

## WARTOŚĆ ODŻYWCZA NASION ŁUBINU WĄSKOLISTNEGO

MARIA STANEK<sup>1</sup>, JACEK BOGUSZ<sup>1</sup>, WIESŁAW SOBOTKA<sup>1</sup>, TADEUSZ BIENIASZEWSKI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Katedra Żywienia Zwierząt i Paszoznawstwa

<sup>2</sup>Katedra Mechatroniki i Edukacji Techniczno-Informatycznej  
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

stanekm@uwm.edu.pl

**Synopsis.** W pracy określono wartość odżywczą nasion trzech odmian łubinu wąskolistnego Baron, Graf i Kalif. Oznaczono podstawowy skład chemiczny nasion oraz skład aminokwasowy białka, którego chemiczną jakość scharakteryzowano indeksem Osera i wskaźnikiem aminokwasu ograniczającego. Określono ilość i strukturę węglowodanów oraz zawartość alkaloidów, a w badaniach biologicznych na szczurach wskaźniki wartości biologicznej i wzrostowej białka mieszanek z udziałem łubinu wąskolistnego. Zawartość białka w nasionach odmiany Baron i Graf wynosiła 310 i 307 g·kg<sup>-1</sup>s.m., nieco mniejsza charakteryzowała odmianę Kalif (285 g·kg<sup>-1</sup>s.m.). Wskaźnik Osera białka łubinu wąskolistnego kształtował się na poziomie 66–71. Aminokwasem ograniczającym jakość białka (CS) była metionina (33–37). Stwierdzono różnice w koncentracji frakcji włókna surowego; od 133 g·kg<sup>-1</sup>s.m. w nasionach odmiany Graf do 143 i 153 g·kg<sup>-1</sup>s.m., w odmianach Kalif i Baron. Zróżnicowany był też poziom włókna neutralno-detergentowego (22,45%–25,40%). Zawartość oligosacharydów wynosiła 69,7; 67,5 i 67,4 g·kg<sup>-1</sup>s.m., a wśród  $\alpha$ -galaktozydów dominowała stachioza. Niewielką ilość alkaloidów zawierały nasiona odmiany Baron i Kalif (0,012 i 0,036 mg·100 mg<sup>-1</sup>s.m., zdecydowanie większą ich koncentrację stwierdzono w nasionach odmiany Graf (0,120 mg·100 mg<sup>-1</sup>s.m.). Podstawowym alkaloidem w nasionach łubinu wąskolistnego była lupanina (65–70%). Zastosowane w mieszankach dla szczurów nasiona łubinu wyraźnie obniżyły wydajność wzrostową białka diet (PER), do poziomu 1,62; 1,75 i 1,64 w porównaniu z białkiem mieszanki ze śrutą poekstrakcyjną sojową (2,39). Wartość biologiczna (BV) białka mieszanek z nasionami łubinu była wysoka (79,2 i 78,9), a w przypadku odmiany Baron zbliżona do BV białka mieszanki z udziałem poekstrakcyjnej śruty sojowej (79,9 v.s. 81,4).

**Słowa kluczowe** – *key words*: łubin wąskolistny – *blue lupin*, białko – *protein*, alkaloidy – *alkaloids*, oligosacharydy – *carbohydrates*, szczury – *rats*, wartość białka – *BV, PER*

### WSTĘP

Niekwestionowane korzyści agrotechniczne wynikające z uprawy roślin strączkowych, a także ekonomiczne przy wprowadzonych dopłatach bezpośrednich i uzupełniających powodują uzasadnione, większe nimi zainteresowanie. Jedną z nich jest łubin charakteryzujący się znacznym potencjałem genetycznym, na który wskazują, między innymi, osiągnięte dotychczas efekty w pracach hodowlanych nad zwiększeniem wartości odżywczej jego nasion [Crépon i in. 2009, Jezierny i in. 2010]. Ma to istotne znaczenie w sytuacji poszukiwania alternatywnych surowców białkowych w żywieniu zwierząt dla genetycznie modyfikowanej soi [Brzóska 2009].

Za podstawowy czynnik determinujący wartość pokarmową nasion łubinu uznawane były alkaloidy [Olkowski 2002]. W wyhodowanych nowych odmianach, poziom tych związków w łubinach nie jest wysoki i według danych piśmiennictwa nie istnieje ryzyko toksyczności dla zwierząt. Mimo to uważa się, że nadal obecność tych związków w łubinach należy brać

pod uwagę przy analizowaniu możliwości wykorzystywania nasion łubinu. Poza zmniejszoną koncentracją alkaloidów, nowe odmiany charakteryzuje zwiększona zawartość białka i jego wyższa jakość, ale też wyższe plony, skrócenie okresu wegetacji, ograniczenie podatności roślin na wyleganie, oraz roślin i nasion na choroby i szkodniki [Prusiński 2007]. Wysoki potencjał plonotwórczy, wysoka tolerancja na temperaturę oraz krótszy okres wegetacji w porównaniu do innych łubinów charakteryzuje łubin wąskolistny [Kotlarz 2000, Wiatr i in. 2007]. Dla oceny możliwości efektywnego wykorzystywania nasion łubinu w żywieniu zwierząt poza informacjami dotyczącymi podstawowego składu chemicznego, niezbędne są dane uwzględniające stabilność wartości odżywczej i biologicznej białka.

Celem podjętych badań była ocena wartości odżywczej nasion trzech odmian łubinu wąskolistnego, uwzględniająca ilość i jakość białka, zawartość i skład węglowodanów, a także poziom substancji antyżywniowych.

## MATERIAŁ I METODY

Materiał doświadczalny stanowiły nasiona trzech odmian łubinu wąskolistnego, których wyboru dokonano na podstawie roku rejestracji oraz zróżnicowanych cech botaniczno-uprawowych. Badanymi odmianami były Baron, Graf i Kalif zarejestrowane w Krajowym Rejestrze Odmian w latach 2002–2006. Doświadczenie przeprowadzono w ramach badań statutowych realizowanych w latach 2007–2011 w Katedrze Żywienia Zwierząt i Paszoznawstwa Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie. W nasionach łubinu oznaczono podstawowy skład chemiczny metodami standardowymi (AOAC, 2003). W celu oceny jakości białka nasion oznaczono jego skład aminokwasowy przy użyciu analizatora Biochrom 20 Plus. Hydrolizę próbek przeprowadzono w 6M HCl, w czasie 24h, w temperaturze 110°C. Aminokwasy siarkowe oznaczono po uprzednim utlenieniu próbek kwasem nadmanganowym, natomiast tryptofan oznaczono według polskiej normy (PN-77/r-64820).

Chemiczną jakość białka charakteryzowano wskaźnikiem aminokwasów egzogennych (EAAI) według Osera, przyjmując za wzorzec skład białka jaja kurzego, oraz wskaźnikiem aminokwasu ograniczającego (CS). Analizę chemiczną uzupełniono oznaczając włókno neutralno detergentowe (NDF), kwaśno detergentowe (ADF) i ligninę (ADL) według Van Soesta i Wina [1967] oraz Van Soesta [1973] przy użyciu aparatu Fibertec M.

Określono zawartość sacharozy i  $\alpha$ -galaktozydów (rafinozy, stachiozy, werbaskozy) według metody opisanej przez Gulewicza i in. [2000], oraz poziom alkaloidów i ich skład metodą kapilarnej chromatografii gazowej i chromatografii gazowej połączonej ze spektrometrem masowym [Wink i in. 1995].

W badaniach biologicznych na szczurach określono wskaźniki wartości biologicznej i wzrostowej białka nasion łubinu. Materiałem doświadczalnym były białe szczury szczepu Wistar o masie ciała ok. 80 g, w wieku około 28 dni utrzymywane indywidualnie w klatkach wzrostowych.

Nasiona łubinu każdej z odmian podano 8 szczurom w półsyntetycznych dietach izobiałkowych. W diecie grupy kontrolnej komponentem białkowym była śruta poekstrakcyjna sojowa (17,4%), którą w mieszankach doświadczalnych zastąpiono śrutą z łubinu wąskolistnego odmiany Baron (25,8%), Graf (26,0%) lub Kalif (27,9%). Wszystkie diety zawierały ponadto śrutę kukurydzianą, mieszankę mineralno-witaminową, olej i skrobię. Poziom białka w mieszankach wynosił około 10% i był zgodny z zapotrzebowaniem szczurów. W badaniach na szczurach określono wartość biologiczną białka (BV) i wydajność wzrostową białka (PER) nasion łubinu.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Poziom białka w nasionach (tab. 1) był zróżnicowany, najmniej tego składnika zawierały nasiona odmiany Kalif – 285 g·kg<sup>-1</sup>s.m., więcej Baron i Graf (310 i 307 g·kg<sup>-1</sup>s.m.). Poziom białka był nieco różny od danych Wiatra i in. [2007]. Na możliwość znacznych nawet zróżnicowań zawartości białka ogólnego w nasionach łubinu powodowanych zmiennymi warunkami klimatycznym podczas wegetacji, nawożeniem, a nawet sposobem uprawy wskazują, między innymi, Adomas i in. [2005], a na zmienność koncentracji tego składnika w zależności od odmiany, Lampart-Szczapa [1998].

Tabela 1. Skład chemiczny nasion łubinu wąskolistnego(g·kg<sup>-1</sup>)  
Table 1. Chemical composition of blue lupin seeds (g·kg<sup>-1</sup>)

Wyszczególnienie <i>Item</i>	Odmiany – <i>Varieties</i>		
	Baron	Graf	Kalif
Białko ogólne – <i>Total protein</i>	310	307	285
Tłuszcz surowy – <i>Crude fat</i>	40,6	52,6	59,6
Włókno surowe – <i>Crude fiber</i>	153	133	143
BAW – <i>N-free extractives</i>	369	382	389
NDF	254	225	236
ADF	212	194	196

Mniejszą ilość tłuszczu i związków bezazotowych wyciągowych zawierały nasiona odmiany Baron, w nasionach pozostałych dwóch odmian koncentracja tych związków była wyższa i zbliżona. W odmianie Baron stwierdzono nieco wyższą (153 g·kg<sup>-1</sup>s.m.) niż w pozostałych odmianach (133 i 143 g·kg<sup>-1</sup>s.m.) koncentrację włókna surowego, jak również włókna NDF.

Różnice odmianowe w zawartości poszczególnych aminokwasów w nasionach były niewielkie (tab. 2). Wszystkie odmiany charakteryzowały się niską zawartością aminokwasów siarkowych i tryptofanu. Pierwszym aminokwasem ograniczającym jakość białka była metionina, drugim natomiast tryptofan. Uzyskane dane są zgodne z danymi Kotlarz [2000] czy Lubowickiego i in. [2000], podobnie jak wartości określonego indeksu Osera.

Znaczną część węglowodanów nasion łubinu wąskolistnego stanowiły oligosacharydy, w tym głównie  $\alpha$ -galaktozydy: rafinoza, stachioza, werbaskoza, pełniące funkcje materiału zapasowego [Gulewicz i Wardeńska 2003] (tab. 3). Stwierdzono znaczną zawartość sacharozy, wśród  $\alpha$ -galaktozydów dominowała stachioza, a jej zawartość kształtowała się od 24,3 g·kg<sup>-1</sup>s.m., w nasionach odmiany Kalif do 29,3 g·kg<sup>-1</sup>s.m., w odmianie Baron. Znacznie wyższą zawartość stachiozy w odmianie Baron (42,9 g·kg<sup>-1</sup>s.m.) stwierdziła natomiast Lampart-Szczapa [2003]. Zawartość rafinozy w nasionach trzech odmian kształtowała się na zbliżonym poziomie.

Analiza zawartości alkaloidów (tab. 4) pozwoliła stwierdzić duże różnice w poszczególnych odmianach. Poziom alkaloidów w nasionach odmiany Baron i Kalif nie przekraczał wartości granicznych tych związków dla nasion uznawanych za niskoalkaloidowe [Bieniaszewski i in. 2005], w odmianie Graf ilość alkaloidów tę wartość nieznacznie przekroczyła i wynosiła 0,12%. Dane dotyczące niskiej zawartości alkaloidów w nasionach dwóch odmianach były zbliżone do podawanych przez Wiatra i in. [2007]. Wykazano, że dominującą w składzie alkaloidów była lupanina, której udział wynosił ponad 65%.

Tabela 2. Skład aminokwasowy białka nasion łubinu wąskolistnego (g/16 g N)  
 Table 2. Amino acid composition of protein and biological values of blue lupin (g/16 g N)

Wyszczególnienie <i>Item</i>	Odmiany – <i>Varieties</i>		
	Baron	Graf	Kalif
Lizyna – <i>Lys</i>	4,93	5,18	4,22
Metionina – <i>Met</i>	0,91	0,57	0,64
Cystyna – <i>Cys</i>	1,31	1,53	1,52
Treonina – <i>Thr</i>	3,57	3,26	3,18
Izoleucyna – <i>Ile</i>	3,71	3,81	4,03
Walina – <i>Val</i>	3,85	3,75	3,93
Leucyna – <i>Leu</i>	6,96	6,78	6,49
Histydyna – <i>His</i>	2,65	2,64	2,75
Fenylalanina – <i>Phe</i>	3,62	3,70	3,44
Tyrozyna – <i>Tyr</i>	3,88	3,27	3,39
Wskaźnik AA wg Osera – <i>EAAI</i>	71	68	66
Aminokwas ograniczający (met) – <i>Cs (met)</i>	33	36	37

Tabela 3. Skład (%) i zawartość alkaloidów w nasionach łubinu wąskolistnego (mg·100 mg<sup>-1</sup> s.m.)  
 Table 3. Composition (%) and total content (mg·100 mg<sup>-1</sup> d.m.) of alkaloids in blue lupin seeds

Wyszczególnienie <i>Item</i>	Odmiany – <i>Varieties</i>		
	Baron	Graf	Kalif
Lupanina – <i>Lupanine</i>	70,0	65,6	65,1
Isolupanina – <i>Isolupanine</i>	–	–	–
Angustifolina – <i>Angustifoline</i>	18,0	22,2	23,1
13OH-lupanina – <i>Hydroxylupanine</i>	9,50	9,40	9,10
Tetrarombifolina – <i>Tetrarombifoline</i>	2,50	2,80	2,70
Isoangustifolina – <i>Isoangustifoline</i>	1,00	–	–
Całkowita zawartość (mg·100 mg <sup>-1</sup> s.m.) <i>Total (mg·100 mg<sup>-1</sup> d.m.)</i>	0,036	0,120	0,012

Tabela 4. Zawartość oligosacharydów w nasionach łubinu wąskolistnego (g·kg<sup>-1</sup>s.m.)  
 Table 4. Oligosaccharide content of blue lupin seeds (g·kg<sup>-1</sup>d.m.)

Wyszczególnienie <i>Item</i>	Odmiany – <i>Varieties</i>		
	Baron	Graf	Kalif
Sacharoza – <i>Sucrose</i>	19,7	21,9	22,6
Rafinoza – <i>Raffinose</i>	9,9	11,0	11,0
Stachioza – <i>Stachyose</i>	29,3	25,6	24,3
Werbaskoza – <i>Verbascose</i>	10,8	9,0	9,5
Suma oligosacharydów <i>Total oligosaccharides</i>	69,7	67,5	67,4

Skład mieszanek z udziałem nasion trzech odmian łubinu, stosowanych w żywieniu szczurów w badaniach biologicznych przedstawiono w tabeli 5. Wprowadzenie nasion łubinu wyraźnie obniżyło wydajność wzrostową białka diet (PER), do poziomu 1,62; 1,75 i 1,64 w porównaniu z PER białka mieszanki ze śrutą poekstrakcyjną sojową (2,39) (tab. 6). Mogło to wynikać z obserwowanego w doświadczeniu, nieco niższego pobierania diet z udziałem nasion łubinu które mogły zmniejszyć smakowitość mieszanek. Jak wcześniej wspomniano szczury charakteryzowały się stosunkowo niską masą ciała (ok. 80 g), która mogła być przyczyną większej wrażliwości zwierząt na smak. W badaniach Kotlarz [2000] i Lubowickiego i in. [2000] określone wskaźniki PER dla białka podobnych diet, charakteryzowały się jeszcze mniejszymi wartościami. Określona na szczurach wartość biologiczna (BV) białka diet z udziałem nasion łubinu była natomiast wysoka, zbliżona do określonej dla diety kontrolnej (79,2; 78,9 i 79,9 v.s. 81,4).

Tabela 5. Skład diet doświadczalnych (%)  
Table 5. Composition of experimental diets (%)

Składnik <i>Item</i>	Kontrola Control	Łubin wąskolistny – odmiany <i>Blue lupin – varieties</i>		
		Baron	Graf	Kalif
Łubin <i>Lupine</i>	–	25,8	26,0	27,9
Śruta sojowa <i>Soybean meal</i>	17,4	–	–	–
Śruta kukurydziana <i>Maize starch</i>	17,7	17,7	17,7	17,7
Mieszanka mineralna <i>Mineral premix</i>	3,5	3,5	3,5	3,5
Mieszanka witaminowa <i>Vitamin premix</i>	2,0	2,0	2,0	2,0
Olej sojowy <i>Soybean oil</i>	3,0	3,0	3,0	3,0
Skrobia <i>Starch</i>	56,4	48,0	47,8	45,9

Tabela 6. Wartość biologiczna i wzrostowa białka  
Table 6. Nutritional value of protein

Wskaźnik <i>Index</i>	Śruta sojowa <i>Soybean meal</i>	Łubin wąskolistny – odmiany <i>Blue lupin – varieties</i>		
		Baron	Graf	Kalif
Wskaźnik wydajności wzrostowej białka <i>Protein Efficiency Ratio (PER)</i>	2,39	1,62	1,75	1,64
Wartość biologiczna białka <i>Biological Value (BV)</i>	81,40	79,90	79,21	78,93

## PODSUMOWANIE

Wyniki oceny wartości odżywczej nasion łubinu wąskolistnego uzyskane w przeprowadzonych badaniach chemicznych i doświadczeniach biologicznych wskazują na występujące różnice odmianowe, dotyczące poziomu i jakości białka, zawartości i składu węglowodanów, a także alkaloidów. Wystąpiły one również w odniesieniu do określonych wskaźników jakości białka nasion. Zróżnicowane wyniki dotyczące wartości odżywczej nasion łubinu wąskolistnego trzech odmian wskazują na zasadność dokonywania bieżących analiz wartości odżywczej nasion zawsze przed oceną możliwości ich wykorzystania w żywieniu zwierząt, zwłaszcza w sytuacji obserwowanego postępu hodowlanego, powodującego zwiększanie liczby nowych udoskonalonych odmian łubinu wąskolistnego.

## PIŚMIENNICTWO

- Adomas B., Piotrowicz-Cieślak A.I., Kowalik K. 2005. Wartość biologiczna białka nasion łubinu. Post. Nauk Rol. 5: 54–63.
- AOAC. 2003. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists, 17th Edn., AOAC, Arlington, Virginia.
- Bieniaszewski T., Stanek M., Pliszka E., Wiatr K. 2005. Rośliny strączkowe, uprawa i użytkowanie paszowe. Wyd. ODR Olsztyn.
- Brzóska F. 2009. Czy istnieje możliwość substytucji białka GMO innymi surowcami białkowymi (Cz. I). Wiad. Zoot., R. 47(1): 3–9.
- Crepon K., Marget P., Peyronnet C., Carroue B., Arese P., Duc G. 2010. Nutritional value of faba bean (*Vicia faba L.*) seeds for feed and food. Field Crop Res. 115: 329–339.
- Gulewicz K., Wardeńska M. 2003. Aktywność biologiczna oligosacharydów rodziny rafinoz izolowanych z nasion roślin motylkowatych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 495: 349–357.
- Gulewicz P., Ciesiołka D., Frias J., Vidal-Valverde C., Frejnagel S., Trojanowska K., Gulewicz K. 2000. Simple method of isolation and purification of  $\alpha$ -galactosides from legumes. J. Agric. Food Chem. 48: 3120–3123.
- Jezierny D., Mosenthin R., Bauer E. 2010. The use of grain legumes as a protein source in pig nutrition. Anim. Feed Sci. Technol. 157: 111–128.
- Kotlarz A. 2000. Wartość pokarmowa nasion łubinów oraz wartość biologiczna białka zestawów zbożowo-łubinowych w badaniach na szczurach laboratoryjnych. Zastosowania metod statystycznych w badaniach naukowych. Kraków, StatSoft Polska: 181–194.
- Lampart-Szczapa E. 1998. Łubin jako potencjalny surowiec białkowy w produkcji żywności. Wyd. AR Poznań, Rozpr. Nauk. 279: 50–55.
- Lampart-Szczapa E. 2003. Wpływ procesów technologicznych na profil oligosacharydów w preparatach z nasion łubinu. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 495: 359–366.
- Lubowicki R., Petkov K., Kotlarz A., Jaskowska I. 2000. Chemical composition and nutritive value of protein of lupins seeds. Folia Univ. Agric. Stetin. 210, Zoot. 39: 99–104.
- Olkowski B. 2002. Efekty zastosowania nasion łubinu jako głównego źródła białka w diecie dla kurcząt brojlerów. Wyd. AP Siedlce, Rozpr. hab. 68: ss. 120.
- Prusiński J. 2007. Postęp biologiczny w łubinie (*Lupinus sp.*) – Rys historyczny i stan aktualny. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 522: 23–37.
- Van Soest P.J. 1973. Collaborative study of acid-detergents fiber and lignin. J. Assoc. Offic. Anal. Chem. 56: 781–784.
- Van Soest P.J., Wine R.H. 1967. Use of detergents in the analysis of fibrous feed. IV. Determination of plant cell wall constituents. J. Assoc. Offic. Anal. Chem. 50: 50–55.
- Wiatr K., Dolata A., Mańczak T. 2007. Koncentracja i zmienność podstawowych cech jakościowych nasion odmian łubinów zarejestrowanych w Polsce. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 522: 75–85.

Wink M., Meibener C. Wittel L. 1995. Patterns of quinolizidine alkaloids in 56 species of the genus lupinus. *Phytochemistry* 38: 139–153.

M. STANEK, J. BOGUSZ, W. SOBOTKA, T. BIENIASZEWSKI

### NUTRITIVE VALUE OF BLUE LUPIN SEEDS

#### Summary

In the thesis the nutritive value of three kinds of seeds of blue lupin Baron, Graf and Kalif was estimated. Also, one estimated the basic chemical composition and amino-acid content of protein, the quality of which was characterized with Oser index and index of chemical score (CS). One also estimated the amount and structure of carbohydrates and content of alkaloids whereas in biological research on rats one estimated the indices of biological and growth value of protein in feeds containing blue lupin. Protein content in seeds of Baron and Graf was 310 and 307 g·kg<sup>-1</sup>s.m., slightly smaller was in Kalif variety (285 g·kg<sup>-1</sup>s.m.). Oser index of blue lupine ranged from 66 to 71. Chemical score limiting protein was methionine (29–37). There were differences in concentration of fractions of crude fibre; from 133 g·kg<sup>-1</sup>s.m. in Graf variety to 143 and 153 g·kg<sup>-1</sup>s.m. in Kalif and Baron varieties. The level of neutral-detergent fibre was varied (225%–254%). The content of oligosaccharides was 69.7; 67.5 and 67.4 g·kg<sup>-1</sup>s.m. and among  $\alpha$ -galactosides stachiose dominated. Insignificant amount of alkaloids was found in seeds of Baron and Kalif variety (0.012 and 0.036 mg·100 mg<sup>-1</sup>d.m.), significantly higher concentration was observed in the seeds of Graf variety (0.120 mg·100 mg<sup>-1</sup> d.m.). Basic alkaloid in blue lupine seeds was lupinine (65–70%). Blue lupine seeds used in feeds for rats significantly lowered the Protein Efficiency Ratio (PER), to 1.62; 1.75 and 1.64 as compared with PER of protein in feed containing soybean meal (2.39). Biological value (BV) of protein in feeds containing blue lupine seeds was high (79.2 and 78.9), and in the case of Baron variety close to BV of protein of feed containing soybean meal (79.9 v.s 81.4).