

Pasze alternatywne w odniesieniu do soi genetycznie modyfikowanej w żywieniu zwierząt

Eugeniusz R. Grela , Anna Czech 

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin

Żywienie zwierząt, zwłaszcza monogastrycznych oparte jest w znaczącej mierze o pasze roślinne. Obecnie podstawowe źródło białka stanowi poekstrakcyjna śruta sojowa z udziałem GMO (Davison, 2010; Sieradzki i in., 2018). W Polsce, jak też w innych krajach Unii Europejskiej trwa dyskusja, czy i w jakim stopniu z żywienia zwierząt można wyeliminować stosowanie pasz z udziałem GMO, zwłaszcza soi (Davison i Ammann, 2017; Florou-Paneri i in., 2014). Zakaz stosowania pasz genetycznie modyfikowanych został wpisany do ustawy o paszach w 2006 r. i od tego czasu był on już kilkakrotnie odkładany. Najczęstszym powodem był brak dobrej jakości rodzimych pasz białkowych celem zapewnienia krajowego bilansu białkowego (Grela, 2016 a). W wyniku zakazu stosowania mączek zwierzęcych w żywieniu bydła, świń i drobiu najlepszym białkiem roślinnym okazały się produkty sojowe, importowane głównie z USA, Brazylii i Argentyny. W najnowszym zapisie Ustawy z 22 listopada 2018 r. Minister Rolnictwa został zobowiązany do opracowania planu wykorzystania krajowych źródeł białka oraz zminimalizowania deficytu białka paszowego w zakresie pozyskiwanego ze źródeł krajowych. Celem tej Ustawy jest też przesunięcie terminu wejścia w życie zakazu wytwarzania, wprowadzania do obrotu i stosowania w żywieniu zwierząt pasz genetycznie zmodyfikowanych oraz organizmów genetycznie zmodyfikowanych przeznaczonych do użytku paszowego do dnia 1 stycznia 2021 r. (Dz. U. z 2018 r., poz. 2430). Są to zmiany w artykule 15 i 65 ustawy z dnia 22 lipca 2006 r. o paszach (Dz. U. z 2017 r., poz. 453 oraz z 2018 r., poz. 650).

O dotrzymaniu tego terminu zadecyduje zapewne kilka czynników, m.in. determinacja urzędników centralnego szczebla, wskazanie oraz produkcja alternatywnych pasz rodzimego pochodzenia, które znacząco nie przyczynią się do pogorszenia efektów produkcyjnych zwierząt, a także działania lobby producentów drobiu i świń oraz rynku paszowego. W przywołanej ustawie stwierdza się, że analiza bilansu paszowego w Polsce wskazuje, że w naszej strefie klimatycznej nie ma obecnie praktycznie alternatywnych pasz wysokobiałkowych mogących całkowicie zastąpić importowaną śrutę sojową. Całkowite zastąpienie białka genetycznie modyfikowanej soi krajowymi nasionami roślin bobowatych (d. strączkowych) lub rodzimymi śrutami poekstrakcyjnymi będzie trudne ze względu na graniczne udziały tych pasz w dawkach dla zwierząt. Dotyczy to szczególnie mieszanek paszowych dla drobiu rzeźnego i młodych świń ze względu na nadmierną zawartość węglowodanów strukturalnych (włókna) oraz substancji antyodżywczych (alkaloidy, taniny, glukozynolany).

Państwa UE importują rocznie około 36 mln t produktów sojowych, w tym około 12 mln t nasion i 19 mln t poekstrakcyjnej śruty (Sieradzki i in., 2018). Według szacunków Instytutu Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej, udział śruty sojowej w pokryciu zapotrzebowania na białko paszowe w Polsce wynosi około 62%, natomiast 23% białka pochodzi z komponentów rzepakowych, około 7,5% ze śruty słonecznikowej, a tylko 6,5% stanowi białko nasion roślin bobowatych. Polska rocznie importuje około 2,5 mln t poekstrakcyjnej śruty sojowej. Wspomniane substancje

antyodżywcze powodują pogorszenie wchłaniania składników pokarmowych, zaburzenia w funkcjonowaniu przewodu pokarmowego, zmniejszają wartość energetyczną pasz oraz obniżają smakowitość paszy zmniejszając jej spożycie (Abbas i Ahmad, 2018; Angelino i Jeffery, 2014; Yoshie-Stark i in., 2006). U zwierząt, szczególnie młodych, oprócz słabszych efektów produkcyjnych mogą pojawić się: biegunka, zaburzenia ze strony układu rozrodczego, uszkodzenia nerek, wątroby, trzustki czy tarczycy (Muzquiz i in., 2012; Nega i Woldes, 2018). Dlatego też dąży się do ich zredukowania, a nawet całkowitego wyeliminowania z pasz i mieszanek dla zwierząt.

Duże nadzieje są związane z produktami z nasion rzepaku: makuchami oraz poekstrakcyjną śrutą, zwłaszcza odmian „00” o zmniejszonej ilości kwasu erukowego i glukozynolanów (fot. 1) lub dodatkowo o obniżonym poziomie włókna surowego – odmiany „000”. Polska produkuje około 2220 tys. t nasion rzepaku i rzepiku, przy średnim plonie w 2017 r. 27 q/ha (GUS, 2017). Produkcja poekstrakcyjnej śruty rzepakowej w latach 2016–2018 wyniosła około 1,5–1,8 mln t rocznie. Część tej paszy jest eksportowana, a można byłoby ją zagospodarować poprzez stosowne uzdatnienie dla krajowych potrzeb pasz białkowych. Zawartość białka w poekstrakcyjnej śrucie rzepakowej kształtuje się na poziomie 36% i jest ono bogatsze w aminokwasy siarkowe (metionina i cystyna) niż w śrucie sojowej, a udział tryptofanu w obu śrutach jest podobny. Poekstrakcyjna śruta rzepakowa cechuje się mniejszym poziomem energii metabolicznej, gdyż zawiera znacznie więcej włókna surowego (11–12%) w porównaniu ze śrutą sojową (3–5%). Zbyt wysoki poziom włókna oraz występowanie substancji antyodżywczych obniża strawność białka i aminokwasów (Nega i Woldes, 2018; Tripathi i Mishra, 2007; Wang i in., 2010). Jelitowa strawność białka poekstrakcyjnej śruty rzepakowej dla rosnących świń wynosi około 72–76% przy 87–89% dla śruty sojowej. Uwzględniając zawartość oraz dostępność składników pokarmowych można przyjąć, że 1 kg śruty rzepakowej równoważy

0,6–0,7 kg poekstrakcyjnej śruty sojowej, ale nie dla wszystkich zwierząt i grup produkcyjnych.



Fot. 1. Poekstrakcyjna śruta rzepakowa „00”
Photo 1. Extracted rapeseed meal “00”

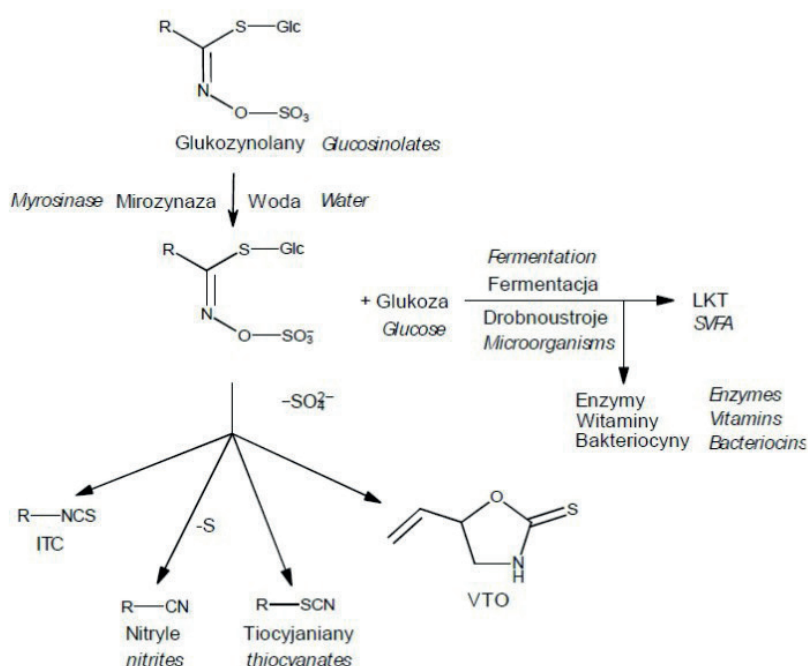


Fot. 2. Fermentowana wysuszona poekstrakcyjna śruta rzepakowa (produkt duński)
Photo 2. Fermented dried extracted rapeseed meal (Danish product)

Badania ostatnich lat zmierzają do uzdatnienia poekstrakcyjnej śruty rzepakowej przez obniżenie zawartości włókna surowego i glukozynolanów, a zwiększenie ilości dostępnego białka, a zwłaszcza aminokwasów egzogennych, głównie lizyny oraz niektórych witamin i innych składników biologicznie czynnych (Nega i Woldes, 2018). Działania te powinny przyczynić się do zwiększonej użyteczności tej paszy w żywieniu zwierząt monogastycznych. Jednym z ciekawych i mogących stanowić alternatywę dla soi GMO jest proces fermentacji poekstrakcyjnej śruty rzepakowej (Poulsen i Blaabjerg, 2017). Jest to proces biochemiczny, podczas którego dochodzi do rozkładu węglowodanów i wytworzenia różnych towarzyszących mu produktów (Canibe i Jensen, 2012). Komponenty paszowe ulegają fermentacji przy pomocy mikroorganizmów, np. bakterii, grzybów, drożdży. W procesie fermentacji naj-

częściej wykorzystywane są szczepy drożdży: *Saccharomyces cerevisiae*, *Rhizopus oligosporus* oraz bakterii z grup: *Lactobacillus* i *Bacillus subtilis* (Chi i Cho, 2016). Najpopularniejszym gatunkiem grzybów w procesach fermentacyjnych jest *Aspergillus*. Jest to związane z jego zdolnością do wytwarzania enzymów, takich jak: hemicelulaza, pektanaza, proteaza, amylaza, lipaza i fitaza (Shi i in., 2015). Fermentacja jest procesem dynamicznym, co wpływa na zmianę właściwości mikrobiologicznych i odżywczych mieszanki (Wang i in., 2018). W trakcie pierwszych godzin fermentacji, a przed wytworzeniem się bakterii *Lactobacillus*, następuje powolne obniżenie pH, ale również proliferacja *Enterobacteriaceae*. Jednak w miarę upływu czasu zwiększa się ilość bakterii kwasu mlekowego a zmniejsza bakterii patogennych i innych czynników chorobowych

(Canibe i in., 2007; Brooks, 2008). Proces fermentacji poprzez znaczącą eliminację szkodliwych bakterii oraz zmniejszenie poziomu glukozynolanów i powstałych produktów ich rozpadu – poprawia bezpieczeństwo żywienia, a poprzez syntezę krótkołańcuchowych (lotnych) kwasów tłuszczowych (LKT) – zwiększa smakowość i walory dietetyczne paszy (ryc. 1). Autorzy dysponują fermentowaną poekstrakcyjną śrutą rzepakową pochodzącą z Danii (fot. 2), którą stosowano w badaniach Kiesz (2018) oraz produkcji krajowej (fot. 3), która może stanowić rodzime źródło pasz białkowych dla świń i drobiu. Również w badaniach Kiesz (2018) wykorzystano w żywieniu prosiąt poekstrakcyjną śrutę sojową wysuszoną po fermentacji (fot. 4), która może być z powodzeniem stosowana w żywieniu prosiąt i warchlaków.



Ryc. 1. Schemat rozkładu glukozynolanów oraz produkty fermentacji glukozy z poekstrakcyjnej śruty rzepakowej (Angelino i Jeffery, 2014; Yan i Chen, 2007 w modyfikacji własnej)

Fig. 1. Scheme of glucosinolate degradation and products of glucose fermentation from rapeseed meal (Angelino and Jeffery, 2014; Yan and Chen, 2007 in own modification)



Fot. 3. Fermentowana wysuszona poekstrakcyjna
śruta rzepakowa (produkt polski)
*Photo 3. Fermented dried extracted rapeseed meal
(Polish product)*



Fot. 4. Fermentowana wysuszona poekstrakcyjna
śruta sojowa (produkt duński)
*Photo 4. Fermented dried extracted soybean meal
(Danish product)*



Fot. 5. Śruta sojowa non GMO ekstrudowana
Photo 5. Non GMO soybean, extruded

Dotychczasowe badania nad produktami fermentowanymi, w tym śrutami poekstrakcyjnymi, głównie sojową i rzepakową dotyczyły żywienia w systemie na mokro (Brooks i in., 2003; Canibe i in., 2007; Grela, 2008; Missotten i in., 2015). Korzystny wpływ żywienia fermentowanymi paszami płynnymi na efektywne funkcjonowanie przewodu pokarmowego związany jest nie tylko ze zmniejszeniem liczby patogenów prowadzących do chorób przewodu pokarmowego prosiąt, tuczników czy macior (Canibe i Jensen, 2003;

Demeckova i in., 2002; van Winsen i in., 2001, 2002), ale również z redukcją ilości bakterii coli (Grela i in., 2018) i niższą częstotliwością występowania biegunek (Song i in., 2010; Canibe i Jensen, 2012). Te wszystkie efekty przyczyniają się do poprawy wskaźników produkcyjnych u wszystkich grup technologicznych świń. Poprawa efektywności żywienia ma również związek ze zwiększonym poborem wody przez zwierzęta żywione płynną paszą. Wpływa to przede wszystkim na poprawę strawności składników pokarmowych paszy. Proces fermentacji wzbogaca paszę płynną dodatkowo w kwasy organiczne, witaminy i enzymy, stymulując w ten sposób środowisko przewodu pokarmowego świń do rozwoju korzystnej mikroflory jelitowej (Canibe i Jensen, 2012). Stosowanie paszy fermentowanej wpływa również korzystnie na obniżenie ilości drobnoustrojów chorobotwórczych w przewodzie pokarmowym. Wyniki badań jednoznacznie wskazują, że produkty powstające podczas fermentacji (kwas mlekowy, kwas octowy) wpływają na redukcję enteropatogenów, głównie *Salmonelli* (Brooks, 2008; van Winsen i in., 2001). Wiele badań wskazuje na to, że taka pasza jest chętniej pobierana przez zwierzęta oraz cechuje się lepszą przyswajalnością składników odżywczych. Konsekwencją tego jest poprawa zarówno strawności składników pokarmowych, jak i efektów produkcyjnych. Canibe i Jensen (2003), Grela i in. (2018) oraz Scholten i in. (2002) w badaniach na prosiętach i tucznikach żywionych fermentowanymi paszami płynnymi zaobserwowali wyższe dzienne przyrosty masy ciała przy lepszym wskaźniku wykorzystania paszy.

Obecnie procesowi fermentacji najczęściej poddawane są białkowe komponenty paszowe, takie jak: poekstrakcyjna śruta rzepakowa, sojowa, niektóre nasiona bobowatych, pszenica i ziemniaki. Komponenty te mogą być wprowadzane do mieszanek paszowych po wcześniejszym wysuszeniu (Grela, 2016 a). Niestety, niewiele jest doniesień na temat ich wpływu na efekty produkcyjne trzody chlewnej żywionej w systemie na sucho. Badania Kiesz (2018) wykazały, że najlepsze wyniki uzyskuje się, jeśli ferment-

owane produkty białkowe są stosowane zarówno w diecie loch prośnych, karmiących, jak też prosiąt. W żywieniu loch stosowano 4% dodatek wysuszonej fermentowanej poekstrakcyjnej śruty rzepakowej. U prosiąt natomiast najlepsze rezultaty osiągnięto przy połączeniu fermentowanej poekstrakcyjnej śruty sojowej (2%) z rzepakową (6%). Skład chemiczny i wartość pokarmową wysuszonej fermentowanej poekstrakcyjnej śruty rzepakowej zestawiono w tabeli 1.

W związku z tym, że żywienie fermentowanymi paszami płynnymi przynosi bardzo dobre efekty, zarówno zdrowotne jak i produkcyjne, zainteresowanie wysuszonymi komponentami fermentowanymi jest wśród hodowców coraz większe. Badania Xu i in. (2012) wykazały zwiększenie poziomu białka ogólnego o 2,5%, lizyny z 1,54 do 2,68% oraz rozpuszczalnych peptydów z 0,7 do 5,6%. Odnotowano także zmniejszenie zawartości izotiocyanianów z 108,7 do 13,1 mmol/kg w fermentowanej w stosunku do standardowej poekstrakcyjnej śruty rzepakowej. Suszona fermentowana poekstrakcyjna śruta sojowa czy rzepakowa mogą być świetnym komponentem białkowym, wykorzystywanym w żywieniu zwierząt monogastrycznych. Ich produkcja jest jednak objęta tajemnicą producenta (Grela, 2016 a; Kiesz, 2018). W wyniku fermentacji poekstrakcyjnej śruty rzepakowej następuje redukcja związków antyżywniowych, w tym przede

wszystkim glukozynolanów i fitynianów, a także zwiększa się wartość biologiczna białka (Canibe i Jensen, 2012). Potwierdzają to także badania Xu i in. (2011) dotyczące fermentacji makuchu rzepakowego. Stwierdzono zmniejszenie poziomu glukozynolanów z 20,8 do 6,1 mmol/kg oraz 4-hydroxy-glukobrassicyny z 2,9 do 0,6 mmol/kg fermentu. Ponadto, odnotowano występowanie kwasów organicznych na poziomie: octowy 0,4%, mlekowy 5,6% oraz etanolu 2,2%. Udział bakterii kwasu mlekowego określono na 104,8 log cfu/g. Nieliczne badania (głównie wykonane na drobiu) wskazują, że fermentowana śruta rzepakowa może być stosowana w miejsce genetycznie modyfikowanej poekstrakcyjnej śruty sojowej (Chiang i in., 2010; Xu i in., 2011).

Na podstawie dotychczasowych badań dotyczących skarmiania płynnych pasz fermentowanych z udziałem śruty rzepakowej w żywieniu świń oraz obiecujących wyników odnośnie wykorzystania fermentowanej poekstrakcyjnej śruty rzepakowej w mieszankach suchych można wnosić o jej znaczącej pozycji jako alternatywnej paszy w odniesieniu do poekstrakcyjnej śruty sojowej GMO. Wymaga to dopracowania krajowej technologii pozyskiwania fermentowanej poekstrakcyjnej śruty rzepakowej na skalę przemysłową, określenia jej wartości pokarmowej oraz składu mikrobiologicznego, a także badań wdrożeniowych na fermach trzody chlewnej i drobiu.

Tabela 1. Skład chemiczny i wartość pokarmowa 1 kg poekstrakcyjnej śruty rzepakowej (RSM) i poddanej fermentacji (FRSM)

Table 1. Chemical composition and nutritional value of 1 kg rapeseed meal (RSM) and fermented rapeseed meal (FRSM)

Pasza – Feed	RSM ¹⁾	FRSM ²⁾	FRSM ³⁾	FRSM ⁴⁾	RSM ⁴⁾
Sucha masa (g) Dry matter (g)	880,0	882,7	888,0	879,4	889,6
Popiół surowy (g) Crude ash (g)	75	78,9		81	71,4
Białko ogólne (g) Crude protein (g)	381	291,8	396	358,1	309,9

Tłuszcz surowy (g) <i>Ether extract (g)</i>	24	31,7	16,2	31,5	36,6
Włókno surowe (g) <i>Crude fibre (g)</i>	112	91,5			
EM (MJ) <i>ME (MJ)</i>	11,01	12,27			
Fosfor ogólny (g) <i>Total phosphorus (g)</i>	11,2	9,09	8,5	11,9	9,8
Fosfor fitynowy (g) <i>Phytic phosphorus (g)</i>		5,73		0,8	6,9
Wapń (g) <i>Calcium (g)</i>	6,6	8,05	8,3	6,7	5,5
Glukozyzyny (mmol kg ⁻¹) <i>Glucosinolate (mmol kg⁻¹)</i>	108,7 ³⁾	6,37	13,1	9,08	16,45
Taniny (g kg ⁻¹) <i>Tannins (g kg⁻¹)</i>		4,76			
Kwas mlekowy (mmol l ⁻¹) <i>Lactic acid (mmol l⁻¹)</i>		50,4			

¹⁾ Grela i Skomiał (2015); ²⁾ Kiesz (2018); ³⁾ Xu i in. (2012); ⁴⁾ Shi i in. (2016).

Nasiona roślin bobowatych

Nasiona roślin bobowatych mogą również stanowić interesującą alternatywną paszę dla importowanej soi (Jeroch i in., 2016). Zawierają one spore ilości białka surowego, bowiem od 20% w grochu i fasoli do ponad 40% w nasionach łubinu żółtego (tab. 2). Umiejętnie stosowane nasiona grochu, łubinu czy bobiku mogą być cennym źródłem białka w mieszankach dla świń (Grela, 2016 b; Hanczakowska i Księżak, 2012). Najlepszymi paszami dla świń (poza ewentualnie uprawianą już w kraju soją bez udziału GMO) są: łubin żółty, w dalszej kolejności – groch siewny, łubin wąskolistny, bobik i ciecierzycza, a najmniej polecanymi – lędźwian siewny, wyka, łubin biały i surowa fasola (Jeroch i in., 2016; Hanczakowska i Świątkiewicz, 2015; Martín-Pedrosa i in. 2016). Dla uzyskiwania pożądanych rezultatów w chowie świń nie należy przekraczać zalecanych udziałów nasion roślin bobowatych w mieszankach pełnodawkowych (tab. 3). Nasiona bobowatych nie powinny być jedynym źródłem białka w mieszankach dla drobiu i świń,

a zwłaszcza dla prosiąt, warchlaków czy drobiu rzeźnego (indyki, kurczęta). Dobrze komponują się z poekstrakcyjną śrutą rzepakową. Nadmierne ilości nasion bobowatych mogą przyczynić się do pogorszenia produktywności zwierząt, a obniżenie kosztów żywienia na drodze zastąpienia droższej śruty sojowej tańszymi nasionami strączkowymi będzie tylko pozorne. Wprawdzie wyniki niektórych prac eksperymentalnych wskazują, że tymi nasionami można w pełni zastąpić poekstrakcyjną śrutę sojową, jednakże przy niewłaściwym zbilansowaniu aminokwasów i proporcji białka do energii można spodziewać się pogorszenia wykorzystania paszy i spadku tempa wzrostu zwierząt (Jeroch i in., 2016). W testach przeprowadzanych na świniami mieszanki pełnoporcjowe zawierające wysokie udziały nasion roślin bobowatych charakteryzują się w porównaniu do standardowych mieszanek zbożowo-sojowych niższą smakowitością. Dlatego, aby temu zapobiec można stosować dodatki paszowe maskujące smak nasion i zachęcające zwierzęta do pobierania większej ilości paszy. Można w tym celu stosować dodatki

aromatyczno-smakowe, ekstrakty lub preparaty ziołowe. Jako dodatek do mieszanek pełnoporcjowych zawierających nasiona roślin bobowatych stosowane są też enzymy lub preparaty enzymatyczne (zawierające kilka enzymów). Ich celem jest np. zwiększanie dostępności składników mineralnych (np. fitaza udostępnia fosfor z fitynianów), poprawa strawności składników pokarmowych (ksylanaza), czy też zwiększenie wartości energetycznej paszy (glukanaza, hemicelulaza). Najlepiej stosować też odmiany o obniżonym poziomie składników antyżywniowych lub poddać obróbce termo-plastycznej. Ważne jest, aby dokładnie zbilansować mieszanki (dawki) pokarmowe pod względem energii i białka, a w szczególności aminokwasów: lizyny, metioniny, cystyny, treoniny i tryptofanu. Bilansowanie dawek jest dokładniejsze, jeżeli uwzględnia się strawność jelitową tych aminokwasów. Nasiona roślin bo-

bowatych należy wprowadzać stopniowo do dawki pokarmowej, zwiększając ich udział w paszy wraz z wiekiem świń. Nie należy skarmiać nasion spleśniałych i porażonych grzybami. Bilansując dawkę pokarmową trzeba także określić poziom substancji antyżywniowych (alkaloidy, tanniny), gdyż zawartość tych związków zmienia się, zwłaszcza w nasionach odmian reprodukowanych we własnym gospodarstwie. W Instytucie Żywnienia Zwierząt i Bromatologii Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie prowadzone są badania dotyczące wykorzystania pełnołustych nasion soi odmian bez udziału GMO poddanych ekstruzji (fot. 5). Produkt ten zawiera niewielkie ilości inhibitorów proteaz (5–8% ilości w nasionach surowych), około 18–20% tłuszczu oraz 32–36% białka ogólnego. Wstępne testy na kurczętach rzeźnych oraz prosiętach o masie ciała 10–30 kg wskazują na wysoką użyteczność tej paszy.

Tabela 2. Zawartość składników pokarmowych i antyodżywczych (ANFs) w 1 kg nasion bobowatych (Grela i Skomial, 2015)

Table 2. Content of nutrients and anti-nutritional factors (ANFs) in 1 kg of leguminous seed (Grela and Skomial, 2015)

Składniki pokarmowe <i>Nutrients</i>	Bobik <i>Field bean</i>	Groch <i>Pea</i>	Łubin – <i>Lupin</i>			Lędzwan siewny <i>Grass pea</i>	Soja bez GMO ¹⁾ <i>Soybean non GMO¹⁾</i>
			biały <i>white</i>	niebieski <i>blue</i>	żółty <i>yellow</i>		
Białko surowe (g) <i>Crude protein (g)</i>	268	227	313	292	383	265	325
Tłuszcz surowy (g) <i>Ether extract (g)</i>	13	12	91	55	47	7	195
Włókno surowe (g) <i>Crude fibre (g)</i>	73	58	113	136	144	58	67
Popiół surowy (g) <i>Crude ash (g)</i>	37	34	38	37	48	35	53
EM dla świń (MJ) <i>ME for pigs (MJ)</i>	13,0	13,6	13,2	14,2	14,2	11,8	16,9
EM dla drobiu (MJ ²⁾ <i>ME for poultry (MJ²⁾</i>	10,1	12,8	8,7	7,2	8,3		13,8
Wapń (g) <i>Calcium (g)</i>	1,2	0,8	3,1	3,0	2,9	1,1	2,5
Fosfor ogólny (g) <i>Total phosphorus (g)</i>	5,3	3,6	1,7	3,7	5,7	5,4	5,2
Fosfor strawny (g) <i>Digestible phosphorus (g)</i>	2,0	1,6	1,1	1,3	2,3	2,1	2,1

¹⁾ Badania własne niepublikowane – *Own unpublished research*; ²⁾ Smulikowska i Rutkowski (2005).

Tabela 3. Zalecany maksymalny udział nasion bobowatych w żywieniu świń (Grela, 2016 b)

Table 3. Recommended maximum share of legumes in pig diets (Grela, 2016 b)

Nasiona Seeds	Prosięta Piglets	Tuczniki Fatteners	Tuczniki Fatteners	Lochy Sows		Knury Boars
	7–20 kg	20–70 kg	71–115 kg	ciąża gestation	laktacja lactation	
Bobik – <i>Field bean</i> *	5	10	15	5	10	10
Groch – <i>Pea</i>	10	25	20	10	15	10
Fasola – <i>Kidney bean</i> **	5	10	10	5	5	5
Łędwian siewny – <i>Grass pea</i>	0	10	10	5	10	5
Łubin biały – <i>White lupin</i>	0	5	10	0	5	0
Łubin wąskolistny – <i>Blue lupin</i>	5	10	15	10	10	5
Łubin żółty – <i>Yellow lupin</i>	10	15	20	10	15	10
Soczewica – <i>Lentil</i>	10	15	25	10	10	10
Wyka siewna – <i>Vetch</i>	0	5	5	0	5	0

* bobik obłuszczonej – *decorticated bean*; ** fasola po obróbce termicznej – *beans after heat treatment*.

Ilość nasion bobowatych w mieszance pełnoporcjowej dla drobiu jest uzależniona w znacznym zakresie od koncentracji substancji antyżywniowych, jakości białka, koncentracji energii, jak też wieku ptaków i kierunku produkcji (produkcja jaj, reprodukcja, tucz). Zalecenia dotyczące maksymalnych udziałów (tab. 4–5) uwzględniają

odchylenia jakościowe i zmienność substancji antyżywniowych. Ma to dać pewność, że podczas stosowania tych nasion w recepturach nie wystąpią w praktyce niekorzystne efekty produkcyjne, jakościowe i zdrowotne. Podane zakresy odnoszą się zawsze do nasion surowych (nieuzdatnionych), za wyjątkiem nasion soi (nasiona toastowane).

Tabela 4. Zalecenia w zakresie maksymalnej ilości bobowatych (%) w mieszankach pełnoporcjowych dla kurcząt i niosek (Jeroch i Kozłowski, 2016)

Table 4. Recommendations on the maximum amount of legumes (%) in complete mixtures for chickens and laying hens (Jeroch and Kozłowski, 2016)

Nasiona bobowatych Legume seeds		Przyczyny ograniczeń Reasons for restrictions	Kurczęta (0-6 tyg.) Chickens (0-6 week)	Młode nioski ¹⁾ Young layers ¹⁾	Nioski – Hens	
					produkcyjne productive	reprodukcyjne reproductive
Bobik <i>Field bean</i>	odmiany tradycyjne <i>traditional varieties</i>	niedobór aaS, taniny, wicyna, konwicyna <i>aaS deficiency, tannins, vicine, convicine</i>	15	15	10	10
	niskotaninowe <i>low tannins</i>	wicyna, konwicyna <i>vicine, convicine</i>	20	20	10	5
	mało wicyny i konwicyny <i>low content of vicine, convicine</i>	niedobór aaS <i>aaS deficiency</i>	15	20	20	20

Groch <i>Pea</i>	odmiany tradycyjne, <i>traditional varieties</i>	taniny <i>tannins</i>	10	20	20	20
	niskotaninowe <i>low tannins</i>	niedobór aaS <i>aaS deficiency</i>	20	30	30	30
Łubiny <i>Lupins</i>	niskoalkaloidowe <i>low alkaloids</i>	oligosacharydy, alkaloidy, mało energii <i>oligosaccharides, alkaloids, low energy levels</i>	10	20	15	10
Soja <i>Soybean</i>	toastowana <i>toasted</i>	wysoka zawartość tłuszczu <i>high fat content</i>	15	20	25	25

¹⁾ młode nioski, 5–20 tygodni nieśności – *young hens, 5-20 weeks of laying.*

Tabela 5. Zalecenia w zakresie maksymalnej ilości bobowatych (%) w mieszankach pełnoporcjowych dla broilerów (Jeroch i Kozłowski, 2016)

Table 5. Recommendations on the maximum amount of legumes (%) in complete mixtures for broiler chickens (Jeroch and Kozłowski, 2016)

Nasiona bobowatych <i>Legume seeds</i>		Przyczyny ograniczeń <i>Reasons for restrictions</i>	Starter (0–4 tyg.) <i>(0–4 week)</i>	Grower (od 4. tyg.) <i>(from 4. week)</i>
Bobik <i>Field bean</i>	odmiany tradycyjne <i>traditional varieties</i>	polifenole, niedobór aminokwasów siarkowych <i>polyphenols, deficiency of sulfur amino acids (aaS)</i>	10	15
	niskotaninowe <i>low tannins</i>	niedobór aminokwasów siarkowych <i>deficiency of sulfur amino acids (aaS)</i>	20	25
Groch <i>Pea</i>	odmiany tradycyjne <i>traditional varieties</i>	niedobór aminokwasów siarkowych <i>deficiency of sulfur amino acids (aaS)</i>	15	20
	niskotaninowe <i>low tannins</i>	niedobór aminokwasów siarkowych <i>deficiency of sulfur amino acids (aaS)</i>	25	30
Łubiny <i>Lupins</i>	niskoalkaloidowe <i>low alkaloids</i>	oligosacharydy, podwyższona koncentracja alkaloidów <i>oligosaccharides, increased concentration of alkaloids</i>	10	15
Soja <i>Soybean</i>	toastowana <i>toasted</i>	wysoka zawartość tłuszczu i kwasów wielonienasyconych <i>high content of fat and polyunsaturated fatty acids</i>	15	20

W żywieniu indyków zaleca się stosować w mieszankach pełnoporcjowych 5–10% nasion bobiku, 5–20% nasion grochu, 5–10% nasion łubiny oraz do 10% nasion soi poddanych obróbce termicznej (Jankowski i Mikulski, 2016).

Podsumowanie

Polska ma realne szanse na znaczące unie-

ależnienie się od importu produktów sojowych GMO stosowanych w żywieniu zwierząt. W tym względzie należy dopracować technologię uzdatniania poekstrakcyjnej śrutki rzepakowej, głównie na drodze fermentacji oraz określić jej wartość pokarmową, udział aktywnych komponentów pofermentacyjnych (wolne peptydy, kwasy organiczne, witaminy, bakteriocyny) oraz skład

mikrobiologiczny. Należy również wyhodować czy też zaadaptować oraz spopularyzować uprawę roślin bobowatych, w tym soi *non* GMO, łubinów słodkich oraz grochu i bobiku o małym udziale czynników antyodżywczych (tanin, al-

kaloidów, inhibitorów proteaz, cukrów nieskrobiowych). Ponadto, trzeba opracować albo dostosować do krajowych możliwości technologie pozyskiwania koncentratów białkowych z lucerny, alg i wodorostów.

Literatura

- Abbas Y., Ahmad A. (2018). Impact of processing on nutritional and antinutritional factors of legumes: a review. *Ann. Food Sci. Technol.*, 19 (2): 199–215.
- Angelino D., Jeffery E.H. (2014). Glucosinolate hydrolysis and bioavailability of resulting isothiocyanates: Focus on glucoraphanin. *J. Funct. Foods*, 7 (1): 67–76.
- Brooks P.H. (2008). Fermented liquid feed for pigs. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture. Vet. Sci. Nutr. Nat. Res.*, 3: 1–18.
- Brooks P.H., Beal J.D., Niven S.J. (2003). Liquid feeding of pigs. II. Potential for improving pig health and food safety. *Anim. Sci. Pap. Rep.*, 21: 23–29.
- Canibe N., Jensen B.B. (2003). Fermented and nonfermented liquid feed to growing pigs: effect on aspects of gastrointestinal ecology and growth performance. *J. Anim. Sci.*, 81: 2019–2031.
- Canibe N., Jensen B.B. (2012). Fermented liquid feed – microbial and nutritional aspects and impact on enteric diseases in pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 173: 17–40.
- Canibe N., Højberg O., Badsberg J.H., Jensen B.B. (2007). Effect of feeding fermented liquid feed and fermented grain to piglets on gastrointestinal ecology and growth performance. *J. Anim. Sci.*, 85: 2959–2971.
- Chi C.H., Cho S.J. (2016). Improvement of bioactivity of soybean meal by solid-state fermentation with *Bacillus amyloliquefaciens* versus *Lactobacillus* spp. and *Saccharomyces cerevisiae*. *LWT – Food Sci. Technol.*, 68: 619–625.
- Chiang G., Lu W.Q., Piao X.S., Hu J.K., Gong L.M., Thacker P.A. (2010). Effects of feeding solid-state fermented rapeseed meal on performance, nutrient digestibility, intestinal ecology and intestinal morphology of broiler chickens. *Asian-Austral. J. Anim. Sci.*, 23, 2: 263–271.
- Davison J. (2010). GM plants: Science, politics and EC regulations. *Plant Sci.*, 178 (2): 94–98.
- Davison J., Ammann K. (2017). New GMO regulations for old: Determining a new future for EU crop biotechnology. *GM Crops Food*, 8: 1, 13–34.
- Demeckova V., Kelly D., Coutts A.G.P., Brooks P.H., Campbell A. (2002). The effect of fermented liquid feeding on the faecal microbiology and colostrum quality of farrowing sows. *Int. J. Food Microbiol.*, 79: 85–97.
- Florou-Paneri P., Christaki E., Giannenas I., Bonos E., Skoufos I., Tsinas A., Tzora A., Peng J. (2014). Alternative protein sources to soybean meal in pig diets. *J. Food Agric. Environ.*, 12: 655–660.
- Grela E.R. (2008). Efektywność żywienia świń z uwzględnieniem skarmiania pasz suchych lub płynnych. *Mag. Wet., Choroby świń – Monografia*, ss. 592–595.
- Grela E.R. (2016 a). Roślinne koncentraty białkowe w żywieniu zwierząt. *Wiad. Zoot.*, 54, 1: 99–106.
- Grela E.R. (2016 b). Schweine. In: *Körnerleguminosen als Futter und Nahrungsmittel*. Jeroch H., Lipiec A., Abel H., Zentek J., Grela E.R., Bellof G. (eds), DLG-Verlag, Frankfurt am Main, ss. 118–133.
- Grela E.R., Skomiał J. (red.) (2015). Zalecenia żywieniowe i wartość pokarmowa pasz dla świń. IFiZZ PAN, Jabłonna.
- Grela E.R., Czech A., Kusior G., Szczotka-Bochniarz A., Klebaniuk R. (2018). The effect of feeding system and sex on the performance and selected gastrointestinal features of fattening pigs. *Pol. J. Vet. Sci.*, 21, 1: 157–165.

- GUS (2017). Rocznik statystyczny rolnictwa. Warszawa.
- Hanczakowska E., Księżak J. (2012). Krajowe źródła białkowych pasz roślinnych jako zamienników śruty sojowej GMO w żywieniu świń. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 39, 2: 171–187.
- Hanczakowska E., Świątkiewicz M. (2015). Zastosowanie nasion bobowatych (strączkowych) w mieszankach z produktami rzepakowymi jako zamiennika śruty sojowej w żywieniu świń. *Wiad. Zoot.*, 53, 3: 163–172.
- Jankowski J., Mikulski D. (2016). Puten. In: *Körnerleguminosen als Futter und Nahrungsmittel*. Jeroch H., Lipiec A., Abel H., Zentek J., Grela E.R., Bellof G. (eds), DLG-Verlag, Frankfurt am Main, ss. 153–158.
- Jeroch H., Kozłowski K. (2016). Huhnergefluegel. In: *Körnerleguminosen als Futter und Nahrungsmittel*. Jeroch H., Lipiec A., Abel H., Zentek J., Grela E.R., Bellof G. (eds), DLG-Verlag, Frankfurt am Main, ss. 141–152.
- Jeroch H., Lipiec A., Abel H., Zentek J., Grela E.R., Bellof G. (eds) (2016). *Körnerleguminosen als Futter und Nahrungsmittel*. DLG-Verlag, Frankfurt am Main.
- Kiesz M. (2018). Efektywność stosowania fermentowanych pasz białkowych na wyniki produkcyjne oraz status zdrowotny świń. Praca doktorska, UP Lublin.
- Martín-Pedrosa M., Varela A., Guillamon E., Cabellos B., Burbano C., Gomez-Fernandez J., Mercado E. de, Gomez-Izquierdo E., Cuadrado C., Muzquiz M. (2016). Biochemical characterization of legume seeds as ingredients in animal feed. *Spanish J. Agric. Res.*, 14, 1, e0901.
- Missotten J.A., Michiels J., Degroote J., Smet S. de (2015). Fermented liquid feed for pigs: an ancient technique for the future. *J. Anim. Sci. Biotechnol.*, 6: 4–13.
- Muzquiz M., Varela A., Burbano C., Cuadrado C., Guillamón E., Pedrosa M.M. (2012). Bioactive compounds in legumes: Pronutritive and antinutritive actions. Implications for nutrition and health. *Phytochem. Rev.*, 11, 2–3: 227–244.
- Nega T., Woldes Y. (2018). Review on nutritional limitations and opportunities of using rapeseed meal and other rape seed by-products in animal feeding. *J. Nutr. Health Food Eng.*, 8, 1: 43–48.
- Poulsen H.D., Blaabjerg K. (2017). Fermentation of rapeseed meal, sunflower meal and faba beans in combination with wheat bran increases solubility of protein and phosphorus. *J. Sci. Food Agric.*, 97, 1: 244–251.
- Scholten R.H.J., Peet-Schwering C.M.C. van der, Hartog L.A. den, Balk M., Schrama J.W., Verstegen W.M.A. (2002). Fermented wheat in liquid diets: effects on gastrointestinal characteristics in weanling piglets. *J. Anim. Sci.*, 80: 1179–1186.
- Shi C., He J., Yu J., Yu B., Mao X., Zheng P., Huang Z., Chen D. (2015). Amino acid, phosphorus, and energy digestibility of *Aspergillus niger* fermented rapeseed meal fed to growing pigs. *J. Anim. Sci.*, 93, 6: 2916–2925.
- Shi C., He J., Wang J., Yu J., Yu B., Mao X., Zheng P., Huang Z., Chen D. (2016). Effects of *Aspergillus niger* fermented rapeseed meal on nutrient digestibility, growth performance and serum parameters in growing pigs. *Anim. Sci. J.*, 87, 4: 557–563.
- Sieradzki Z., Mazur M., Król B., Kwiatek K. (2018). Stosowanie pasz genetycznie zmodyfikowanych w odniesieniu do trzech modeli produkcji – ekologicznej, tradycyjnej i wolnej od GMO. *Pasze Przem.*, 27, 3: 10–14.
- Smulikowska S., Rutkowski A. (red.) (2005). Normy żywienia drobiu. IFiZZ PAN, Jabłonna.
- Song Y.S., Pérez V.G., Pettigrew J.E., Martinez-Villaluenga C., Gonzalez de Mejia E. (2010). Fermentation of soybean meal and its inclusion in diets for newly weaned pigs reduced diarrhea and measures of immunoreactivity in the plasma. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 159: 41–49.
- Tripathi M.K., Mishra A.S. (2007). Glucosinolates in animal nutrition. A review. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 132: 1–27.
- Ustawa z dnia 22 lipca 2006 r. o paszach. *Dz. U.*, 2006 r., nr 144, poz. 1045.
- Ustawa z dnia 22 listopada 2018 r. o zmianie ustawy o paszach. *Dz. U.*, 2018, poz. 2430.
- Wang R., Shaarani S.M., Godoy L.C., Melikoglu M., Vergara C.S., Koutinas A., Webb C. (2010). Bioconversion of rapeseed meal for the production of a generic microbial feedstock. *Enzyme Microbiol. Technol.*, 47: 77–83.
- Wang C., Shi C., Zhang Y., Song D., Lu Z., Wang Y. (2018). Microbiota in fermented feed and swine gut. *Appl.*

- Microbiol. Biotechnol., 102, 7: 2941–2948.
- Winsen R.L. van, Urlings B.A.P., Lipman L.J.A., Snijders J.M.A., Keuzenkamp D., Verheijden J.H.M., Knapen F. van (2001). Effect of fermented feed on the microbial population of the gastrointestinal tracts of pigs. *Appl. Environ. Microbiol.*, 67: 3071–3076.
- Winsen R.L. van, Keuzenkamp D., Urlings B.A.P., Lipman L.J.A., Snijders J.A.M., Verheijden J.H.M., Knapen F. van (2002). Effect of fermented feed on shedding of Enterobacteriaceae by fattening pigs. *Vet. Microbiol.*, 87: 267–276.
- Xu F.Z., Li L.M., Xu J.P., Qian K., Zhang Z.D., Liang Z.Y. (2011). Effects of fermented rapeseed meal on growth performance and serum parameters in ducks. *Asian-Austral. J. Anim. Sci.*, 24: 678–684.
- Xu F.Z., Zeng X.G., Ding X.L. (2012). Effects of replacing soybean meal with fermented rapeseed meal on performance, serum biochemical variables and intestinal morphology of broilers. *Asian-Austral. J. Anim. Sci.*, 25, 12: 1734–1741.
- Yan X., Chen S. (2007). Regulation of plant glucosinolate metabolism. *Planta*, 226: 1343–1352.
- Yoshie-Stark Y., Wada Y., Schott M., Wasche A. (2006). Functional and bioactive properties of rapeseed protein concentrates and sensory analysis of food application with rapeseed protein concentrates. *LWT – Food Sci. Technol.*, 39, 5: 503–512.

ALTERNATIVE FORAGE FOR GENETICALLY MODIFIED SOYBEAN IN ANIMAL FEEDING

Summary

The basic source of protein in monogastric animals feeding (pigs and poultry) is post-extraction soybean meal including GMO. In Poland, as well as in other EU countries, there is a debate, if and to what extent it is possible to eliminate the application of GMO forage, especially soybeans, from animal nutrition. On the basis of current research concerning liquid fermented forage feeding with rapeseed meal in pig nutrition and promising results regarding the usage of fermented post-extraction rapeseed meal in dry mixtures, it can be considered as a significant alternative to post-extraction soybean meal including GMO. This requires the improved technology of obtaining fermented rapeseed meal on the industrial scale and at the same time determining its nutritional value and microbiological composition, as well as practice tests implementation on pig and poultry farms.

It is also necessary to breed or adapt and popularize the cultivation of leguminous plants, including non-GMO soybeans, sweet lupins, peas and field beans, with a small amount of anti-nutritional factors (tannins, alkaloids, protease inhibitors, non-starch sugars). In addition, technologies for extracting protein concentrates from other sources such as lucerne, algae or seaweed should be formulated and adapted.

Key words: animal feeding, GMO soybean, fermented extracted rapeseed meal, legume seeds



Fot. internet