

## MAKUCH RZEPAKOWY W MIESZANKACH Z DODATKIEM JODU, KSYLANAZY LUB FITAZY W TUCZU ŚWIŃ\*

Ewa Hanczakowska<sup>1</sup>, Karol Węglarzy<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institut Zootechniki Państwowy Instytut Badawczy, Dział Żywienia Zwierząt i Paszoznawstwa,  
32-083 Balice k. Krakowa

<sup>2</sup>Zakład Doświadczalny Instytutu Zootechniki Państwowego Instytutu Badawczego,  
Grodziec Śląski, 43-386 Świętoszówka

*Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu użycia w dawkach dla tuczników makuchu rzepakowego (RPC). Doświadczenie przeprowadzono na 96 świniach o masie ciała około 25 kg przydzielonych do 6 grup. Grupa I (kontrolna) otrzymywała mieszankę standardową. Do mieszanek dla grup II i III wprowadzono odpowiednio 10 lub 15% RPC głównie kosztem sruły sojowej. Grupy IV, V i VI otrzymywały tę samą mieszankę co grupa III z dodatkiem odpowiednio: jodu, ksylanazy lub fitazy. Mierzono przyrosty masy ciała tuczników, spożycie paszy, przeprowadzono ocenę tuszy i jakości mięsa. Oznaczono też pozorną strawność składników pokarmowych mieszanki grower. Makuchy nie miały istotnego wpływu na przyrosty zwierząt ani wykorzystanie paszy. Nie stwierdzono również istotnego wpływu makuchu rzepakowego w mieszance na pozorną strawność białka, tłuszczu i bezazotowych wyciągowych. Wyższa ilość makuchu w mieszance paszowej istotnie obniżyła pozorną strawność suchej masy ( $P<0,05$ ), a także włókna ( $P<0,01$ ). Nie było także różnic w ocenie tusz z wyjątkiem niewielkiego obniżenia wydajności rzeźnej. Jakość mięsa była podobna u zwierząt wszystkich grup. W ocenie sensorycznej stwierdzono różnice w kruchości mięsa, która była wyższa w przypadku zwierząt otrzymujących 10% makuchu niż otrzymujących jego wyższy dodatek ( $P<0,01$ ). Kruchość mięsa poprawiły też dodatki fitazy lub ksylanazy ( $P<0,01$ ) i jodu ( $P<0,05$ ). Użyte dodatki nie miały jednak istotnego wpływu na wskaźniki tuczu i jakość tusz. Wyniki sugerują, że do paszy dla tuczników można wprowadzić do 15% makuchu rzepakowego bez pogorszenia wyników tuczu i jakości produktu.*

Rzepak jest w Polsce najważniejszym źródłem tłuszczu roślinnego. Po jego ekstrakcji, zależnie od zastosowanej metody, powstają sruła (po ekstrakcji rozpuszczalnikiem) lub makuch (po wyciśnięciu oleju na zimno). Oba te produkty zawierają znaczne ilości wartościowego białka, bogatego w aminokwasy siarkowe, występujące na ogół w białkach roślinnych w niedoborze (Bos i in., 2007). Ekstrakcja rozpuszczalnikami umożliwia odzyskanie 95% obecnego w rzepaku tłuszczu, co w efekcie daje srułę o niskiej zawartości energii (Spragg i Mailer, 2007). Proces wyciskania jest mniej wydajny, dzięki czemu makuchy zawierają jeszcze do 20% tłuszczu (Smulikowska, 2004).

---

\*Praca finansowana z tematu statutowego nr 2303.1.

Produkty rzepakowe zawierają substancje antyodżywcze, które ograniczają ich wykorzystanie w żywieniu zwierząt. Są to głównie glukozynolany, które ulegają hydrolizie do mniej lub bardziej toksycznych związków (Lugasi i Varga, 2006) i fityniany (Vig i Walia, 2001). Ponieważ w procesie wytlaczania rzepak nie ulega podgrzaniu do wysokiej temperatury, glukozynolany mogą ulegać rozkładowi pod wpływem enzymu myrozynazy do toksycznych nitryli i izotiocjanianów. Przyswajalność białka makuchu może być również obniżona przez wysoką zawartość włókna (Kracht i in., 2004). Ich negatywnemu działaniu można zapobiegać przez dodatek jodu (Schöne i in., 2001), fitazy (Liao i in., 2005) lub enzymów fibrolitycznych (Meng i in., 2002).

Pasze zawierające rzepak są niechętnie wyjadane przez świnię. W doświadczeniu Lee i Hilla (1983) tuczniaki mając do wyboru śrutę sojową lub rzepakową wybierały tę pierwszą, ale spożycie rzepaku zależało od jego odmiany. Również Kyriazakis i Emmans (1993) stwierdzili, że tuczniaki chętniej wyjadały mączkę rybną niż rzepak, a rzepak niskoglukozylanowy chętniej niż rzepak o wyższej zawartości glukozynolanów. Według Turyk i in. (2003) zastąpienie 25% śruty sojowej przez makuch rzepakowy znacznie obniża przyrosty.

Ponieważ do uprawy wprowadzane są nowe, ulepszone odmiany rzepaku, a równocześnie areal tych upraw rośnie m.in. ze względu na zapotrzebowanie na biopaliwa, celowe wydawało się określenie poziomu makuchu w paszy dla tuczników niepowodującego obniżenia wskaźników produkcyjnych oraz zbadanie możliwości poprawy wartości pokarmowej makuchu przez dodatek jodu lub enzymów paszowych.

## Material i metody

Wszystkie wykonane w tych badaniach prace zostały zaaprobowane przez II Lokalną Komisję Etyczną do Badań na Zwierzętach. Doświadczenie przeprowadzono na 96 świniami o początkowej masie około 29 kg przydzielonych do 6 grup po 16 zwierząt (8 loszek i 8 wieprzków) w każdej. Grupa I (kontrolna) otrzymywała mieszankę podstawową opartą na jęczmieniu, pszenicy i poekstrakcyjnej śrucie sojowej. W grupie II w mieszance podstawowej część śruty sojowej poekstrakcyjnej i jęczmiennej zastąpiono makuchem rzepakowym (odmiany Digger), tak by jego poziom w dawce wynosił 10%. W grupie III na takiej samej zasadzie jego ilość wynosiła 15%. Grupy IV, V i VI otrzymywały mieszankę zawierającą 15% makuchu oraz odpowiednio: 300 mcg jodu, 200 mg ksylanazy lub 250 PU fitazy mikrobiologicznej w kg paszy. Skład mieszanek paszowych podano w tabelach 1 i 2. Zwierzęta trzymano w indywidualnych klatkach, a woda była dostępna do woli. Ilość podawanej paszy zmieniano zależnie od masy ciała: 1,6 kg dziennie od 29 kg do 3,2 kg powyżej 80 kg. Paszę ważono i podawano codziennie.

Tuczniaki ubito przy masie ciała około 113 kg. Tusze oceniano metodą standardową SKURTC (Różycki i Tyra, 2010) i pobrano próbki mięśnia najdłuższego pomiędzy ostatnim piersiowym a pierwszym kręgiem lędźwiowym do analizy. Kwasowość mięsa mierzono przy pomocy pH-metru wyposażonego w elektrodę Metron OSH 12-00 po upływie 45 minut i 24 godzin po uboju. Barwę mięsa oznaczano kolorymetrem Minolta. Współczynnik wodochłonności określano wg Graua i Hamma (1953). Ocenę sensoryczną mięsa wykonano w 5-punktowej skali.

Tabela 1. Skład mieszanek paszowych grower (%)  
Table 1. Composition of grower diets (%)

Składnik Component	Grupa kontrolna Control	Makuch rzepakowy Rapeseed press cake	
		10%	15%
Jęczmień Barley	504,2	473	452,5
Pszenica Wheat	200	200	200
Śruta sojowa poekstrakcyjna Soybean meal	220	150	120
Makuch rzepakowy Rapeseed press cake	-	100	150
Otręby pszenne Wheat bran	50	50	50
Sól Salt	2,5	2,5	2,5
Kreda pastewna Ground limestone	9	10	10
Fosforan paszowy Feed phosphate	7	8	9
Premix PT-1*	5	5	5
Lizyna krystaliczna L-lysine	1,8	1,5	1
Metionina Methionine	0,5	-	-
Zawartość składników w 1 kg mieszanki: Content of nutrients in 1 kg of diet:			
energia metaboliczna (MJ)** metabolizable energy (MJ)	12,49	12,54	12,56
sucha masa (g) dry matter (g)	872,6	872,2	871,7
białko ogólne (g) crude protein (g)	173	171	177
tłuszcz surowy (g) crude fat (g)	33,5	45,8	47,9
włókno surowe (g) crude fibre (g)	24,6	36,3	36,6
Lys (g)	10,0	9,95	9,98
Met + Cys (g)	6,21	6,13	6,52
Thr (g)	6,10	6,48	6,93
Trp (g)	2,10	2,69	3,07
Ca	7,86	8,18	8,27
P	5,65	5,33	5,27

\*PT-1 skład premiksu: witaminy: A – 1600000 IU; D<sub>3</sub> – 200000 IU; E – 6,0 g; K<sub>3</sub> – 0,3 g; B<sub>1</sub> – 0,2 g; B<sub>2</sub> – 0,6 g; B<sub>6</sub> – 0,3 g; B<sub>12</sub> – 0,002 g; kwas pantotenowy – 2,0 g; chlorek choliny – 40 g; kwas foliowy – 0,04 g; kwas nikotynowy – 3,0 g; magnez – 8,0 g; mangan – 10,0 g; jod – 0,06 g; cynk – 14,0 g; żelazo – 20,0 g; miedź – 4,0 g; kobalt – 0,04 g; selen – 0,04 g; kreda do 1000,0 g.

\*PT-1 premix composition: Vitamins: A – 1600000 IU; D<sub>3</sub> – 200000 IU; E – 6.0 g; K<sub>3</sub> – 0.3 g; B<sub>1</sub> – 0.2 g; B<sub>2</sub> – 0.6 g; B<sub>6</sub> – 0.3 g; B<sub>12</sub> – 0.002 g; pantothenic acid – 2.0 g; choline chloride – 40 g; folic acid – 0.04 g; nicotinic acid – 3.0 g; magnesium – 8.0 g; manganese – 10.0 g; iodine – 0.06 g; zinc – 14.0 g; iron – 20.0 g; copper – 4.0 g; cobalt – 0.04 g; selenium – 0.04 g; limestone to 1000.0 g.

\*\* EM obliczono używając wzorów Hoffmanna i Schiemanna (1980).

\*\* ME calculated using the equations of Hoffmann and Schiemann (1980).

Tabela 2. Skład mieszanek paszowych finiszera (%)  
Table 2. Composition of finisher diets (%)

Składnik Component	Grupa kontrolna Control	Makuch rzepakowy Rapeseed press cake	
		10%	15%
Jęczmień Barley	570	528,2	518,5
Pszenica Wheat	200	200	200
Śruta sojowa Soybean meal	160	100	60
Makuch rzepakowy Rapeseed press cake	-	100	150
Otręby pszenne Wheat bran	50	50	50
Sól Salt	2	2	2,5
Kreda pastewna Ground limestone	10	10	10
Fosforan paszowy Feed phosphate	2	4	4
Premix PT-1*	5	5	5
Premix			
Lizyna krystaliczna L-lysine	1	0,8	-
Zawartość składników w 1 kg mieszanki Content of nutrients in 1 kg diet			
energia metaboliczna (MJ)** metabolizable energy (MJ)	12,44	12,49	12,51
sucha masa (g) dry matter (g)	866,4	871,2	866,5
białko ogólne (g) crude protein (g)	156	158	158
tłuszcz surowy (g) crude fat (g)	39,9	55,1	56,9
włókno surowe (g) crude fibre (g)	33,6	41,8	36,0
Lys (g)	8,04	8,27	8,15
Met + Cys (g)	5,31	5,79	6,04
Thr (g)	5,44	5,93	6,16
Trp (g)	1,87	2,50	2,81
Ca (g)	6,99	7,17	7,02
P (g)	4,59	4,48	4,22

\*PT-2 skład premiksu: witaminy: A – 1600000 IU; D<sub>3</sub> – 200000 IU; E – 4,0 g; K<sub>3</sub> – 0,3 g; B<sub>2</sub> – 0,6 g; B<sub>12</sub> – 0,002 g; kwas pantotenowy – 1,6 g; chlorek choliny – 40 g; kwas nikotynowy – 2,0 g; magnez – 8,0 g; mangan – 10,0 g; jod – 0,06 g; cynk – 14,0 g; żelazo – 10,0 g; miedź – 4,0 g; kobalt – 0,04 g; selen – 0,04 g; kreda do 1000,0 g.

\*\*PT-2 premix composition: Vitamins: A – 1600000 IU; D<sub>3</sub> – 200000 IU; E – 4.0 g; K<sub>3</sub> – 0.3 g; B<sub>2</sub> – 0.6 g; B<sub>12</sub> – 0.002 g; pantothenic acid – 1.6 g; choline chloride – 40 g; nicotinic acid – 2.0 g; magnesium – 8.0 g; manganese – 10.0 g; iodine – 0.06 g; zinc – 14.0 g; iron – 10.0 g; copper – 4.0 g; cobalt – 0.04 g; selenium – 0.04 g; limestone to 1000.0 g.

\*\* EM obliczono używając wzorów Hoffmanna i Schiemanna (1980).

\*\* ME calculated using the equations of Hoffmann and Schiemann (1980).

Doświadczenie strawnościowe przeprowadzono na 18 tucznikach nie pochodzących z doświadczenia wzrostowego, przydzielonych do 3 grup odpowiadających pierwszym trzem grupom z doświadczenia wzrostowego. Zwierzęta o masie ciała około 50 kg były utrzymywane w indywidualnych klatkach strawnościowych. Okres wstępny trwał 10 dni, a bilansowy (kolekcja kału) 5 dni. Kały od poszczególnych osobników były zbierane codziennie, ważone i mrożone w  $-20^{\circ}\text{C}$ . Przy zakończeniu okresu kolekcji próbki ze wszystkich dni zmieszano i przygotowano średnią próbkę dla każdego tuczniaka. Skład podstawowy pasz i kałów oznaczano metodami standardowymi (AOAC, 2005). Zawartość glukozynolanów w badanym makuchu oznaczano metodą HPLC (PN-EN ISO 91-67-1.)

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie przy pomocy jednoczynnikowej analizy wariancji oraz testu rozstępu Duncana, przy użyciu programu Statistica 5.1

## Wyniki

Makuchy zawierały około 29% białka, 12% włókna i 24  $\mu\text{mol}$  glukozynolanów w 1 g suchej masy beztłuszczowej (tab. 3).

Tabela 3. Skład podstawowy i zawartość glukozynolanów w badanym makuchu  
Table 3. Gross composition and glucosinolate content in rapeseed press cake

Sucha masa ( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ sm}$ ):	887
Dry matter ( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ dm}$ ):	
białko ogólne	291
crude protein	
ekstrakt eterowy	137
ether extract	
popiół	59
ash	
włókno surowe	119
crude fibre	
NDF	230
ADF	172
ADL	63
Glukozynolany ( $\mu \text{ mol/g sm beztł.}$ )	23,6
Glucosinolates ( $\mu\text{mol/g fat-free dm}$ )	

Nie było istotnych różnic w przyrostach między grupą kontrolną a grupami doświadczalnymi (tab. 4), choć w pierwszym okresie doświadczenia tuczniki otrzymujące 10 lub 15% makuchów przyrastały nieco lepiej niż kontrolne. Nie było również istotnych różnic w wykorzystaniu paszy. Żaden z dodatków nie poprawił wyników tuczu. Zastosowany dodatek jodu, ksylanazy lub fitazy nie miał istotnego wpływu na uzyskane przyrosty tuczników, a nawet były one niższe niż u zwierząt kontrolnych i otrzymujących 15% makuchu. Płeć tuczników nie miała również istotnego wpływu na uzyskane przyrosty masy ciała.

Tabela 4. Wyniki tuczu  
Table 4. Fattening results

	Grupa kontrolna Control	Udział makucho rzepakowego Proportion of rapeseed press cake				Płeć Sex		SEM	Interakcja Interaction	
		10%	15%	15% + jod iodine	15% + ksylanaza xylanase	15% + fitaza phytase	loszki gilts			wieprzki barrows
MC początkowa (kg)	29,7	29,8	29,2	28,7	29,1	27,4	29,5	28,4	0,344	NS
Initial BW (kg)										
MC końcowa doświadczenia (kg)	113,7	114,0	113,1	112,6	113,5	112,4	113,0	113,4	0,350	NS
Final experimental BW (kg)										
Średni przyrost dzienny (g) – Average daily weight gain (g)										
30–60 kg	742	752	763	727	730	739	739	745	5,81	NS
60–113 kg	885	851	878	871	867	850	864	869	6,89	NS
30–113 kg	826	812	829	810	810	802	814	817	5,39	NS
Zużycie paszy na 1 kg przyrostu (kg/kg) – Feed conversion ratio (kg/kg gain)										
30–60 kg	2,68	2,67	2,60	2,74	2,79	2,73	2,75	2,66	0,03	NS
60–113 kg	3,50	3,61	3,51	3,53	3,55	3,62	3,56	3,54	0,03	NS
30–113 kg	3,19	3,30	3,18	3,23	3,26	3,26	3,27	3,20	0,02	NS

Tabela 5. Wyniki oceny poubojowej  
Table 5. Results of postslaughter evaluation

	Grupa kontrolna Control	Udział makuchu rzepakowego Proportion of rapeseed press cake				Płeć Sex		SEM	Interakcja Interaction	
		15% + jod iodine		15% + ksylanaza xyylanase		loszki gilts	wieprzki barrows			
		10%	15%	15% + fitaza phytase	15% + fitaza phytase					
Masa ciała przed ubojem (kg) Body weight at slaughter (kg)	113,7	114,0	113,1	112,6	113,5	112,3	113,4	113,0	0,350	NS
Wydajność rzeźna (%) Dressing percentage	78,2 b	77,8 ab	76,7 a	77,2 ab	77,5 ab	77,5 ab	77,4	77,6	0,156	NS
Mięso szynki (%) Meat of ham (%)	80,4 ab	79,5 ab	79,9 ab	78,9 a	80,3 ab	80,9 b	79,6	80,4	0,254	*
Mięso wrybów podstawowych (kg) Meat of primal cuts (kg)	24,0	24,2	23,7	23,1	23,7	23,8	23,6	23,9	0,167	*
Powierzchnia oka poledwicy (cm <sup>2</sup> ) Loin eye area (cm <sup>2</sup> )	55,4	57,3	57,5	54,9	57,4	58,4	57,3	56,3	0,563	*
Mięsność Meatiness of carcass (%)	55,5	55,6	56,0	55,3	55,4	56,0	55,4	55,8	0,289	*
Średnia grubość słoniny z 5 pom. (cm) Backfat of 5 measurements (cm)	2,16	2,14	1,99	2,11	2,18	2,19	2,13	2,12	0,032	*
Średnia grubość słoniny w punkcie C Backfat in point C (cm)	1,01	0,98	0,86	0,94	0,96	0,94	0,94	0,95	0,025	*
Masa wątroby (kg) Weight of liver (kg)	1,89	1,95	1,98	1,95	1,99	1,93	1,95	1,94	0,019	-
Masa tarczycy (g) Weight of thyroid (g)	13,2	14,4	14,0	13,6	13,4	12,3	13,0	13,9	0,400	-

Wartości oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie (P<0,05).

Values in rows followed by the same letters are not statistically different (a, b – P<0,05).

Tabela 6. Wyniki oceny jakości mięsa  
Table 6. Meat quality traits

	Grupa kontrolna Control	Udział makucho rzepakowego Proportion of rapeseed press cake						Płeć Sex		SEM	Interakcja Interaction
		10%	15%	15% + jod iodine	15% + ksylanaza xylanase	15% + fitaza phytase	loszki gilts	wieprzki barrows			
		6,26	6,34	6,25	6,35	6,27	6,29	6,29			
pH 45 min po uboju	6,25								0,018	NS	
pH 45 min after slaughter											
pH 24 godz. po uboju	5,62	5,63	5,72	5,63	5,63	5,63	5,63	5,67	0,015	NS	
pH 24 h after slaughter											
Barwa mięsa L*a*b* – Meat colour L*a*b* :											
jasność L* lightness L*	49,8	50,5	48,6	49,2	50,7	49,1	50,1	0,365		NS	
wysycenie w kierunku czerwieni a* redness a*	16,2	16,1	16,3	16,4	16,3	16,4	16,2	0,087		NS	
wysycenie w kierunku żółci b* yellowness b*	2,2	2,0	2,0	2,1	2,4	1,9	2,3	0,099		NS	
Wodochłonność (%) Water holding capacity (%)	17,5	18,3	17,7	18,3	19,1	17,9	18,1	0,291		NS	
Ocena sensoryczna mięsa – Sensory evaluation of meat:											
zapach – aroma	4,67	4,44	4,63	4,62	4,60	4,54	4,62	0,033		NS	
smak – taste	4,67	4,52	4,71	4,60	4,54	4,55	4,67	0,045		NS	
kruchość – tenderness	4,38 ABab	4,60 Bb	4,50 Ab	4,58 Bb	4,60 Bb	4,45	4,51	0,036		NS	
soczystość – juiciness	4,37	4,38	4,52	4,58	4,50	4,43	4,52	0,033		NS	

Wartości oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie (A, B – P<0,01; a, b – P<0,05).

Values in the same rows followed by the same letters are not statistically different (A, B – P<0,01; a, b – P<0,05).



Zastąpienie śruty sojowej większą ilością makuchu istotnie ( $P<0,05$ ) obniżyło wydajność rzeźną (tab. 5). W przypadku niższej ilości makuchu obniżenie nie było istotne. Dodatek jodu lub enzymów nie miał wpływu na tę cechę. Ilość mięsa w szynce była wyższa u tuczników otrzymujących fitazę w porównaniu do otrzymujących jod ( $P<0,05$ ). Na pozostałe cechy ani makuchy, ani dodatki nie miały istotnego wpływu.

Nie było również istotnych różnic w jakości mięsa (tab. 6) z wyjątkiem kruchości, która była wyższa w przypadku zwierząt otrzymujących 10% makuchu niż otrzymujących jego wyższy dodatek ( $P<0,01$ ). Kruchość mięsa poprawiły też dodatki fitazy lub ksylanazy ( $P<0,01$ ) i jodu ( $P<0,05$ ).

Wyższa ilość makuchu w mieszance paszowej istotnie ( $P<0,05$ ) obniżyła pozorną strawność suchej masy, a także włókna ( $P<0,01$ ) (tab. 7).

Tabela 7. Współczynniki strawności pozornej mieszanek paszowych (%)  
Table 7. Apparent digestibility of dietary nutrients (%)

	Grupa kontrolna Control	Udział makuchu rzepakowego Proportion of rapeseed press cake		SEM
		10%	15%	
Sucha masa Dry matter	82,5 b	81,3 ab	81,1 a	0,28
Białko ogólne Crude protein	83,8	81,9	82,3	0,53
Ekstrakt eterowy Ether extract	47,5	41,1	49,6	2,25
Włókno surowe Crude fibre	27,6 B	28,0 B	18,7 A	1,41
Bez N wyciągowe N-free extractives	90,0	90,3	90,0	0,14

Wartości oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie (A, B –  $P<0,01$ ; a, b –  $P<0,05$ ).

Values in rows followed by the same letters are not statistically different (A, B –  $P<0,01$ ; a, b –  $P<0,05$ ).

## Omówienie wyników

Zawartość białka i tłuszczu w badanych makuchach mieściła się w granicach podawanych przez Smulikowską (2004), tj. odpowiednio 25–31% i 9–21%.

Głównym czynnikiem antyodżywczym obecnym w rzepaku i jego produktach są glukozynolany (Brand i in., 2007). W doświadczeniu Schöne i in. (2001) 15% makuchu zawierającego 23,3 mmol/kg, czyli 3,5 mmol glukozynolanów w kg paszy, obniżało jej spożycie i przyrosty świń. Makuch użyty w tym doświadczeniu dostarczał, w przeliczeniu na te same jednostki, 2,4 mmol i 3,5 mmol glukozynolanów na kg paszy, odpowiednio w grupach II i III. Pomimo to nie stwierdzono ani zmian w jej wykorzystaniu, ani pogorszenia przyrostów. Różnice te mogą być wynikiem różnego składu dostarczanych z paszą glukozynolanów, a raczej produktów ich hydrolizy, w przeciwieństwie do nienaruszonych cząsteczek aktywnych biologicznie. Ich działanie jest zróżnicowane: izotiocyjaniiny powodują gorzki smak paszy (van Doorn i in., 1998), natomiast nitryle są toksyczne, zwłaszcza dla wątroby i nerek (Tanii i in.,

2004). Produkty hydrolizy w różnym stopniu oddziałują też na aktywność tarczycy (Schöne i in., 1990). Ponieważ proces technologiczny wpływa na skład produktów rozpadu glukozynolanów (Glencross i in., 2004), być może oznaczenie ich ogólnej ilości nie oddaje w pełni ich działania na kondycję zwierząt.

Brak wpływu zastosowanego dodatku jodu na wyniki tuczu może świadczyć, że przy 15% makuchu w dawce ilość substancji antyodżywczych była zbyt mała, by ujawnił się ich szkodliwy wpływ. Schöne i in. (1991) uzyskali poprawę wyników po zastosowaniu wysokiej dawki jodu, w tym samym okresie Bell i in. (1991) stwierdzili obniżenie przyrostów pod wpływem rzepaku, jednak w późniejszych badaniach Roth-Mailer i in. (2004) przy użyciu nowych odmian rzepaku, lecz o tej samej ogólnej zawartości glukozynolanów, wystąpiło jedynie niewielkie obniżenie przyrostów pod koniec doświadczenia. Również Brand i in. (2001) nie stwierdzili negatywnego wpływu 18% makuchu rzepakowego bez dodatków na przyrosty tuczników i zgodnie z ich opinią nowe odmiany rzepaku mogą być w żywieniu tuczników stosowane w wyższych dawkach niż odmiany tradycyjne.

Istotną poprawę przyrostów po zastosowaniu dodatku ksyłanazy do paszy dla tuczników otrzymali Fang i in. (2007), było to jednak najprawdopodobniej wynikiem niskiej jakości stosowanej śruty i makuchu rzepakowego (Chen i in., 2006). Świadczy o tym fakt, że stosując ten rzepak stwierdzono obniżenie przyrostów już przy 10% jego zawartości w paszy (Peng, 1995). Korzystny wpływ dodatku glukanazy i ksyłanazy do paszy zawierającej makuch rzepakowy stwierdziła również Smith (2005) w doświadczeniu na prosiętach, trzeba jednak wziąć pod uwagę, że prosięta nie mają w pełni rozwiniętego systemu trawienno, a więc reagują inaczej niż zwierzęta starsze. W doświadczeniu Czech i Greli (2010) dodatek preparatu enzymatycznego zawierającego fitazę, ksyłanazę,  $\beta$ -glukanazę i celulazę poprawił przyrosty tuczników otrzymujących paszę zawierającą 10% makuchu rzepakowego, jednak wyniki nadal były istotnie gorsze niż w grupie kontrolnej otrzymującej poekstrakcyjną śrutę sojową.

Na ogół uważa się, że glukozynolany nie mają wpływu na ocenę tuszy (Roth-Mailer i in., 2004; Tripathi i Mishra, 2007), co potwierdziło się w przedstawionym doświadczeniu. Stwierdzono jedynie niewielkie pogorszenie wydajności rzeźnej, istotne jednak w przypadku wyższej dawki makuchu. Stwierdzono również niewielki (nieistotny) wzrost ciężaru tarczycy, co jest charakterystyczne przy stosowaniu pasz zawierających glukozynolany (Bourdon i Aumaitre, 1990) i wiąże się z metabolizmem jodu.

Jakość mięsa i jedna z jej cech – kruchość, której zmiany stwierdzono w przedstawionych badaniach, zależą od wielu czynników. Żywienie i stosowanie dodatków paszowych są jednymi z nich (Maltin i in., 2003). O tym, że dodatek enzymów może je poprawiać, świadczą również wyniki, jakie uzyskali Omojola i Adesehinva (2007) stosując preparat wieloenzymatyczny, w skład którego wchodziła również ksyłanaza.

Istotne obniżenie strawności włókna przy wyższej dawce makuchu było najprawdopodobniej wynikiem zwiększonej zawartości lusek w paszy. Łuski nasion rzepaku, zwłaszcza odmian brązowych, zawierają znaczne ilości lignin, nietrawionych przez świnie (Bell i Shires, 1982). To obniżenie strawności włókna znajduje odbicie w gor-

szej strawności suchej masy, natomiast nie ma wpływu na strawność pozostałych składników paszy (Mitaru i in., 1984).

Przedstawione badania wskazują, że w tuczu świń można bez pogorszenia wskaźników produkcyjnych wprowadzić do dawki 15% makuchu rzepakowego, zastępując nim poekstrakcyjną śrutę sojową. Makuchy nie miały wpływu na jakość tusz i mięsa. Zastosowane dodatki nie poprawiły wyników produkcyjnych, a jedynie w niewielkim stopniu poprawiły jakość mięsa, co poddaje w wątpliwość celowość ich stosowania.

### Piśmiennictwo

- AOAC (2005). Official methods of analysis of AOAC. International 18th Edition, Horwitz W., Latimer G., Gaithersburg, MD, USA.
- Bell J.M., Keith M.O., Hutcheson D.S. (1991). Nutritional evaluation of very low glucosinolate canola meal. *Can. J. Anim. Sci.*, 71: 497–506.
- Bell J.M., Shires A. (1982). Composition and digestibility by pigs of hull fractions from rapeseed cultivars with yellow or brown seed coats. *Can. J. Anim. Sci.*, 62: 557–565.
- Bos C., Airinei G., Mariotti F., Benamouzing R., Bérot S., Evrard J., Fénart E., Tome D., Gaudichon C. (2007). The poor digestibility of rapeseed protein is balanced by its very high metabolite utilization in humans. *J. Nutr.*, 137: 594–600.
- Bourdon D., Aumaitre A. (1990). Low glucosinolates rapeseed and rapeseed meal: effect of technological treatments on chemical composition, digestible energy content and feeding value for growing pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 30: 175–191.
- Brand T.S., Brand D.A., Cruywagen C.W. (2001). Utilization of growing-finishing pig diets containing high levels of solvent or expeller oil extracted canola meal. *New Zeal. J. Agr. Res.*, 44: 31–35.
- Brand T.S., Smith N., Hoffman L.C. (2007). Anti-nutritional factors in canola produced in the Western and Southern Cape areas in South Africa. *S. Afr. J. Anim. Sci.*, 37: 45–50.
- Chen G., Peng J., Liu Z.L., Fang Z.F. (2006). Evaluation of quality characteristics and its influencing factors of Chinese rapeseed cakes and rapeseed meals. *J. Chin. Cereals Oils Assoc.*, 26: 95–99.
- Czech A., Grela E. (2010). Wykorzystanie makuchu rzepakowego z produkcji biopaliw w tuczu świń. W: *Rolnictwo XXI wieku – nowe aspekty gospodarowania*. IZ PIB, Kraków, ss. 267–276.
- Fang Z.F., Peng J., Tang T.J., Liu Z.L., Dai J.J., Jin L.Z. (2007). Xylanase supplementation improved digestibility and performance of growing pigs fed Chinese double-low rapeseed meal inclusion diets: *in vitro* and *in vivo* studies. *Asian-Austral. J. Anim.*, 20: 1721–1728.
- Glencross B., Hawkins W., Curnow J. (2004). Nutritional assessment of Australian canola meal. Part I. Evaluation of canola oil extraction methods and meal processing conditions on the digestible value of canola meal fed to red seabream (*Pagrus auratus*, Paulin). *Aquac. Res.*, 35: 15–24.
- Grau R., Hamm R. (1953). Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung im Muskel. *Naturwissenschaften*, 40, p. 29.
- Hoffmann L., Schiemann R. (1980). Van der Kalmorie zum Joule: Neue Größenbeziehungen bei Messungen des Energienisaties und bei der Berechnung von Kennzahlen der energetischen Futterbewertung. *Arch. Tierernährung.*, 30: 733–742.
- Kracht W., Danicke S., Kluge H., Keller K., Matzke W., Hennig U., Schumann W. (2004). Effect of dehulling of rapeseed on feed value and nutrient digestibility of rape products in pigs. *Arch. Anim. Nutr.*, 58: 389–404.
- Kyriazakis Y., Emmans G.C. (1993). The effect of protein source on the diet selected by pigs given choice between a low and high protein food. *Physiol. Behav.*, 53: 683–688.
- Lee P.A., Hill R. (1983). Voluntary food intake of growing pigs given diets containing rapeseed meal, from different types and varieties of rape, as the only protein supplement. *Br. J. Nutr.*, 50: 661–671.
- Li J., El Rassi Z. (2002). High performance liquid chromatography of phenolic choline ester fragments derived by chemical and enzymatic fragmentation process: analysis of sinapine in rape seed. *J. Agric. Food Chem.*, 50: 1368–1373.

- Liao S.F., Sauer W.C., Kies A.K., Zhang Y.C., Cervantes M., He J.M. (2005). Effect of phytase supplementation to diets for weanling pigs on the digestibilities of crude protein, amino acids, and energy. *J. Anim. Sci.*, 83: 625–633.
- Lugasi A., Varga T. (2006). Non-nutritive biologically active plant components: glucosinolates, their sources and their nutritional significance. *Orv. Hetil.*, 147: 1361–1368.
- Maltin C., Balcerzak D., Tilley R., Delday M. (2003). Determinants of meat quality: tenderness. *Proc. Nutr. Soc.*, 62: 337–347.
- Meng X.F., Omogbenigun F.O., Nyachoti C.M., Slominski B.A. (2002). Degradation of cell wall polysaccharides by a combination of carbohydrase enzymes: *in vivo* and *in vitro* studies. *J. Anim. Sci.*, 80 (Suppl. 1), p. 253 (Abstr.).
- Mitaru B.N., Blair R., Reichert R.D., Roe W.E. (1984). Dark and yellow rapeseed hulls, soybean hulls and a purified fiber source: their effects on dry matter, energy, protein and amino acid digestibilities in cannulated pigs. *J. Anim. Sci.*, 59: 1510–1518.
- Omojola A.B., Adesehinva A.O.K. (2007). Performance and carcass characteristic of broiler chickens fed diets supplemented with graded levels of Ronozyme G®. *Int. J. Poultry Sci.*, 6: 335–339.
- Peng J. (1995). The experiment of substituting Chinese double-low rapeseed meal for soybean meal on equal nitrogen basis in diets for growing-finishing pigs. *China Feed.*, 24: 13–16.
- Roth-Maier D.A., Böhmer B.M., Roth F.X. (2004). Effects of feeding canola meal and sweet lupin (*L. luteus*, *L. angustifolius*) in amino acid balanced diets on growth performance and carcass characteristic of growing and finishing pigs. *Anim. Res.*, 53: 21–34.
- Różycki M., Tyra M. (2010). Metodyka oceny wartości tucznej i rzeźnej przeprowadzana w Stacjach Kontroli Użytkowości Rzeźnej Trzody Chlewnej (SKURTCh). Stan Hodowli i Wyniki Oceny Świń. Wyd. wł. IZ Kraków, XXVII: 94–105.
- Schöne F., Tischendorf F., Leiterer M., Hartung H., Bargholz J. (2001). Effects of rapeseed-press cake glucosinolates and iodine on the performance, the thyroid gland and the liver vitamin A status of pigs. *Arch. Tierernähr.*, 55: 333–350.
- Schöne F., Winnefeld K., Kirchner E., Grun M., Lüdke H., Hennig A. (1990). Copper and iodine in pig diets with high glucosinolate rapeseed meal. Part 3. Treatment of rapeseed meal with copper and the effect of iodine on trace element status and some related blood (serum) parameters. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 30: 143–154.
- Seneviratne R.W., Young M.G., Beltranena E., Goonewardene L.A., Newkirk R.W., Zijlstra R.T. (2010). The nutritional value of expeller-pressed canola meal for grower-finisher pigs. *J. Anim. Sci.*, 88: 2073–2083.
- Smith N. (2005). The effect of the dietary inclusion of canola oilcake, full-fat canola and sweet lupins on the production performance and fat composition of broilers and pigs. *Praca na stopień M. of Sci. Univ. Stellenbosch. scholar.sun.ac.za/handle/10019.1/1637*.
- Smulikowska S. (2004). Wartość pokarmowa i wykorzystanie wytlóków rzepakowych w żywieniu drobiu i świń. *Mat. konf.: Wykorzystanie produktów pochodnych wytwarzania biopaliw w gospodarce paszowej i żywieniu zwierząt*. Wyd. IZ Kraków, ss. 15–23.
- Sprag J., Maier R. (2007). Canola meal value chain quality improvement. A final report prepared for AOF and Pork CRC. JSC Solutions Pty Ltd., Victoria, Australia. Cyt. za: Seneviratne i in. (2010).
- Tanii H., Takayasu T., Higashi T., Leng S., Saojoh K. (2004). Allylnitrile: generation from cruciferous vegetables and behavioral effects on mice of repeated exposure. *Food Chem. Toxicol.*, 42: 453–458.
- Tripathi M.K., Mishra A.S. (2007). Glucosinolates in animal nutrition: A review. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 132: 1–27.
- Turyk Z., Osek M., Kłoczek B., Witak B. (2003). The effect of protein feeds on fattening results and post-slaughter evaluation in swine. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 12/53: 63–67.
- Van Doorn H.E., van der Kruk G.C., van Holst G.J., Raaijmakers-Ruijs N., Postma E., Groeneweg B., Jongen W. (1998). The glucosinolate sinigrin and progoitrin are important determinants for taste preference and bitterness of mustard sprouts. *J. Sci. Food Agr.*, 78: 30–38.
- Vig A.P., Walia A. (2001). Beneficial effects of *Rhizopus oligosporus* fermentation on reduction of glucosinolates, fibre and phytic acid in rapeseed (*Brassica napus*) meal. *Bioresource Technol.*, 78: 309–312.

Zatwierdzono do druku 14 V 2012

EWA HANCZAKOWSKA, KAROL WĘGLARZY

**Rapeseed press cake in pig fattening diets supplemented with iodine, xylanase or phytase**

SUMMARY

The aim of this experiment was to determine the effect of including rapeseed press cake (RPC) in fattener diets. The experiment was performed on 96 pigs weighing about 25 kg and allocated to 6 groups. Group I (control) was fed standard diet. In the diets for groups II and III, 10 or 15% of RPC, respectively, replaced mainly soybean meal. Groups IV, V and VI received the same diet as group III supplemented with iodine, xylanase and phytase, respectively. Weight gains, feed consumption, carcass traits and meat quality were evaluated. Apparent digestibility of nutrients in grower diet was also determined.

RPC had no significant effect on weight gains and feed conversion. There was also no significant effect of RPC on apparent digestibility of protein, fat or N-free extractives. Higher amount of RPC in the diet significantly decreased apparent digestibility of dry matter ( $P<0.05$ ) and fibre ( $P<0.01$ ). There were also no differences in carcass traits except a small decrease in dressing percentage. Meat quality was similar in animals from all groups. Sensory evaluation revealed differences in meat tenderness, which was higher in animals receiving 10% of RPC compared to those receiving a higher amount ( $P<0.01$ ). Meat tenderness was also improved by supplements of phytase or xylanase ( $P<0.01$ ) and iodine ( $P<0.05$ ). The supplements used had no significant effect on fattening results and carcass quality. It is concluded that up to 15% of RPC could be used in pig feeds without detrimental effects to fattening results and product quality.

Key words: pig fattening, rapeseed press cake, iodine, xylanase, phytase.