

## Wartość odżywcza wyłoków rzepakowych produkowanych w kraju dla drobiu

Stefania Smulikowska

*Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt im. Jana Kielanowskiego, PAN, 05-110 Jabłonna*

W najbliższych latach należy oczekiwać znacznego zwiększenia podaży wyłoków rzepakowych, gdyż technologie wyłaczania są najczęściej wykorzystywane do produkcji oleju rzepakowego przeznaczonego jako dodatek do paliw płynnych. W Polsce istnieje obecnie kilkanaście małych i średnich przedsiębiorstw zajmujących się tłoczeniem oleju z rzepaku, a ich liczba szybko rośnie. Z uwagi na wyższą wartość energetyczną wyłoki (makuchy) rzepakowe mają znacznie większą wartość dla drobiu niż śruta rzepakowa i mogłyby zastąpić częściowo śrutę sojową w mieszankach. Jednak, jak wynika z moich rozmów z producentami pasz, hodowcy drobiu nieufnie odnoszą się do mieszanek z udziałem wyłoków. Jeżeli nastawienie hodowców nie ulegnie zmianie, będziemy wyłoki eksportować, a kupować znacznie droższą śrutę sojową, z oczywistą szkodą dla naszego rolnictwa. W artykule podsumowano dotychczasowe badania nad wartością odżywczą wyłoków produkowanych w kraju oraz omówiono ograniczenia w ich stosowaniu, związane z zawartymi w nich substancjami o działaniu antyżywniowym, a także wpływ mieszanek z wyłokami na jakość produktów drobiarskich.

### Wartość odżywcza wyłoków rzepakowych

Systematyczne badania porównawcze wartości odżywczej dla drobiu wyłoków rzepakowych produkowanych w kraju są jak dotąd nieliczne. W tabeli 1 podano wyniki otrzymane w badaniach własnych (Smulikowska i in., 1997, 2006 a, b), dotyczące próbek wyłoków tłoczonych

„na zimno” w małych lub średniej wielkości wytwórniach, w większości z użyciem pras ślimakowych 02PVO (Bispomasz, Bydgoszcz), oraz jednej próbki z użyciem prasy CB-50 (Niemcy). Nie posiadaliśmy danych dotyczących odmian rzepaku użytych do produkcji ani metod i zakresu temperatur użytych przy suszeniu nasion. Według deklaracji producentów wszystkie nasiona pochodziły z przemysłowych odmian 00. Przed wyłaczaniem nasiona ogrzewano do temperatury 40-50°C, w trakcie wyłaczania natomiast nie przekraczała ona 75-80°C. Dwie próbki (nr 10 i nr 12) poddano tłoczeniu na prasie 02PVO, następnie ekstruzji i ponownemu tłoczeniu. Dla porównania użyto 1 próbkę wyłoków (nr 7) poddanych tostowaniu i tłoczeniu przy pomocy prasy Rosedowens (technologia de Smet) oraz 1 próbkę (nr 6) wyłoków pochodzących z dużego zakładu olejarskiego. W tabeli 1 umieszczono także wartości podawane dla wyłoków z rzepaku 00 w polskich i zagranicznych tabelach wartości pasz dla drobiu.

Mimo użycia w większości zakładów podobnych pras ślimakowych stopień odolejenia nasion rzepaku znacznie się różnił. Zawartość tłuszczu pozostawionego w wyłokach wahała się od 94 do 213 g/kg i nie zależała od rodzaju prasy. Wydajność tłoczenia jest mniejsza, gdy nasiona są niedosuszone, wpływa na nią także sposób nastawienia prasy i zastosowanie dodatkowych zabiegów (ekstruzja). Zawartość białka w wyłokach wahała się od 248 do 331 g/kg i zależała od stopnia odolejenia. Wyłoki zawierały średnio 6,2 g lizyny/100 g białka. Lizyna dostępna stanowiła średnio 83% lizyny ogólnej, co wskazuje, że w procesie wyłaczania aminokwas ten, na skutek mniej intensywnego ogrze-

wania, ulega w mniejszym stopniu unieczynnieniu niż w śrucie rzepakowej. Jedyne w próbce wytłoków nr 5 dostępna lizyna stanowiła tylko

77% całkowitej jej ilości, co zbliżone jest do wartości otrzymywanych dla poekstrakcyjnych śrut rzepakowych.



fot. archiwum

Według European Table (1989) strawność białka wytłoków rzepakowych u drobiu wynosi około 76%, w naszych doświadczeniach także otrzymano średnio 76%, ale rozrzut otrzymanych wartości był znaczny, od 70 do 83%. Wartości te są podobne lub wyższe niż podawane w RFES (2003). Dość niska strawność białka rzepakowego jest spowodowana silnym związaniem części białek ze składnikami wchodzącymi w skład włókna pokarmowego. Stosowanie w trakcie suszenia nasion temperatur wyższych niż 100°C może obniżać strawność białka wytłoków i pogarszać jego wykorzystanie u drobiu. Strawność tłuszczu wytłoków u drobiu, według European Table (1989), wynosi 90%, a według RFES (2003) 75%. W badaniach własnych wartość ta wynosiła u kurcząt od 73 do 93%, średnio 81%. Na podstawie dotychczasowych badań można przypuszczać, że wyższa strawność tłuszczu może być związana z jego większą zawartością w wytłokach (próbka nr 9), z zastosowaniem dodatkowych zabiegów: toastowania (próbka nr 7)

lub ekstruzji (próbka nr 12), ale wymaga to potwierdzenia na większej liczbie prób.

Wytłoki rzepaku zawierają od 100 do 150 g włókna surowego i od 280 do 340 g związków bezazotowych wyciągowych (ZBW) w 1 kg. Drób nie trawi włókna surowego rzepaku, strawność ZBW wytłoków według European Table (1989) wynosi 32%, według RFES (2003) 60%. W badaniach własnych stwierdzono, że strawność ZBW wytłoków u kurcząt wahała się od 37 do 68%. ZBW rzepaku, z uwagi na brak skrobi, dostarczają jednak niewiele energii metabolicznej dla ptaków. Próby poprawy wykorzystania ZBW rzepaku przez uzupełnianie mieszanek ze śrutą rzepakową różnymi enzymami nie powiodły się (Alloui i in., 1994). Dla wytłoków próbki nr 5 (tab. 1) stwierdzono niższą strawność białka, tłuszczu i ZBW oraz niższą zawartość lizyny dostępnej w porównaniu z pozostałymi próbkami, co może świadczyć o ich przegrzaniu. Ponieważ producent stosował technologię tłoczenia „na zimno”, przegrzanie nastą-

piło prawdopodobnie w trakcie dosuszania nasion po zbiorze.

W IV wydaniu Norm Żywienia Drobiu (Zalecenia żywieniowe, 2005) podano, że wartość  $AME_N$  wyłoków rzepakowych o zawartości 12,3% tłuszczu surowego wynosi 10,25 MJ/kg (2450 kcal/kg), wyłoków o zawartości 22,2% tłuszczu surowego 13,05 MJ/kg (3119 kcal/kg). W badaniach własnych stwierdzono, że  $AME_N$  wyłoków rzepakowych dla kurcząt różnicowała się od 9,1 (2175) do 13,9 (3322) MJ/kg.  $AME_N$  wyłoków próbki nr 5 wynosiła tylko 7,8 MJ/kg (1864 kcal/kg), mimo że zawierały one 13,2% tłuszczu. Niewłaściwe traktowanie nasion może zatem spowodować znaczne obniżenie ich wartości pokarmowej dla drobiu. Badania wartości energetycznej wyłoków tłoczonych „na zimno” stosowanych w żywieniu drobiu są nieliczne. Aby umożliwić prawidłową jej ocenę, należałoby przeprowadzić badania porównawcze na możliwie dużej liczbie prób, pochodzących z różnych systemów produkcji.

### **Wpływ ekstruzji na wartość odżywczą wyłoków rzepakowych**

Newkirk i Classen (2003) po przeanalizowaniu możliwości poprawy wartości odżywczej śruty rzepakowej stwierdzili, że stosowanie takich zabiegów technologicznych, jak: frakcjonowanie na sucho lub frakcjonowanie wodne, ekstrakcja alkoholem, defitynizacja, fermentacja, jest nieopłacalne, gdyż poprawa wartości odżywczej nie równoważy kosztów zastosowanych zabiegów. Jako zabieg mogący spełnić wymogi opłacalności podali jedynie Ammonia Fibre Explosion (AFEX), będący ekstruzją połączoną z wprowadzeniem pod dużym ciśnieniem amoniaku do komory ekstrudera. Amoniak łączy się z ligniną i po obniżeniu ciśnienia rozrywa ściany komórkowe. W Polsce w niektórych wyłaczarniach stosowany jest zabieg suchej ekstruzji połączony z wyłaczaniem. W tabeli 1 podano wartości dla próby rzepaku poddanego wyłaczaniu (próba nr 11) i tej samej próby poddanej ekstruzji i ponownemu wyłaczaniu (Smulikowska i in., 2006 b). Zastosowanie ekstruzji zwiększyło efektywność odolejania, zmniejszyło nieco strawność białka, ale zwiększyło strawność tłuszczu. W rezultacie otrzymano wyłoki

o większej zawartości białka, ale mniejszej wartości energetycznej. Na podstawie tych dwu prób trudno ocenić, czy zabieg ten jest opłacalny.

### **Związki o działaniu antyżywniowym w wyłokach rzepakowych**

#### **Glukozynolany**

Mimo znacznego postępu w hodowli odmianowej rzepaku użyteczność paszowa wyłoków rzepakowych jest nadal zależna w największym stopniu od zawartości w nich glukozynolanów alkenowych. W nasionach rzepaku występują także glukozynolany indolowe, lecz nie wywierają one ujemnego wpływu na drób. W Polsce dopuszczalny poziom sumy glukozynolanów alkenowych w przemysłowych nasionach rzepaku 00 wynosi 25  $\mu\text{M}$  na 1 g suchej masy beztłuszczowej (smb). Zawartość sumy glukozynolanów alkenowych i indolowych w odmianach zarejestrowanych w latach 1999-2000 wynosiła od 7,2 do 13,4  $\mu\text{M/g}$ , czyli od 15 do 27  $\mu\text{M/g}$  smb (COBORU, 2001). Jak wynika z tabeli 1, zawartość sumy glukozynolanów w badanych wyłokach (za wyjątkiem próby nr 6 pochodzącej sprzed 10 lat) mieściła się w granicach dopuszczalnych normą i nie wpływała na wartość odżywczą wyłoków.

Glukozynolany nierozłożone nie są szkodliwe, ale po hydrolizie (przez enzym mirozynazę, znajdujący się w nasionach rzepaku lub przez enzymy bakteryjne) powstają z nich związki zaburzające funkcjonowanie tarczycy, wątroby i nerek - izotiocyjaniiny, winylookszolidynetyony i nitryle. Mirozynaza uaktywnia się po naruszeniu struktury nasion, ale traci aktywność po ogrzaniu. W procesie wyłaczania „na zimno” temperatura wyłoków dochodzi do 80°C lub wyższej, gdy stosuje się także ekstruzję, co powoduje inaktywację mirozynazy.

Przekształcanie glukozynolanów w szkodliwe pochodne zachodzi także pod wpływem enzymów wytwarzanych przez mikroflorę zasiedlającą przewód pokarmowy. Pobrany pokarm przechodzi jednak przez przewód pokarmowy drobiu stosunkowo szybko.

Stwierdzono (Rotkiewicz i in., 1887), że od 55 do 70% pobranych glukozynolanów opuszcza przewód pokarmowy kurcząt w stanie nierozłożonym. Jest to jeden z powodów, dla



**Tabela 1. Skład chemiczny wytlóków rzepakowych (g/kg powietrznie suchej masy), strawność składników (%) (1-12 badania własne: nr 1-6 Smulikowska i in., 1997; nr 7-10 Smulikowska i in., 2006 a; nr 11-12 Smulikowska i in., 2006 b)**  
**Table 1. Chemical composition of rapeseed expeller cake (g/kg of air-dried mass), nutrient digestibility (%) (1-12 own studies: no. 1-6 Smulikowska et al., 1997; no. 7-10 Smulikowska et al., 2006 a; no. 11-12 Smulikowska et al., 2006 b)**

Nr próby, typ prasy No. of test, press type	Białko ogólne Crude protein		Tłuszcz surowy Crude fat		Związki bezazotowe N-free extractives		Energia metaboliczna <sup>6</sup> Metabolizable energy <sup>6</sup>		Lizyna (g/100 g białka) Lysine (g/100g protein)		Glukozynolany <sup>7</sup> Glucosinolates <sup>7</sup> (µM/g)
	g/kg	strawność digestibility (%)	g/kg	strawność digestibility (%)	g/kg	strawność digestibility (%)	MJ/kg	AME <sub>N</sub> /GE (%)	ogólna crude	dostępna available	
1 - 02PVO <sup>1</sup>	314	77	95	77	340	48	9,1	46	6,40	5,29	14,3
2 - 02PVO <sup>1</sup>	291	72	132	75	330	41	10,0	43	6,33	5,06	15,3
3 - 02PVO <sup>1</sup>	286	79	137	74	322	42	10,9	53	6,41	5,30	21,8
4 - 02PVO <sup>1</sup>	275	83	213	83	279	68	13,4	60	6,24	5,28	21,2
5 - 02PVO <sup>1</sup>	293	70	132	73	313	37	7,8	38	6,16	4,76	9,3
6 - ZPT <sup>2</sup>	264	75	195	76	311	41	11,4	53	5,90	5,07	36,0
7 - Rosedowens <sup>3</sup>	301	75	124	93	316	37	10,4	44	6,15	5,19	15,3
8 - CB-50 <sup>4</sup>	270	77	154	83	316	46	12,4	51	6,15	5,10	11,8
9 - 02PVO <sup>1</sup>	248	77	202	91	293	49	14,0	54	6,25	5,18	10,9
10 - 02PVO <sup>1,5</sup> + ext	301	79	100	74	331	44	11,2	49	5,94	5,53	14,1
11 - 02PVO <sup>1</sup>	284	79	159	83	306	53	13,9	55	bd	5,09	23,3
12 - 02PVO <sup>1,5</sup> + ext	331	76	94	91	310	45	11,4	49	bd	5,07	26,8
Normy Żywienia Drobiu (2005)	280		222		262		13,05				
European Table (1989)	308		123		314		10,25				
RFES (2003)	353	76	88	90	293	32	7,95		5,60	4,19	
	370	70		75		60					

<sup>1</sup> Prasa ślimakowa prod. Bispomasz Bydgoszcz; Pochodzenie wytlóków: <sup>2</sup>Zakłady Przemysłu Tłuszczowego - typ prasy nieznaną; <sup>3</sup>technologia De Smet;

<sup>4</sup> prasa prod. niemieckiej; <sup>5,5</sup> prasa, ekstruder FE 1000, Farnet, Czechy, prasa.

<sup>6</sup> Aby otrzymać wartość energii metabolicznej w kcal/kg należy pomnożyć podane wartości AME<sub>N</sub> przez 239.

<sup>7</sup> Suma glukozynolanów alkenowych i indolowych; Zalecenia Żywniowe i Wartość Pokarmowa Pasz - Normy Żywnienia Drobiu, wyd IV (2005); European Table of Energy Values for Poultry Feedstuffs (1989); RFES - Rostock Feed Evaluation System (2003).

których drób jest mniej wrażliwy na niekorzystne działanie glukozynolanów niż świnie. Campbell i in. (1987) stwierdzili, że hydroliza glukozynolanów w przewodzie pokarmowym kur przebiegała szybciej w mieszance bez dodatku antybiotyków, a wolniej, gdy mieszanka dla kur zawierała antybiotyki paszowe. Wprowadzony od początku tego roku zakaz dodawania antybiotyków paszowych do mieszanek dla drobiu zwiększa zatem możliwość powstania pochodnych glukozynolanów o działaniu antyżywniowym. Stężenie glukozynolanów w wyłokach powstających w procesie wyłoczenia oleju „na zimno” ulega zwiększeniu w sto-

sunku do nasion proporcjonalnie do ubytku oleju (Smulikowska i in., 2006 a). Zawartość glukozynolanów w mieszankach dla drobiu nie powinna przekraczać 1,5  $\mu\text{M/g}$  mieszanki (ptaki starsze są mniej wrażliwe niż młodsze). W mieszankach dla drobiu rzeźnego należy zatem ograniczać udział wyłoków rzepakowych do około 10%. Należałoby postulować, aby producenci wyłoków przeznaczonych na paszę deklarowali, z jakiej odmiany nasion i o jakiej zawartości glukozynolanów otrzymano ten produkt, umożliwiłoby to stosowanie w mieszankach większego udziału wyłoków pochodzących z nasion o szczególnie niskiej zawartości glukozynolanów.



fot. archiwum

### Fityny

Wyłoki rzepakowe zawierają około 11 g fosforu w kg, jednak od 60 do 90% tego pierwiastka występuje w nich w formie fityny. Fosfor fitynowy jest niedostępny dla drobiu, ponadto fityny wiążą niektóre makro- i mikroelementy z mieszanek rzepakowo-zbożowych, ograniczając ich wykorzystanie przez ptaki (Ca, Zn, Fe, Cu). Szczególnie obniżona jest przyswajalność cynku z takich mieszanek. Również część białka wyłoków jest związana wiązaniami chelatowymi z fitynianami. Dane dotyczące przyswajalności fosforu z wyłoków pochodzenia krajowego są dość skąpe. Rutkowska i Potkański (1995) podają, że kurczęta 2-tygodniowe przyswajały 31% fosforu z wyłoków (podawanych w diecie półsyntetycznej), a 4-tygodniowe 35%. Przyswajalność fosforu zwiększała się stopniowo po dodaniu 250-1000 FTU fitazy/kg diety - do 44% u kurcząt młodszych i 53% u kurcząt starszych. Janocha i in. (2000) stwierdzili natomiast,

że kurczęta w wieku 5 tygodni przyswajały około 50% fosforu z wyłoków (podawanych jako jedyna pasza). Po dodaniu 500 FTU fitazy/kg wyłoków przyswajalność P zwiększyła się do 58%, zwiększyły się także o około 2 punkty procentowe współczynniki strawności białka i tłuszczu. W badaniach własnych (Smulikowska i in., 2006 a) stwierdzono, że retencja fosforu z wyłoków rzepakowych wahała się od 20 do 31%, natomiast dodatek fitazy spowodował zwiększenie strawności białka i wartości energetycznej wyłoków.

### Sinapina

Ten ester kwasu sinapowego i choliny nie wpływa na trawienie i wykorzystanie składników odżywczych u drobiu, lecz ogranicza znacznie stosowanie nasion i wyłoków w mieszankach dla kur znoszących jaja o brązowej skorupie, wywodzących się od kur Rhode Island Red (Smulikowska, 2002). Traktowanie hydro-

termiczne obniża zarówno zawartość glukozy-nolanów, jak i sinapiny w wytłokach. Jeroch i in. (1994) stwierdzili, że ogrzewanie nawilżonych wytłoków, o zawartości 9,7 g sinapiny/kg, przez 45 min w temp. 100°C, przy 20% wilgotności spowodowało obniżenie zawartości sinapiny do 0,5 g/kg. W badaniach tych, skarmianie mieszanek zawierających wytłoki ogrzewane powodowało zmniejszenie zawartości trójmetyloaminy w jajach o około 75% w porównaniu z grupą otrzymującą wytłoki nieogrzewane. W mieszankach dla kur znoszących jaja o brązowej skorupie można stosować 3-4% wytłoków, udział ten można by zwiększyć do 10% w mieszankach dla kur White Leghorn. Wytłoki rzepakowe, z uwagi na dużą zawartość aminokwasów siarkowych oraz siarki są bardzo dobrym komponentem mieszanek dla kur nieśnych, jednak w Polsce stosowanie ich w mieszankach utrudnia dominacja w produkcji nieśnej linii kur znoszących jaja o brązowym zabarwieniu skorupy (Smulikowska, 2002).

### Wpływ wytłoków rzepakowych na jakość produktów drobiarskich

Przy stosowaniu mieszanek zawierających 10% (Banaszkiewicz i Osek, 1996) lub 15% wytłoków (Smulikowska i in., 2006 a) otrzymywano dobre wyniki produkcyjne u kurcząt brojlerów. Wytłoki rzepakowe zawierają od 10 do 15% oleju, w którego składzie dominuje kwas oleinowy, a stosunek wielonienasyconych niezbędnych kwasów tłuszczowych  $n-6/n-3$  ( $n-6/n-3$  PUFA) wynosi około 2, czyli jest znacznie wyższy niż w większości innych pasz. Stosowanie mieszanek z wytłokami rzepakowymi może zatem powodować obniżenie zawartości nasyconych kwasów tłuszczowych i zwężenie proporcji  $n-6/n-3$  PUFA w produktach drobiarskich, wskutek czego mogłyby być one uznane za żywność funkcjonalną (poprawiającą stan zdrowia konsumentów). Wraz z 10% wytłoków wprowadza się od 10 do 20 g oleju rzepakowego do mieszanki. Wpływ tego oleju na skład lipidów produktów drobiarskich zależy od ogólnej ilości oraz składu pozostałego tłuszczu w mieszance. Należy się zatem spodziewać większego dodatniego wpływu na skład lipidów jaj (mieszanki dla kur nieśnych nie są na ogół natłuszczone),

a mniejszego na skład lipidów tuszek drobiu rzeźnego (mieszanki dla brojlerów i indyków rzeźnych wymagają natłuszczenia). Wprowadzenie 10% nasion rzepaku do mieszanki natłuszczonej smalcem spowodowało obniżenie stosunku  $n-6/n-3$  PUFA w częściach jadalnych kurcząt do 4,7 w porównaniu z około 10 w grupie kontrolnej (Nguyen i in., 2003). Jeroch i in. (1994) donosili, że w jajach od kur otrzymujących mieszankę z udziałem 10% wytłoków stosunek ten zmniejszył się do około 10 w porównaniu z 21 w grupie kontrolnej. Zmiany te następują głównie na skutek zwiększenia udziału kwasu linolenowego ( $C_{18:3 n-3}$ ) w lipidach mięśni i jaj. Zawartość długołańcuchowych pochodnych tego kwasu (EPA i DHA) zwiększa się bardziej w mięsie, natomiast w niewielkim stopniu w lipidach tkanki tłuszczowej i jaj. Kwas erukowy z oleju rzepakowego nie kumuluje się w mięśniach ani tkance tłuszczowej kurcząt, jednak przy 10% udziale wytłoków w mieszankach stanowi on około 0,1% sumy kwasów tłuszczowych (Nguyen i in., 2003; Banaszkiwicz, 1997).

Banaszkiewicz i Osek (1996) stwierdziły, że wprowadzenie wytłoków do mieszanek dla kurcząt brojlerów powodowało obniżenie otłuszczenia tuszek. W badaniach Banaszkiwicz (1997) oraz Kinal i in. (1990) mięso kurcząt żywionych mieszanką z wytłokami uzyskało nieco lepszą ocenę organoleptyczną niż mięso kurcząt kontrolnych, a Jeroch i in. (1994) oraz Niemiec i in. (1998) nie stwierdzili pogorszenia smaku jaj po włączeniu niewielkich ilości nasion lub wytłoków z rzepaku do mieszanki.

### Podsumowanie

Należy stwierdzić, że wytłoki rzepakowe mogą być cennym uzupełnieniem zbóż w mieszankach dla drobiu, dostarczając białka o dobrym składzie aminokwasowym oraz wzbogacając mięso i jaja w niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe. Wskazane jest określanie w wytłokach przeznaczonych na paszę dla drobiu zawartości tłuszczu oraz zawartości glukozy-nolanów, ta ostatnia może być obliczona w przybliżeniu na podstawie ich zawartości w nasionach. Istnieje pilna potrzeba prowadzenia dalszych badań porównawczych dla określenia wartości energetycznej wytłoków dla drobiu w zależności od składu chemicznego i parametrów procesu produkcyjnego.



### Literatura

- Alloui O., Chibowska M., Smulikowska S. (1994). Effects of enzyme supplementation on the digestion of low glucosinolate rapeseed meal *in vitro*, and its utilization by broiler chicks. *J. Anim. Feed Sci.*, 3: 119-128.
- Banaszkiewicz T. (1997). Wpływ produktów rzepakowych na wybrane wskaźniki jakości mięsa kurcząt brojlerów. *Rośliny Oleiste*, 18: 565-573.
- Banaszkiewicz T., Osek M. (1996). Ocena wyników poubojowych kurcząt brojlerów żywionych mieszankami z udziałem wytlóków i śruty poekstrakcyjnej rzepakowej. *Rośliny Oleiste*, 17: 483-492.
- Campbell L.D., Slominski B.A., Stanger N.E. (1987). Influence of cecectomy and dietary antibiotics on the fate of ingested intact glucosinolates in poultry. *Proceedings 7th International Rapeseed Congress*, Poznań, pp. 1704-1709.
- COBORU (2001). Syntezy wyników doświadczeń rejestrowych. *Rośliny Oleiste*, 2000, Słupia Wielka.
- European Table of Energy Values for Poultry Feedstuffs (1989). Publ. by: Working Group No. 2. Nutrition. WPSA, Beekbergen, Holandia.
- Janocha A., Osek M., Klocek B. (2000). Wpływ fitazy na wykorzystanie fosforu i składników pokarmowych z wytloku rzepakowego przez kurczęta brojlery. *Rośliny Oleiste*, 21: 707-712.
- Jeroch H., Danicke S., Zachmann R. (1994). Enrichment of egg yolk with polyunsaturated fatty acids by feeding untreated or hydrotermical treated rape seed and rape seed expeller to laying hens. *Proc. 9th European Poultry Conference*, Glasgow, UK, pp. 395-396.
- Kinal S., Fritz Z., Jarosz L., Schleicher A. (1990). Nasiona, wytloki i śruta poekstrakcyjna z rzepaku odmiany Jantar w odchowie kurcząt rzeźnych. *Rocz. Nauk Zoot., Monogr. Rozpr.*, 28: 251-260.
- Newkirk R.W., Classen H.L. (2003). Technological treatments to improve quality of protein sources. *Proc. 14th European Symposium on Poultry Nutrition*, Lillehammer, Norway, pp. 8-13.
- Niemiec J., Stępińska M., Świerczewska E., Riedel E. (1998). Wpływ nasion rzepaku podwójnie ulepszonych na jakość morfologiczną jaj i na zawartość wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w jaju. *Rośliny Oleiste*, 19: 167-173.
- Nguyen C.V., Smulikowska S., Mieczkowska A. (2003). Effect of linseed and rapeseed or linseed and rapeseed oil on performance, slaughter yield and fatty acid deposition in edible parts of the carcass in broiler chickens. *J. Anim. Feed Sci.*, 12: 271-288.
- Rotkiewicz D., Kozłowska H., Smulikowska S. (1987). Changes of rapeseed glucosinolates in digestive tract of hen. *Proc. 7th International Rapeseed Congress*, Poznań, pp. 1698-1703.
- Rostock Feed Evaluation System (2003). Eds: Jentsch W., Chudy A., Beyer M.; Plexus Verlag, Miltenberg – Frankfurt.
- Rutkowska A., Potkański A. (1995). Poprawa wykorzystania fosforu fitynowego z poekstrakcyjnej śruty rzepakowej poprzez zastosowanie fitazy w badaniach na kurczętach. *Rośliny Oleiste*, 16: 369-374.
- Smulikowska S. (2002). Brązowe zabarwienie skorupy jaj ogranicza stosowanie pasz rzepakowych w żywieniu niosek. *Pol. Drob.*, 12: 18-19.
- 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., Mieczkowska A., Czerwiński J., Weremko D., Nguyen C.V. (2006 a). Effects of exogenous phytase in chickens fed diets with differently processed rapeseed expeller cakes. *J. Anim. Feed Sci.*, 15: 237-252.
- Smulikowska S., Czerwiński J., Mieczkowska A. (2006 b). Nutritional value of rapeseed expeller cake for broilers: effect of dry extrusion. *J. Anim. Feed Sci.*, 15: 445-453.
- Zalecenia żywieniowe i wartość pokarmowa pasz. *Normy żywienia drobiu* (1996). Wyd. 4. S. Smulikowska, A. Rutkowski (red.). Wyd. IFŻZ PAN, Jabłonna.

## NUTRITIVE VALUE OF RAPESEED EXPELLER CAKE PRODUCED IN POLAND FOR POULTRY

### Summary

Rapeseed expeller cake can be a valuable supplement of cereals in poultry diets, providing proteins with a good amino acid composition and enriching meat and eggs with essential unsaturated fatty acids. It is recommended that the content of fat and glucosinolates should be identified in rapeseed expeller cake intended for use in poultry diets. The glucosinolate content can be calculated approximately based on their content in the seeds. There is an urgent need to make further comparative studies to determine the energy value of rapeseed expeller cake for poultry according to the chemical composition and parameters of the production process.