

## Nasiona łubinów (*Lupinus ssp.*) w żywieniu drobiu

Heinz Jeroch<sup>1</sup>, Antoni Lipiec<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften, Karl-Freiherr-von-Fritsch-Str. 4, 06120 Halle, Niemcy*

<sup>2</sup>*Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Instytut Żywienia Zwierząt i Bromatologii, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin, Polska; antoni.lipiec@up.lublin.pl*

Spośród bobowatych grubonasiennych najwcześniej użytkowano pastewnie nasiona grochu (*Pisum sp.*) i wyki (*Vicia sp.*), które już około 2000 lat temu uważano za bardzo wartościowe pasze dla drobiu. Świadczą o tym między innymi opisy Luciusa Juniusa Moderatusa Columelli (4–70 r. n.e.) – rzymskiego autora dzieł z zakresu rolnictwa. Łubiny (*Lupinus spp.*) są natomiast w ujęciu historycznym całkiem nową białkową paszą dla tych zwierząt. Dopiero pod koniec lat dwudziestych ubiegłego wieku, gdy wyhodowano niskoakaloidowe genotypy (Sengbusch, 1942) tzw. łubinów słodkich, stało się możliwe ich użycie w żywieniu drobiu. Bardzo szybko doceniono przydatność żywieniową łubinów niebieskiego i żółtego w dietach dla kurcząt i młodych niosek – przede wszystkim ze względu na wysoką strawność składników pokarmowych (białka ogólnego i tłuszczu surowego) w nasionach tych odmian (Mangold i Stotz, 1935; Mangold i Damköhler, 1935).

Wśród łubinów pochodzących z obszaru Starego Świata (Europa, Afryka, Azja) znaczenie pastewne mają obecnie: łubin wąskolistny lub niebieski (*L. angustifolius L.*), łubin biały (*L. albus L.*), łubin żółty (*L. luteus L.*), a z Nowego Świata (Ameryka Południowa – łubin andyjski – *L. mutabilis*). W większości są one nisko- lub wręcz bezakaloidowe (Pastuszewska, 2016). W uprawach europejskich dominują dzisiaj odmiany łubinu wąskolistnego (niebieskiego) ze względu na mniejszą wrażliwość na antraknozę (infekcję) grzybiczą, na którą odmiany białe i żółte są znacznie bardziej podatne.

Światowy areal uprawy tych roślin wynosi około 987 tys. ha, z czego największa część przypada na Australię. W Unii Europejskiej uprawia się je na 178 tys. ha, przy czym najwięcej w Polsce – 130 tys. ha (FAOSTAT, 2017). Globalna produkcja nasion to obecnie 1400 tys. t, z czego w Unii Europejskiej – 287 tys. t. W tej ilości udział Polski jest największy i wynosi obecnie 71% (FAOSTAT, 2017). Warto podkreślić, że w porównaniu do zbóż czy rzepaku powierzchnia uprawy nasion bobowatych w UE jest niewielka, ale w Polsce daje się zaobserwować w ostatnich latach znaczący wzrost powierzchni ich uprawy. Wynika to po części z polityki państwa zmierzającej do ograniczenia importu soi. Od 2014 r. obowiązują także w agropolityce Unii Europejskiej (UE WPR 2014–2020) nowe zasady wspierania programów mających na celu zwiększenie uprawy roślin białkowych. Między innymi poprzez zwiększenie dopłat dla rolników uprawiających rośliny bobowate grubonasienne, których kultury zostały zaliczone do obszarów proekologicznych. Impulsem do takich działań była też inicjatywa FAO, proklamująca rok 2016 – rokiem roślin bobowatych.

Z uwagi na warunki uprawowe w Europie Środkowej i Wschodniej oraz tradycję uprawy łubiny wydają się być dzisiaj interesującą propozycją, wzbogacającą krajową bazę pasz białkowych. Za uprawą tych roślin przemawiają też: poprawa żyzności gleby, pozytywny wpływ na środowisko, alternatywa dla genetycznie modyfikowanych odmian śrutu sojowej, wartościowe białko w ekologicznych

mieszkankach paszowych, a perspektywicznie – cenny surowiec do produkcji żywności.

### Skład chemiczny i wartość pastewna Zawartość podstawowych składników pokarmowych, sacharozy i skrobi

Łubiny są wśród bobowatych grubonasiennych najbardziej zasobne w białko (tab. 1). Z trzech wspomnianych już odmian (*L. angustifolius*, *L. luteus*, *L. albus*) najwięcej zawiera go łubin żółty. Zawartość frakcji tłuszczu surowego

w łubinach jest większa niż w grochu i bobiku (odpowiednio 15 i 16 g·kg<sup>-1</sup> SM; DLG, 2014). W przeciwieństwie do tego, znacznie niższa niż w grochu i bobiku (475 g i 415 g·kg<sup>-1</sup> SM; DLG, 2014) jest zawartość skrobi. Co ciekawe, niektóre badania wskazują, że łubiny wcale skrobi nie zawierają (Jezierny i in., 2010; Jeroch i in., 1999). Znacznie więcej w porównaniu z innymi bobowatymi jest w nich natomiast włókna surowego (groch 65 i bobik 88 g·kg<sup>-1</sup> SM; DLG, 2014).

Tabela 1. Zawartość składników pokarmowych, skrobi i sacharozy w porównaniu do poekstrakcyjnej śruty sojowej (PSS) (g·kg<sup>-1</sup> SM)

Table 1. The content of nutrients, starch and sucrose compared to soybean meal (SBM) (g·kg<sup>-1</sup> DM)

Składnik pokarmowy <i>Nutrients</i>	Źródło <i>Source</i>	Gatunek łubinu – <i>Lupin species</i>			PSS (z nasion nieobłuszczonych) <i>SBM (unshelled seeds)</i>
		<i>L. angustifolius</i>	<i>L. luteus</i>	<i>L. albus</i>	
Popiół surowy – <i>Crude ash</i>	1,2	35/37	49/48	40/38	67
	3	34–41	42–52	43	
Białko ogólne – <i>Crude protein</i>	1,2	333/292	438/383	373/313	510
	3	291–369	381–447	340–385	
Tłuszcz surowy – <i>Crude fat</i>	1,2	57/55	57/47	88/91	15
	3	57–71	52–66	89–90	
Włókno surowe – <i>Crude fibre</i>	1,2	163	170	130	67
	3	146–163	139–192	129–155	
BAW – <i>NFE</i>	1,2	413/360	288/258	369/325	341
	3	371–432	25–316	308–372	
Skrobia – <i>Starch</i>	1,2	101/84	49/39	74/71	69
	3	0–101	0–126	74	
Sacharoza – <i>Sucrose</i>	1,2	54/58	64/45	73/72	108
	3	57	6	–	

<sup>1</sup>DLG (2014), <sup>2</sup>PAN (2005), <sup>3</sup>Alloui i in. (1994), Jezierny i in. (2010), Kaczmarek i in. (2014), Nalle i in. (2011), Rutkowski i in. (2014), Simon i Köhn (2004), Smulikowska i in. (2014), Zduńczyk i in. (2014).

Różnice w zawartości składników pokarmowych występują nie tylko pomiędzy poszczególnymi gatunkami łubinów, ale również w obrębie poszczególnych odmian. Mają na to wpływ zarówno czynniki genetyczne, klimatyczne, jak i agrotechniczne. Dane przytaczane przez Simo-

na i Köhna (2004) wskazują na znaczną labilność składu łubinu niebieskiego: popiół surowy 34–45, białko ogólne 221–379, tłuszcz surowy 42–68, włókno surowe 133–182, NDF 222–333, ADF 155–229, ADL 5–16, BAW 374–487 g·kg<sup>-1</sup> SM. Z drugiej jednak strony wahania te, warunkowane

przede wszystkim czynnikami genetycznymi, dają szansę – szczególnie w odniesieniu do zawartości białka ogólnego – na wyselekcjonowanie w przyszłości odmian o większej i stabilniejszej zawartości tego składnika. Tłuszcz w łubinie niebieskim

i żółtym charakteryzuje się znaczną zawartością kwasów linolowego oraz  $\alpha$ -linolenowego (Beyer i in., 2015; Grela, 2016). Nasiona mogą więc być potencjalnym źródłem niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych w dietach dla drobiu.

Tabela 2. NSP w łubinach i soi ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  SM)  
Table 2. NSP in lupins and soybean ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  DM)

	Łubin niebieski <i>Blue lupin</i>	Łubin żółty <i>Yellow lupin</i>	Łubin biały <i>White lupin</i>	Nasiona soi/ PSS <i>Soybean/ SBM</i>	Literatura <i>Bibliography</i>
$\alpha$ -galaktozydy <i><math>\alpha</math>-galactoside</i>	49–98	83–106	62–77	35/55–65	Kluge i in. (2002), Reimann (2003), Jezierny i in. (2010), Kaczmarek i in. (2014), Zduńczyk i in. (2014), Beyer i in. (2015)
NSP	442–547	242–295	274–405	–/140–217	Kluge i in. (2002), Jezierny i in. (2010), Zduńczyk i in. (2014), Beyer i in. (2015)
NSP rozpuszczalne <i>Soluble NSP</i>	61	9	6	–/–	Kluge i in. (2002)

### Polisacharydy nieskrobiowe (NSP)

W porównaniu do nasion soi, bobiku i grochu – łubiny zawierają więcej NSP (tab. 2). Większa jest również zawartość składników strukturalnych (celulozy i hemiceluloz). Generalnie natomiast wszystkie bobowate grubonasienne zawierają – w porównaniu do ziarna zbóż – niewiele lignin, a wyróżnia się pod tym względem szczególnie łubin niebieski. Rozpuszczalne NSP obejmują gumy, śluzy, pektyny, inulinę, oligosacharydy i częściowo też ligninę (polimer reszt alkoholi fenolowych). Połowa zawartości wszystkich NSP w łubinach przypada na celulozę, co przy jednocześnie niskiej zawartości skrobi powoduje, że łubiny w porównaniu do innych krajowych bobowatych charakteryzują się dość niską wartością energetyczną. Szczególną grupę NSP w bobowatych tworzą oligosacharydy, które ze względu na swoją strukturę chemiczną są zaliczane do oligosacharydów z rodziny rafinozy (ORR;  $\alpha$ -galaktozydy) (Oku, 1994). Specyficzna struktura chemiczna oligosacharydów powoduje, że ulegają one intensywnej fermentacji mikrobiologicznej z wydzielaniem dużej ilości gazów.

### Składniki mineralne i witaminy

Łubiny, podobnie jak inne bobowate są zasobne w składniki mineralne. Wśród makroskładników dominuje potas (8 do  $15 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  SM), na drugim miejscu plasuje się wapń (0,9 do 3,1), a następnie fosfor. Zawartość fosforu jest jednak bardzo zmienna: 5,6–9,6 g (Mosenthin i Steiner, 2005); 3,7–6,8 g (Hanczakowska, 2016). Mała jest też jego dostępność, gdyż 60–65% występuje w formie soli kwasu fitynowego. Do efektywnej resorpcji fosforu fitynowego konieczny jest enzym fitaza, którego ptaki prawie w ogóle nie wytwarzają. Nasiona łubinów wykazują wprawdzie niewielką aktywność natywnej fitazy ( $222\text{--}384 \text{ U}\cdot\text{kg}^{-1}$ ; Mosenthin i Steiner, 2005), która jednak – wobec konieczności dosuszania nasion – ulega istotnemu obniżeniu pod wpływem podwyższonej temperatury. Efektywnym rozwiązaniem jest dodawanie do mieszanek dla drobiu fitazy mikrobiologicznej, istotnie zwiększającej dostępność fosforu (z 20–30 do około 50%). W ten sposób poprawia się także wykorzystanie innych makro- i mikroskładników, między innymi wapnia, żelaza i cynku, które również mogą być związane w kompleksie fitynowym.

Zawartość witamin w roślinach bobowatych grubonasiennych rzadko bywa przedmiotem badań, więc i informacje na ten temat są dość ograniczone. Z danych amerykańskich (USDA, 2014) wynika, że nasiona bobowatych – łubiny nie są tu wyjątkiem – zawierają stosunkowo mało witamin, tak lipo- jak i hydrofilnych, a zabiegi fizyczne (obluszczenie) lub chemiczne (ekstrakcja tłuszczu) sprowadzają ich zawartość praktycznie do zera. W 1 kg suchej masy surowych nasion łubinów znajduje się około 4–5 mg witaminy C; 0,4–0,6 mg tiaminy; 0,2 mg ryboflawiny; 2 mg niacyny; 0,6–0,8 mg kwasu pantotenowego; 0,4 mg pirydoksyny i 360 µg kwasu foliowego. Koncentracja witamin lipofilnych jest skorelowana dodatkowo z zawartością oleju w suchej masie nasion, ale i tu różnice mogą być znaczne. Przykładowo, zawartość witaminy A w łubinie białym (9–10% tłuszczu w SM) jest bliska zera, podczas gdy w grochu (1–2% tłuszczu w SM) wynosi średnio 149 IU w 100 g nasion.

#### **Bioaktywne składniki drugorzędowe**

Wśród składników zawartych w łubinach należy wymienić na pierwszym miejscu alkaloidy chinolizydynowe (substancje gorzkie), występujące w szczególnie dużej ilości (do 4%) w odmianach łubinów dziko rosnących. Wywodzące się od nich łubiny niskoalkaloidowe (Sengbusch, 1942) charakteryzuje natomiast silnie zredukowana zawartość tych substancji. W żywieniu można stosować bezproblemowo jedynie odmiany, w których suma alkaloidów wynosi mniej niż 0,5 g·kg<sup>-1</sup> SM (Muzquiz i in., 2004). Stężenie to winno być traktowane jako wartość progowa, której nie należy przekraczać. W przeciwnym wypadku należy liczyć się ze spadkiem produktywności zwierząt. Cytowane w tabeli 3 stężenia mieszczą się przeważnie poniżej tej granicy. Zakres wahań wskazuje jednak, że stężeniu alkaloidów winno się nadal poświęcać uwagę w pracach nad nowymi odmianami łubinów. Istotny jest tu udział różnych grup alkaloidów, występujących w zmiennej

ilości w każdym z trzech omawianych gatunków łubinów.

Obszerne i obecnie najbardziej aktualne informacje dotyczące zawartości alkaloidów w łubinach zostały zebrane w pracy Jansen i in. (2014), w której uwzględniono nasiona 50 genotypów, w tym 8 uznanych odmian i 42 linii hodowlanych. W tym ostatnim przypadku prezentowane są także linie o podwyższonej zawartości alkaloidów – niezakwalifikowane później jako odmiany uprawowe.

Łubiny zawierają także inne antymetabolity: związki fenolowe (np. taniny), glukopiranozydy (np. wicyna i konwicyna), lektyny, inhibitory proteaz i saponiny. Ich stężenie w nasionach jest jednak niewielkie i pod względem żywieniowym praktycznie bez znaczenia. Z uwagi na to niskoalkaloidowe odmiany łubinów są pod względem żywieniowym najbardziej bezpieczne wśród bobowatych.

#### **Jakość białka**

Profil aminokwasowy białka łubinów oraz innych bobowatych podano w tabeli 4. Cechą charakterystyczną białka tych roślin jest relatywnie niska zawartość aminokwasów siarkowych. Ich niedobór u drobiu jest zazwyczaj podstawowym elementem ograniczającym syntezę białka. Także w porównaniu z profilem białka sojowego zawartość metioniny względnie sumy metioniny z cysteiną w łubinach jest wyraźnie niższa. Korzystnie prezentuje się natomiast zawartość treoniny i przede wszystkim argininy, która zarówno w stosunku do bobiku i grochu, jak również białka soi jest godna podkreślenia.

Arginina ma szczególne znaczenie w odchowcie indycząt, zwłaszcza typu ciężkiego BIG 6. Wykazano bowiem, że wrażliwość tych zwierząt na niedobór argininy w diecie jest większa niż ciężkich ptaków o innym profilu genetycznym (Waldroup i in., 1998). Stąd też, włączenie łubinów do mieszanek dla tych zwierząt ułatwia zbilansowanie profilu aminokwasowego.

Tabela 3. Suma alkaloidów w słodkich odmianach łubinów (g·kg<sup>-1</sup> SM)  
 Table 3. Sum of alkaloids in sweet lupin varieties (g·kg<sup>-1</sup> of DM)

Odmiana <i>Lupin varieties</i>	Kraj <i>Country</i>	Suma alkaloidów <i>Sum of alkaloids</i>	Literatura <i>Bibliography</i>
Łubin niebieski – <i>Blue lupin</i>	Niemcy <i>Germany</i>	0,48; 0,26; 0,06–0,68; 0,03–0,40; 0,087–1,458	Simon i Köhn (2004), Jezierny i in. (2010), Jansen i in. (2015), Beyer i in. (2015)
	Polska <i>Poland</i>	0,44/0,51; 0,004–0,04	Alloui i in. (1994), Kaczmarek i in. (2014)
Łubin żółty – <i>Yellow lupin</i>	Niemcy <i>Germany</i>	0,08; 0,14	Simon i Köhn (2004), Jezierny i in. (2010)
	Polska <i>Poland</i>	0,23/0,51; 0,31	Alloui i in. (1994), Zduńczyk i in. (2014)
Łubin biały – <i>White lupin</i>	Polska <i>Poland</i>	0,95/0,79	Alloui i in. (1994)

Tabela 4. Zawartość białka ogólnego (g·kg<sup>-1</sup> SM) i aminokwasów (g·100 g<sup>-1</sup> BO) w łubinach w porównaniu do bobiku, grochu i poekstrakcyjnej śruty sojowej (PSS)  
 Table 4. Content of crude protein (g·kg<sup>-1</sup> DM) and amino acids (g·100 g<sup>-1</sup> CP) in lupins compared to faba bean, pea and soybean meal (SBM)

Literatura <i>Bibliography</i>	Pasza <i>Feed</i>	BO <i>CP</i>	Aminokwasy – <i>Amino acids</i>							
			Arg	Cys	Lys	Met	Met+Cys	Thr	Trp	Val
Evonik (2010)	łubin żółty – <i>yellow lupin</i>	425,0	10,9	1,7	4,8	0,6	2,3	3,6	0,7	3,7
	bobik – <i>faba bean</i>	290,9	8,8	1,2	6,3	0,7	1,9	3,4	0,9	4,5
	groch – <i>pea</i>	242,0	8,7	1,4	7,2	0,9	2,2	3,7	0,9	4,6
	PSS – <i>SBM</i>	533,0	7,3	1,4	6,1	1,3	2,8	3,9	1,3	4,7
Simon i Köhn (2004)	łubin niebieski – <i>blue lupin</i>	308,0	8,3	1,1	4,5	0,6	1,7	3,3	–	3,4
	łubin żółty – <i>yellow lupin</i>	447,0	8,5	1,6	4,3	0,6	2,2	2,8	–	2,8
	łubin biały – <i>white lupin</i>	385,0	7,1	1,2	5,3	0,8	2,0	3,0	–	3,3
Jezierny i in. (2010)	łubin niebieski – <i>blue lupin</i>	364,0	11,7	1,4	4,6	0,6	2,0	3,4	0,9	2,9
	łubin żółty – <i>yellow lupin</i>	476,0	12,4	1,7	4,5	0,5	2,3	3,0	0,7	3,3

– brak danych – *no data*.

Strawność białka i aminokwasów w łubinach jest na ogół wysoka (tab. 5). Dotyczy to także aminokwasów, których nie wymieniono w tej tabeli. Z badań prowadzonych na brojlerach kurzych (tab. 5) wynika, że pomiędzy strawnością aminokwasów białka łubinu żółtego i poeks-

trakcyjnej śruty sojowej różnice są minimalne, a u brojlerów indyckich nawet korzystniejsze dla łubinu. Niemniej, wciąż brakuje badań porównawczych w obrębie odmian, zwłaszcza w odniesieniu do dominującego aktualnie w uprawie łubinu niebieskiego.

Tabela 5. Standaryzowana jelitowa strawność białka ogólnego (BO) i aminokwasów w łubinach w porównaniu do grochu i poekstrakcyjnej śruty sojowej (PSS) u niosek, broilerów kurzych i indyckich  
 Table 5. Standardized intestinal digestibility of crude protein (CP) and amino acids of lupins compared to pea and soybean meal (SBM) in laying hens, broiler chickens and turkeys

Gatunek drobiu <i>Poultry species</i>	Literatura <i>Bibliography</i>	Źródło białka <i>Protein source</i>	Standaryzowana strawność jelitowa <i>Standardized intestinal digestibility</i>								
			BO	Arg	Cys	Lys	Met	Met+Cys	Thr	Trp	Val
Nioski <i>Laying hens</i>	Zuber i Rodehutscord (2015)	łubin niebieski <i>blue lupin</i>	–	96	89	89	84	–	87	–	88
		groch – <i>pea</i>	–	93	71	89	81	–	81	–	83
Brojlery <i>Broilers</i>	Evonik (2010)	łubin żółty <i>yellow lupin</i>	86	91	83	87	89	85	83	82	84
		PSS – <i>SBM</i>	90	93	82	90	91	86	85	89	88
Brojlery indyckie <i>Growing turkeys</i>	Kozłowski i in. (2011)	łubin żółty <i>yellow lupin</i>	91	96	86	92	89	87	87	88	89
		groch – <i>pea</i>	92	95	82	95	89	85	90	87	90
		PSS – <i>SBM</i>	83	88	65	87	85	74	80	–	84

– brak danych – *no data*.

Tabela 6. Zawartość energii metabolicznej w łubinach  
 Table 6. Metabolizable energy content in lupins

Gatunek drobiu <i>Poultry species</i>	Literatura <i>Bibliography</i>	Gatunek łubinu <i>Lupin species</i>	MJ EM <sub>N</sub> ·kg <sup>-1</sup> SM MJ ME <sub>N</sub> ·kg <sup>-1</sup> of DM
Koguty i kury <i>Cocks and hens</i>	Dokumentationsstelle Hohenheim (2002)	łubin niebieski – <i>blue lupin</i>	8,85
		łubin żółty – <i>yellow lupin</i>	9,38
		łubin biały – <i>white lupin</i>	8,09
Brojlery kurze <i>Broiler chickens</i>	Alloui i in. (1994)	łubin niebieski – <i>blue lupin</i> (n=2)	8,4/8,8
		łubin żółty – <i>yellow lupin</i> (n=2)	10,4/10,7
		łubin biały – <i>white lupin</i> (n=2)	9,7/11,2
	Roth-Maier i Paulicks (2003)	łubin niebieski – <i>blue lupin</i> (n=2)	7,53/8,22
Indyki rzeźne <i>Growing turkeys</i>	Palander i in. (2006)	łubin niebieski – <i>blue lupin</i> (n=3)	5,35–6,18
		łubin niebieski – <i>blue lupin</i> (n=4)	9,95 (8,99–10,53)
		łubin niebieski – <i>blue lupin</i> (n=1)	8,25 (5 tyg./wks), 6,48 (10 tyg./ wks)

Wśród tradycyjnie uprawianych bobowatych grubonasiennych łubiny są najmniej energetycznymi paszami. W porównaniu do grochu i bobiku zawierają z jednej strony mało skrobi (lub nawet wcale), z drugiej natomiast wyraźnie więcej NSP (Jeroch i in., 2016).

W tabeli 6 podano uśrednione dane zawartości energii w łubinach przeznaczonych dla dorosłego i rosnącego drobiu. Widać tu wyraźne różnice gatunkowe i odmianowe w poziomie energetycznym, co jest skutkiem zarówno różnej zawartości składników pokarmowych, jak i dzia-



łania antymetabolitów. I tak na przykład, Kaczmarek i in. (2014) stwierdzili ujemną korelację pomiędzy lepkością ekstraktu wodnego, jak też koncentracją rafinozy a zawartością energii metabolicznej ( $EM_N$ ). Nie można jednak wykluczyć, że również postępowanie metodyczne podczas oznaczania energii metabolicznej mogło mieć tu znaczenie.

### Wyniki badań aplikacyjnych

Poniższe przykłady pokazują możliwości

zastosowania łubinów w mieszankach paszowych dla kur niosek, broilerów i indyków rzeźnych. Szczególnie wiele informacji wnoszą tu wyniki badań naukowych z ostatnich lat. Badano w nich głównie częściową substytucję białka z poekstrakcyjnej śruty sojowej (PSS) białkiem łubinów słodkich, przy zachowaniu możliwie zrównoważonego poziomu energii, białka ogólnego, aminokwasów i innych niezbędnych składników pokarmowych, tak w mieszankach doświadczalnych, jak i kontrolnych.

Tabela 7. Wyniki badań z udziałem łubinów względnie łubinów i grochu w żywieniu niosek  
Table 7. Results of studies with lupins or lupins and peas in nutrition of laying hens

Gatunek łubinu <i>Lupinus species</i>	Zastosowane udziały (%), kontrola <i>Applicable proportions of lupin (%), control</i>	Czas badań <i>Duration of research</i>	Wyniki <i>Results</i>	Literatura <i>Bibliography</i>
Łubin niebieski <i>Blue lupin</i>	15; 25 przede wszystkim w miejsce toastowanych nasion soi i grochu; K. biologiczna: pszenica-owies-groch-nasiona soi-makuch słonecznikowy-białko ziemniaczane <i>15; 25 mainly instead of toasted soybean and pea; Biological C: wheat-oat-pea-soybean-sunflower cake-potato protein</i>	przez 12 tygodni od 20. tyg. życia <i>for 12 wks from 20th wk of age</i>	Przy 15% ta sama produktywność co w grupie kontrolnej; przy 25% ujemny wpływ na PP, N, MJ, dobowe EM; możliwe przyczyny: niedostateczna podaż metioniny. <i>At 15%, the same productivity as in control group; at 25%, negative effect on FI, EP, EW, daily EM; possible reason: insufficient supply of methionine.</i>	Hammershoj i Steinfeld (2005)
Łubin niebieski, żółty, groch <i>Blue lupin, yellow lupin, pea</i>	19,5 <sup>1</sup> ; 27, 7 <sup>2</sup> w miejsce PSS; K: kukurydza-pszenica-PSS-olej rzepakowy <i>19.5<sup>1</sup>; 27, 7<sup>2</sup> instead of SBM; C: maize-wheat-SBM-rapeseed oil</i>	przez 17 tygodni od początku nieśności <i>for 17 wk from onset of lay</i>	Przy 27% istotne pogorszenie PP, N, MJ, ZP; częściowo istotny wpływ na cechy jakościowe jaj; zalecenie: 19,5%. <i>At 27%, significant deterioration in FI, EP, EW, FC; partially significant effect on egg quality traits; recommended level: 19.5%.</i>	Rutkowski i in. (2014)
Łubin niebieski <i>Blue lupin</i>	10; 20 w miejsce PSS; K: pszenica-pszenżyto-PSS-poekstr. śruta rzepakowa-tłuszcz <i>10; 20 instead of SBM; C: wheat-triticale-SBM-rapeseed meal-fat</i>	przez 20 tygodni od 18. tygodnia życia <i>for 20 wks from 18th wk of age</i>	N, MJ i ZP porównywalne z K; pozytywny wpływ na skład flory jelitowej i produkty jej przemiany metabolicznej (LKT). <i>EP, EW and FC comparable with C; positive effect on composition of intestinal flora and products of its metabolism (VFA).</i>	Zduńczyk i in. (2014)

Łubin niebieski <i>Blue lupin</i>	10; 20; 30 w miejsce PSS; K: pszenica-pszenżyto-kukurydza-PSS 10; 20; 30 instead of SBM; C: wheat-triticale-maize-SBM	przez 20 tygodni od 19. tygodnia życia <i>for 20 wks from 19th wk of age</i>	Parametry produkcyjne porównywalne z K; intensywniejsze wybarwienie żółtka, wzrost zawartości wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w tłuszczu żółtka; zalecenie: do 20%. <i>Production parameters comparable with C; more intense yolk colour; increased PUFA in yolk fat; recommended level: up to 20%.</i>	Drażbo i in. (2014)
Łubin żółty <i>Yellow lupin</i>	10; 20; 30 w miejsce PSS; K: pszenica-pszenżyto-kukurydza-PSS 10; 20; 30 instead of SBM; C: wheat-triticale-maize-SBM	przez 16 tygodni od 33. tygodnia życia <i>for 16 wks from 33rd wk of age</i>	Bardzo wysoka nieśność; nie zmienione N, MJ i ZP w wyniku rosnącego udziału łubinu w porównaniu do K; z wyjątkiem barwy żółtka (wzrost intensywności barwy wraz z rosnącym udziałem łubinu) oraz profilu kwasów tłuszczowych (przyrost PUFA, rozszerzenie stosunku n-6/n-3); brak wpływu na inne cechy jakościowe; udział w dawkach możliwy do 30%. <i>Very high egg production; unchanged EP, EW and FC as a result of growing proportion of lupin compared to C; except for yolk colour (increase in colour intensity with increasing proportion of lupin) and fatty acid profile (increase in PUFA, higher n-6/n-3); no effect on other quality traits; possible proportion in the diets up to 30%.</i>	Krawczyk i in. (2015)

<sup>1</sup>Z tego 2,3% *L. luteus* L., 10,1% *L. angustifolius* L. i 7,1% *P. sativum* L.

<sup>2</sup>Z tego 11,5% *L. luteus* L., 10,8% *L. angustifolius* L. i 5,4% *P. sativum* L.

K – kontrola; PSS – poekstrakcyjna śruta sojowa; PP – pobranie paszy; N – nieśność; MJ – masa jaja; EM – masa jaja/nioskę/d; ZP – zużycie paszy w kg·kg<sup>-1</sup> masy jaj; KT – kwasy tłuszczowe; LKT – lotne kwasy tłuszczowe.

<sup>1</sup>Of which 2.3% *L. luteus* L., 10.1% *L. angustifolius* L. and 7.1% *P. sativum* L.

<sup>2</sup>Of which 11.5% *L. luteus* L., 10.8% *L. angustifolius* L. and 5.4% *P. sativum* L.

C – control; SBM – soybean meal; FI – feed intake; EP – egg production; EW – egg weight; EM – egg weight/layer/d; FC – feed conversion (kg·kg<sup>-1</sup> egg weight); FA – fatty acids; VFA – volatile fatty acids.



Tabela 8. Rezultaty zastosowania łubinów w żywieniu broilerów  
 Table 8. Results of lupin application in broiler diets

Gatunek łubinu <i>Lupin species</i>	Zastosowane udziały (%) <i>Applicable proportions of lupin (%)</i>	Kontrola <i>Control</i>	Wyniki <i>Results</i>	Literatura <i>Bibliography</i>
Łubiny żółty, niebieski i biały (każdorazowo po 2 odmiany) <i>Yellow, blue and white lupin (2 cultivars each)</i>	15 i 30 zamiast PSS i kukurydzy <i>15 and 30 instead of SBM and maize</i>	pszenica i PSS <i>wheat and SBM</i>	Wpływ gatunku i odmiany L na ZP, PMC i ZP; PMC w grupie K nieosiągnięte w żadnej grupie z L; możliwe przyczyny: zróżnicowana podaż składników pokarmowych w wyniku małej strawności cukrów, podwyższona koncentracja alkaloidów. <i>Effect of L species and cultivar on FC, BWG and FC; BWG in group C not obtained in any group with L; possible reasons: variable supply of nutrients due to low sugar digestibility, higher concentration of alkaloids.</i>	Alloui i in. (1994)
Łubin biały <i>White lupin</i>	10;15;20;25;30;35;40;45 częściowe do pełnego zastąpienie PSS <i>10;15;20;25;30;35;40;45 partial to complete replacement of SBM</i>	pszenica-kukurydza-PSS <i>wheat-maize-SBM</i>	Brak istotnego wpływu rosnącego udziału L na PP, PMC i ZP; od 20% odchody o rosnącym uwodnieniu i lepkości oraz niekorzystnym wpływie na właściwości piór; zalecenia: maksymalnie 20% L. <i>No significant effect of increasing proportion of L on FI, BWG and FC; from 20% excreta with increasing hydration and viscosity as well as unfavourable effect on feather properties; recommended: 20% L at most.</i>	Roth-Maier i Kirchgeßner (1994)
Łubiny niebieski i biały <i>Blue and white lupin</i>	20 i 30 w miejsce PSS <i>20 and 30 instead of SBM</i>	pszenica-kukurydza-PSS-olej sojowy <i>wheat-maize-SBM-soya oil</i>	W porównaniu z K żadnego istotnego osłabienia PMC przy 20 i 30% L w mieszankach; jednak wzrost ZP wraz ze wzrostem L (po części istotny) w wyniku wyższego PP; zalecenia: 20% dla obu gatunków. <i>Compared with C no significant reduction in BWG at 20 and 30% L in diets; however, FC increased with increasing L (partly significantly) as a result of higher FI; recommended: 20% for both species.</i>	Roth-Maier i Paulicks (2003)

Łubin żółty <i>Yellow lupin</i>	starter: 5 i 10; grower: 10 i 20 zamiast PSS <i>starter: 5 and 10; grower: 10 and 20 instead of SBM</i>	jęczmień- pszenica- PSS-olej sojowy <i>barley- wheat-SBM- soya oil</i>	Istotnie mniejsza MC i masa mięśnia piersiowego przy 10 i 20% L w starter i grower; brak negatywnego wpływu na ZP; zalecenia: 5% w starter, 10% w grower. <i>Significantly lower BW and breast muscle weight at 10 and 20% L in starter and grower; no negative effect on FC; recommended: 5% in starter, 10% in grower.</i>	Orda i in. (2006)
Łubin niebieski <i>Blue lupin</i>	3 genotypy po 20 zamiast PSS w starter (czas badania 21 dni) <i>3 genotypes 20 each instead of SBM in starter (duration of study 21 days)</i>	kukurydza- PSS-olej sojowy <i>maize-SBM- soya oil</i>	PP, MC i ZP analogicznie jak w K; brak wpływu L na właściwości odchodów i parametry przewodzenia pokarmowego; zalecenia: do 20% w starter. <i>FI, BW and FC analogous as in C; no effect of L on excreta properties and gastrointestinal parameters; recommended: up to 20% in starter.</i>	Nalle i in. (2011)
Łubiny białe i niebieskie <i>White and blue lupin</i>	starter 10, grower i finisher 15 lub 25, w miejsce PSS <i>starter 10, grower and finisher 15 or 25, instead of SBM</i>	pszenica- kukurydza- PSS-olej rzepakowy <i>wheat- maize- SBM-rape oil</i>	Istotnie mniejsza MC przy 10% L w starter w wyniku mniejszego PP; wpływ odmiany L i udziału w dawce pomiędzy 15. a 36. dniem na PP, PMC i ZP; <i>L. angustifolius</i> korzystniejsze wyniki od <i>L. albus</i> w porównaniu z K; zalecenia: nie stosować w starter, następnie maks. 15% przy optymalnej zawartości AS i uzupełnieniu tłuszczu paszowego. <i>Significantly lower BW at 10% L in starter as a result of lower FI; effect of L cultivar and proportion in diet between 15 and 36 days on FI, BWG and FC; L. angustifolius more favourable results than L. albus compared to C; recommended: not to be used in starter, followed by 15% at most with optimal AC content and dietary fat supplementation.</i>	Smulikowska i in. (2014)

AS – aminokwasy; PSS – poekstrakcyjna śruta sojowa; PP – pobranie paszy; ZP – zużycie paszy; K – Kontrola, L – łubin, MC – masa ciała, PMC – przyrosty masy ciała.

AC – amino acids; SBM – soybean meal; FI – feed intake; FC – feed conversion; C – Control, L – lupin, BW – body weight, BWG – body weight gains.

Tabela 9. Rezultaty zastosowania łubinów w żywieniu rosnących indyków  
 Table 9. Results of lupin feeding in growing turkeys

Gatunek łubinu <i>Lupin species</i>	Zastosowane udziały (%) <i>% of lupin in diets</i>	Czas badania <i>Duration of study</i>	Wyniki <i>Results</i>	Literatura <i>Bibliography</i>
Łubin biały, obłuszczoney <i>White, dehulled lupin</i>	50 w miejsce PSS <i>50 instead of SBM</i>	indyczki do 17. tygodnia życia <i>turkey hens up to 17 wk of age</i>	Podobne wskaźniki wzrostu i OSM podczas żywienia z i bez łubinu. <i>Similar growth indicators and SEM when feeding with and without lupin.</i>	Halvorson i in. (1988)
Łubin niebieski <i>Blue lupin</i>	10–13	indyczki do 16. tyg. życia i indyki do 24. tyg. życia <i>turkey hens up to 16 wk and turkeys up to 24 wk of age</i>	Podawanie łubinu bez niekorzystnych następstw na wskaźniki produkcyjne, PP, WZ i OSM. <i>Lupin supplementation without adverse effects on production parameters, FI, FC and SEM.</i>	Koncicki i in. (1990)
Łubin żółty <i>Yellow lupin</i>	6, 12 i 18	indyczki od 13. do 18. tygodnia życia <i>turkey hens from 13 to 18 wk of age</i>	U ptaków żywionych łubinem stwierdzono przyrost masy mięśniowej żołądka, obniżenie pH treści żołądkowej, zmniejszenie lepkości treści jelita cienkiego; bez niekorzystnego wpływu na fermentację w jelitach ślepych, wskaźniki produkcyjne i zawartość SM w odchodach; przy 18% łubinu – tłuszczowy posmak mięsa i wrażenie większej twardości, sprężystości i żuwalności mięsa ( $P<0,05$ ), jednak bez wpływu na jego końcową akceptację; stosowanie łubinu bez ujemnego wpływu na WZ, jak też pH i intensywność barwy mięsa. <i>Lupin-fed birds showed increased gizzard muscle mass, reduced pH of gastric contents, lower small intestinal digesta viscosity; without adverse effect on fermentation in caeca, production parameters and DM content of excreta; at 18% lupin – fatty off-flavour of meat and sensation of higher hardness, springiness, and chewiness of meat (<math>P&lt;0.05</math>) but without effect on final acceptability; use of lupin without negative effect on DP, as well as on pH and intensity of meat colour.</i>	Zduńczyk i in. (2014)

Łubin niebieski <i>Blue lupin</i>	6, 12 i 18	indory od 13. do 18. tyg. życia <i>turkey toms from 13 to 18 wk of age</i>	Wraz z rosnącym udziałem łubinu liniowy wzrost PP i PD, ale nie ZP i JM; przy 18% łubinu brak ujemnego wpływu na fermentację w jelitach ślepych; porównywalne JM we wszystkich grupach doświadczalnych i kontrolnej. <i>With an increasing proportion of lupin, a linear increase in FI and DG, but not FC and MQ; at 18% of lupin, no negative effect on fermentation in caeca; comparable MQ in all experimental groups and control group.</i>	Mikulski i in. (2016)
Łubin żółty <i>Yellow lupin</i>	8, 16 i 24	indyczki do 16. tyg. życia <i>turkey hens up to 16 wk of age</i>	24% łubinu do 4. tyg. życia wpływało negatywnie ( $P < 0,001$ ) na PD, PP i ZP; w 16. tyg. życia WZ i JM porównywalne z kontrolą. <i>24% lupin up to 4 wk of age had a negative effect (<math>P &lt; 0.001</math>) on DG, FI and FC; at 16 wk of age, DP and MQ comparable to control.</i>	Krawczyk i in. (2015)
Łubin żółty <i>Yellow lupin</i>	8, 16 i 24	indyczki do 18. tyg. życia <i>turkey hens up to 18 wk of age</i>	Brak negatywnego wpływu na MC i ZP; przewód pokarmowy: obniżenie populacji <i>Escherichia coli</i> i <i>Clostridiaceae</i> , wyższa koncentracja lotnych kwasów tłuszczowych i niższe pH w jelitach ślepych – ocenione jako pozytywne. <i>No negative effect on BW and FC; digestive tract: reduced population of Escherichia coli and Clostridiaceae, higher VFA concentration and lower pH of caeca – regarded as positive.</i>	Zduńczyk i in. (2015)

MC – masa ciała; PP – pobranie paszy; ZP – zużycie paszy; PD – przyrost dobowy; AA – aktywność antytrypsynowa; WZ – wydajność rzeźna; JM – jakość mięsa; S – śmiertelność, OSM – ocena sensoryczna mięsa.

*BW* – body weight; *FI* – feed intake; *FC* – feed conversion; *DG* – daily gain; *TIA* – trypsin inhibitor activity; *DP* – dressing percentage; *MQ* – meat quality; *M* – mortality, *SEM* – sensory evaluation of meat.

### **Łubiny jako komponenty mieszanek dla niosek**

Ilość przeprowadzonych w ostatnich latach badań naukowych z wykorzystaniem łubinów niskoalkaloidowych w mieszankach dla kur nie jest duża (tab. 7).

Prezentowane wyniki wskazują po części na niekorzystne skutki wysokiego udziału łubinów w diecie, zwłaszcza pod względem wydajności nieśnej. Jako możliwe przyczyny wskazuje się: niewystarczającą podaż metioniny lub metioniny+cysteiny oraz antyżywnieniowy wpływ alkaloidów i oligosacharydów.

Pewną słabością tych doświadczeń jest fakt, że z reguły nie obejmują one całego okresu nieśności.

### **Łubiny jako komponenty mieszanek dla broilerów**

Z wcześniejszych doświadczeń francuskich wynika (Uzu, 1983), że nawet 30 do 40% łubinu białego w mieszankach, zbilansowanych pod względem aminokwasowym (poprzez dodanie L-lizyny, DL-metioniny, L-tryptofanu) nie pogarszało – w porównaniu z mieszankami standardowymi (PSS jak główne źródło białka) – produktywności broilerów. Również badania przeprowadzone przed kilkoma dekadami przez grupę wrocławską z łubinem niebieskim dawały w przeważającej większości porównywalne z wariantami kontrolnymi (PSS) efekty tuczu broilerów (Jamroz i Piech, 1977; Piech-Schleicher i Jamroz, 1982; Mazanowski i in., 1983).

Rezultaty nowszych badań z udziałem różnych odmian łubinów są znacznie bardziej zróżnicowane (tab. 8). Faktem jest, że współczesne wysokoprodukcyjne krzyżówki brojlerów kurzych są bardziej wymagające i problematyczne w utrzymaniu od poprzednich genotypów o niższej wydajności wzrostowej. Są też inne przyczyny, których nie można pominąć, np.: różne układy doświadczalne i czas badań, sposób optymalizacji receptur paszowych, zmienny skład chemiczny testowanych odmian (między innymi koncentracja alkaloidów) i tym podobne. Niestrawne oligosacharydy również mogą powodować, zwłaszcza u młodych kurcząt, różne problemy trawienne.

### Łubiny jako komponenty pasz dla indyków rzeźnych

Ilość badań dotyczących efektywności stosowania nasion łubinów w żywieniu indyków jest niewielka (tab. 9). Wyniki wskazują na wpływ wieku zwierząt, to znaczy rosnącej wraz z wiekiem akceptacji dla większych dawek łubinu w mieszance do tuczu. Istnieje więc możliwość ograniczenia w dużym stopniu udziału poekstrakcyjnej śrutki sojowej. Także wskaźniki trawienno-fizjologiczne oraz cechy tuszy i mięsa zdają się to potwierdzać. Weryfikacja tych ustaleń winna być kontynuowana przede wszystkim w badaniach aplikacyjnych z łubinem niebieskim w całym okresie tuczu na osobnikach obu płci.

Tabela 10. Maksymalny udział łubinów w pełnoporcjowych mieszankach dla drobiu (%)

Table 10. The maximum proportion of lupin in complete mixtures for poultry (%)

Literatura <i>Bibliography</i>	Kurczęta 0–6 tyg. <i>Chickens aged 0–6 weeks</i>	Młode nioski <i>Young layers 7–18/20 tyg./ weeks</i>	Nioski – <i>Layers</i>		Broilery <i>Broilers</i>	Indyki rzeźne <i>Growing turkeys</i>	Kaczki i gęsi rzeźne <i>Ducks and geese for fattening</i>
			produkcja jaj <i>egg production</i>	reprodukcja <i>reproduction</i>			
Jeroch i in. (2016)	10	20	15	10	10 <sup>1</sup> /15 <sup>2</sup>	16 <sup>3</sup> /24 <sup>4</sup>	15 <sup>5</sup> /10 <sup>6</sup>
Bellof i in. (2016)	–	–	10	10	10 <sup>1</sup> /15 <sup>2</sup>	10 <sup>7</sup> /15 <sup>8</sup> / 25 <sup>9</sup> /20 <sup>10</sup>	–

<sup>1</sup>starter; <sup>2</sup>grower; <sup>3</sup>do 4. tyg. życia; <sup>4</sup>od 4. tyg. życia; <sup>5</sup>kaczki rzeźne; <sup>6</sup>gęsi rzeźne; <sup>7–10</sup>grower dla indyków (PM) I (1+2 tyg. życia)/II (3+4 tyg. życia)/III+IV (5–12 tyg. życia)/V–VII (od 13. tyg. życia do końca tuczu).

<sup>1</sup>starter; <sup>2</sup>grower; <sup>3</sup>up to 4 wk of age; <sup>4</sup>from 4 wk of age; <sup>5</sup>ducks for fattening; <sup>6</sup>geese for fattening; <sup>7–10</sup>grower for turkeys (PM) I (1+2 wk of age)/II (3+4 wk of age)/III+IV (5–12 wk of age)/V–VII (from 13 wk of age to end of fattening).

### Podsumowanie

Udział łubinów w mieszankach/dietach dla drobiu jest ustalany przede wszystkim w zależności od zawartości alkaloidów, jakości białka i koncentracji energii w nasionach tych roślin, jak też wieku i kierunku użytkowania zwierząt (np. kury nioski – jaja konsumpcyjne lub reprodukcja). W zaleceniach dotyczących maksymalnego udziału łubinów należy również brać pod uwagę wahania jakości i ilości składników w pozosta-

łych komponentach mieszanki. Zapewni to, że włączenie nasion łubinów do receptur mieszank paszowych nie będzie miało w praktyce negatywnego wpływu na wydajność ptaków, zdrowie czy jakość jaj.

Podane w tabeli 10 udziały odnoszą się do nasion surowych. Zaleca się przy tym uzupełnianie dawek preparatami z mikrobiologiczną fitazą. Wyniki uzyskiwane po zastosowaniu enzymów hydrolizujących cukrowce nie są natomiast,

jak dotąd, przekonujące (Jeroch i in., 2016). Stąd też, ta grupa enzymów – w przeciwieństwie do fitazy, której skuteczność potwierdzono – nie jest obecnie zalecana do stosowania. Różnego rodzaju zabiegi techniczne (np. obłuszczenie), stosowane w celu poprawy wykorzystania składników pokarmowych, rzadko przynoszą korzyści – częściej mają wady, zwłaszcza ze względu na generowanie dodatkowych kosztów. Zakres wykorzystania łubinów w produkcji jest uzależniony od ceny nasion w stosunku do cen poekstrakcyjnej śruty sojowej i koncentratów tłuszczowych dostępnych na rynku. Podane w tabeli 10 zalecenia dotyczą maksymalnego udziału łubinów w mieszankach pełnoporcjowych (konwencjonalnych, ekologicznych) z uwzględnieniem powyższych uwarunkowań.

Z przedstawionego przeglądu piśmiennictwa i potencjalnych możliwości wykorzystania łubinów jako źródła białka w mieszankach paszowych dla drobiu wynikają również następujące priorytety do dalszych badań:

- określenie dopuszczalnych granicznych stężeń dla alkaloidów w łubinach, zwłaszcza w łubinie niebieskim;
- dalsze studia nad trawienno-fizjologicznymi przemianami oligosacharydów i NSP;
- oznaczanie standaryzowanej strawności jelitowej aminokwasów dla nowych odmian łubinu niebieskiego;
- badania nad preparatami enzymatycznymi hydrolizującymi oligosacharydy i NSP;
- ustalenie zakresu zastosowania łubinów słodkich w stadach rodzicielskich drobiu.

#### Literatura

- Alloui O., Smulikowska S., Chibowska M., Pastuszewska B. (1994). The nutritive value of lupin seeds (*L. luteus*, *L. angustifolius* and *L. albus*) for broiler chickens as affected by variety and enzyme supplementation. *J. Anim. Feed Sci.*, 3: 215–227.
- Bellof G., Halle I., Rodehutschord M. (2016). Ackerbohnen, Futtererbsen und Blaue Süßlupinen in der Geflügelfütterung. UFOP-Praxisinformation. Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen, Berlin.
- Beyer H., Jürgens H.U., Jansen G., Uptmoor R., Ordon F. (2015). Composition, environmental stability and potential of genetic improvement of fatty acids of *Lupinus angustifolius*. *J. Appl. Bot. Food Quality*, 88: 192–196.
- Dokumentationsstelle Universität Hohenheim (2002). Nährstoff-, Mineralstoff- und Aminosäurentabelle zur Geflügelfütterung. In: JB Geflügelwirtschaft (Herausgeber: J. Petersen), Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Dražbo A., Mikulski D., Zduńczyk Z., Szymatowicz B., Rutkowski A., Jankowski J. (2014). Fatty acid composition, physicochemical and sensory properties of eggs from laying hens fed diets containing blue lupine seeds. *Eur. Poultry Sci.*, 78: 245–252.
- Evonik Industries (2010). AminoDat 4.0.
- Grela E. (2016). Fett und Fettsäuren. In: Körnerleguminosen als Futter- und Nahrungsmittel, H. Jeroch u.a. (Ed.), DLG-Verlag, Frankfurt/Main.
- Halvorson J.C., Waibel P.E., Shehata M.A. (1988). Effects of white lupine in diets of growing turkeys. *Poultry Sci.*, 67: 596–607.
- Hammershoj M., Steinfeld S. (2005). Effects of the lupin (*Lupinus angustifolius*) in organic layer diets and supplementation with foraging material on egg production and some egg quality parameters. *Poultry Sci.*, 84: 723–733.
- Hanczakowska E. (2016). Mineralstoffe. In: Körnerleguminosen als Futter- und Nahrungsmittel, H. Jeroch u.a. (Ed.), DLG-Verlag, Frankfurt/Main.
- Jamroz D., Piech A. (1977). Opracowanie składu mieszanek treściwych dla kurcząt rzeźnych w oparciu o surowce krajowe. VI. Śruta z bobiku i łubinu jako zamienniki poekstrakcyjnej śrutu sojowej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 192: 293–301.
- Jansen G., Jürgens H.-U., Beyer H., Sedding S. (2014). Alkaloidgehalt in Blauen, Gelben und Weißen Lupinen. Deutsche Gesellschaft für Qualitätsforschung (Pflanzliche Nahrungsmittel) e.V., Vortragstagung, 17./18. März, Christian-Albrecht-Universität Kiel.
- Jansen G., Jürgens H.-U., Schliephake E., Seddig S., Ordon F. (2015). Effects of growing system and season on the



- alkaloid content and yield of different sweet *L. angustifolius* genotypes. J. Appl. Bot. Food Quality, 88: 1–4.
- Jeroch H., Kluge H., Simon O., Lengerken J. (1999). Inhaltsstoffe und Futterwertdaten von Getreide und Leguminosen. Halle-Wittenberg, Hausdruckerei Martin-Luther-Universität.
- Jeroch H., Kozłowski K., Mikulski D., Jamroz D., Schöne F., Zduńczyk Z. (2016). Lupines (*Lupinus ssp.*) as a protein feedstuff for poultry. 2) Results of poultry feeding trials and recommendations on diet formulation. Europ. Poultry Sci., 80, DOI: 10.1399/eps. 2016. 166.
- Jezierny D., Mosenthin R., Bauer E. (2010). The use of grain legumes as a protein source in pig nutrition: A review. Anim. Feed Sci. Tech., 157, 3–4: 111–128.
- Kaczmarek S.A., Kasprówicz-Potocka M., Hejdysz M., Mikula R., Rutkowski A. (2014). The nutritional value of narrow-leaved lupin (*Lupinus angustifolius*) for broilers. J. Anim. Feed Sci., 23: 160–166.
- Kluge H., Hirche F., Eder K. (2002). NSP- und Oligosaccharidgehalte in Lupinen der Spezies *L. angustifolius*, *L. luteus* und *L. albus*. 7. Tagung Schweine- und Geflügelernährung MLU Halle-Wittenberg, ss. 145–147.
- Koncicki A., Krasnodębska-Depta A., Mikulski D., Faruga A., Mohamad Ayman Al. Saadi (1990). Wpływ skarmiania mieszanek pełnoporcjowych ze zwiększonym udziałem surowców krajowych na zachowanie się niektórych wskaźników hematologicznych i biochemicznych krwi oraz na wyniki produkcyjne młodych indyków rzeźnych. II. Mieszanki z udziałem mączek z bobiku, grochu lub łubinu wąskolistnego oraz śrut z owsa i jęczmienia obłuszczonego. Acta Acad. Agricult. Tech. Olst., Vet., 19: 256–263.
- Kozłowski K., Helmbrecht A., Lemme A., Jankowski J., Jeroch H. (2011). Standardized ileal digestibility of amino acids from high-protein feedstuffs for growing turkeys – a preliminary study. Arch. Geflügelkde, 75: 185–190.
- Krawczyk M., Przywitowski M., Mikulski D. (2015). Effect of yellow lupine (*L. luteus*) on the egg yolk fatty acid profile, the physicochemical and sensory properties of eggs, and laying hen performance. Poultry Sci., 94, 6: 1–8.
- Mangold E., Damköhler H. (1935). Süßlupinenschrot als Eiweißfutter für Geflügel; seine Eignung für die Kükenaufzucht. Arch. Geflügelkde, 9: 233–254.
- Mangold E., Stotz H. (1935). Süßlupinenschrot als Eiweißfutter für Geflügel; seine Verdaulichkeit bei Hühnern. Arch. Geflügelkde, 9: 64–77.
- Mazanowski A., Doruchowski W., Jamroz D., Schleicher A. (1983). Efektywność tuczu kurcząt brojlerów żywionych mieszkankami z dużym udziałem śrut z bobiku lub łubinu żółtego i drożdży pastewnych. Zesz. Nauk. AR Wrocław, Zoot., 140: 135–143.
- Mikulski D., Zduńczyk Z., Juśkiewicz J., Rogiewicz A., Jankowski J. (2016). The effect of different blue lupine (*L. angustifolius*) inclusion levels on gastrointestinal function, growth performance and meat quality in growing-finishing turkeys. Anim. Feed Sci. Tech., 198: 347–352.
- Mosenthin R., Steiner T. (2005). Bestimmung der Gehalte an Gesamt-Phosphor, Phytat-Phosphor sowie der nativen Phytaseaktivität in sortenreinen Körnerleguminosen unter besonderer Berücksichtigung des Einflusses verschiedener Konservierungsverfahren auf die nativen Phytaseaktivitäten. Schriftenreihe der Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen (UFOP), 27: 71–85.
- Muzquiz M., Hill G.D., Cuadrado C., Pedrosa M.M. (2004). Recent advances of research in antinutritional factors in legume seeds and oilseeds. Proc. of the fourth international workshop on antinutritional factors in legume seeds and oilseeds, 8–10 March 2004, Toledo, Spain. EAAP Publication No 110: 195–217.
- Nalle C.L., Ravindran V., Ravindran G. (2011). Nutritional value of narrow-leaved lupin (*Lupinus angustifolius*) for broilers. Brit. Poultry Sci., 52: 775–781.
- Oku T. (1994). Special physiological functions of newly developed mono- and oligosaccharides. In: Goldberg (ed.), Functional Foods, Chapman and Hall, New York, pp. 202–218.
- Orda J., Jamroz D., Wiliczekiewicz A., Wertelecki T., Skorupińska J., Broz J. (2006). Effects of increased dietary inclusion of yellow lupins and enzyme supplementation on performance, ileal digestibility of nutrients and microbial status of large intestine in broiler chickens. Europ. Poultry Sci., 70: 14–21.
- Palander S., Laurinen P., Perttilä S., Valaja J., Partanen K. (2006). Protein and amino acid digestibility and metabolizable energy value of pea (*Pisum sativum*), faba bean (*Vicia faba*) and lupin (*Lupinus angustifolius*) seeds for turkeys of different age. Anim. Feed Sci. Technol., 127: 89–100.
- Pastuszewska B. (2016). Geschichte des Leguminosenanbaus. In: Körnerleguminosen als Futter- und Nahrungsmittel, H. Jeroch u.a. (Ed.), DLG-Verlag, Frankfurt/Main.
- Piech-Schleicher A., Jamroz D. (1982). The use of fodder yellow lupine seed in concentrated feed mixtures for broiler chicken (in Polish). Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 239: 57–65.

- Reimann G. (2003). Untersuchungen zum Futterwert von Sojabohnenprodukten sowie Enzymzusätzen unter besonderer Berücksichtigung der Alpha-Galactooligosaccharide. Dissertation Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Shaker Verlag Aachen, ISBN 3-8322-1418-6.
- Roth-Maier D.A., Kirchgeßner M. (1994). Zum Einsatz von weißen Lupinen (*Lupinus albus* L.) als Ersatz für Sojaextraktionschrot in der Broilermast. *Europ. Poultry Sci.*, 88: 11–114.
- Roth-Maier D.A., Paulicks B.R. (2003). Feeding and nutritional value of sweet blue and yellow lupin seeds (*Lupinus angustifolius* L., *Lupinus luteus* L.) for broiler chicks. *Europ. Poultry Sci.*, 67: 175–178.
- Rutkowski A., Kaczmarek S.A., Hejdysz M., Nowaczewski S., Jamroz D. (2014). Concentrates made from: legume seeds (*Lupinus angustifolius*, *Lupinus luteus* and *Pisum sativum*) and rapeseed meal as protein sources in laying hen diets. *Ann. Anim. Sci.*, 15, 1: 129–142.
- Sengbusch R. (1942). Süßlupinen und Öllupinen. Die Entstehungsgeschichte einiger neuer Kulturpflanzen. Verlag Paul Parey, Berlin.
- Simon A., Köhn W. (2004). Influence of variety and location on the crude protein content and amino acid composition of grain legumes. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.*, 13: 42.
- Smulikowska S., Konieczka P., Czerwiński J., Mieczkowska A., Jankowiak J. (2014). Feeding broiler chickens with practical diets containing lupin seeds (*L. angustifolius* or *L. luteus*): effects on incorporation level and mannanase supplementation on growth performance, digesta viscosity, microbial fermentation and gut morphology. *J. Anim. Feed Sci.*, 23: 64–72.
- UE WPR (2014–2020). Pakiet legislacyjny WPR na lata 2014–2020.
- USDA (2014). Department of Agriculture National Nutrient Database for Standard Reference, Release 27; <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods>
- Uzu G. (1983). Utilization of white sweet lupin (*Lupinus albus* L.) in broiler diets. *Proc. 4. European Symposium on Poultry Nutrition, Tours, France*, pp. 122–131.
- Waldroup P.W., England J.A., Kidd M.T., Kerr B.J. (1998). Dietary arginine and lysine in Large White toms. 1. Increasing arginine: lysine ratios does not improve performance when lysine levels are adequate. *Poultry Sci.*, 77, 9: 1364–1370.
- Zduńczyk Z., Jankowski J., Rutkowski A., Sosnowska E., Drażbo A., Zduńczyk P., Juśkiewicz J. (2014). The composition and enzymatic activity of gut microbiota in laying hens fed diets supplemented with blue lupine seeds. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 191: 57–66.
- Zduńczyk Z., Krawczyk M., Mikulski D., Jankowski J., Przybylska-Goronowicz B., Juśkiewicz J. (2015). Beneficial effects of increasing dietary levels of yellow lupine (*Lupinus luteus*) seed meal on productivity parameters and gastrointestinal tract physiology in eight-week-old turkeys. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 211: 189–198.
- Zuber T., Rodehutschord M. (2015). Aminosäurenverdaulichkeit von Lupinen und Erbsen bei Legehennen. Abschlussbericht Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen, Berlin.

## LUPIN SEEDS (*LUPINUS* spp.) IN POULTRY FEEDING

### Summary

Considering environmental conditions and agricultural traditions in Central and Eastern Europe, lupins (*L. angustifolius*, *L. luteus*, *L. albus*) seem to be valuable indigenous feeds providing laying hens, broilers and turkeys with protein. Because new varieties of *Lupinus* spp. contain a low level of alkaloids (<0.5 g·kg<sup>-1</sup> of DM), they can be applied at 10–25% of a complete feed depending on the animal's age and type of production, causing no adverse health effects or production deterioration. On the other hand it should be emphasized that exceeding the recommended lupin dosage may reduce animal weight gains and cause a deterioration in feed conversion. In order to verify the above opinions, further studies are required, especially with blue lupin, fed to hens and cocks during the entire growing (fattening) period.

**Key words:** lupin, poultry, feed