

**Teresa Banaszkiewicz**

Akademia Podlaska w Siedlcach, Katedra Żywienia Zwierząt i Gospodarki Paszowej

## **Ocena strawności oraz wartości energetycznej makuchów z trzech odmian rzepaku niskoglukozynolanowego**

### **Estimation of digestibility and energy value of cakes from low-glucosinolate rapeseed of three cultivars**

Słowa kluczowe: odmiana rzepaku, makuchy rzepakowe, strawność składników pokarmowych, energia metaboliczna

W badaniach określono strawność oraz wartość energetyczną mieszanek pszenno-rzepakowych oraz makuchów uzyskanych z nasion trzech odmian rzepaku ozimego Lirajet, Kana i Marita. Badania przeprowadzono na 80 kurczątch brojlerach Ross 308 w wieku pięciu tygodni podzielonych na 4 grupy po 20 ptaków. Grupa kontrolna (I) otrzymywała mieszankę podstawową, pszenno-sojową, natomiast trzy pozostałe mieszanki doświadczalne, w których 40% mieszanki podstawowej zastąpiono makuchem rzepakowym. Kurczęta żywiono mieszankami doświadczalnymi przez 7 dni, a w ciągu ostatnich trzech zbierano odchody, które następnie analizowano. Obliczono strawność podstawowych składników pokarmowych oraz zawartość energii metabolicznej ocenianych mieszanek i makuchów.

Analiza uzyskanych wyników wykazała istotne obniżenie strawności substancji organicznej, białka ogólnego, tłuszczu surowego, BAW oraz retencji energii między mieszanką podstawową a pozostałymi mieszankami doświadczalnymi. Strawność składników pokarmowych oraz wartość energetyczna mieszanek zawierających makuchy rzepakowe z ocenianych odmian nie różniła się istotnie.

Nie stwierdzono również istotnych różnic w strawności oraz wartości energetycznej pomiędzy makuchami z ocenianych odmian, jednak wyniki wskazują na lepsze trawienie składników pokarmowych z makuchów uzyskanych z odmiany Kana i one też miały wyższą wartość energetyczną.

Key words: rapeseed cultivar, rapeseed cakes, digestibility of nutrients, metabolizable energy

The digestibility and energy value of wheat-rape diets and rape cakes obtained from three cultivars of rapeseed: Lirajet, Marita and Kana was determined. The investigation was carried out on 80 five week old broiler chickens Ross 308 divided into four groups of 20 chickens. Control group (I) was fed wheat- soybean basal diet, whereas three of the remaining groups, experimental diets, where 40% of basal diet was replaced by rape cakes. The chickens were fed these diets during 7 days. After four days of adaptation, total excreta voided during the balance period (three days) were collected and feed intake was measured. Diets and excreta were analyzed for basal nutrients and gross energy content. Digestibility coefficients of basal nutrients and metabolizable energy content for diets and rape cakes were calculated. The digestibility of organic matter, crude protein, crude fat, N-free extractives and energy retention of experimental diets was significantly ( $P < 0.05$ ) lower than basal

diet, while there was no significant difference between diets containing rape cakes from three cultivars.

The digestibility of nutrients and metabolizable energy content calculated for rape cakes were similar, however, obtained results indicate better digestibility and higher metabolizable energy value of rape cakes obtained from Kana cultivar.

## Wstęp

---

W Polsce w ostatnim czasie coraz częściej do pozyskiwania oleju rzepakowego wykorzystywane jest tłoczenie rzepaku na zimno, ponieważ jest mniej kosztowne i bardziej przyjazne dla środowiska niż ekstrakcja. Podczas tłoczenia nasion rzepaku prasami ślimakowymi uzyskiwane są wytloki, a prasami hydraulicznymi makuchy. Różna sprawność urządzeń tłoczących, jak również wilgotność tłoczonych nasion powoduje, że zawartość składników pokarmowych, a głównie pozostałość tłuszczu surowego (Podkowska i in. 1994, 1996, 2006) różni się. Uprawiane odmiany rzepaku mogą się różnić zawartością substancji antyżywniowych, w tym glukozyolanów. Jak podaje Smulikowska i in. (1998) wartość odżywcza nasion rzepaku i wytlóków jest ujemnie skorelowana z zawartością glukozyolanów. Zmienna wartość pokarmowa uzyskiwanych produktów może sprawiać kłopot przy bilansowaniu receptur na mieszanki z ich udziałem. Ilość przeprowadzonych badań dotyczących określenia wartości energetycznej makuchów i wytlóków rzepakowych na drobiu jest nieliczna. W związku z tym podjęto badania mające na celu określenie wartości energetycznej makuchów uzyskanych z trzech nowych odmian rzepaku dla kurcząt brojlerów.

## Material i metody

---

Badania w celu określenia strawności oraz zawartości energii metabolicznej w makuchach rzepakowych uzyskanych z trzech odmian rzepaku ozimego przeprowadzono na 80 kurczętach brojlerach Ross 308 w wieku pięciu tygodni podzielonych na 4 grupy po 20 ptaków w grupie (4 powtórzenia po 5 ptaków). Grupa kontrolna (I) otrzymywała mieszankę podstawową, pszenno-sojową, pozostałe grupy mieszanki doświadczalne, w których 60% stanowiła mieszanka podstawowa, a 40% makuch rzepakowy z odmian Lirajet, Marita lub Kana połączone na podstawie zawartości powietrznie suchej masy. Mieszanki podawano w postaci sypkiej. Test przeprowadzony metodą bilansową bezpośrednią trwał 7 dni, a w ciągu ostatnich trzech — zbierano ilościowo odchody oraz określono ilość spożytej paszy. Makuchy oceniane w badaniach uzyskane były metodą tłoczenia za pomocą prasy hydraulicznej przy ciśnieniu do 400 kg/cm<sup>2</sup> po uprzednim podgrzaniu rozdrobionych nasion do ok. 50–60°C. Uzyskano w ten sposób makuchy w postaci tafli,

które następnie rozdrobniono przy użyciu śrutownika bijakowego i włączano do diet doświadczalnych. Surowce, przed wprowadzeniem do mieszanek przeanalizowano na zawartość podstawowych składników pokarmowych zgodnie z AOAC (1990). Zawartość aminokwasów określono metodą chromatografii jonowymiennej na analizatorze aminokwasów AAA-T-339 firmy Microtechna Praga stosując odpowiednie hydrolizy białka, a zawartość tryptofanu metodą spektrofotometryczną według PN-77/R-64820. Procentowy udział kwasów tłuszczowych w sumie kwasów określono metodą chromatografii gazowej na chromatografie gazowym Chrom 5, a energię brutto oznaczono kalorymetrycznie przy użyciu kalorymetru KL-10. Zawartość glukozydów oznaczono metodą HPLC w IHAR w Poznaniu. Zebrane podczas doświadczenia bilansowego odchody wysuszono w temperaturze 60°C i oznaczono zawartość suchej masy, popiołu surowego, białka ogólnego, włókna surowego, tłuszczu surowego oraz energii brutto (AOAC 1990). Zawartość azotu w kale oznaczono po uprzednim strąceniu azotu moczem octanem uranylu. Dla każdej mieszanki obliczono współczynniki strawności podstawowych składników pokarmowych oraz zawartość energii metabolicznej. Strawność składników pokarmowych oraz zawartość energii metabolicznej w makuchach obliczono na podstawie różnicy między wartościami uzyskanymi dla mieszanki podstawowej i mieszanek doświadczalnych. Uzyskane wyniki opracowano statystycznie, a średnie dla poszczególnych grup porównywano testem Duncana.

## Wyniki i dyskusja

---

Skład chemiczny makuchów oraz zawartość energii brutto podano w tabeli 1.

Oceniane makuchy zawierały od 256,1 do 268,4 g białka ogólnego. Zawartość białka ogólnego była zbliżona do wartości podawanych przez Banaszkiwicz (2000) oraz Podkówkę i in. (2006). Zawartość tłuszczu surowego kształtowała się w przedziale 282–293,4 g/kg i była większa od wartości podawanych w Normach Żywienia Drobiu (2005) oraz przez Smulikowską i in. (1997). Mogło to wynikać z zastosowania prasy hydraulicznej do tłoczenia oleju z nasion rzepaku. Wytłoki rzepakowe oceniane przez Smulikowską i in. (1997), uzyskane podczas tłoczenia nasion rzepaku za pomocą różnych pras zawierały od 10,3 do 23,2% tłuszczu, a przez Podkówkę i in. 2006 od 7,1 do 31,7%. Większa ilość pozostawionego tłuszczu w wytłokach ocenianych w badaniach własnych wiązała się z niższą zawartością białka ogólnego w porównaniu do wartości podawanych przez Podkówkę i in. (2006) czy Smulikowską i in. (1997 i 2006). Poziom włókna surowego w ocenianych makuchach kształtował się na zbliżonym poziomie (tab. 1) i wynosił od 97,8 do 107 g/kg. Oceniane przez Smulikowską i in. (1997) wytłoki rzepakowe uzyskiwane z niezidentyfikowanych odmian zawierały od 10,5 do 15,5% włókna surowego.

Tabela 1

Skład chemiczny makuchów z trzech odmian rzepaku  
*Chemical composition of cakes obtained from three cultivars of rapeseed*

Wyszczególnienie <i>Specification</i>	Odmiana rzepaku — <i>Cultivar of rapeseed</i>		
	Lirajet	Marita	Kana
Sucha masa [g/kg] — <i>Dry matter</i>	958,7	954,9	953,7
Popiół surowy [g/kg] — <i>Crude ash</i>	49,1	50,2	52,5
Białko ogólne [g/kg] — <i>Crude protein</i>	268,4	266,2	256,1
Tłuszcz surowy [g/kg] — <i>Crude fat</i>	282,0	293,4	286,7
Włókno surowe [g/kg] — <i>Crude fibre</i>	107,0	97,8	106,5
BAW, g/kg — <i>N-free-extractive</i>	252,2	247,3	251,9
Energia brutto [kcal/kg]	5845	5685	5805
Lys [g/16 g N]	5,88	5,91	6,05
Met [g/16 g N]	2,16	2,14	2,16
Cys [g/16 g N]	2,42	2,35	2,48
Trp [g/16 g N]	1,14	1,23	1,08
Thr [g/16 g N]	4,89	4,84	5,03
Kwasy tłuszczowe (% w sumie kwasów) <i>Fatty acids (% of total acids)</i>			
C <sub>18:1</sub>	76,7	72,0	75,5
C <sub>18:2</sub>	14,1	17,5	14,6
C <sub>18:3</sub>	5,41	6,12	5,55
C <sub>22:1</sub>	0,02	0,04	0,01
Glukozynolany [μmol/g] — <i>Glucosinolates</i>	19,7	11,4	13,0

W tabeli 1 przedstawiono również zawartość wybranych aminokwasów w białku badanych makuchów oraz udział niektórych kwasów tłuszczowych we frakcji lipidowej. Białko makuchów z rzepaku odmiany Kana zawierało najwięcej lizyny — 6,05 g/16 g N, a odmiany Lirajet i Marita odpowiednio 5,88 g/16 g N oraz 5,91 g/16 g N. Zawartość lizyny ogólnej w białku wycieków ocenianych przez Smulikowską i in. (1997) wahała się od 5,9 do 6,4 g/16 g N. Zawartość aminokwasów siarkowych (metioniny oraz cystyny) była niższa w białku makuchów uzyskanych z nasion odmiany Marita, natomiast zawierało ono nieco więcej tryptofanu w porównaniu z makuchami uzyskanymi z pozostałych dwóch odmian. Zawartość treoniny była nieco wyższa w białku makuchu z odmiany Kana. Największy udział kwasu oleinowego stwierdzono w tłuszczu makuchu uzyskanego z odmiany Lirajet (76,7%), najmniejszy z odmiany Marita (72,0%). Frakcja lipidowa odmiany Marita zawierała natomiast najwięcej kwasu linolowego, linolenowego jak również erukowego. W tabeli 1 podano również ogólny poziom glukozynolanów. Zawartość glukozynolanów w nasionach ocenianych odmian wynosiła od 11,4 do 19,7 μmoli/g, tak więc różnice dotyczące poziomu tych związków między odmianami były znaczne.

Zawartość glukozyzolanów w makuchach z odmiany Marita i Kana była znacznie niższa niż z odmiany Lirajet. Łukaszewski (1996) zwraca uwagę na zróżnicowaną zawartość glukozyzolanów w krajowych i zagranicznych odmianach rzepaku (od 7,96  $\mu$ mol/l w odmianie Bolko do 32,05 w odmianie Liporta). Jak wynika z danych przedstawionych w tabeli 1 odmiana Lirajet zawierała więcej glukozyzolanów niż Marita i Kana co jest zgodne z badaniami Wójtowicza i Wielebskiego (1995). Na istotne różnice w zawartości glukozyzolanów alkenowych między odmianami wskazują również wyniki uzyskane przez Mińkowskiego i Krygiera (1998). Według Korola i in. (1994) najmniej glukozyzolanów zawierała polska odmiana rzepaku Bolko, nowsze odmiany zawierały tych związków znacznie więcej. Zmiany dotyczące zawartości glukozyzolanów w wytlókach Smulikowska i in. (2006) przypisują odmianie, czynnikom środowiskowym oraz czynnikom związanym z procesem tłoczenia, natomiast zawartość w nich tłuszczu procesowi tłoczenia.

W tabeli 2 przedstawiono współczynniki strawności oraz wartość energetyczną skarmianych mieszanek. Kurczęta najlepiej trawiły substancję organiczną

Tabela 2

Strawność oraz wartość energetyczna mieszanek pszenno-rzepakowych  
*Digestibility and energy value of wheat-rape diets*

Wyszczególnienie <i>Specification</i>	Mieszanka podstawowa <i>Basal diet</i> 100/0	Mieszanki doświadczalne z 40% udziałem makuchu rzepakowego z odmiany <i>Experimental diets – 40% of rape cake from cultivar</i>			SEM
		Lirajet	Marita	Kana	
Współczynniki strawności: <i>Digestibility coefficients:</i>					
— substancja organiczna, [%] <i>organic matter</i>	72,9 a	57,0 b	58,7 b	63,9 b	1,93
— białko ogólne [%] <i>crude protein</i>	84,6 a	79,1 b	79,3 b	82,5 ab	0,84
— tłuszcz surowy [%] <i>crude fat</i>	86,0 a	62,4 b	61,9 b	68,3 b	2,71
— bez-N-wyciągowe [%] <i>N-free extract</i>	72,5 a	52,3 b	56,4 b	60,8 b	2,29
— współczynnik retencji energii [%] — <i>coefficient of energy retention</i>	73,3 a	59,3 b	60,8 b	65,5 b	1,73
Pozorna energia metaboliczna [MJ/kg] — <i>Apparent metabolizable energy</i>	11,99 a	11,62 a	12,01 a	12,9 a	0,23

Średnie w rzędach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy  $P \leq 0,05$

*Means in the rows marked with different letters are significantly different at  $P \leq 0.05$*

z mieszanki podstawowej (pszenno-sojowej). Zastąpienie 40% tej mieszanki makuchami rzepakowymi istotnie obniżyło strawność substancji organicznej. Strawność białka ogólnego z mieszanek zawierających makuchy rzepakowe była niższa niż z mieszanki podstawowej. W mieszance zawierającej makuch z odmiany Kana obniżenie strawności było nieistotne, natomiast w przypadku dwóch pozostałych odmian strawność białka uległa istotnemu obniżeniu w porównaniu z mieszanką podstawową. Znacznie gorzej niż z diety podstawowej trawiony był tłuszcz surowy z mieszanek zawierających makuchy rzepakowe ( $P < 0,05$ ). Nie stwierdzono natomiast istotnych różnic w strawności tłuszczu między mieszankami zawierającymi makuchy z poszczególnych odmian rzepaku. Związki bezazotowe wyciągowe z mieszanek rzepakowych kurczęta trawiły w 52,27–60,81%, natomiast z podstawowej w 72,52%. Współczynnik retencji energii z mieszanek rzepakowych wynosił od 59,3 do 65,47% natomiast energia z mieszanki podstawowej była zatrzymywana przez kurczęta na poziomie 73,33% ogólnej ilości pobranej z paszą. Oznaczona doświadczalnie pozorna energia metaboliczna skarmianych mieszanek wynosiła od 12 do 12,9 MJ/kg. Najwyższą energią metaboliczną dla drobiu charakteryzowała się mieszanka zawierająca makuch rzepakowy uzyskany z nasion odmiany Kana, najniższą z odmiany Lirajet.

W tabeli 3 przedstawiono współczynniki strawności oraz zawartość energii metabolicznej w makuchach trzech odmian rzepaku. Strawność podstawowych składników pokarmowych makuchów była zróżnicowana, jednak nieistotna statystycznie. Strawność białka ogólnego wynosiła od 73 do 80%, tłuszczu od 55 do 63%, a BAW w granicach 41 do 60%. Strawność białka wytlóków rzepakowych ocenianych przez Smulikowską i in. (2006) oznaczona na trzytygodniowych kurczętach brojlerach wahała się od 75,4 do 78,9%, natomiast tłuszczu surowego od 74,3 do 92,8%, i były to wartości wyższe od uzyskanych w badaniach własnych. Retencja substancji organicznej z wytlóków ocenianych przez Smulikowską i in. (2006) wynosiła od 36,6 do 49,1%. W innych badaniach Smulikowska i in. (1997) podają, że strawność białka kształtowała się w granicach 69,5–78,6%, tłuszczu 72,7–83,1%, a BAW od 37,1 do 47,7% i są to wartości zbliżone do uzyskanych w badaniach własnych. Retencja energii z makuchów wynosiła od 45,2 do 57,35%. Kurczęta lepiej trawiły składniki pokarmowe oraz wykorzystywały energię z makuchów otrzymanych z odmiany Kana. Strawność białka ogólnego z tego makuchu była wyższa o 7% niż z odmiany Lirajet. Tłuszcz surowy z makuchu odmiany Kana był natomiast trawiony o 8% lepiej niż z makuchu uzyskanego z odmiany Marita. Uzyskane różnice dotyczące strawności podstawowych składników pokarmowych między makuchami z poszczególnych odmian nie zostały jednak w tych badaniach potwierdzone statystycznie. Obliczona energia metaboliczna makuchów ocenianych w badaniach własnych wahała się od 11,2 do 14,3 MJ/kg i mieściła się w granicach wartości podawanych dla wytlóków rzepakowych uzyskiwanych podczas tłoczenia nasion różnymi metodami. Energia

Tabela 3

Strawność oraz wartość energetyczna makuchów rzepakowych  
*Digestibility and energy value of rape cakes*

Wyszczególnienie <i>Specification</i>	Makuchy rzepakowe odmiany <i>Rape cake of cultivar</i>			SEM
	Lirajet	Marita	Kana	
Współczynniki strawności: <i>Digestibility coefficients:</i>				
— substancja organiczna, % <i>organic matter</i>	37,3	32,3	43,0	2,35
— białko ogólne, % <i>crude protein</i>	72,8	73,1	80,1	1,95
— tłuszcz surowy, % <i>crude fat</i>	58,6	54,7	63,0	1,89
— bez-N-wyciągowe, % <i>N-free- extract</i>	41,1	52,6	60,5	3,76
— współczynnik retencji energii, % <i>coefficient of energy retention</i>	45,2	47,76	57,35	3,13
Pozorna energia metaboliczna, MJ/kg <i>Apparent metabolizable energy</i>	11,2	12,0	14,3	0,73

Średnie w rzędach nie różniły się istotnie przy  
*Means in the rows are not significantly different*

metaboliczna wyłoków rzepakowych o zróżnicowanej zawartości tłuszczu oznaczona na kurczętach brojlerach przez Smulikowską i in. (1997) wahała się od 8,55 do 14,6 MJ/kg suchej masy. Wartość współczynników strawności białka ogólnego, tłuszczu surowego oraz BAW wyłoków rzepakowych określona na kurczętach brojlerach przez Smulikowską i in. (1997) wynosiła odpowiednio: od 69,3 do 83%, od 72,7 do 83,1% oraz od 37,1 do 68,3%. Uzyskane wyniki w badaniach własnych dotyczące strawności podstawowych składników pokarmowych oraz zawartości energii metabolicznej w pewnym stopniu różniły się od podawanych przez innych autorów, ale mogło to być spowodowane zastosowaniem innej technologii tłoczenia oleju z nasion rzepaku, ilością pozostałego tłuszczu w makuchach, a także zawartością glukozyolanów.

## Podsumowanie

Nie stwierdzono istotnych różnic w strawności składników pokarmowych oraz wartości energetycznej pomiędzy makuchami rzepakowymi uzyskanymi z trzech ocenianych odmian, ale były one nieco korzystniejsze w przypadku makuchów z odmiany Kana.

## Literatura

---

- AOAC. Association of Official Analytical Chemists. 1990. Official Methods of Analysis. 14th Edition, Washington, DC.
- Banaszekiewicz T. 2000. Ocena wartości pokarmowej nowych odmian rzepaku w testach na kurczętach brojlerach. Rozprawa naukowa 61, AP w Siedlcach.
- Korol W., Jašekiewicz T., Bartuzi G., Bogusz G., Nieścior H., Grabowski C., Mojek. J. 1994. Chemical composition of rape seed from low glucosinolate varieties grown in Poland. *J. Anim. Feed Sci.*, 3: 57-64.
- Łukaszewski Z. 1996. Wartość pokarmowa i wartość biologiczna białka ulepszonych krajowych i zagranicznych odmian rzepaku w badaniach na zwierzętach laboratoryjnych. Praca doktorska, AR Szczecin.
- Mińkowski K., Krygier K. 1998. Wpływ odmiany i wielkości nasion rzepaku na ich charakterystykę fizyko-chemiczną. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XIX (1): 219-230.
- Normy Żywienia Drobiu. 2005. IFiZZ PAN Jabłonna.
- Podkówka Z., Podkówka W., Dorszewski P. 1994. Skład chemiczny i wartość pokarmowa wytlóków z nasion rzepaku otrzymywanych przy zastosowaniu prasy O2PVO. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XV (2): 179-182.
- Podkówka Z., Podkówka W., Dorszewski P., Szterk P. 1996. Wartość pokarmowa wytlóków powstających przy produkcji biopaliwa – EPAL. *Mat. Konf. Sposoby doskonalenia produkcji zwierzęcej oraz racjonalne żywienie bydła i świń*, Barzkowice, 21-27.
- Podkówka W., Podkówka Z., Petkov K. 2006. Wartość pokarmowa wytlóków z nasion rzepaku. [W:] *Zastosowanie osiągnięć nauk podstawowych w hodowli bydła*. Wydawnictwo AR Kraków, 109-115.
- Smulikowska S., Pastuszewska B., Mieczkowska A., Ochtabińska A. 1997. Chemical composition, energy value for chickens and protein utilization in rats of rapeseed expeller cakes produced by different pressing technologies. *J. Anim. Feed Sci.*, 6: 109-121.
- Smulikowska S., Pastuszewska B., Ochtabińska A., Mieczkowska A. 1998. Composition and nutritional value for chickens and rats of seeds, cake and solvent meal from low-glucosinolate yellow seeded spring rape and dark seeded winter rape. *J. Anim. Feed Sci.*, 7: 415-428.
- Smulikowska S., Mieczkowska A., Czerwiński J., Weremko D., Nguyen C.V. 2006. Effects of exogenous phytase in chickens fed diets with differently processed rapeseed expeller cakes. *J. Anim. Feed Sci.*, 15: 237-252.
- Wójtowicz M., Wielebski F. 1995. Wpływ wiosennego nawożenia azotem przy różnym uwilgotnieniu gleby na plon, elementy plonotwórcze i zawartość glukozyzolanów w nasionach trzech odmian rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XVI (2): 157-164.