

WPLYW OBRÓBKI CHEMICZNEJ NA WARTOŚĆ POKARMOWĄ NASION RZEPAKU

Stefania Kinal

Instytut Żywienia Zwierząt i Gospodarki Paszowej AR we Wrocławiu
Dyrektor: prof. dr Zygmunt Ruszczyk

WSTĘP

Głównym czynnikiem ograniczającym wykorzystanie wysokobiałkowych pasz krajowych, takich jak nasiona rzepaku i poekstrakcyjna śruta rzepakowa do celów paszowych, jest obecność w nich szkodliwych związków siarkowych z grupy glukozylanów. Substancje te ulegają enzymatycznej hydrolizie w organizmie zwierzęcym tworząc toksyczne pochodne: oksazolidyntiony i izotiocyjaniany.

Od wielu lat w Polsce i w innych krajach, należących do światowej czołówki producentów rzepaku, prowadzi się badania nad znalezieniem skutecznych i ekonomicznych metod usuwania wymienionych składników ze śruty i całych nasion rzepaku. Prace prowadzone są w dwu kierunkach:

- a) na drodze hodowlanej — otrzymanie nowych odmian rzepaku o niskiej zawartości tioglikozydów i kwasu erukowego [4-8];
- b) na drodze chemicznej lub fizycznej — usunięcie substancji toksycznych [1-3, 9, 12, 13].

Dotychczas opracowano wiele metod mających na celu polepszenie wartości pokarmowej śruty. Na uwagę zasługuje metoda termiczna [9], hydroliza w obecności metali ciężkich [13], hydroliza wodą amoniakalną [2] oraz opracowana w Instytucie Żywienia Zwierząt i Gospodarki Paszowej Akademii Rolniczej we Wrocławiu metoda hydrolizy kwaśnej [12]. Innym sposobem otrzymania śruty pozbawionej substancji toksycznych mogłoby być odgoryczenie całych nasion rzepaku. Sposób ten byłby skuteczny tylko wówczas, gdyby nie powodował istotnych zmian w tłuszczu.

Mając na uwadze wcześniejsze badania własne [4, 8], a także możliwość zastosowania odgoryczonych nasion w żywieniu zwierząt, jak również produkcję oleju i śruty pozbawionej składników toksycznych, po-

stanowiono prześledzić wpływ hydrolizy na zawartość podstawowych składników pokarmowych i poziom substancji toksycznych w całych nasionach rzepaku oraz na jakość uzyskanego z nasion hydrolizowanych tłuszczu. Przeprowadzono również doświadczenia żywieniowo-produkcyjne, w których badano wpływ preparowanych nasion na przyrosty ciężaru ciała i wykorzystania paszy u kurcząt rzeźnych.

MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono na nasionach niejednolitego odmianowo rzepaku (przemysłowego) ze zbiorów 1974 r. Jako substancji hydrolizujących używano wody destylowanej oraz roztworów kwasów organicznych i nieorganicznych o znanych stężeniach. Proces hydrolizy prowadzono w optymalnych warunkach, ustalonych w wyniku wcześniejszych doświadczeń (temp. 96-98°C, czas — 4 godz. [8]). Poziom winyloooksolidyntionu określono metodą jodometryczną [12] oraz celem porównania wyników spektrofotometrycznie. Izotiocyjaniiny oznaczono metodą Wettera [15]. Jakość białka oceniano w oparciu o skład aminokwasowy, a jakość tłuszczu na podstawie liczby kwasowej, jodowej i nadtlencowej.

Doświadczenia żywieniowe przeprowadzono na seksowanych kurczętach krzyżówki *Dominant White* × *White Rock*. W obu doświadczeniach stosowano system żywienia do woli. Grupom kontrolnym podawano mieszankę typu DKA-starter do 4 i DKA-finisher do końca 8 tygodnia. Kurczętom grup doświadczalnych w miejsce poekstrakcyjnej śruty sojowej podawano w paszy 5 (grupa II) lub 10% (grupa III) odgoryczonych za pomocą 15-procentowego kwasu siarkowego nasion. Ponadto w doświadczeniu I ptakom grupy IV podawano 10% nieodgoryczonych nasion rzepaku, a w grupie V — 5% surowego oleju rzepakowego i 5% poekstrakcyjnej śruty rzepakowej. Skład komponentowy mieszanek opracowano w oparciu o receptury ramowe mieszanek i koncentratów paszowych. Skład chemiczny mieszanek określono powszechnie stosowanymi metodami (metoda weendeńska).

Przyrosty wagowe ptaków kontrolowano co dwa tygodnie, a wykorzystanie paszy w 4 i 8 tygodniu odchowu.

Wszystkie wyniki badań opracowano statystycznie [11].

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Wpływ hydrolizy i hydrolizy kwaśnej na poziom podstawowych składników pokarmowych i związków toksycznych w nasionach rzepaku przedstawiono w tabeli 1. Jakość oleju uzyskanego z odgoryczonych nasion określono w tabeli 2. Wyniki doświadczeń żywieniowych podano w tabelach 3 i 4.

Uzyskane wyniki dowodzą, że proces odgoryczania na drodze hydrolizy praktycznie nie wpływa na zawartość podstawowych składników pokarmowych nasion rzepaku (tab. 1). Produkt odgoryczony w porównaniu z wyjściowym odznacza się nieco różną zawartością białka i tłuszczu. Spowodowane jest to wzrostem masy nasion w wyniku związania stosowanych w tym procesie kwasów, a także tym, że badania prowadzono na materiale niejednolitym odmianowo (przemysłowym).

Jak wynika z tabeli 1, obniżenie poziomu substancji toksycznych uzyskać można stosując jako czynnik hydrolizujący wodę. Proces ten jednak ulega znacznemu przyspieszeniu w obecności kwasów. Szybkość odgoryczania uzależniona jest zarówno od stosowanego kwasu jak i jego stężenia.

W badaniach wykazano, że poziom substancji toksycznych (WOT i ITC) wyraźnie się obniżył ($P \leq 0,01$ i $P \leq 0,05$) w zależności od stężenia stosowanego kwasu.

Dane tabeli 3 dowodzą, że liczba jodowa charakteryzująca stopień nienasylenia oleju utrzymywała się na tym samym poziomie niezależnie od użytych do procesu kwasów i ich stężeń. Jedynie w przypadku kwasu siarkowego i fosforowego stwierdzono wysokoistotny ($P \leq 0,01$) i istotny ($P \leq 0,05$) wpływ stężeń na ten wskaźnik.

Znaczne zmiany zaobserwowano w zachowaniu się liczb kwasowych, będących wskaźnikiem stopnia hydrolizy oleju. Wystąpiły tu wyraźne różnice wysokoistotne i istotne w przypadku wszystkich stosowanych kwasów. Szczególnie wyraźnie zaznaczyło się to w przypadku kwasów nieorganicznych i kwasu octowego (tab. 3).

Liczba nadtlenkowa (L. Lea), określająca ilość milirównoważników tlenu w formie nadtlenkowej na 1 kg oleju, charakteryzowała się zróżnicowanym poziomem. Istotne różnice ($P \leq 0,01$) w ilości nadtlenków pod wpływem hydrolizy stwierdzono przy stosowaniu niemal wszystkich kwasów. Mimo że wpływ ten był wyraźny, to liczba nadtlenkowa nie przekraczała wartości dopuszczalnej dla jadalnego oleju rzepakowego.

W doświadczeniach żywieniowo-produkcyjnych badano wpływ odgoryczonych nasion na przyrosty ciężaru ciała i wykorzystanie paszy u kurcząt rzeźnych.

W doświadczeniu I najwyższe średnie ciężary ciała po 8 tygodniach tuczu uzyskały kurczęta grupy II (otrzymujące w mieszance 5% nasion rzepaku odgoryczonego) oraz grupy kontrolnej, które ważyły odpowiednio 1732 i 1716 g (tab. 3). Nieco niższe przyrosty charakteryzowały ptaki grupy III (1680 g) żywione paszą zawierającą 10% rzepaku odgoryczonego oraz grupy V (1660 g), której podawano mieszankę z udziałem 5% poekstrakcyjnej śruty rzepakowej i 5% oleju rzepakowego. Najniższe ciężary ciała (1553 g) miały kurczęta grupy IV otrzymujące w kar-

Tabela 1

Wpływ hydrolizy na zawartość podstawowych składników pokarmowych i poziom substancji toksycznych w nasionach rzepaku
 The influence of hydrolysis on the content of basic nutrients and dilevel of toxic compounds in rapeseeds

		Składniki w % — Ingredients												
	Stężenie kwasu w %	Czas trwania hydro-lizy (godz)	sucha masa	białko surowe	tłuszcz surowy	włókno surowe	popiół surowy	związki bezazo-towe	wyciągowe	nitro-gen-free	extrac-tives	WOT ₁	WOT ₂	ITC ₃
Czynnik hydrolizujący	Concen-tracion, %	Period of hydro-lisis (h)	dry matter	crude protein	crude fat	crude fiber	crude ash					VOT ₁	VOT ₂	ITC ₃
	0	0	95,55	21,05	45,00	7,80	3,95	17,75	0,59	0,48	0,47			
Woda destylowana	0	4	95,60	20,60	44,64	8,10	4,00	18,26	0,23	0,20	0,24			
Distilled water														
	5		95,10	21,20	44,05	8,20	4,30	17,25	0,26	0,08	0,20			
	10		94,80	21,00	44,30	8,00	4,80	16,70	0,12	0,03	0,09			
Kwas siarkowy (H ₂ SO ₄)	15	4	95,10	20,60	43,80	8,40	4,40	17,90	0,08	0,02	0,08			
Sulphuric acid	20		94,40	20,50	43,70	8,10	4,40	17,70	0,09	0,00	0,05			
	30		94,10	20,60	43,20	7,90	4,70	17,70	0,09	0,00	0,02			

Kwas solny (HCl)	5	94,40	21,50	44,25	8,30	7,40	12,55	0,17	0,04	0,12
Hydrochloric acid	10	94,20	21,30	43,85	7,90	7,10	14,05	0,10	0,01	0,08
	15	94,10	20,90	43,50	8,10	7,20	14,40	0,08	0,00	0,01
Kwas fosforowy (H_3PO_4)	5	95,10	21,00	44,00	8,60	5,20	16,30	0,38	0,32	0,21
Phosphoric acid	10	94,80	21,70	44,10	8,40	7,00	13,60	0,13	0,16	0,07
	15	94,90	21,40	43,60	8,70	7,00	14,20	0,16	0,10	0,10
Kwas octowy (CH_3COOH)	5	95,10	22,40	44,40	7,90	4,00	16,40	0,48	0,38	0,32
Acetic acid	10	94,70	22,00	44,50	8,10	4,10	16,00	0,46	0,38	0,29
	15	94,80	21,60	44,20	7,80	4,10	17,10	0,44	0,34	0,28
Kwas cytrynowy ($C_6H_8O_7$)	5	95,40	20,20	45,30	8,10	4,10	17,70	0,41	0,32	0,27
Citric acid	10	95,10	21,00	44,70	7,90	4,10	17,40	0,40	0,30	0,26
	15	94,20	20,80	44,10	8,00	4,00	17,30	0,38	0,29	0,20
Kwas mrówkowy ($HCOOH$)	5	93,80	21,85	43,45	8,06	3,40	17,04	0,43	0,24	0,15
Formic acid	10	94,09	22,33	42,70	8,11	3,48	17,67	0,41	0,20	0,12
	15	94,00	20,24	42,35	8,24	3,50	19,67	0,30	0,16	0,10

WOT₁ — oznaczono metodą jodozдықową — VOT₁ — measured with iodoazide method;

WOT₂ oznaczono metodą spektrofotometryczną — VOT₂ — measured with spectrophotometric method;

ITC₃ — oznaczono metodą argentometryczną — ITC₃ — measured with argentometric method.

Tabela 2

Wpływ hydrolizy na jakość oleju uzyskanego z odgoryczonych nasion
The influence of hydrolisis on the quality of oil from processed rapessed

Czynnik hydrolizujący Hydrolytic reagent	Stężenie w % Concen- tration in %	Czas trwania hydrolizy w godz. Period of hy- drolisis	Liczby charakteryzujące jakość tłuszczu Values of oil quality		
			L.K. acid value	L.J. iodine value	L. Lea hyper oxyde value
	0	0	5,3	100,2	2,2
Woda destylowana Distilled water	0	4	5,3	99,4	2,0
Kwas siarkowy Sulphuric acid	5	4	5,3	99,7	1,5
	10	4	6,4	99,8	1,1
	15	4	8,6	101,5	2,1
	20	4	9,6	99,1	4,3
Kwas solny Hydrochloric acid	30	4	11,5	98,8	3,1
	5	4	8,2	99,4	3,8
	10	4	9,4	99,9	2,1
Kwas fosforowy Phosphoric acid	15	4	11,2	101,2	2,6
	5	4	7,3	100,9	0,04
	10	4	8,3	101,6	1,00
Kwas octowy Acetic acid	15	4	9,2	95,5	0,08
	5	4	8,2	102,7	0,08
	10	4	13,6	101,2	0,40
Kwas cytrynowy Citric acid	15	4	16,6	101,1	0,30
	5	4	5,2	102,4	0,90
	10	4	5,5	101,2	0,90
Kwas mrówkowy Formic acid	15	4	5,2	100,4	0,80
	5	4	6,6	100,4	0,80
	10	4	6,4	100,7	0,90
	15	4	6,3	107,6	0,95

mie 10⁰% nieodgoryczonych nasion rzepaku. Między grupą IV a pozostałymi, które nie różniły się między sobą, stwierdzono wysokoistotne różnice ($P \leq 0,01$).

W doświadczeniu II (tab. 3) różnice między poszczególnymi grupami w ciężarach końcowych kurcząt były niewielkie i okazały się nieistotne ($P \geq 0,05$).

W obu eksperymentach kurczęta grup doświadczalnych, otrzymujące mieszanki z udziałem 5 lub 10⁰% odgoryczonych nasion, lepiej wykorzystywały pasze aniżeli grupa kontrolna (tab. 4).

Tabela 3

Przeciętne ciężary ciała kurcząt (g) w grupach
Average body of weight broilers (g) in groups

Wiek Age		Doświadczenie I — Experiment I					Doświadczenie II Experiment II		
		I	II	III	IV	V	I	II	III
Dni — Days	2	42,70	42,50	42,07	42,00	43,48	47,60	48,00	48,64
Tygodni — Weeks	2	223,75	221,66	210,16	195,25	210,91	249,00	245,00	244,00
	4	641,25	641,25	610,83	575,41	619,16	621,60	618,40	622,00
	6	1189,08	1179,66	1146,66	1054,35	1135,00	1115,80	1089,20	1098,78
	8	1716,66	1732,27	1658,33	1533,24 ^a	1660,41	1618,42	1590,27	1623,72

^a Liczby w tych samych wierszach oznaczone tymi samymi literami lub bez liter nie różnią się statystycznie przy $P \leq 0,01$.

^a Means with the same letter or with letter, do not differ significantly $P \leq 0.01$.

Tabela 4

Wykorzystanie paszy (kg paszy/kg przyrostu) w grupach
Feed efficiency (kg feed/kg gain) in groups

Wyszczególnienie Specification	Tygodnie Weeks	Doświadczenie I — Experiment I					Doświadczenie II Experiment II		
		I	II	III	IV	V	I	II	III
Zużycie paszy w kg na 1 kg przyrostu Feed efficiency kg on 1 kg gain	0—4	2,074 ^a	1,968 ^b	1,995 ^b	2,087 ^b	1,950 ^b	1,987	1,920	1,867
	5—8	2,431 ^a	2,287 ^a	2,319 ^a	2,504 ^b	2,369 ^a	2,385	2,364	2,338
Zużycie paszy na 1 kg przy- rostu w sto- sunku do grupy kon- trolnej % Feed efficiency on 1 kg gain as compared with control group	0—4	—	—5,12	—3,81	+0,62	—5,98	—	—3,38	—6,04
	5—8	—	—5,93	—4,81	+3,00	—2,56	—	—0,89	—1,98

Liczby w tych samych wierszach oznaczone tymi samymi literami lub bez liter nie różnią się statystycznie przy $P \leq 0,01$.

Means with the same letter or with letter, do not differ significantly $P \leq 0,01$.

WNIOSKI

Proces hydrolizy, a zwłaszcza hydrolizy kwaśnej, przy użyciu odpowiednio rozcieńczonych kwasów znacznie obniżył poziom substancji toksycznych w nasionach rzepaku i nie wywarł niekorzystnego wpływu na zawartość podstawowych składników pokarmowych oraz skład aminokwasowy.

Proces odgoryczania przy stosowaniu odpowiednio rozcieńczonych kwasów miał niewielki wpływ na jakość uzyskanego oleju.

Ciężary końcowe kurcząt otrzymujących w mieszankach 5 lub 10% odgoryczonych nasion rzepaku nie różniły się istotnie ($P \geq 0,05$) od ciężaru ptaków grup kontrolnych. Wykorzystanie paszy w zabiegach z udziałem preparowanych nasion było wysokoistotnie lepsze ($P \leq 0,01$) niż w grupach kontrolnych.

Odgoryczone przy pomocy rozcieńczonego kwasu siarkowego nasiona rzepaku mogą mieć zastosowanie w mieszankach treściwych dla kurcząt brojlerów.

LITERATURA

1. Belzik R. J., Wetter L. E.: *Con., J. Animal Sci.*, 43, 1963, 169.
2. Cierlicki J.: Wpływ amoniaku na zawartość związków siarkowych śruty rzepakowej. Praca magisterska, Katedra Technologii Żywności i Przechowalnictwa WSR w Olsztynie 1967.
3. Krik L. D., Mustacas G. C., Griffin E. L.: *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, 43, 1966, 550.
4. Króliczek A., Wartenberg L., Trębusiewicz B., Kinal S.: *Przem. ferm.*, 6, 1976, 13.
5. Krzymański J.: *Biul. Inst. Hod. Rośl.*, 5-6, 1972, 205.
6. Krzymański J.: *Hod. Rośl. Aklim.*, 14, 2, 1970, 95.
7. Krzymański J., Byczyńska B., Bartkowiak I., Korytowska W., Piętka T.: Zakład Upowszechniania Postępu w Rolnictwie. Radzików k. Warszawy, 1975, 15.
8. Krzymański J., Horodyski A.: Zakład Upowszechniania Postępu w Rolnictwie. Radzików k. Warszawy, 1975, 96.
9. Nadwyczawski W., Kinal S., Szewczuk A., Króliczek A., Mastalerz P.: *Przem. ferm.*, 2, 1975, 15.
10. Rutkowski A., Kozłowska H., Pokorny J.: *Rocz. Technol. Chem. Żyw.*, 12, 1966, 176.
11. Ruszczyc Z.: *Metodyka doświadczeń zootechnicznych*. PWRiL Warszawa 1970.
12. Szewczuk A., Mastalerz R., Nadwyczawski W.: *Chemia analityczna*. 14, 1969, 129.
13. Szewczuk A., Mastalerz P., Nadwyczawski W.: *Przem. ferm.*, 11, 1969, 15.
14. Youngs C. G., Salans H. R., Bell J. M.: (Brit. 1 164.9806) Cl, A 23 k/24 sep. 1969, *Can Appl.* 21 Feb. 1967; *Chem Abstr.*, 72 11513 n, 1970.
15. Wetter L.: *Can. J. Biochem. Physiol.*, 35, 1957, 984.

С. Киналь

ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН РАПСА НА ИХ КОРМОВУЮ ЦЕННОСТЬ

Резюме

Соответствующие исследования проводились на семенах рапса урожая 1974 г. Этот материал был подвергнут процессу гидролиза и кислого гидролиза при использовании органических и неорганических кислот в различных концентрациях. Пытались определить влияние гидролиза на содержание основных кормовых компонентов, аминокислотный состав и уровень токсических веществ в целых семенах рапса, а также на качество полученного жира из обезгорченных семян. Проводились также два продуктивных кормовых опыта, в которых исследовали влияние обезгорченных методом кислого гидролиза семян рапса на привесы и использование корма у убойных цыплят.

Цыпляты убойных групп кормили полнопорционными кормосмесями типа ДКА-стартер и ДКА-финишер, а в опытных группах часть соевого шрота заменяли обезгорченными и сырыми семенами рапса, или послеэкстракционным рапсовым шротом и рапсовым маслом.

Полученные результаты химических анализов позволяют судить, что применяемый процесс гидролиза при соответствующих концентрациях кислот не оказывает отрицательного влияния на уровень основных кормовых компонентов в семенах рапса, а также на аминокислотный состав и качество масла полученного из обезгорченных семян рапса. Полученный после гидролиза материал характеризовался сильно сниженным уровнем, а иногда даже полным отсутствием токсических веществ.

В продуктивно-кормовых опытах на цыплятах установлено, что конечный вес птиц получающих в комбикормах 5 или 10% обезгорченных семян рапса не показывал существенных различий ($P \geq 0,05$) в сравнении с весом контрольных групп, а использование корма было даже высокосущественно лучше ($P \leq 0,01$), чем в контрольных группах.

Кормовые опыты показали, что обезгорченные с помощью разбавленной серной кислоты семена рапса могут использоваться как компонент полнопорционных кормосмесей для цыплят-бройлеров.

S. Kinal

EFFECT OF CHEMICAL PROCESSING ON NUTRITIVE VALUE OF RAPESEED

Summary

The respective experiments were carried out with rapeseed of the 1974 harvest. The material was processed at use of water and acid hydrolysis, the latter being detoxicized with organic and inorganic acids of different concentrations. The aim of the experiments was to estimate the influence of hydrolysis on the content of basic nutrients, the amino-acid composition, level of toxic components and quality of oil in detoxicized rapeseed. Also two feeding experiments on broiler

chickens were conducted in order to study the effect of detoxicized rapeseed in the diet on weight gains and feed conversion. Broilers of the control group were fed complete commercial mixtures (DKA-starter and DKA-finisher), in which a part of the soybean oilmeal was substituted by processed and non-processed rapeseed or by post-extraction rapeseed meal and oil.

The results of chemical analyses allow to presume that the hydrolysis process at proper concentration of acids would not exert any negative influence on the level of basic chemical components in rapeseed as well as on the amino-acid composition and the quality of the rapeseed oil. The material obtained after hydrolysis distinguished itself with considerably lower level or even a complete lack of toxic substances.

In feeding and production experiments carried out on chickens it has been proved that the final body weight of the birds fed mixtures with 5 or 10% of detoxicized rapeseed did not differ significantly ($P \geq 0.05$) and the feed conversion showed even highly significant increase ($P \leq 0.01$) as compared with control groups. The feeding experiments have proved that rapeseed detoxicized at use of diluted sulphuric acid can be applied in complete concentrated mixtures for broiler chickens.