31,4
PUFA	4,3	4,7	3,5	3,5
- w tym/incl.: C18:2	2,6	2,7	2,2	2,1
C18:3	0,6	0,9	0,6	0,7
CLA	0,6	0,7	0,3	0,5

Kwasy tłuszczowe (FA): SFA – nasycone, MUFA – jednonienasycone, PUFA – wielonienasycone;

CLA – sprzężony kwas linolowy C18:2 c9 t11.

Fatty acids (FA): SFA – saturated, MUFA – monounsaturated, PUFA – polyunsaturated;

CLA – conjugated linoleic acid C18:2 c9 t11.

Wybrane wyniki badań zestawiono w tabelach 1 i 2. Żywienie owiec mieszankami z komponentami oleistymi nie wpłynęło istotnie na zmiany masy ich ciała i stanu kondycyjnego oraz parametry użytkowości rozplodowej. Nie stwierdzono również istotnego wpływu na masę miotów i pojedynczych jagniąt po urodzeniu oraz tempo ich wzrostu w pierwszym miesiącu życia (fot. 8a-d i 9a-b). Niejednoznaczny i wymagający dalszych badań był wpływ żywienia komponentami oleistymi na poziom mleczności matek oraz skład chemiczny i profil kwasów tłuszczowych siary i mleka.

W sumie, wykazano pełną przydatność makuchu rzepakowego (w kombinacji z nasionami lnu) jako komponentu mieszanek treściwych w żywieniu wysokoplennych owiec-matek w okresie ich największego obciążenia użytkowaniem rozplodowym. Nie uzyskano natomiast wyraźniejszych efektów w zakresie pre- i postnatalnego rozwoju jagniąt z mnogich wykotów.

Zasady stosowania makuchu rzepakowego w żywieniu owiec-matek

Makuch rzepakowy może być stosowany w żywieniu owiec-matek w okresie całego cyklu produkcyjnego, zarówno jako samodzielna pasza energetyczno-białkowa do bilansowania dawek, składających się z objętościowych i okopowych pasz gospodarskich, jak i jako komponent w uzupełniających mieszankach pasz treściwych. Jedynymi barierami żywieniowymi stosowania tej paszy dla owiec-matek mogą być: nie przekraczanie maksymalnej zawartości tłuszczu w dawce (6% w suchej masie) oraz nie przekraczanie dopuszczalnego poziomu substancji antyżywniowych. W przypadku owiec wysokoplennych (np. plenno-mlecznej owcy kołudzkiej o plenności na poziomie 220%) można oczekiwać korzystnych efektów zastosowania makuchu rzepakowego w okresie wysokiej ciąży i karmienia jagniąt, jako źródła nienasyconych kwasów tłuszczowych. Kwasy te są prekursorami wielu enzymów i hormonów, oddziałujących korzystnie na pre- i postnatalny rozwój potomstwa. Zwiększona podaż tych kwasów w dawce dla matek powinna wpływać korzystnie na rozwój i stan fizjologiczny potomstwa, zarówno w okresie prenatalnym i okołoporodowym, jak

i pośrednio poprzez korzystnie zmodyfikowany skład mleka – na ich stan fizjologiczny i rozwój w okresie odchowu przy matkach.

Ze względów organizacyjnych i ekonomicznych (dostępność na rynku i cena), za najkorzystniejsze z gospodarczego punktu widzenia należy uznać stosowanie w żywieniu owiec-matek nie preparowanego w żaden sposób makuchu rzepakowego (drobne łuski – fot. 1a-b) z nasion rzepaku „00” oraz całych nasion lnu w proporcji 5:1. Ze względów czysto technicznych, przy produkcji mieszanek z udziałem makuchu rzepakowego mieszalnie pasz najczęściej stosują jednak rozdrabnianie makuchu przed zmieszaniem go z innymi komponentami (fot. 2). W takim przypadku należy zalecać raczej kruszenie makuchu niż mielenie go na bardzo drobną śrutę. Jest to szczególnie istotne przy stosowaniu mieszanek sypkich dla owiec, które najchętniej i w pierwszej kolejności wyjadają grubsze ich frakcje. Przy mniejszym stopniu rozdrobnienia makuchu rzepakowego lub jego granulowaniu (fot. 3), tłuszcz w nim zawarty jest lepiej zabezpieczony przed zbyt szybkim biowodornieniem w żwaczu, czyli degradacją nienasyconych kwasów tłuszczowych do nasyconych. Przy stosowaniu większych ilości komponentów oleistych w dawkach, optymalnym rozwiązaniem byłoby granulowanie mieszanek treściwych z ich udziałem, ale zabieg ten podnosi koszty mieszanki.

Praktyka stosowania makuchu rzepakowego w żywieniu owiec wskazuje, że najtańsze i gospodarczo najprostsze jest zadawanie go w postaci „naturalnej”, w jakiej uzyskują go tłoczarnie oleju, tj. drobnych łusek/łupin o wielkości do 4 cm (fot. 1a-b). Podawanie go w ilości do 200–300 g/dzień/matkę, w kombinacji z innymi paszami gospodarskimi (objętościowymi, ziarnem zbóż, okopowymi), zapewnia 100% wyjadanie i zadowalające efekty produkcyjne.

Forma (stopień rozdrobnienia) makuchu rzepakowego ma również znaczenie dla trwałości tej paszy, jak i mieszanek treściwych z jej udziałem. Paszowe komponenty, zawierające tłuszcze, zwłaszcza z dużym udziałem nienasyconych kwasów tłuszczowych, są bardziej podatne na utlenianie (jełczenie). W tłuszczu makuchu rzepakowego, podobnie jak w oleju rzepakowym, ponad 90% stanowią kwasy tłuszczowe nienasycone, wśród których dominują



Fot. 1a i 1b. Makuch rzepakowy w postaci łusek (bezpośrednio po tłoczeniu oleju)
Phot. 1a and 1b. Rapeseed cake hulls (directly after extraction of oil)



Fot. 2. Makuch rzepakowy ześrutowany
Phot. 2. Ground rapeseed cake

jednonienasycony kwas oleinowy C18:1 (>50%) i wielonienasycony linolowy C18:2 (>20%). Powoduje to duże zagrożenie szybkiego jęlczenia tego tłuszczu przy zbyt długim okresie magazynowaniu makuchu, zwłaszcza w nieodpowiednich warunkach (wilgoć, temperatura, nasłonecznienie, rozdrobnienie).

Czystość, czas i warunki magazynowania samego makuchu decydują również o po-

ziomie skażenia mykotoksynami, które mogą być bardzo groźne dla zwierząt żywionych tą paszą.

Uważa się, że optymalny okres magazynowania samego makuchu, jak i mieszanek z jego udziałem, wynosi do 3 miesięcy (liczonych od daty tłoczenia oleju), a przy zapewnieniu optymalnych warunków magazynowania nie powinien być dłuższy niż 6 miesięcy.

Tabela 3. Skład i wartość pokarmowa mieszanek treściwych dla owiec-matek z udziałem makuchu rzepakowego
Table 3. Composition and nutritive value of concentrate mixtures with rapeseed cake for ewes

Wyszczególnienie Item	Okres żywienia – Feeding period		
	4–5 mies. ciąży 4–5 months of gestation	1–14 dzień laktacji 1–14 days of lactation	15–31 dzień laktacji 15–31 days of lactation
Komponenty – Components (%):			
- ziarno jęczmienia – barley grain	21,5		
- otręby pszenne – wheat bran	21,0	44,0	35,0
- poekstrakcyjna śruta rzepakowa – extracted rapeseed meal		24,5	21,0
- makuch rzepakowy – rapeseed cake	42,5	24,5	34,5
- nasiona lnu – linseed	10,5	5,0	7,0
- MM	3,5	1,5	2,0
- kreda pastwana – ground limestone	1,0	0,5	0,5
Wartość pokarmowa 1 kg* – Nutritive value of 1 kg*:			
JPM – UFL	0,92	0,88	0,89
BTJE – PDIE (g)	86,1	100,3	98,7
BTJN – PDIN (g)	139,5	157,4	163,9

*Według: Normy żywienia bydła, owiec i kóz. Wartość pokarmowa pasz dla przeżuwaczy. Praca zbiorowa, IZ, Kraków, 2001; JPM – jednostka paszowa produkcji mleka, BTJE – białko właściwe rzeczywiście trawione w jelicie cienkim, przy dostępnej w żwaczu energii paszy, BTJN – białko właściwe rzeczywiście trawione w jelicie cienkim, przy dostępnym w żwaczu azocie paszy.

*Based on Normy żywienia bydła, owiec i kóz. Wartość pokarmowa pasz dla przeżuwaczy. Collective work, IZ, Kraków, 2001; UFL – milk feed unit, PDIE – protein digested in the small intestine according to feed energy available in rumen, PDIN – protein digested in small intestine according to feed nitrogen available in rumen.

Maksymalny udział makuchu rzepakowego w dawkach dla owiec-matek może być stosowany w okresie wysokiej ciąży oraz w początkowym okresie karmienia jagniąt, zwłaszcza u owiec wysokoplennych. W tabelach 3 i 4 podano przykłady mieszanek pasz treściwych oraz zestawów paszowych dla matek o plenności na poziomie 200 i więcej procent dla okresu 4–5 miesiąca kotności oraz dla dwóch podokresów w pierwszych 30 dniach karmienia jagniąt. Badania składu chemicznego takich zestawów wykazały, że pod względem zawartości tłuszczu,

jak i substancji antyżywniowych nie przekroczono w nich progowych wartości maksymalnych dla tych składników. Zawartość tłuszczu nie przekroczyła maksymalnego poziomu 6% w suchej masie dawki. W żadnym z zestawów paszowych zawartość glukozyolanów nie osiągnęła minimalnego poziomu wykrywalności metody, tj. 0,5 µmola/g s.m. Tak więc, wprowadzenie makuchu rzepakowego do mieszanek paszowych (zestawów paszowych) w ilościach podanych w przykładach jest całkowicie bezpieczne pod tym względem.

Tabela 4. Przykładowe zestawy paszowe dla matek wysokokoźnych i karmiących przy plenności $\geq 200\%$ w okresie letnim i zimowym
 Table 4. Sample feed combinations for late-gestation and lactating ewes with prolificacy $\geq 200\%$ during summer and winter

Wyszczególnienie Item ▼	Okres żywienia Feeding period ►	4–5 mies. ciąży 4–5 months of gestation		1–14 dzień laktacji 1–14 days of lactation		15–31 dzień laktacji 15–31 days of lactation	
		lato summer	zima winter	lato summer	zima winter	lato summer	zima winter
Dobowe spożycie pasz (kg): – Daily feed intake (kg): - sianokiszonka (kiszonka) – haylage (silage) - kiszona wystódki (okopowe) – ensiled pulp (root crops) - zielonka – green forage - siano – hay - mieszanka treściwa – concentrate mixture		2,00	3,50	3,00	3,50	3,00	4,00
Zawartość tłuszczu (g/100 g SM) – Fat content (g/100 g DM)		0,40 0,50	0,50 0,46	0,70 1,00	0,50 1,00	0,70 0,70	0,65 0,70
Wartość pokarmowa dawki*: – Nutritive value of the ration*:		5,0	5,8	4,8	5,0	4,9	4,7
JPM – UFL			1,35		2,40		1,95
BTJE – PDIE (g)			150		240		195
JWO – SFU			1,50		2,50		2,50

*Według: Normy żywienia bydła, owiec i kóz. Wartość pokarmowa pasz dla przeżuwaczy. Praca zbiorowa, IZ, Kraków, 2001; SM – sucha masa, JPM – jednostka paszowa produkcji mleka, BTJE – białko właściwe rzeżyzwiście trawione w jelicie cienkim, przy dostępnej w żwaczu energii paszy, JWO – jednostka wypełnieniowa paszy objętościowej dla owiec.

*Based on Normy żywienia bydła, owiec i kóz. Wartość pokarmowa pasz dla przeżuwaczy. Collective work, IZ, Kraków, 2001; DM – dry matter, UFL – milk-feed unit, PDIE – protein digested in the small intestine according to feed energy available in rumen, SFU – fill unit for sheep.

Tabela 5. Skład i wartość pokarmowa mieszanek oraz spożycie pasz przez tuczone jagnięta
 Table 5. Composition and nutritive value of mixtures and feed consumption by fattened lambs

Wyszczególnienie Item	Grupa żywieniowa – Feeding group		
	K	ML	ML+E
Mieszanka treściwa – Concentrate mixture			
Komponenty – Components (g/100 g):			
- ziarno jęczmienia – barley grain	25	25	25
- śruta pszenna – ground wheat	25,5	–	–
- otręby pszenne – wheat bran	–	17	17
- susz z zielonek – dried forage	10	10	10
- suszone wysłodki buraczane – dried sugar beet pulp	18	18	18
- poekstrakcyjna śruta rzepakowa – extracted rapeseed meal	20	–	–
- makuch rzepakowy/słonecznikowy – rapeseed/sunflower cake	–	23,5	23,5
- nasiona lnu – linseed	–	5	5
- mieszanka mineralna – mineral mixture	0,5	0,5	0,5
- Premix C	1	1	0,8
- Polfamix E	–	–	0,2
Wartość pokarmowa 1 kg mieszanki – Nutritive value of 1 kg mixture:			
- z makuchem rzepakowym – with rapeseed cake:			
- tłuszcz (g/100 g SM) – fat (g/100 g DM)	4,60	8,09	7,99
- JPŻ – UFV	0,88	0,90	0,90
- BTJE – PDIE	99,6	90,4	90,4
- BTJN – PDIN	104,7	104,4	104,4
- z makuchem słonecznikowym – with sunflower cake:			
- tłuszcz (g/100 g SM) – fat (g/100 g DM)	4,31	8,64	8,87
- JPŻ – UFV	0,88	0,89	0,89
- BTJE – PDIE	99,6	82,5	82,5
- BTJN – PDIN	104,7	83,3	83,3

K – kontrolna, ML – mieszanka treściwa z udziałem makuchu rzepakowego lub słonecznikowego + nasiona lnu, ML+E – mieszanka treściwa ML + witamina E; JPŻ – jednostka paszowa produkcji żywca.

K – control, ML – concentrate mixture with rapeseed or sunflower cake + linseed, ML+E – concentrate mixture ML + vitamin E; UFV – feed unit for meat production.

Mieszanki treściwe i zestawy paszowe, podane w tabelach 3 i 4, są skomponowane według IZ PIB – INRA Normy żywienia przeżuwaczy (Praca zbiorowa, Kraków, 2009), odpowiednio do stanu fizjologicznego owiec.

Makuch rzepakowy i słonecznikowy w tuczu jagniąt

Tucze doświadczalne przeprowadzono łącznie na 108 tryczkach pełnej owcy kołudskiej i mieszańcach F1 po trykach rasy Ile de France (po 50%), tuczonych od odsadzenia w wieku 56 dni do 35 kg masy ciała mieszanką pełnoporcjową *ad libitum* oraz dodatkiem siana (fot. 10a-b).

W każdym doświadczeniu utworzono 3 grupy żywieniowe: K (kontrolną), żywioną standardową mieszanką treściwą, opartą na komponentach zbożowych i poekstrakcyjnej śrucie rzepakowej, MRL/MSL – w której stosowano mieszankę treściwą z udziałem makuchu rzepakowego lub słonecznikowego (fot. 4) i nasion lnu (odpowiednio 23,5 i 5%) oraz MRL+E/MSL+E – żywioną mieszankami jak w grupach MRL/MSL + dodatek witaminy E (0,2%). Skład komponentowy i wartość pokarmową mieszanek podano w tabeli 5.

Wartość pokarmowa mieszanek, stosowanych we wszystkich grupach żywieniowych oraz w tuczu z zastosowaniem makuchu rzepakowego i słonecznikowego, była wyrównana.



Fot. 3. Makuch rzepakowy granulowany
Phot. 3. Rapeseed cake pellets



Fot. 4 i 5. Makuch słonecznikowy
w postaci łusek (bezpośrednio po
tłoczeniu oleju)
*Phot. 4 and 5. Sunflower cake hulls
(directly after extraction of oil)*

Mieszanki doświadczalne zawierały około dwa razy więcej tłuszczu niż kontrolne. Zawartość tego składnika w przeliczeniu na suchą masę w mieszankach z makuchem rzepakowym i nasionami lnu wynosiła średnio 8,04 g/100 g, a w mieszankach z makuchem słonecznikowym 8,75 g/100 g. Równocześnie, wprowadzenie do mieszanek makuchów i nasion lnu powodowało istotne zmiany w składzie kwasów tłuszczowych tłuszczu mieszanek doświadczalnych w stosunku do kontrolnej; przy stosowaniu makuchu rzepakowego spadek udziału SFA, a wzrost MUFA i PUFA, a przy stosowaniu makuchu słonecznikowego spadek udziału SFA i MUFA a wzrost PUFA. W sumie, jagnięta tuczone mieszankami doświadczalnymi spożywały zdecydowanie więcej kwasów tłuszczowych niż zwierzęta z grupy kontrolnej; przy stosowaniu makuchu rzepakowego (razem z nasionami lnu) o 35% więcej SFA i ponad 2x więcej MUFA i PUFA, a przy stosowaniu makuchu słonecznikowego i nasion lnu – 1,5x więcej SFA, 1,8x więcej MUFA i 2,8x więcej PUFA.

Zastosowanie w mieszankach obydwu rodzajów makuchów (po 23,5%) nie wpłynęło na poziom spożycia skarmianych *ad libitum* mieszanek i dodatku siana (tab. 6). Świadczy to o dobrej smakowitości mieszanek z udziałem tych komponentów oleistych dla tak młodych jagniąt. Stosowanie mieszanek z udziałem makuchów, niezależnie od suplementacji witaminą E, wpływało korzystnie na najważniejsze parametry produkcyjne tuczu, tj. tempo wzrostu jagniąt i jednostkowe zużycie pasz (tab. 6). Przyrosty dobowe przy stosowaniu makuchu rzepakowego były średnio o 11,2%, a przy stosowaniu makuchu słonecznikowego o 8,3% wyższe niż w grupie kontrolnej. Przekładało się to odpowiednio na średnio niższe zużycie mieszanki, jak i składników pokarmowych na jednostkę przyrostu masy ciała.

W zakresie podstawowych parametrów wartości rzeźnej nie obserwowano statystycznie potwierzonego wpływu żywienia komponentami oleistymi i suplementacji mieszanki witaminą E. Wystąpiły jednak dość wyraźnie zaznaczone i zróżnicowane tendencje do zmian analizowanych parametrów, zarówno dla porównywanych makuchów, jak i w mniejszym stopniu w zależności od stosowania dodatku witaminy E

(tab. 6). Przy tuczu mieszanką z makuchem rzepakowym obserwowano wzrost wydajności rzeźnej i powierzchni „oka” polędwicy, a przy stosowaniu makuchu słonecznikowego zmniejszenie powierzchni „oka” polędwicy. Żywienie mieszankami z udziałem komponentów oleistych wpływało wyraźnie na wzrost otłuszczenia okrywowego tusz, które przy pomiarze nad żebrami było średnio o 22,6% większe w stosunku do jagniąt grup kontrolnych.

Stosowanie makuchów w tuczu jagniąt pozwala na modyfikowanie składu kwasów tłuszczowych w lipidach mięsa i innych jadalnych produktach (podrobach), pozyskiwanych z jagniąt rzeźnych (np. wątroba, serce czy płuca). Głównym kwasem tłuszczowym w makuchu rzepakowym jest jednonienasycony kwas oleinowy C18:1 c9. W makuchu słonecznikowym i nasionach lnu są to kwasy wielonienasycone; odpowiednio linolowy C18:2 i linolenowy C18:3. Przy stosowaniu tych komponentów oleistych w mieszankach, spożycie tych kwasów było kilkakrotnie większe niż przy skarmianiu mieszanki kontrolnej, opartej na komponentach zbożowych i poekstrakcyjnej śrucie rzepakowej.

Przy stosowaniu mieszanki z makuchem rzepakowym i nasionami lnu – 2,6x większe kwasu C18:1 c9 oraz około 7x większe C18:3, a przy stosowaniu makuchu słonecznikowego i nasion lnu – 2x większe kwasu C18:2 i 4,5x C18:3. W związku z tym zakładano, że efektem zastosowania badanych makuchów równocześnie z nasionami lnu będzie wzrost zawartości nienasyconych kwasów tłuszczowych w tłuszczu mięsa i w konsekwencji korzystne zmiany parametrów jakości zdrowotnej mięsa.

Mięso o podwyższonej zawartości nienasyconych kwasów tłuszczowych w tłuszczu odznacza się jednak zwiększoną podatnością na utlenianie, dlatego też w mieszankach z udziałem makuchów i nasion lnu stosowano wariantowo dodatek witaminy E (Polfamix E – 0,2%), będącej jednym z najskuteczniejszych antyoksydantów.

Analizy mięsa wykonano na całym elemencie kulinarnym: odkostnionym mięsie z udźca (tkanka mięśniowa, tłuszczowa i łączna). Nie stwierdzono istotnego wpływu czynnika doświadczalnego na zawartość tłuszczu i cholesterolu (tab. 7).



Fot. 6a i 6b. Matka owcy kołudzkiej z czworaczkami bezpośrednio po wykocie
Phot. 6 and 6a. A Kołuda sheep ewe with quadruplets directly after lambing



Fot. 7. Matka owcy kołudzkiej z bliźniętami
Phot. 7. A Kołuda sheep ewe with twins

Tabela 6. Wyniki tuczu oraz wybrane parametry wartości rzeźnej tuczonych jagniąt
 Table 6. Fattening results and selected slaughter value parameters of fattened lambs

Wyszczególnienie <i>Item</i>	Makuch* <i>Cake*</i>	Żywienie – <i>Diets</i>		
		K	ML	ML+E
Liczba jagniąt – <i>No. of lambs</i>	MR+MS	24	24	24
Liczba jagniąt w miocie – <i>No. of lambs per litter</i>	MR+MS	2,16	2,08	2,12
Masa ciała – <i>Body weight (kg):</i>				
- początek tuczu <i>beginning of fattening</i>	MR	20,5	20,9	20,9
	MS	19,1	19,7	20,3
- koniec tuczu <i>end of fattening</i>	MR	33,3	34,5	35,1
	MS	32,1	32,9	32,9
Przyrosty dobowe <i>Daily gains (g)</i>	MR	317	353	352
	MS	308	329	338
Spożycie dobowe (kg/szt.) – <i>Daily consumption (kg/animal):</i>				
- mieszanka treściwa – <i>concentrate mixture</i>	MR	1,313	1,343	1,332
- siano z traw – <i>grass hay</i>	MR	0,080	0,081	0,073
- mieszanka treściwa – <i>concentrate mixture</i>	MS	1,396	1,455	1,313
- siano z traw – <i>grass hay</i>	MS	0,115	0,121	0,105
Spożycie na 1 kg przyrostu – <i>Consumption per kg gain:</i>				
- mieszanka treściwa – <i>concentrate mixture (kg)</i>	MR	4,28	3,90	3,91
- JPŻ – <i>UFV</i>	MR	3,91	3,56	3,56
- BTJE – <i>PDIE (g)</i>	MR	443	403	403
- BTJN – <i>PDIN (g)</i>	MR	461	420	421
- mieszanka treściwa – <i>concentrate mixture (kg)</i>	MS	4,43	4,39	3,90
- JPŻ – <i>UFV</i>	MS	4,10	4,12	3,64
- BTJE – <i>PDIE (g)</i>	MS	464	386	341
- BTJN – <i>PDIN (g)</i>	MS	483	385	341
Wartość rzeźna – <i>Slaughter value:</i>				
- wydajność rzeźna (%) <i>dressing percentage</i>	MR	44,8	45,3	46,9
	MS	45,6	45,7	46,2
- „oko” polędwicy <i>loin eye (cm²)</i>	MR	11,8	12,7	12,8
	MS	12,7	11,7	11,8
- tłuszcz nad żebrami <i>fat over ribs (mm)</i>	MR	4,3	5,6	5,5
	MS	4,1	4,9	4,6

* Rodzaj makuchu w mieszankach doświadczalnych: MR – makuch rzepakowy, MS – makuch słonecznikowy.

* Type of cake in experimental diets: MR – rapeseed cake, MS – sunflower cake.

Tabela 7. Wpływ żywienia jagniąt makuchami i nasionami lnu na profil lipidowy i zawartość witaminy E w surowym mięsie z udźca
 Table 7. Effect of feeding lambs with cakes and linseed on lipid profile and vitamin E content of raw leg meat

Wyszczególnienie Item	Makuch* Cake*	Grupa żywieniowa – Feeding group		
		K	ML	ML+E
n	MR+MS	12	12	12
Tłuszcz – Fat (g/100 g)	MR	3,28	3,12	2,93
	MS	8,35	9,28	7,48
Cholesterol (mg/100 g)	MR	59,0	62,8	63,9
	MS	70,3	73,5	72,6
Witamina E Vitamin E (mg/kg)	MR	0,78 b	0,68 a	1,58 ab
	MS	0,78 a	1,18 α	2,08 αα
Kwasy tłuszczowe – Fatty acids (%):				
SFA: Σ	MR	42,3	42,9	41,3
	MS	47,2	45,3	45,2
- w tym/incl.: C16:0	MR	21,9	19,7	20,4
	MS	23,3 AB	20,1 B	19,8 A
C18:0	MR	14,7 a	17,8 ab	15,3 b
	MS	16,4 αα	18,6 α	18,7 a
MUFA: Σ	MR	47,9	47,0	48,2
	MS	46,9 ab	44,6 b	43,9 a
- w tym/incl.: C18:1 T	MR	3,0 a	4,4	5,1 a
	MS	3,3 ab	6,7 a	6,4 b
C18:1 c9	MR	38,7	37,1	36,9
	MS	37,6 AB	31,1 B	30,7 A
C18:1 c11	MR	1,7 a	1,5 a	1,7
	MS	1,4 AB	0,8 B	0,7 A
PUFA Σ	MR	9,5	9,8	10,3
	MS	5,1 AB	9,1 B	9,9 A
- w tym/incl.: C18:2	MR	5,2	5,1	5,3
	MS	3,6 AB	6,7 B	7,3 A
C18:3	MR	0,6 AB	1,2 A	1,1 B
	MS	0,3 AB	0,9 B	1,0 A
Σ PUFA n3	MR	1,38 AB	2,05 B	2,07 A
	MS	0,57 AB	1,33 B	1,47 A
CLA: - w puli FA in total FA (%)	MR	0,48 ab	0,77 b	0,87 a
	MS	0,51 ab	0,66 b	0,67 b
- w mięsie in meat (mg/100 g)	MR	15,5 ab	23,2 b	25,6 a
	MS	43,1 a	61,8 a	50,4
PUFA:SFA	MR	0,226	0,229	0,249
	MS	0,109 AB	0,200 Bα	0,219 Aα
DFA:OFA	MR	2,640	2,995	2,851
	MS	2,222 AB	2,711 B	2,735 A
PUFA n6:n3	MR	5,458 AB	3,330 A	3,519 B
	MS	7,175 ab	5,267 b	5,186 a

* Rodzaj makuchu w mieszankach doświadczalnych: MR – makuch rzepakowy, MS – makuch słonecznikowy; AA, BB – $P \leq 0,01$, aa, bb – $P \leq 0,05$, αα – $P \leq 0,10$.

* Type of cake in experimental diets: MR – rapeseed cake, MS – sunflower cake; AA, BB – $P \leq 0,01$, aa, bb – $P \leq 0,05$, αα – $P \leq 0,10$.



Fot. 8a, 8b, 8c i 8d. Jagnięta owcy kołudzkiej
w wieku 1–2 tygodni
*Phot. 8a, 8b, 8c and 8d. Kołuda sheep lambs
aged 1–2 weeks*

Przy żywieniu mieszanką z makuchem rzepakowym i nasionami lnu stwierdzono obniżenie o 12,8% koncentracji witaminy E w mięsie, a przy stosowaniu w mieszance makuchu słonecznikowego wzrost o 51,3%. Suplementacja mieszanek witaminą E zwiększyła natomiast istotnie jej zawartość w stosunku do grupy K, w mięsie jagniąt MR – 2,0x, a MS – 2,6x. Zastosowanie obydwu makuchów razem z nasionami lnu spowodowało istotne i korzystne z punktu widzenia jakości zdrowotnej – zmiany profilu lipidowego tłuszczu mięsa w stosunku do grupy kontrolnej; większe w przypadku mieszanki z makuchem słonecznikowym niż rzepakowym (tab. 7). Żywienie mieszankami z makuchem rzepakowym i lnem zwiększyło udział kwasów C18:0, C 18:1 T i C18:3, a z makuchem słonecznikowym spowodowało dodatkowo wzrost udziału C18:2 i spadek C18:1 c9. W sumie, mięso jagniąt tuczonych mieszankami doświadczalnymi odznaczało się istotnie większą zawartością kwasów PUFA *n3* oraz korzystniejszymi proporcjami PUFA *n6:n3* i DFA:OFA, a w przypadku mieszanki z makuchem słonecznikowym również korzystnie wyższym stosunkiem PUFA :SFA. Żywienie mieszankami z makuchami i nasionami lnu wpływało na wzrost udziału CLA w puli kwasów tłuszczowych (w grupie MR średnio o 0,34 j.p., a w MS o 0,16 j.p.). Przy stwierdzonych różnicach w zawartości tłuszczu w badanym elemencie, bezwzględna zawartość CLA w mięsie jagniąt tuczonych mieszankami doświadczalnymi była wyższa niż w przypadku grupy kontrolnej o 57,4% przy stosowaniu makuchu rzepakowego i o 30,2% przy słonecznikowym. Stosowanie w mieszankach z makuchami suplementacji witaminą E nie miało wyraźniejszego wpływu na profil lipidowy mięsa jagnięcego (tab. 7). Analizy stabilności oksydacyjnej w tłuszczu okołonerkowym jagniąt tuczonych mieszanką z udziałem makuchu słonecznikowego i nasion lnu wykazały natomiast z jednej strony dwukrotnie większą podatność na oksydację tłuszczu jagniąt doświadczalnych niż z grupy kontrolnej, a z drugiej poprawę stabilności oksydacyjnej tłuszczu przy suplementacji mieszanki z oleistymi witaminą E (o 17,6%).

Uwarunkowania i wskazania organizacyjno-ekonomiczne stosowania makuchów z roślin oleistych w żywieniu małych przeżuwaczy

Najbardziej efektywne ekonomicznie jest zastępowanie drogiej śrutu sojowej z importu znacznie tańszym i krajowym makuchem rzepakowym lub słonecznikowym. Śruta sojowa ma jednak małe zastosowanie w żywieniu małych przeżuwaczy, dlatego bardziej realne jest stosowanie makuchów zamiast komponentów zbożowych i poekstrakcyjnej śrutu rzepakowej. Aktualnie, ze względu na częste i trudne do przewidzenia wahania cen komponentów zbożowych (ziarno, śrutę, otręby), bardzo trudno jest oszacować efektywność ekonomiczną stosowania makuchów w żywieniu zwierząt gospodarskich, w tym owiec.

Korzystny efekt ekonomiczny będzie zależał od źródła pochodzenia i ceny, jaką uda się wynegocjować przy zakupie makuchu i innych komponentów paszowych. Zakup makuchów bezpośrednio w olejarniach oraz w większych ilościach pozwala nabyć je po znacznie niższych cenach niż przy zakupie od pośredników lub zleceniu produkcji mieszanek treściwych wyspecjalizowanym mieszalniom.

W żywieniu owiec-matek, jak i w tuczu jagniąt z powodzeniem można stosować komponenty zbożowe własnej produkcji, najlepiej odpadowe lub otręby zbożowe. Istnieje również możliwość tłoczenia oleju rzepakowego czy słonecznikowego na własne potrzeby, na miejscu w gospodarstwie. Może to być źródłem tańszego pozyskiwania makuchów na potrzeby paszowe własnego gospodarstwa, jak również do sprzedaży sąsiedzkiej. Szacunkowe kalkulacje kosztów żywienia matek w okresie rozplodu, tj. ciąży i karmienia jagniąt, oparte na przykładowych zestawach paszowych, podanych w tabelach 3 i 4 wykazały, że przy zachowaniu opisanych warunków organizacyjnych można obniżyć koszty żywienia owiec-matek przy zastosowaniu w dawkach makuchu rzepakowego zamiast części komponentów zbożowych i poekstrakcyjnej śrutę rzepakowej.

Według tych kalkulacji, średni koszt dziennej dawki dla 1 owcy-matki przy stosowaniu dodatku pasz treściwych, opartych na komponentach zbożowych (ziarno i otręby) oraz poekstrakcyjnej śrucie rzepakowej szacuje się średnio na poziomie około 1,00 zł, natomiast przy zastąpieniu części z nich makuchem rzepakowym można go obniżyć nawet do 0,85 zł, tj. o 15%. Podobne efekty można uzyskać w przypadku tuczu jagniąt.



Fot. 9a i 9b. Jagnięta merynosa polskiego odmiany barwnej w wieku 2 tygodni
Phot. 9a and 9b. Coloured Polish Merino lambs aged 2 weeks



Fot. 10a i 10b. Tuczone półintensywnie jagnięta owcy kołudzkiej
Phot. 10a and 10b. Semi-intensively fattened Kołuda sheep lambs

Fot. w art.: B. Borys

Literatura

- Biofuel: implications for the feed industry (2007). Jannes Doppenberg & Piet van der Aar (eds), Wageningen Academic Publishers, The Netherlands.
- Borys B. (2011). Pasze pochodzenia przemysłowego w żywieniu owiec. Cz. I. Wiad. Zoot., 49, 1: 47–54.
- Borys B., Borys A. (2006). Skład chemiczny i profil kwasów tłuszczowych makuchu rzepakowego przy tłoczeniu oleju metodą na zimno i na gorąco. Prz. Hod., 7: 19–22.
- Brzóska F. (2004). Pasze uboczne uzyskiwane z produkcji biopaliw i ich znaczenie w bilansie paszowym kraju. POLAGRA 2004. Mat. konf. nauk.-techn.: Wykorzystanie produktów pochodnych wytwarzania biopaliw w gospodarce paszowej i żywieniu zwierząt. IZ, Kraków, ss. 5–14.
- Brzóska F., Hanczakowska E., Koreleski J., Strzetel-ski J., Świątkiewicz S. (2010). Teraz rzepak. Teraz olej. T. IV. Pasze rzepakowe w żywieniu zwierząt. Wyd. Polskie Stowarzyszenie Producentów Oleju, Warszawa.
- IZ PIB – INRA. Normy żywienia przeżuwaczy. Wartość pokarmowa francuskich i krajowych pasz dla przeżuwaczy (2009). Praca zbiorowa. Instytut Zootechniki PIB, Kraków.
- Podkówka W., Podkówka Z. (2004). Wyłoki z nasion rzepaku – wartościowa pasza. Prz. Hod., 4: 22–25.
- Strzetelski J. (2006). Możliwości wykorzystania w żywieniu bydła produktów ubocznych powstających przy głębokim tłoczeniu oleju z nasion roślin oleistych i produkcji bioetanolu. Wiad. Zoot., 44, 3: 56–66.

BIOFUEL CO-PRODUCTS IN SHEEP NUTRITION – RAPESEED AND SUNFLOWER CAKES

Summary

In Poland's moderate climate, biodiesel is produced mainly from rapeseed, and in recent years attempts have been made to grow sunflower for grain and to extract oil from sunflower seeds. This involves the need for rational use of the byproducts obtained when producing components for this biofuel, namely rapeseed cake and sunflower cake. A number of studies on the use of cakes as ruminant feed were conducted at the National Research Institute of Animal Production, but they concerned cattle, while the principles of using these feeds in sheep rations were formulated by analogy based on the results of the experiments with cattle.

The present article discusses the results of studies performed at the Institute's Experimental Station Kołuda Wielka on the effects of using rapeseed cake and sunflower cake in the diets of ewes and in the fattening of lambs, with consideration of the effect of these feeds on meat quality. Feeding sheep with diets containing oil components had no significant effect on body weight, body condition and reproductive performance. There was no significant effect on the weight of litters and single lambs at birth and on the rate of their growth during the first month of life. In light of the results obtained, rapeseed cake can be recommended in the feeding of ewes during the entire production cycle, both as an independent energy and protein feed for ration formulation and as a component of supplementary concentrate mixtures. The only possible limitation to the use of this feed in ewe diets is not exceed the 6–8% fat content in the ration dry matter, not to exceed the acceptable level of antinutritional substances, and to feed cakes within 3 to 6 months of manufacture. In the diets for intensively fattened lambs, extracted rapeseed meal and part of cereal components were replaced with rapeseed or sunflower cake and linseed (23.5 and 5%, respectively). The use of the cakes had no effect on the feed intake level, which shows that they were highly palatable for the lambs. The use of the diets with cakes, regardless of vitamin E supplementation, had a positive effect on the most important fattening parameters, i.e. feed consumption and daily gains, which were on average 10% higher than in the control groups. This translated into lower nutrient consumption per unit of weight gain. There was no significant effect of cake feeding on the fat and cholesterol content of culinary meat. The use of both cakes together with linseed caused significant and health beneficial changes in the lipid profile of meat (increased CLA and *n-3* PUFA as well as *n-6:n-3* PUFA and DFA:OFA ratios), whereas supplementing the diet with vitamin E caused a clear increase in its concentration in meat and improved the oxidative stability of fat. Estimates of the ewe feeding costs during gestation and suckling showed that sheep feeding costs can be reduced when replacing part of cereal components and extracted rapeseed meal with both rapeseed and sunflower cakes in the diets.