

KRAJOWE ŹRÓDŁA BIAŁKOWYCH PASZ ROŚLINNYCH JAKO ZAMIENNIKI ŚRUTY SOJOWEJ GMO W ŻYWIENIU ŚWIŃ*

Ewa Hanczakowska¹, Jerzy Księżak²

¹Instytut Zootechniki Państwowy Instytut Badawczy, Dział Żywienia Zwierząt i Paszoznawstwa, 32-083 Balice k. Krakowa

²Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Uprawy Roślin Pastewnych, 24-100 Puławy

Śruta sojowa jest podstawowym źródłem białka w paszach dla świń. Jeśli jednak, jako produkt GMO zostanie zakazana, konieczne będzie rozszerzenie stosowania pasz roślinnych pochodzenia krajowego. Najważniejsze z nich to nasiona roślin strączkowych: grochu, bobiku oraz lubinu, a także rzepaku. Wszystkie te surowce zawierają jednak znaczne ilości włókna oraz substancje antyodżywcze, inne u różnych gatunków roślin. W związku z tym konieczne są zabiegi technologiczne, jak np. odluszczenie, ponieważ włókno i tanniny zawarte są głównie w łuskach. Używa się również dodatków odpowiednich enzymów. Dobre wyniki daje też uzupełnianie białka aminokwasami krystalicznymi. Groch zawiera niewielkie ilości tanin ograniczających strawność białka i może być stosowany w większej ilości niż pozostałe rośliny strączkowe. Stosowanie bobiku również jest ograniczane przez zawarte w nim taniny, choć ich ilość w nowych odmianach uległa obniżeniu. W lubinach głównymi substancjami antyodżywczymi są alkaloidy oraz polisacharydy nieskrobiowe. Zawartość alkaloidów uległa w nich jednak redukcji dzięki pracom hodowlanym, a szkodliwemu wpływowi polisacharydów można zapobiegać poprzez dodatek enzymów. Białko lubinów (zwłaszcza żółtego) ma wysoką wartość pokarmową i można go stosować w paszach, ale także jako dodatek do pokarmów dla ludzi. Dobre wyniki uzyskać można stosując w paszach dla świń mieszankę nasion roślin strączkowych i makucho rzepakowego, zawierającego dużo aminokwasów siarkowych. Wszystkie omówione pasze pochodzące z gospodarstw ekologicznych mogą być stosowane w ekologicznym chowie zwierząt.

W Polsce dla zaspokojenia potrzeb paszowych potrzeba rocznie około 1 miliona ton białka i jest ono pokrywane w 80% przez import poekstrakcyjnej śruty sojowej. Pozostałe zapotrzebowanie pokrywają surowce pochodzenia krajowego, tj. śruta poekstrakcyjna rzepakowa, słonecznikowa, makuchy rzepakowe i nasiona roślin strączkowych. Rola surowców pochodzenia krajowego może wzrosnąć po ewentualnym wprowadzeniu w Polsce zakazu stosowania w żywieniu zwierząt pasz z roślin genetycznie zmodyfikowanych (GMO), tym bardziej, że jak wynika z danych uzyskanych w ostatnich latach, około 98% dostępnej na rynku śruty sojowej stanowiła zmodyfikowana genetycznie linia Roundap Ready (Sieradzki i in., 2006). Jest to

*Praca w ramach podzadania nr 05-2.01.1.

równocześnie najbardziej rozpowszechniona na świecie roślina uprawna zmodyfikowana genetycznie (Chen i in., 2005). Linia ta posiada wbudowany do genomu gen pochodzący z *Agrobacterium sp.* kodujący enzym powodujący odporność na Roundap (glifosat). W przeprowadzonych w Instytucie Zootechniki i Państwowym Instytucie Weterynaryjnym badaniach porównywano zmodyfikowane genetycznie soję i kukurydzę z roślinami pochodzącymi z upraw standardowych (Świątkiewicz i in., 2011). Nie stwierdzono żadnych różnic w wynikach tuczu świń ani w jakości tusz i mięsa. Obecność transgenicznego DNA dało się wykryć w treści żołądka i dwunastnicy, ale nie w dalszych odcinkach przewodu pokarmowego. Histopatologiczna analiza mięśni i organów wewnętrznych nie wykazała żadnych różnic pomiędzy zwierzętami.

Do roślin strączkowych uprawianych w Polsce z przeznaczeniem na paszę należą groch, bobik oraz łubiny słodkie (biały, żółty i wąskolistny). Skład, a co za tym idzie wartość pokarmowa ich nasion są zróżnicowane pod względem zawartości białka, tłuszczu, ilości i składu węglowodanów oraz substancji antyodżywczych.

Białko roślin strączkowych jest ubogie w aminokwasy siarkowe – metioninę i cystynę, natomiast zawiera stosunkowo dużo lizyny, co czyni je dobrym dodatkiem do pasz opartych na zbożach. Znaczne różnice występują między nimi w zawartości tłuszczu, a także w zawartości i składzie węglowodanów (tab. 1).

Tabela 1. Wartość pokarmowa wybranych nasion roślin strączkowych
Table 1. Nutritive value of some legume seeds

	Groch Pea	Bobik Field bean	Łubin wąskolistny Blue lupin	Łubin żółty Yellow lupin	Łubin biały White lupin
Energia metaboliczna (MJ/kg) Metabolizable energy (MJ)	13,8	12,8	12,0	12,4	13,0
Sucha masa (g · kg ⁻¹ SM): Dry matter (g · kg ⁻¹ DM):					
białko ogólne crude protein	209	270	313	425	336
ekstrakt eterowy ether extract	14	13	49	47	87
popiół crude ash	30	36	35	45	40
włókno surowe crude fibre	59	72	136	138	78
NDF	154	150	211	257	230
ADF	79	98	179	205	172
ADL	6	7	11	14	63
Lizyna (g)	15,1	17,7	14,4	19,5	17,5
Lysine (g)					
Metionina + cystyna (g)	5,24	5,35	7,83	11,7	8,40
Methionine + cystine (g)					
Treonina (g)	7,94	9,91	11,0	12,5	12,4
Threonine (g)					
Tryptofan (g)	1,88	2,41	2,50	3,12	2,40
Tryptophan (g)					

Nasiona tych roślin, zwłaszcza łubinów, zawierają sporo włókna, które z jednej strony obniża ich wartość pokarmową (chodzi tu głównie o tzw. polisacharydy nieskrobiowe, oznaczane zwykle skrótem NSP od angielskiego non-starch polysaccha-

rides), z drugiej może mieć, zwłaszcza frakcje nierozpuszczalne, korzystny wpływ na anatomię i funkcje przewodu pokarmowego. Hedemann i in. (2006) stwierdzili intensywniejszy wzrost kosmków w nabłonku jelita cienkiego prosiąt pod wpływem nierozpuszczalnych frakcji włókna. Poprawia to zdrowie prosiąt po odsadzeniu. Takie zmiany w anatomii śluzówki jelita powoduje obecność w paszy grochu i łubinu (Salgado i in., 2002).

Różnice w zawartości składników odżywczych i substancji antyodżywczych są przyczyną zróżnicowanych możliwości zastosowania poszczególnych roślin strączkowych, jako źródła białka w paszach dla zwierząt gospodarskich.

Nasiona grochu

Groch jest surowcem wykorzystywanym najczęściej w paszach dla świń. W siedmiu krajach Unii Europejskiej 90% grochu zużywanego do produkcji pasz jest wykorzystywane w paszach dla świń, a jedynie 8% w paszach dla drobiu i 2% dla przeżuwaczy. Jego zużycie mogłoby być znacznie większe, gdyby nie jego niska podaż na rynku.

Groch zawiera stosunkowo niewiele substancji antyodżywczych, może więc być stosowany w szerszym zakresie niż inne strączkowe. Obecne w grochu substancje szkodliwe to głównie taniny i inhibitory tripsyny. Zawartość tanin jest uzależniona od odmiany: nasiona odmian biało kwitnących zawierają ich istotnie mniej od odmian barwnych (Canbolat i in., 2007), dzięki czemu charakteryzują się wyższą strawnością składników pokarmowych. Niska zawartość substancji antyodżywczych sprawia, że stosowane zazwyczaj technologie poprawiające przyswajalność składników odżywczych z pasz roślinnych, w przypadku grochu nie dają na ogół pozytywnych efektów. Co prawda Alonso i in. (1998) stwierdzili znaczny, aż o 84%, spadek zawartości tanin w niektórych odmianach grochu po zastosowaniu ekstruzji, jednak badania ograniczyły się do analiz chemicznych, bez doświadczeń żywieniowych na zwierzętach. Być może więc zawartość tanin w badanych przez autorów odmianach była na tyle niska, że nie miałaby wpływu na reakcję zwierząt. Autorzy podając w metodyce nazwy odmian (obce dla polskiego czytelnika) nie poinformowali, czy były to odmiany białe, czy barwnie kwitnące.

Prosięta są szczególnie wrażliwe na substancje antyodżywcze oraz wysoką zawartość włókna w paszy, stąd konieczne są próby stosowania zabiegów technologicznych oraz dodatków, takich jak enzymy czy aminokwasy krystaliczne, poprawiających strawność i wartość pokarmową pasz zawierających groch.

Valencia i in. (2008) podjęli próbę sporządzenia, według ich określenia, koncentratu białka grochu, będącego w istocie drobno zmieloną frakcją nasion, sporządzoną po ich uprzednim odłuszczeniu. Udało się w ten sposób podnieść zawartość białka z 235 do 525 g w kg, a zawartość włókna obniżyć z 60 do 15 g w kg. W doświadczeniu przeprowadzonym na prosiętach pomiędzy 26. a 48. dniem życia średnie dzienne przyrosty, przy podawaniu tak otrzymanego koncentratu wyniosły 386 g, a przy zastosowaniu koncentratu białka soi (produkowanego na drodze enzymatycznej) 418 g. Było to najprawdopodobniej wynikiem gorszego spożycia paszy zawierającej groch. Skrobia, zawarta w pozostałej frakcji o większej średnicy cząstek, zastosowana w dawkach dla prosiąt dała gorsze rezultaty niż skrobia ryżowa i kukurydziana, jednak te dwie były uprzednio gotowane (Parera i in., 2010).

Również Stein i in. (2004) badali możliwość zastosowania grochu w żywieniu prosiąt. Mieszanki miały dokładnie zbilansowany skład aminokwasowy poprzez dodatek krystalicznej lizyny, metioniny, tryptofanu i treoniny. Zawierały także kukurydzę oraz śrutę sojową. Autorzy stwierdzili poprawę przyrostów przy udziale grochu 6% i 12% w mieszance dla odsadzonych prosiąt i niewielkie pogorszenie, gdy udział grochu wynosił 18%. Uzyskane przez nich wyniki przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Wynik odchovu prosiąt mieszankami kukurydziano-sojowymi z różnym udziałem grochu (Stein i in., 2004)

Table 2. Results of rearing piglets using maize and soybean mixtures with different proportions of pea (Stein et al., 2004)

Wyszczególnienie Item	Grupa kontrolna Control group	Prosięta karmione mieszankami z udziałem grochu Pea content of piglet diets		
		6%	12%	18%
Początkowa masa ciała (kg) Initial BW (kg)	7,81	8,81	7,79	7,79
Końcowa masa ciała Final BW (kg)	19,65	20,02	19,90	19,17
Średnie przyrosty dzienne (g) Average daily weight gains (g)	423	436	433	407
Wykorzystanie paszy (kg/kg) Feed conversion (kg/kg)	0,66	0,66	0,70	0,64

Le Gall i in. (2007), podając odsadzonym prosiętom mieszankę, w której 30% białka pochodziło z grochu, stwierdzili, że różne frakcje białka grochu (globuliny, albuminy) były trawione w różnym stopniu w żołądku i różnych częściach jelita cienkiego. Prowadzono też badania nad wpływem dodatku enzymów paszowych (amylazy, ksylanazy, proteazy) do mieszanek z udziałem grochu dla wcześniej odsadzonych prosiąt. Stwierdzono, że prosięta otrzymujące enzymy lepiej wykorzystywały paszę tylko we wczesnej fazie wzrostu, od 4,0 do 10,0 kg masy ciała (Owusu-Asiedu, 2004). Zdaniem autora dodatek enzymów paszowych nie jest potrzebny w przypadku zastosowania grochu ekstrudowanego. Poprawa wartości pokarmowej grochu po ekstruzji może być wynikiem inaktywacji substancji antytyrpsynowych, obniżających strawność białka u odmian niezawierających tanin.

Grosjean i in. (2000) określali strawność jelitową białka nasion 13 biało kwitnących, niezawierających tanin nasion grochu pastewnego. Doświadczenie przeprowadzono na przetokowanych wieprzkach. Stwierdzono, że strawność białka obniża się liniowo wraz ze wzrostem aktywności antytyrpsynowej. Autorzy nie stosowali żadnych zabiegów mających na celu obniżenie tej aktywności. Można sądzić, że w tym przypadku ekstruzja mogłaby dać pozytywny efekt, ponieważ inhibitory trypsyny, jako białka, są termolabilne.

Landblom i Poland (1997) badali wpływ ekstruzji na wykorzystanie grochu przez prosięta o początkowej masie ciała około 7,4 kg. Zastosowano dawki zawierające 20 lub 40% grochu. Dawka zawierająca mniejszą ilość grochu dała wyniki takie same jak dawka kontrolna (soja), tak w formie surowej, jak i ekstrudowanej, natomiast 40%

grochu surowego istotnie obniżyło przyrosty, ale po ekstruzji również dało wyniki odpowiadające kontroli.

Doświadczenia prowadzone na rosnących świniami nie potwierdzają jednak korzystnego wpływu ekstruzji grochu. W doświadczeniu Chrenkovej i in. (2011) brak było istotnych różnic nie tylko w przyrostach, ale również w ocenie tuszy i jakości mięsa. Także Htoo i in. (2008) nie stwierdzili poprawy pozornej strawności jelitowej białka ekstrudowanego grochu pastewnego u rosnących świń, poprawiła się jednak strawność tłuszczu.

Dobre wyniki uzyskać można stosując groch w żywieniu tuczników. Grela i in. (1992) oraz Stanek (1997) uzyskali korzystne wskaźniki tuczu przy stosowaniu w mieszankach paszowych różnych odmian grochu. Vieira i in. (2003) stosując w mieszankach kukurydziano-sojowych dla tuczników groch w ilości 20 lub 40% nie stwierdzili niekorzystnego wpływu na wyniki tuczu.

Również Stein i in. (2004), stosując w żywieniu tuczników o masie ciała od 22 do 109 kg mieszanki zawierające kukurydzę, śrutę sojową i groch w ilości 12, 24 lub 36%, stwierdzili poprawę przyrostów przy udziale grochu 12 lub 24% i nieznaczne ich pogorszenie, kiedy w dawce udział grochu wynosił 36%. Wyniki tych badań przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Wyniki tuczu mieszankami kukurydziano-sojowymi z różnym udziałem grochu (Stein i in., 2004)

Table 3. Results of fattening with maize and soybean mixtures with different proportions of pea (Stein et al., 2004)

Wyszczególnienie Item	Grupa kontrolna Control group	Tuczniaki karmione mieszankami z udziałem grochu Pea content of piglet diets		
		12%	24%	36%
		Początkowa masa ciała (kg) Initial BW (kg)	22,3	22,2
Końcowa masa ciała Final BW (kg)	109,0	111,8	111,2	107,8
Średnie przyrosty dzienne (g) Average daily weight gains (g)	729	752	748	719
Wykorzystanie paszy (kg/kg) Feed conversion (kg/kg)	2,13	2,22	2,23	2,13

W dalszych badaniach ci sami autorzy (Stein i in., 2006) próbowali zastąpić całą śrutę sojową nasionami grochu. Tucz trwał od osiągnięcia przez prosięta masy ciała 23 do 123 kg i podzielono go na trzy okresy różniące się ilością grochu, od 66% w mieszance grower, 48% we wczesnym finiszarze, do 36% w późnym finiszarze. Mieszanki oprócz grochu zawierały kukurydzę, kredę, fosforan paszowy oraz dodatek krystalicznych aminokwasów (metioniny, lizyny, treoniny i tryptofanu). Tak wysokie dawki grochu nie miały wpływu na przyrosty zwierząt i wykorzystanie paszy. Brak było również różnic w ocenie poubojowej. Stwierdzono natomiast, że mięso zwierząt otrzymujących w mieszance groch miało lepszą barwę i było bardziej suche. Według Pipera i in. (1975) przy wysokim udziale grochu w mieszance należy zwrócić uwa-

gę na zawartość w niej selenu i witaminy E. Podając tucznikom w mieszance groch w ilości 97% autorzy stwierdzili 80% upadków świń bez wcześniejszych objawów chorobowych. U tuczników wystąpiła nekroza wątroby oraz degradacja mięśni szkieletowych i serca. Proponowane przez autorów dawki selenu i witaminy E wynoszą odpowiednio 0,01 mg/kg i 150 mg/kg mieszanki.

Nasiona grochu lub bobiku można też z powodzeniem stosować w mieszankach dla loch prośnych i karmiących (Zeman i Šiške, 1983). W mieszankach dla loch prośnych groch lub bobik zastępowały całe białko poekstrakcyjnej śruty sojowej. Dla loch wysokoprośnych i w czasie laktacji zastąpiono połowę białka śruty sojowej nasionami grochu i bobiku. Nie stwierdzono istotnych różnic w masach ciała loch w czasie trzech cykli reprodukcyjnych ani w masach ciała urodzonych i odsadzonych prosiąt. Stwierdzono natomiast, że lochy otrzymujące mieszanki z wysokim udziałem grochu urodziły istotnie więcej prosiąt w porównaniu do kontrolnych i otrzymujących mieszanki z bobikiem. Ilość urodzonych prosiąt we wszystkich grupach wzrastała w kolejnych cyklach reprodukcyjnych.

Nasiona bobiku

Stosowanie bobiku w żywieniu świń jest ograniczone głównie obecnością tanin, choć dzięki pracom agrotechnicznym ich ilość w nowych odmianach jest znacznie niższa. I tak, według Makkara i in. (1997) ich zawartość wahała się w granicach 15,7–35,4 g w kg, a obecnie, nawet w kolorowo kwitnących odmianach, spadła do 2,1–7,4 g/kg (Jezierny i in., 2010). W żywieniu świń lepiej stosować biało kwitnące odmiany bobiku, które, tak jak w przypadku grochu, zawierają mniej tanin (Duc, 1997). Dostępne na rynku wpisane do Rejestru Odmian niskotaninowe odmiany bobiku to Amulet, Olga, Leo, Kasztelan, Albus, w których na drodze pracy hodowlanej obniżono zarówno zawartość tanin, jak i inhibitorów proteaz. Niestety plon odmian biało kwitnących jest niższy niż kolorowych (Martin i in., 1991). Ponadto ozime odmiany bobiku charakteryzują się wyższą wydajnością niż jare (Ghaouti, 2007); są jednak stosunkowo mało mrozo odporne, stąd prowadzone są intensywne prace agrotechniczne nad uzyskaniem nowych, ulepszonych odmian (Arbaoui, 2008).

Odwrótnie niż w przypadku tanin kształtuje się aktywność czynników antytrypsynowych. Jest ona niższa u odmian kwitnących kolorowo niż u białych. Według Makkara i in. (1997) aktywność odmian kolorowych stanowi jedynie 64% aktywności odmian białych.

Innymi czynnikami antyodżywczyimi bobiku są występujące w pozostałych strączkowych jedynie w śladowych ilościach glikozydy pirymidynowe: wicyna i konwicyna. Przez zmianę metabolizmu komórek krwi mogą one powodować anemię hemolityczną. Ich zawartość w różnych odmianach bobiku jest zróżnicowana, w przypadku wicyny może wynosić od 3,4 do 10,4 g w kg suchej masy, choć istnieją już odmiany bobiku o zanedbywalnie małej zawartości tych glikozydów – 0,2–0,6 i 0,1–0,2 g w kg suchej masy, odpowiednio wicyny i konwicyny (Grosjean i in., 2001). W żywieniu świń wicyna i konwicyna wydają się odgrywać niewielką rolę. Wspomniani autorzy podawali świnom bobik w ilości 500 g/kg, co odpowiadało 10,4 g wicyny i 4,3 g konwicyny, stwierdzając jedynie nieznaczne obniżenie strawności białka i energii.

Nasiona bobiku zawierają również fityniany w ilości kilku mg w 1 g (Hagir i in., 2005). Ich szkodliwemu działaniu można zapobiegać różnymi, także „domowymi” sposobami. Cytowani wyżej autorzy moczyli nasiona bobiku przez 3 dni w wodzie destylowanej, osiągając znaczny spadek zawartości kwasu fitynowego i polifenoli. Co prawda obniżeniu uległa też zawartość substancji mineralnych, ale znacznie wzrosła ich przyswajalność. Podobne wyniki uzyskano po gotowaniu bobiku. Wpływ gotowania na skład nasion bobiku badali również Abusin i in. (2009), stwierdzając znaczny spadek zawartości substancji antyodżywczych, tanin i fitynianów i duży wzrost strawności białka oznaczanej *in vitro*. Szerszy wachlarz metod poprawy wartości odżywczej bobiku stosowali Vidal-Valverde i in. (1998). Obejmowały one moczenie w różnych roztworach (woda destylowana, kwas cytrynowy i kwaśny węglan sodu), gotowanie uprzednio namoczonych nasion, podgrzewanie na sucho i kiełkowanie. Za najlepszą metodę uznano kiełkowanie, powodujące spadek zawartości kwasu fitynowego o 45%, przy równoczesnym obniżeniu zawartości skrobi jedynie o 15%.

Opisane metody mogą oczywiście skomplikować wykorzystanie bobiku w żywieniu zwierząt, z drugiej jednak strony przynajmniej niektóre z nich, np. moczenie czy gotowanie nie kolidują z zalecany ekologicznym żywieniem trzody. Z tego punktu widzenia Partanen i in. (2006) badali możliwość zastosowania bobiku w żywieniu odsadzonych prosiąt. Stosując groch lub bobik w ilości 0, 120 lub 240 g/kg dawki, stwierdzili wysoką wartość dawek z grochem, ale najwyższa ilość bobiku spowodowała spadek przyrostów.

W swoich badaniach Kasprovicz (2004) zastąpiła 25, 50 i 75% białka śruty sojowej bobikiem w mieszankach dla warchlaków o masie ciała 14 kg. Po uwzględnieniu strawności jelitowej aminokwasów i dokładnym ich zbilansowaniu poprzez dodatek w formach krystalicznych uzyskała pozytywne wskaźniki odchowu, wskazujące na możliwość zastąpienia białka śruty sojowej bobikiem nawet w 75%.

Obniżające strawność substancji odżywczych taniny zawarte są głównie w łuskach okrywających nasiona bobiku. O ich istotnym znaczeniu świadczą badania Jansmana i in. (1995). Podawali oni młodym świniom jako źródło włókna łuski bobiku o zawartości tanin mniejszej niż 0,1% lub 3,3%. Kontrolnym źródłem włókna była celuloza. Oba typy łusek istotnie obniżały pozorną strawność jelitową suchej masy i materii organicznej. Łuski niskotaninowe obniżały pozorną strawność jelitową białka ogólnego z 88 do 83, a wysokotaninowe do 74. W konkluzji autorzy stwierdzili, że taniny zawarte w łuskach bobiku reagują nie tylko z białkiem paszy, ale także z białkiem endogennym przewodu pokarmowego. Ponadto wykazują one preferencje do białek bogatych w prolinę i histydynę.

Również w żywieniu prosiąt Van der Poel i in. (1992) stosowali dwie linie genetyczne bobiku: o obniżonej i wysokiej ilości tanin (odpowiednio <0,5 g i 5,2 g/kg). Strawność zarówno jelitowa, jak i kałowa były nieco wyższe w przypadku linii niskotaninowej, ale różnice nie były istotne statystycznie. W konkluzji autorzy zalecili dalsze prace nad selekcją odmian bobiku o niskiej zawartości tanin, co, jak opisano wyżej, rzeczywiście jest kontynuowane (Jezierny, 2010).

Lepsze wyniki osiąga się stosując nasiona bobiku w żywieniu świń starszych. Przykładowo, w żywieniu tuczników o początkowej masie ciała 35 kg Zijlstra i in. (2008), zastosowawszy nową, zerotaninową odmianę bobiku w ilości 30% dawki,

osiągnęli przyrosty nieróżniące się od uzyskanych na dawce kontrolnej, zawierającej śrutę sojową.

W celu lepszego wykorzystania nasion próbuje się stosować różne metody poprawy jego wartości pokarmowej. Można je podzielić na frakcję bogatą w białko oraz zawierającą głównie skrobię (Gunawardena i in., 2010), tak jak opisano to wyżej w przypadku grochu. Można w ten sposób otrzymać pasze lepiej wykorzystywane przez świnie o wysokich wymaganiach żywieniowych.

Innym sposobem poprawy wykorzystania bobiku w dawkach dla świń może być zastosowanie dodatku enzymów paszowych. Stanek i in. (2005) badali strawność i retencję azotu u świń w przedziale wagowym od 50 do 98 kg żywionych mieszanką, w której zastępowano w okresie grower 21,5 lub 33% , a w okresie finisz 22,5 lub 35% białka śruty sojowej bobikiem. Stwierdzono, że dodatek preparatu Ronozyme VP zawierającego beta-glukanazę, pentozanazę, hemicelulozę, pektynazę oraz Ronozyme WX zawierającego beta-ksylanazę spowodował wzrost wartości odżywczej i miał dodatni wpływ na retencję i wykorzystanie białka.

Nasiona łubinu

Skład nasion łubinu różni się od składu omówionych wyżej nasion grochu i bobiku. Nie zawierają one znaczących ilości związków fenolowych (Huisman i Dolman, 2001), a głównym czynnikiem antyodżywczym są alkaloidy, które jednak w otrzymanych na drodze zabiegów agrotechnicznych tzw. łubinach słodkich występują jedynie w ilościach śladowych. Ruiz i in. (1977) oznaczali zawartość alkaloidów w paru słodkich odmianach łubinów. W nasionach łubinu wąskolistnego (*Lupinus angustifolius*) wynosiła ona mniej niż 0,01%, a w nasionach łubinu białego (*L. albus*) 0,09%. Dla porównania, zawartość alkaloidów w prymitywnych gatunkach łubinu pochodzących z Meksyku wynosiła od 1,4 do 4,4% (Ruiz-Lopez i in., 2000). W badaniach Branda i Brandta (2000) znaczne różnice w zawartości alkaloidów stwierdzono nawet w obrębie jednej odmiany. Np. dla łubinu białego odmiany Astra różnice wynosiły od 0,02 do 0,17 %, przy średniej 0,09%. Tak więc, o ile łubiny słodkie można stosować w przemyśle spożywczym jako zamienniki białka soi (Pettersson, 1998) ponieważ dopuszczalny poziom alkaloidów wynosi w tym przypadku 0,02% (Chango i in., 1993), o tyle odmiany gorzkie wymagają odgoryczania (Luque i Gutierrez-Rave, 1991). Szczególnie wrażliwe na alkaloidy łubinu są świnie, które nie wyjadają paszy, jeśli zawartość alkaloidów w użytym łubinie przekracza 0,03% (Pearson i Carr, 1977).

Pomimo wysokiej wartości pokarmowej białka łubinu i zredukowanej zawartości alkaloidów jego wykorzystanie w żywieniu może być ograniczone przez obecność znacznej ilości polisacharydów nieskrobiowych, mogącej sięgać do 50% (Kocher i in., 2000). Ich główne składniki to polimery galaktozy, arabinozy i kwasu uronowego (Jean-Marc i Carre, 1989). Są one w większości nierozpuszczalne (Mohamed i Rayas-Durate, 1995) i powodując wzrost lepkości treści przewodu pokarmowego, obniżają przyswajalność składników odżywczych. W tej sytuacji można spodziewać się poprawy wartości pokarmowej łubinu po zastosowaniu dodatku enzymów rozkładających węglowodany. Jednakże doświadczenie Piresa i in. (2007) przeprowadzone na prosiętach otrzymujących łubin biały nie dało pozytywnych rezultatów, co mogło

być wynikiem wpływu wysokiej wartości pokarmowej białka lub specyficzności enzymów nie w pełni odpowiadającej składowi węglowodanów łubinu.

Niskie, nieraz śladowe ilości skrobi w nasionach łubinu (choć według Roth-Maier i in. (2004) jej zawartość może wynosić do 10%), nie powodują konieczności dodatku energii do zawierających łubin pasz dla świń. Nasiona mają wysoką wartość energetyczną – około 14–16 MJ energii strawnej w kilogramie (Kim i in., 2009). Wynika to z wysokiej zawartości tłuszczu, która w uprawianych w Europie gatunkach łubinu wynosi od 6 do 12% (Strakova i in., 2006), z czego do 80% przypada na nienasycone kwasy tłuszczowe (Uzun i in., 2007). W doświadczeniach Batterhama i in. (1986) dodatek oleju sojowego do dawki z łubinem białym nie dał pozytywnych rezultatów.

Nasiona łubinu stosowane w umiarkowanej ilości mogą stanowić dobre źródło białka w dawkach dla prosiąt. Prandini i in. (2005) stosowali łubin biały w dawkach dla prosiąt od 28. dnia życia. Poziom łubinu w paszy (17%) odpowiadał poziomowi soi (16%) użytej jako kontrola. Łubin stosowany był w formie nieprzetworzonej lub ekstrudowany. Nie było różnic ani pomiędzy soją a łubinem, ani pomiędzy łubinem surowym i ekstrudowanym. McNiven i Castell (1995) stosowali łubin biały w dawkach dla prosiąt o masie ciała od 10 do 20 kg. Prosięta charakteryzowały się dobrymi przyrostami i wykorzystaniem paszy, gdy ilość łubinu w dawce wzrastała do 10%. Wyższy poziom łubinu spowodował spadek przyrostów będący jednak prawdopodobnie raczej wynikiem niższego spożycia paszy niż niższą przyswajalnością białka, ponieważ wykorzystanie paszy nie pogorszyło się pod wpływem wyższego poziomu łubinu.

Wyniki większości badań przeprowadzonych na rosnących świniami wskazują, że bezpieczny poziom łubinu w paszy wynosi około 20%. Tyle stosowali Zraly i in. (2007), sprawdzając wpływ łubinu białego na stan zdrowia, wskaźniki produkcyjne, jakość tuszy, profil kwasów tłuszczowych w tłuszczu śródmięśniowym oraz cechy sensoryczne mięsa. Dodatek łubinu nie spowodował obniżenia spożycia paszy, natomiast stwierdzono pozytywny (choć nieistotny) wpływ dodatku tłuszczu (przyrosty wyższe o 2,3 do 10% od pozostałych grup). Łubin nie miał wpływu na ocenę tuszy i jakość mięsa. Również łubinu białego użyli w doświadczeniu na rosnących świniami o początkowej wadze około 30 kg Pisarikova i in. (2008). Zastępowali nim białko śruty sojowej w ilości 50 lub 100%, stosując nasiona całe lub obłuszczone. W przypadku obu grup o niższej zawartości łubinu strawność najważniejszych składników odżywczych – białka, tłuszczu i włókna była istotnie wyższa niż w grupie kontrolnej. Również średnie dzienne przyrosty masy ciała były w grupach doświadczalnych wyższe niż w kontrolnej, ale różnice nie były istotne statystycznie. W podsumowaniu autorzy stwierdzają, że biorąc pod uwagę wszystkie wyniki najkorzystniejsze jest zupełne zastąpienie śrutą sojową obłuszczoneymi nasionami łubinu.

Łubin żółty ma wysoką wartość pokarmową, a zawarte w nim niewielkie ilości alkaloidu (graminy) nie mają wpływu na spożycie paszy i przyrosty tuczników. Gramina nie ma również wpływu na budowę i działanie najważniejszych organów wewnętrznych, wątroby, nerek i płuc. Natomiast w doświadczeniach belgijskich (Froidmont i in., 2005) dodatek α -galaktozydazy poprawiał strawność jelitową paszy, a w doświadczeniu produkcyjnym skrócił czas tuczu od 30 do 105 kg ze 123 do 107 dni. Stąd autorzy wyciągają wniosek, że α -galaktozydy są głównym czynnikiem antyodżywczym łubinu w paszy dla świń.

Tabela 4. Skład procentowy mieszanek paszowych dla tuczników z udziałem łubinu (Roth-Maier i in., 2004)

Table 4. Composition of fattener feed mixtures with lupin (Roth-Maier et al., 2004)

Wyszczególnienie Item	Kontrola Control		Łubin wąskolistny Blue lupin		Łubin żółty Yellow lupin	
	grower	finiszer finisher	grower	finiszer finisher	grower	finiszer finisher
Łubin wąskolistny Blue lupin			20,0	20,0		
Łubin żółty Yellow lupin					20,0	20,0
Jęczmień Barley	52,75	57,99	47,36	52,58	51,46	56,61
Śruta sojowa Soybean meal	22,54	18,15	8,32	4,05	4,21	
Kukurydza Maize	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Olej sojowy Soybean oil	1,85	1,98	1,22	1,28	1,08	1,23
Lizyna	0,16	0,05	0,28	0,46	0,33	0,21
Lysine						
Met	0,02		0,89	0,01	0,08	0,004
Methionine						
Treonina	0,02		0,07	0,07	0,08	0,02
Threonine						
Tryptofan			0,02	0,02	0,03	0,008
Tryptophan						
Mineralne i witaminy Minerals and vitamins	2,63	1,82	2,65	1,85	2,72	1,92

Tabela 5. Wyniki tuczu (Roth-Maier i in., 2004)

Table 5. Results of fattening (Roth-Maier et al., 2004)

Wyszczególnienie Item	Kontrola Control	Łubin wąskolistny Blue lupin	Łubin żółty Yellow lupin
Początkowa masa ciała (kg) Initial BW (kg)	37,1	37,4	38,5
Końcowa masa ciała (kg) Final BW (kg)	122,2	123,0	122,1
Średnie przyrosty dzienne (g) Average daily weight gains (g)	939	953	940
Spożycie paszy (kg/dzień ⁻¹) Daily feed intake (kg/day ⁻¹)	2,40	2,43	2,44
Wykorzystanie paszy (kg/kg) Feed conversion (kg/kg)	2,57	2,55	2,60
Wydajność rzeźna (%) Cold dressing yield (%)	78,9	77,7	78,2
Grubość słoniny (mm) Backfat thickness (mm)	16,4	15,3	15,5
Mięsność (%) Meatiness of carcass (%)	56,6	56,8	57,2

Z żywieniowego punktu widzenia ważną zaletą łubinu jest jego działanie hipokolesterolemiczne. Jest ono najprawdopodobniej wynikiem zmniejszonej absorpcji

cholesterolu z przewodu pokarmowego, wskutek wyższej reabsorpcji kwasów żółciowych, co zmniejsza rozpuszczalność cholesterolu (Martins i in., 2005).

Przykłady dawek pokarmowych oraz uzyskane przy ich użyciu wyniki przedstawiono w tabelach 4 i 5.

Produkty rzepakowe i nasiona roślin strączkowych

Jak wspomniano, ze względu na niską zawartość aminokwasów siarkowych w białku nasion strączkowych można oczekiwać korzystnych rezultatów po zmieszaniu ich z paszą bogatą w metioninę i cystynę, np. rzepakiem lub makuchem rzepakowym.

Rzepak jest ważnym źródłem tłuszczu, a po wyciśnięciu stanowi źródło wartościowego białka zawartego w wyłokach, czyli tzw. makuchu. Ponieważ należy on do innej grupy systematycznej roślin niż rośliny strączkowe, zawiera inne substancje antyodżywcze. Najważniejsze z nich to glukozytolany, których zawartość jest jednak w nowych odmianach niewielka. Korzyści i problemy związane z zastosowaniem makuchu rzepakowego w żywieniu świń zostały opisane wcześniej (Hanczakowska, 2006; Hanczakowska i in., 2011; Hanczakowska i Węglarzy, 2012), tutaj zostanie on omówiony tylko jako składnik mieszanek z nasionami roślin strączkowych, dostarczający wartościowego białka oraz aminokwasów siarkowych.

Ze względu na znaczną zawartość włókna możliwość zastosowania rzepaku w żywieniu prosiąt jest ograniczona. Może on jednak być dobrym składnikiem paszy dla loch. W doświadczeniu Urbańczyka i Hanczakowskiej (2002) całkowite zastąpienie śruty sojowej bobikiem i śrutą rzepakową w paszy dla loch pozwoliło na uzyskanie zbliżonych wyników reprodukcyjnych. W badaniach przeprowadzonych w Instytucie Zootechniki stwierdzono, że mieszanki takie dają dobre rezultaty w żywieniu loch prośnych. Całkowite zastąpienie śruty sojowej grochem lub bobikiem i śrutą rzepakową pozwoliło na uzyskanie zbliżonych wyników reprodukcyjnych w porównaniu do loch otrzymujących śrutę sojową. U loch karmiących niezbędne okazało się zachowanie w mieszankach niewielkiego udziału śruty sojowej, a w mieszankach dla warchlaków śrutę sojową można zastąpić w 50%.

W literaturze jest niewiele prac dotyczących łącznego stosowania makuchu rzepakowego i nasion roślin strączkowych jako źródeł białka w żywieniu tuczników. Turyk i in. (2003) porównywali pasze zawierające 25% makuchu rzepakowego lub 20% makuchu i 20% grochu pastewnego ze śrutą sojową. Najwyższe przyrosty masy ciała osiągnęły tuczniaki otrzymujące makuch i groch, przy czym różnica pomiędzy tą grupą a grupą kontrolną była nieistotna. Makuchy i groch obniżyły również istotnie zawartość triacylgliceroli w surowicy krwi. Tuczniaki otrzymujące makuchy miały przyrosty istotnie gorsze od obu pozostałych grup.

Mieszanie grochu i całych nasion rzepaku użyli w doświadczeniu na tucznikach Thacker i Qiao (2002). Również w tym przypadku grupa kontrolna otrzymywała śrutę sojową. Mieszaninę grochu i rzepaku podzielono na dwie części i jedną z nich ekstrudowano. Nie było różnic w przyrostach masy ciała ani w spożyciu i wykorzystaniu białka pomiędzy poszczególnymi dawkami w różnych okresach, ani podczas całego doświadczenia. Autorzy konkludują więc, że w przypadku tych pasz nie ma sensu stosowanie tak kosztownego procesu jak ekstruzja.

Badano też możliwość łącznego stosowanie bobiku i śruty rzepakowej w tuczach świń o masie ciała 25 do 110 kg. W mieszankach zastępowano 0, 25, 50, 75 lub 100% śruty rzepakowej nasionami bobiku. W okresie stosowania mieszanki grower udział bobiku wynosił od 13,7 do 31,7%, a w okresie stosowania mieszanki finiszera od 11,4 do 26%. Zwierzęta grupy kontrolnej żywiono mieszanką jęczmienno-sojową. W okresie stosowania mieszanki grower nastąpiło istotne obniżenie ($P < 0,05$) przyrostów, jak i pogorszenie wykorzystania paszy. W całym tuczach stwierdzono zmniejszenie pobrania paszy przy najwyższym udziale bobiku w mieszance oraz pogorszenie przyrostów przy zastąpieniu śruty rzepakowej bobikiem w 75 i 100%. Mięso zwierząt otrzymujących nasiona bobiku miało ciemniejszą barwę wraz ze wzrostem ich udziału w mieszance. Autorzy sugerują, że udział bobiku w mieszankach dla tuczników nie powinien przekraczać 20% (Partanen i in., 2003).

W późniejszych badaniach Partanen i in. (2006) zastępowali w dawkach dla rosnących świń 33 lub 67% makuchu rzepakowego łubinem. W początkowym okresie tuczach świnię otrzymujące 33% łubinu przyrastały lepiej niż kontrolne, otrzymujące wyłącznie makuch. W późniejszej fazie brak było różnic pomiędzy poszczególnymi grupami, co doprowadziło do wyrównania wyników liczonych za cały okres doświadczenia.

W Instytucie Zootechniki PIB prowadzono badania nad łącznym stosowaniem nasion roślin strączkowych i makuchów rzepakowych. Mieszanki z udziałem grochu odmiany Ramrod dla loch prośnych zawierały 8%, a dla wysokoprośnych i karmiących 20%, natomiast makuchu rzepakowego odpowiednio 5 i 8%. Nie stwierdzono ujemnego wpływu stosowanego żywienia na ich masę ciała, ale zaobserwowano, że dla loch karmiących taki udział grochu był za wysoki, gdyż występowały u nich zaparcia i wzdęcia. Urodzone i odsadzone prosięta miały niską masę ciała, a ilość upadków była większa. W mieszankach dla odsadzonych prosiąt stosowano 10% grochu i 3% makuchu rzepakowego. Przyrosty prosiąt i wykorzystanie paszy po odsadzeniu były takie same jak w grupie kontrolnej, ale ich masa ciała skutkiem niskiej masy urodzeniowej, w 84. dniu życia była niższa. Mieszanki grower i finiszera dla tuczników zawierały 16–24% grochu oraz 8–14% makuchu rzepakowego. Zastosowane w mieszankach badane pasze okazały się dobrym zamiennikiem poekstrakcyjnej śruty sojowej. Przyrosty tuczników były o 3,6% wyższe w porównaniu do kontrolnych, ale różnice nie zostały potwierdzone statystycznie. Mięso tych tuczników charakteryzowało się nieco gorszym zapachem i smakiem.

W kolejnych badaniach stosowano w mieszankach niskotaninowy bobik odmiany Kasztelan. Mieszanki dla loch prośnych zawierały 6%, a dla karmiących 14% bobiku oraz odpowiednio 3 lub 8% makuchu rzepakowego. Tak żywione lochy urodziły i odchowaly taką samą ilość prosiąt jak w grupie kontrolnej, a urodzone prosięta były cięższe od kontrolnych ($P < 0,01$). Po odsadzeniu prosięta otrzymujące w paszy 6% bobiku i 3% makuchu rzepakowego rosły szybciej od kontrolnych ($P < 0,01$) i lepiej wykorzystywały paszę. Nieco wyższe przyrosty stwierdzono również u tuczników otrzymujących w pierwszym okresie tuczach 10% bobiku i 8% makuchu rzepakowego oraz w drugim okresie tuczach odpowiednio 16 i 15% badanych komponentów. Nie stwierdzono wpływu zastosowania takich mieszanek na wskaźniki oceny poubojowej tusz.

Zastosowany w mieszankach dla świń łubin wąskolistny odmiany Regent w połączeniu z makuchem rzepakowym wywarł niekorzystny wpływ na wskaźniki repro-

dukcyjne loch. Lochy prośne otrzymywały mieszanki zawierające 5%, a wysoko-prośne 10% łubinu. Udział makuchu wynosił odpowiednio 3 i 8%. Lochy urodziły i odchowały istotnie mniej prosiąt. Tuczniaki żywione mieszankami doświadczalnymi zawierającymi 8% w growerze i 12% w finiszarze łubinu oraz odpowiednio 7 i 15% makuchu rosły wolniej niż pozostałe ($P < 0,01$). Nie stwierdzono różnic w ocenie poubojowej tusz, ale mięso charakteryzowało się istotnie lepszą kruchością w porównaniu do kontrolnych.

W kolejnych badaniach zastosowano w mieszankach łubin żółty odmiany Mister w połączeniu z makuchem rzepakowym. Udział łubinu żółtego i makuchu rzepakowego w mieszankach dla loch prośnych wynosił odpowiednio 4 i 3%, a dla karmiących 12 i 8%. Urodzone prosięta miały istotnie wyższą masę ciała w dniu urodzenia i były cięższe w dniu odsadzenia od kontrolnych. Również po odsadzeniu, kiedy w mieszance paszowej zastosowano 9% udział łubinu i 3% makuchu rosły szybciej niż prosięta kontrolne, a ich masa ciała w 84. dniu życia była wyższa od kontrolnych. Zawartość łubinu w mieszankach dla tuczników wynosiła 10–11%, a makuchu rzepakowego 7–10%. W pierwszym okresie tuczu przyrastały tak samo jak tuczniaki kontrolne, ale w drugim okresie ich przyrosty były wyższe od kontrolnych o 6,9%, tak więc za cały tucz wynosiły 816 g, podczas gdy u kontrolnych średnie przyrosty dzienne wynosiły 781 g. Zastosowane mieszanki nie miały istotnego wpływu na ocenę poubojową tusz, ale mięso uzyskało istotnie gorszą ocenę zapachu i smaku.

W przeprowadzonym doświadczeniu badano również wpływ dodatku enzymów do paszy dla odsadzonych prosiąt i tuczników. Nie stwierdzono istotnych różnic po podaniu preparatów Ronozyme VP i WX w ilości po 100 mg/kg paszy. Obserwowano jednak nieco wyższe przyrosty prosiąt z grupy kontrolnej oraz z grupy otrzymującej w mieszance groch. Na dodatek enzymów pozytywnie zareagowały tuczniaki otrzymujące w paszy bobik oraz w mniejszym stopniu oba łubiny.

Uzyskane wyniki badań wskazują, że najlepszym zamiennikiem poekstrakcyjnej śruty sojowej w mieszankach dla loch, prosiąt i tuczników okazał się niskotaninowy bobik odmiany Kasztelan i łubin żółty odmiany Mister podawane łącznie z makuchem rzepakowym. Zastosowany wysoki udział grochu w połączeniu z makuchem rzepakowym w mieszankach dla loch miał niekorzystny wpływ na masę ciała urodzonych prosiąt, a lochy niechętnie pobierały paszę i wystąpiły u nich zaparcia i wzdęcia, co miało ujemny wpływ na przebieg porodu. Również łączne stosowanie w mieszankach łubinu wąskolistnego i makuchu rzepakowego wywarło niekorzystny wpływ na wskaźniki reprodukcyjne loch i późniejszy wzrost prosiąt i tuczników.

Podsumowanie

Jak wynika z przedstawionego przeglądu, nasiona grochu, bobiku i łubinu mogą w znacznym stopniu zastąpić w żywieniu trzody chlewnej śrutę sojową, co nabierze znaczenia po ewentualnym wprowadzeniu zakazu stosowania roślin GMO, praktycznie eliminującego ją z bazy paszowej. Trzeba jednak zaznaczyć, że obecna cena białka nasion roślin strączkowych, wyższa niż białka poekstrakcyjnej śruty sojowej, pogarsza opłacalność stosowania takich mieszanek w żywieniu świń. Dla jej popra-

wienia korzystnym rozwiązaniem jest łączne stosowanie pasz rzepakowych z nasionami roślin strączkowych. Pełne zastąpienie poekstrakcyjnej śrutu sojowej nie jest jednak możliwe w żywieniu prosiąt oraz tuczników w pierwszym okresie tuczu.

Piśmiennictwo

- Abusin S.A.E., Hassan A.B., Babiker E.E. (2009). Nutritional evaluation of cooked faba bean (*Vicia faba* L.) and white bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. *Austr. J. Basic Appl. Sci.*, 3: 2484–2490.
- Alonso R., Orúe E., Marzo F. (1998). Effects of extrusion and conventional processing methods on protein and antinutritional factor content in pea seeds. *Food Chem.*, 63: 505–512.
- Arbaoui M., Balko C., Link W. (2008). Study of faba bean (*Vicia faba* L.) winter-hardiness and development of screening methods. *Field Crop Res.*, 106: 60–67.
- Batterham E.S., Andersen M.L., Lowe R.F., Darnell R.E. (1986). Nutritional value of lupin (*Lupinus albus*)-seed meal for growing pigs: availability of lysine, effect of autoclaving and net energy content. *Br. J. Nutr.*, 56: 645–659.
- Brand T.S., Brandt D.A. (2000). Alkaloid content of South African lupins (*L. luteus*, *L. albus* and *L. angustifolius* species) and determination thereof by near infra-red reflectance spectroscopy. *S. Afr. J. Anim. Sci.*, 30 (Suppl. 1): 11–12.
- Canbolat O., Tamer E., Acigkoz E. (2007). Chemical composition, metabolizable energy and digestibility in pea seeds of differing testa and flower colors. *J. Biol. Environ. Sci.*, 1: 59–65.
- Chango A., Villaume C., Bau H.M., Nicolas J.P., Mesian L. (1993). Debitting of lupin (*Lupinus luteus* L.) protein by calcium alginate and nutritional evaluation. *J. Sci. Food Agric.*, 63: 195–200.
- Chen Y., Wang Y., Ge Y., Xu B. (2005). Degradation of endogenous and exogenous genes of roundready soybean during food processing. *J. Agric. Food Chem.*, 53: 10239–10243.
- Chrenková M., Formelová Z., Chrastinová L., Flak P., Čerešňáková Z., Lahučková R., Poláček M., Bahelka I. (2011). Influence of diets containing raw or extruded peas instead of soybean meal on meat quality characteristic in growing-finishing pigs. *Czech. J. Anim. Sci.*, 56: 119–126.
- Duc G. (1997). Faba bean (*Vicia faba* L.). *Field Crop Res.*, 53: 99–109.
- Froidmont E., Wathelet B., Beckers Y., Romnée J.M., Dehareng F., Wavreille J., Schoeling O., Decauwert V., Bartiaux-Thill N. (2005). Improvement of lupin seed valorisation by the pig with the addition of α -galactosidase in the feed and the choice of a suited variety. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 9: 225–235.
- Ghaouti L. (2007). Comparison of pure line cultivars with synthetic cultivars in local breeding of faba bean (*Vicia faba* L.) for organic farming. PhD Thesis. Georg-August-University of Göttingen, Department of Crop Sciences. <http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl/?webdoc-1572>.
- Grela E., Skórnicki H., Zuba J. (1992). Efektywność mieszanek pełnoporcjowych z udziałem nasion grochu i peluski w żywieniu tuczników. *Biul. Inform. Przem. Pasz.*, 3: 13, 24.
- Grosjean F., Jondreville C., Williatte-Hazouard I., Skiba F., Carrouée B., Gâtel F. (2000). Ileal digestibility of protein and amino acids of feed peas with different trypsin inhibitor activity in pigs. *Can. J. Anim. Sci.*, 80: 643–652.
- Grosjean F., Cerneau P., Bourdillon A., Bastianelli D., Peyronnet C., Duc G. (2001). Feeding value, for pig, of near isogenic faba beans containing or not tannins and with high or low levels of vicine or convicine. *J. Rech. Porcine en France*, 33: 205–210.
- Gunawardena C.K., Zijlstra R.T., Beltranena E. (2010). Characterization of the nutritional value of air-classified protein and starch fractions of field pea and zero-tannin faba bean in grower pigs. *J. Anim. Sci.*, 88: 660–670.
- Hagir B.E., Samia M.A., Wisal H.I., Elfadil E.B., Abdullahi H.E. (2005). Antinutritional factors content and minerals availability in faba bean as affected by cultivar and domestic processing. *J. Food Technol.*, 3: 378–384.
- Hanczakowska E. (2006). Zastosowanie wytlóków z nasion rzepaku w żywieniu świń. *Wiad. Zoot.*, 3: 38–43.

- Hanczakowska E., Węglarzy K. (2012). Makuch rzepakowy w mieszankach z dodatkiem jodu, ksylanazy lub fitazy w tuczu świń. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 39: 105–117.
- Hanczakowska E., Świątkiewicz M., Węglarzy K. (2011). Wykorzystanie produktów ubocznych produkcji biopaliw: makuchu rzepakowego i glicerolu w żywieniu prosiąt. *Zesz. Nauk. Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Biologia i Hodowla Zwierząt LXII*, 580: 199–206.
- Hanczakowska E., Węglarzy K., Berezka M. (2012). Effectiveness of rapeseed press cake (RPC) in sow feeding in two reproduction cycles. *Ann. Anim. Sci.*, 12: 95–104.
- Hedemann M.S., Esbjerg M., Laerke H.N., Pedersen C., Lindberg J.E., Laurinen P., Bach Knudsen K.E. (2006). Intestinal morphology and enzymatic activity in newly weaned pigs fed contrasting fiber concentrations and fiber properties. *J. Anim. Sci.*, 84: 1375–1386.
- Htoo J.K., Meng X., Patience J.F., Dugan M.E.R., Zijlstra R.T. (2008). Effects of coextrusion of flaxseed and field pea on the digestibility of energy, ether extract, fatty acids, protein, and amino acids in grower-finisher pigs. *J. Anim. Sci.*, 86: 2942–2951.
- Huisman J., Dolman G.H. (2001). Antinutritional factors in the plant proteins of diets for non-ruminants. W: Garnsworthy P.C., Wiseman J. (Wyd.), *Recent Developments in Pig Nutrition*, 3. Nottingham University Press, Nottingham, UK, ss. 261–322.
- Jansman A.J.M., Verstegen M.W.A., Huisman J., van den Berg J.W.O. (1995). Effects of hulls of faba beans (*Vicia faba* L.) with a low or high content of condensed tannins on the apparent ileal and fecal protein in ileal digesta and feces of pigs. *J. Anim. Sci.*, 73: 118–127.
- Jean-Marc B., Carre B. (1989). Characterization of polysaccharides from white lupine. *J. Sci. Food Agric.*, 34: 861–865.
- Jezierny D., Mosenthin R., Bauer E. (2010). The use of grain legumes as a protein source in pig nutrition: a review. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 157: 111–128.
- Kaspróicz M. (2004). Wartość pokarmowa oraz wykorzystanie nasion bobiku i grochu w żywieniu rosnących świń. AR Poznań (Pr. dokt.).
- Kim J.C., Mullan B.P., Heo J.M., Hernandez A., Pluske J.R. (2009). Variation in digestible energy content of Australia sweet lupins (*Lupinus angustifolius* L.) and the development of prediction equations for its estimation. *J. Anim. Sci.*, 87: 2565–2573.
- Kocher A., Choct M., Hughes R.J., Broz J. (2000). Effect of food enzymes on utilization of lupin carbohydrates by broilers. *Br. Poultry Sci.*, 41: 75–82.
- Landblom D.G., Poland W.W. (1997). Nutritional value of raw and extruded field peas in starter diets of segregated early weaned pigs. *Dickenson Research Centre Annual Report*. Cyt. za: Hickling D. 2003. *Canadian Feed Peas Industry Guide*. 3rd Ed. Pulse Canada, Winnipeg, Manitoba, 24 ss.
- Le Gall M., Quillien L., Sève B., Guéguen J., Lallès J.P. (2007). Weaned piglets display low gastrointestinal digestion of pea (*Pisum sativum*) lectin and pea albumin 2. *J. Anim. Sci.*, 85: 2972–2981.
- Luque M.L., Gutierrez-Rave M.R. (1991). Acute poisoning by lupin seed debittering water. *Vet. Hum. Toxicol.*, 33: 265–267.
- Makkar H.P.S., Becker K., Abel H., Pawelzik E. (1997). Nutrient contents, rumen protein degradability and antinutritional factors in some colour- and white-flowering cultivars of *Vicia faba* beans. *J. Sci. Food Agric.*, 75: 511–520.
- Martin A., Cabrera A., Lopez Medina J. (1991). Antinutritional factors in faba bean. Tannin content in *Vicia faba*: possibilities for plant breeding. *Options Méditerranéennes, Série Séminaires*, 10: 105–110.
- Martins J.M., Riottot M., de Abreu M.C., Viegas-Crespo A.M., Lança M.J., Almeida J.A., Freire J.B., Bento O.P. (2005). Cholesterol-lowering effects of dietary blue lupin (*Lupinus angustifolius* L.) in intact and ileorectal anastomosed pigs. *J. Lipid Res.*, 46: 1539–1547.
- McNiven M.A., Casteli A.G. (1995). Replacement of soybean meal with lupinseed (*Lupinus albus*) in pig starter diets. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 52: 333–338.
- Mohamed A.A., Rayas-Durate P. (1995). Composition of *Lupinus albus*. *Cereal Chem.*, 72: 643–647.
- Owusu-Asiedu A. (2004). Utilization of peas (*Pisum sativum*) by early-weaned pigs. <http://mspace.lib.umanitoba.ca/handle/1993/1573>.
- Parera N., Lázaro R.P., Serrano M.P., Valencia D.G., Mateos G.G. (2010). Influence of the inclusion of cooked cereals and pea starch in diets based on soy or pea protein concentrate on nutrient digestibility and performance of young pigs. *J. Anim. Sci.*, 88: 671–679.

- Partanen K., Alaviuhkola T., Siljander-Rasi H., Suomi K. (2003). Faba beans in diets for growing-finishing pigs. *Agric. Food Sci. Fin.*, 12, 1: 35–47.
- Partanen K., Siljander-Rasi H., Alaviuhkola T. (2006). Feeding weaned piglets and growing-finishing pigs with diets based on mainly home-grown organic feedstuffs. *Agric. Food Sci.*, 15: 89–105.
- Pearson G., Carr J.R. (1977). A comparison between meals prepared from the seeds of different varieties of lupin as protein supplements to barley-based diets for growing pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 2: 49–58.
- Petterson D.S. (1998). Composition and food uses of lupins. W: *Lupins as Crop Plants: Biology, Production and Utilization*. Gladstones J.S., Atkins C.A., Hamblin J. (Wyd.) CAB International, Wallingford, ss. 353–384.
- Piper R.C., Froseth J.A., McDowell L.R., Kroening G.H., Dyer I.A. (1975). Selenium-vitamin E deficiency in swine fed peas (*Pisum sativum*). *Am. J. Vet. Res.*, 36, 3: 273–281.
- Pires V.M.R., Fontes C.M.A., Ferreira L.M.A., Guerreiro C.I.P.D., Cunha L.F., Freire J.P.B. (2007). The effect of enzyme supplementation on the true ileal digestibility of a lupin based diet for piglets. *Livest. Sci.*, 109: 57–59.
- Pisarikova B., Zralý Z., Bunka F., Trckova M. (2008). Nutritional value of white lupine cultivar Butan in diets for fattening pigs. *Vet. Med.*, 53: 124–134.
- Prandini A., Morlacchini M., Moschini M., Fusconi G., Masoero F., Piva G. (2005). Raw and extruded pea (*Pisum sativum*) and lupin (*Lupinus albus* var. *Multitalia*) seeds as protein sources in weaned piglets' diets: effect on growth rate and blood parameters. *Ital. J. Anim. Sci.*, 4: 385–394.
- 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 characteristics of growing-finishing pigs. *Anim. Res.*, 53: 21–34.
- Roth-Maier D.A., Paulicks B.R., Steinhöfel O., Weiss J. (2004). Inhaltstoffe, Futterwert und Einsatz von Lupinen in der Nutztierfütterung. *Cyt. za. Písařiková B., Zralý Z.* (2009). Nutritional value of lupine in the diets for pigs (a Review). *Acta Vet. Brno*, 78: 399–409.
- Ruiz L.P. Jr., White S.F., Hove E.L. (1977). The alkaloid content of sweet lupin seed used in feeding trial on pigs and rats. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 2: 59–66.
- Ruiz-Lopez M.A., GarciaLopez P.M., Castañeda-Vazquez H., Zamora N.J.F., Garzón-De la Mora P., Bañuelos Pineda J., Burbano C., Pedrosa M.M., Cuadrado C., Muzquiz M. (2000). Chemical composition and antinutrient content of three *Lupinus* species from Jalisco, Mexico. *J. Food Comp. Analysis*, 13: 193–199.
- Salgado P., Martins J.M., Carvalho F., Abreu M., Freire J.P.B., Toullec R., Lalles J.P., Bento O. (2002). Component digestibility of lupin (*Lupinus angustifolius*) and pea (*Pisum sativum*) seeds and effects on the small intestine and body organs in anastomosed and intact growing pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 98: 187–201.
- Sieradzki Z., Walczak M., Kwiatek K. (2006). Occurrence of genetically modified maize and soybean in animal feedingstuffs. *Bull. Vet. Inst. Pulawy*, 52: 567–570.
- Stanek M. (1997). Zastosowanie nasion grochu w mieszkach pełnoporcjowych dla tuczników. W: *Współczesne zasady żywienia świń*. Warszawa, PAN, 2: 85–88.
- Stanek M., Purwin C., Matusevičius P. (2005). The influence of faba bean seeds and enzymes on nutrient digestibility and nitrogen balance in pigs. *Veterinarija ir Zootechnika*, 30: 72–76.
- Stein H.H., Benzoli G., Bohlke R.A., Peters D.N. (2004). Assessment of the feeding value of South Dakota-grown field peas (*Pisum sativum* L.) for growing pigs. *J. Anim. Sci.*, 82: 2568–2578.
- Stein H.H., Everts A.K.R., Sweeter K.K., Peters D.N., Maddock R.J., Wulf D.M., Pedersen C. (2006). The influence of dietary field peas (*Pisum sativum* L.) on pig performance, carcass quality, and the palatability of pork. *J. Anim. Sci.*, 84: 3110–3117.
- Straková E., Suchý P., Večerek V., Šerman V., Mas N., Jůzl M. (2006). Nutritional composition of seeds of the genus *Lupinus*. *Acta Vet. Brno*, 75: 489–493.
- Świątkiewicz M., Hanczakowska E., Twardowska M., Mazur M., Kwiatek K., Kozaczyński W., Świątkiewicz S., Sieradzki Z. (2011). Effect of genetically modified feeds on fattening results and transfer of transgenic DNA to swine tissues. *Bull. Vet. Inst. Pulawy*, 55: 121–125.

- Thacker P.A., Qiao S. (2002). Performance, digestibility, and carcass characteristic of growing/finishing pigs fed barley-based diets supplemented with an extruded or unextruded blend of peas and canola seed or meal. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 15: 102–105.
- 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.
- Urbańczyk J., Hanczakowska E. (2002). Wpływ zastąpienia poekstrakcyjnej śruty sojowej śrutą rzepakową i bobikiem w koncentratkach białkowych dla loch. *Biul. Nauk. Przem. Pasz.*, 1/4: 59–70.
- Uzun B., Arslan C., Karhan M., Toker C. (2007). Fat and fatty acids of white lupin (*Lupinus albus* L.) in comparison to sesame (*Sesamum indicum* L.). *Food Chem.*, 102: 45–49.
- Valencia D.G., Serrano M.P., Centeno C., Lázaro R., Mateos G.G. (2008). Pea protein as a substitute of soybean protein in diets for young pigs: effects on productivity and digestive traits. *Livest. Sci.*, 118: 1–10.
- Van der Poel A.F.B., Dellaert L.M.W., Van Norel A., Helsper J.P.F.G. (1992). The digestibility in piglets of faba bean (*Vicia faba* L.) as affected by breeding towards the absence of condensed tannins. *Br. J. Nutr.*, 68: 793–800.
- Vidal-Valverde C., Frias J., Sotomayor C., Diaz-Pollan C., Fernandez M., Urbano G. (1998). Nutrients and antinutritional factors in faba beans as affected by processing. *Z. Lebensm. Unters. Forsch. A*, 207: 140–145.
- Vieira S.L., Metz M., Bartels H.A. (2003). Nutritional evaluation of ground pea (*Pisum sativum*) in diets for growing pigs. *R. Bras. Zootec.* 32, 6 (Suppl. 1): 1705–1712.
- Zeman L., Šiške V. (1983). Vliv různých zdrojů bílkovin ve směsích pro březí pralnice na užítkovost prasnic. *Živ. Vyr.*, 28: 779–787.
- Zijlstra R.T., Lopetinsky K., Beltranena E. (2008). The nutritional value of zero-tannin faba bean for grower-finisher pigs. *Can. J. Anim. Sci.*, 88: 293–302.
- Zralý Z., Pisariková B., Trcková M., Herzig I., Juzl M., Simeonovová J. (2007). The effect of white lupine on the performance, health, carcass characteristics and meat quality of market pigs. *Vet. Med.*, 52: 29–41.

Zatwierdzono do druku 3 X 2012

EWA HANCZAKOWSKA, JERZY KSIEŻAK

Domestic sources of plant protein feeds as replacements of GM soybean meal in pig nutrition

SUMMARY

Soybean meal is the main protein source in pig feeds. Because of its possible ban in Poland (as a GM product), native plant protein sources will have to be used. The most important of these are legume seeds: pea, field bean, as well as lupin and rapeseed. All these plant materials contain high amounts of fibre and some antinutritional factors, different in various species of plants. This requires the use of some technological processes, such as dehulling, because fibre is found mainly in seed hulls. Appropriate enzymes can also be used. Good results can be obtained by supplementing legume protein with crystalline amino acids. Pea contains small amounts of tannins that limit protein digestibility and thus can be used more extensively than other legumes. Utilization of field bean is also limited by tannins, though their content in new varieties is lowered. In lupin seeds the main antinutritional factors are alkaloids and non-starch polysaccharides. Alkaloid content was reduced thanks to breeding progress and deleterious effect of polysaccharides can be neutralized by enzyme supplements. Due to the high nutritive value of lupin protein (especially that of yellow lupin) they can be used not only in animal feed but also in food preparations. Good results can be obtained by supplementing pig feed mixtures of legumes with rapeseed cake, which is rich in sulphur amino acids. All described feeds can be used in organic husbandry of animals.

Key words: legumes, pig feeding, rapeseed cake