

PORÓWNANIE WARTOŚCI POKARMOWEJ SUROWYCH,
OBLUSZCZANYCH I EKSTRUDOWANYCH NASION
ROŚLIN BOBOWATYCH

Anna Milczarek, Maria Osek

Katedra Żywienia Zwierząt i Gospodarki Paszowej
Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach
ul. B. Prusa 14, 08-110 Siedlce
e-mail: anna.milczarek@uph.edu.pl

Streszczenie. Celem podjętych badań było porównanie wartości pokarmowej naturalnych nasion roślin bobowatych (grochu, bobiku, łubinu żółtego) z poddanymi zabiegom uszlachetniającym. W pierwszym etapie badań określono masę tysiąca nasion (MTN), a następnie poddano je obłuszczeniu lub ekstruzji. W kolejnym etapie oznaczono zawartość składników podstawowych, energii brutto, wybranych makroelementów (Ca, P, K i Na) oraz substancji antyżywnieniowych (fitynianów, tanin, inhibitorów trypsyny i alkaloidów). Wykazano, że najwyższą MTN, masą łuski i bielma charakteryzowały się nasiona bobiku. We wszystkich gatunkach nasion bobowatych, po ich obłuszczeniu, zanotowano zwiększenie zawartości białka surowego i zmniejszenie włókna surowego ($P \leq 0,01$), a w bobiku i łubinie także wzrost zawartości popiołu surowego ($P \leq 0,05$). Proces ekstruzji ocenianych nasion bobowatych nie miał wpływu na ilość białka surowego i włókna surowego, obniżył jedynie poziom suchej masy i tłuszczu surowego w ekstrudacie z bobiku ($P \leq 0,05$). Obydwa zabiegi uszlachetniające w sposób istotny zmniejszyły zawartość analizowanych substancji antyodżywczych (z wyjątkiem fitynianów w grochu i bobiku) w ocenianych nasionach. Skuteczniejszym zabiegiem obniżającym ilość fitynianów i tanin było obłuszczenie nasion, natomiast inhibitorów trypsyny i alkaloidów proces ekstruzji.

Słowa kluczowe: groch, bobik, łubin żółty, obłuszczenie, ekstruzja

WSTĘP

Najczęściej stosowanym źródłem białka w dawkach pokarmowych dla zwierząt monogastrycznych jest śruta poekstrakcyjna sojowa, którą zastępuje się nasionami roślin bobowatych (*Fabaceae*). Niestety, nasionami bobiku (*Vicia faba*), grochu (*Pisum sativum*) czy łubinu (*Lupinus*) nie można całkowicie zastąpić śruty

poekstrakcyjnej sojowej ani wprowadzić ich do mieszanki w jednakowym udziale, bowiem różnią się one nie tylko zawartością białka i włókna surowego, ale również poziomem substancji antyodżywczych (Vilariño i in. 2009, Nalle i in. 2010, Jezierny i in. 2010, Osek i in. 2013, Tufarelli i Laudadio 2015). Zawartość białka w nasionach bobowatych waha się od około 20% w grochu do 45% w nasionach łubinu żółtego. Poziom włókna surowego warunkowany jest m.in. grubością okrywy zewnętrznej, zwykle mniej włókna zawierają nasiona grochu i bobiku, a więcej łubinu. Przydatność paszową nasion bobowatych różnicują także fityniany, taniny, inhibitory enzymów proteolitycznych oraz alkaloidy w przypadku łubinów (Alonso i in. 2000, Diaz i in. 2006, Crépon 2010, Adamidou i in. 2011, Milczarek i Osek 2016).

Liczne badania (Osek i in. 2013, Woźniak i in. 2014, Fordoński i in. 2015, Milczarek i Osek 2016, Hejdysz i in. 2016) wykazały, że wartość pokarmowa nasion roślin bobowatych jest zmienna i zależy od szeregu czynników, m.in. gatunku i odmiany nasion oraz czynników agrotechnicznych (warunków uprawy, nawożenia) itp. Przydatność żywieniową nasion bobowatych można poprawić, poddając je zabiegom technologicznym: obłuszczeniu, ekstrudowaniu, czy moczeniu. Dotychczasowe badania (Alonso i in. 2001, Kiczorowska i Lipiec 2002, Nikolopoulou i Grigorakis 2008, Wiseman 2013, Tufarelli i Laudadio 2015) dowodzą jednak, że efekty danego zabiegu uszlachetniającego są często niejednoznaczne.

Celem podjętych badań było porównanie wartości pokarmowej naturalnych nasion roślin bobowatych i poddanych zabiegom uszlachetniającym.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiły, pochodzące z produkcji towarowej z terenu środkowo-wschodniej Polski, nasiona trzech gatunków roślin bobowatych, tj.: grochu, bobiku i łubinu żółtego. W pierwszym etapie badań określono masę tysiąca nasion (MTN) analizowanych roślin bobowatych, a następnie poddano je obłuszczeniu lub ekstruzji. Obłuszczenie przeprowadzono ręcznie, oddzielając całość okrywy nasiennej od bielma. Na podstawie masy łuski i bielma w nasionach określono ich udziały. Ekstruzję wykonano na ekstruderze jednoślিমakowym S-45 (Metalchem Gliwice), o średnicy ślimaka – 45 mm, średnicy matrycy – 5 mm, przy 110 obrotach ślimaka na 1 minutę. Powietrznie suche nasiona bobowatych przed zabiegiem rozdrobniono, a następnie nawilżono do wilgotności 20%. Zabieg ekstruzji został przeprowadzony w temperaturze 145°C na I sekcji, 155 na II sekcji i 150°C na wylocie i ciśnieniu 80-100 atm. Przy ekstruzji łubinu zastosowano temperaturę o 4°C niższą.

W drugim etapie badań utworzono po 6 próbek nasion naturalnych, obłuszczonych i ekstrudowanych, które poddano analizom chemicznym na zawartość:

suchej masy (DM), białka surowego (CP), tłuszczu surowego (EE), włókna surowego (CF) i popiołu surowego (CA) według AOAC (2005). Analizy wykonano w 3 powtórzeniach. Ilość związków bezazotowych wyciągowych (NFE – N-free extract) wyliczono ze wzoru:

$$NFE [(g \cdot kg^{-1})] = DM - (CP + CA + CF + EE) \quad (1)$$

Ponadto oznaczono zawartość energii brutto (PN-ISO 9831:2002), makroelementów (Ca, K, Na) metodą fotometrii płomieniowej i fosforu (P) – metodą kolorymetryczną (PN-76/R-64781). We wszystkich analizowanych bobowatych oznaczono poziom fitynianów (Oberleas 1971). Według BN-90/91160-42 w nasionach grochu i bobiku oznaczono ilość tanin. Metoda polegała na ekstrakcji tanin za pomocą mieszaniny alkoholu etylowego, gliceryny i wody, utworzeniu barwnego kompleksu z odczynnikiem fosfomolibdenofosfowolframowym i pomiarze absorpcji barwnego roztworu, przy długości fali 700 nm. W nasionach grochu oznaczono również aktywność antytrypsynową metodą Korola i Przegalińskiej (1994) polegającą na spektrofotometrycznym pomiarze absorpcji produktów rozkładu kazeiny przez trypsynę w obecności inhibitora. Poziom alkaloidów w nasionach łubinu oznaczono metodą podawaną przez Muzquiz i in. (1994).

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie z zastosowaniem jednoczynnikowej analizy wariancji, według następującego modelu matematycznego:

$$Y_{ik} = \mu + a_i + e_{ik} \quad (2)$$

gdzie: Y_{ik} – wartość badanej cechy, μ – wartość średnia ogólna, a_i – efekt zabiegu uszlachetniającego, e_{ik} – błąd.

Istotność różnic między wartościami średnimi weryfikowano testem Duncana na poziomie istotności $\alpha = 0,05$ i $\alpha = 0,01$.

WYNIKI I DYSKUSJA

Masa tysiąca nasion jest podstawowym wskaźnikiem ich jakości towarowej. Największą ($P \leq 0,01$) masę 1000 nasion, a w konsekwencji także masę łuski i bielma wykazano w nasionach bobiku (tab. 1).

Określone w badaniach własnych masy tysiąca nasion mieszczą się w zakresach 203-304 g dla grochu, 392-629,9 g dla bobiku i 109-162 g dla łubinu żółtego podawanych w Wynikach Porejestrowych Doświadczeń Odmianowych COBORU (2015), jak i innych badaczy (Bogucka i Wróbel 2008, Nikolopoulou i Grigorakis 2008).

Tabela 1. Cechy fizyczne nasion roślin bobowatych (n = 6)
Table 1. Physical characteristics of the *Fabaceae* seeds (n = 6)

Wyszczególnienie / Item	Nasiona / Seeds			SEM
	groch pea	bobik faba bean	łubin żółty yellow lupin	
Masa tysiąca nasion / Thousand seed weight (g)	244 ^{Bb}	540 ^{Aa}	140 ^{Bc}	20,12
Masa łuski / Husk weight (g)	29 ^B	72 ^A	32 ^B	2,28
Masa bielma / Endosperm weight (g)	215 ^{Bb}	468 ^{Aa}	108 ^{Bc}	18,21
Udział łuski / Husk share (%)	11,83 ^B	13,32 ^B	22,63 ^A	0,56
Udział bielma / Endosperm share (%)	88,17 ^A	86,68 ^A	77,37 ^B	0,57

SEM – standardowy błąd średniej / standard error mean; A, B – wartości w wierszu oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $P \leq 0,01$ / values in a row marked with different letters differ significantly at $P \leq 0,01$; a, b, c – wartości w wierszu oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $P \leq 0,05$ / values in a row marked with different letters differ significantly at $P \leq 0,05$

Nasiona łubinu w porównaniu do nasion grochu i bobiku charakteryzowały się największym ($P \leq 0,01$) udziałem łuski, a najmniejszym ($P \leq 0,01$) bielma. Większy (23-27%) udział łuski w łubinie i podobny (13-16%) w bobiku podają Flis i in. (1996).

Przeprowadzona analiza składu chemicznego nasion bobowatych wykazała istotne zmiany w zawartości podstawowych składników pokarmowych (tab. 2).

W surowych nasionach grochu i bobiku wykazano mniejszą zawartość białka surowego, natomiast w nasionach łubinu żółtego większą, w porównaniu do wartości zamieszczonych w NŻD (2005) i NŻŚ (2015). Zawartość BAW (związków bezazotowych wyciągowych) w analizowanych surowych nasionach była odwrotnie proporcjonalna w stosunku do zawartości białka surowego. Poziom włókna surowego we wszystkich gatunkach był mniejszy od podawanego w NŻD (2005) i NŻŚ (2015) oraz przez Hanczakowską i Świątkiewicz (2014).

Wykazano istotny wpływ zastosowanych zabiegów uszlachetniających na zawartość podstawowych składników pokarmowych. Najwięcej ($P \leq 0,01$) białka surowego, a najmniej ($P \leq 0,01$) włókna surowego stwierdzono w obłuszczonych nasionach wszystkich bobowatych. Zabieg łuszczenia zwiększył ilość białka o 7% w grochu, o 13% w bobiku i o 27% w łubinie. Ilość włókna w wyniku tego zabiegu zmniejszyła się odpowiednio w wyżej wymienionych bobowatych 7-, 9- i 17-krotnie. Obłuszczenie bobowatych spowodowało zwiększenie zawartości tłuszczu, ale tylko w nasionach grochu o 35% i łubinu o 23%, natomiast w nasionach bobiku poziom tego składnika zmniejszył się o 29%.

Tabela 2. Zawartość składników podstawowych i wartość energetyczna bobowatych
Table 2. Basal nutrients contents and energetic value of raw, hulled and extruded legumes

Wyszczególnienie / Item	Nasiona / Seeds			SEM
	Naturalne Raw	Obłuszczone Hulled	Ekstrudowane Extruded	
	Sucha masa (g·kg ⁻¹) / Dry matter (g kg ⁻¹)			
groch / pea	887,6	889,2	875,6	6,80
bobik / faba bean	895,9 ^a	883,5 ^{ab}	880,8 ^b	3,50
łubin żółty / yellow lupin	911,5	904,4	910,4	2,30
	Białko surowe (g·kg ⁻¹ s.m.) / Crude protein (g kg ⁻¹ d.m.)			
groch / pea	225,5 ^{Bb}	242,0 ^{Aa}	232,2 ^{ABb}	1,90
bobik / faba bean	294,6 ^B	332,6 ^A	292,2 ^B	2,09
łubin żółty / yellow lupin	443,2 ^B	565,1 ^A	447,7 ^B	2,39
	Włókno surowe (g·kg ⁻¹ s.m.) / Crude fibre (g kg ⁻¹ d.m.)			
groch / pea	55,9 ^A	6,4 ^B	54,3 ^A	1,60
bobik / faba bean	70,2 ^A	9,7 ^B	70,1 ^A	1,69
łubin żółty / yellow lupin	141,8 ^A	8,1 ^B	130,7 ^A	2,58
	Tłuszcz surowy (g·kg ⁻¹ s.m.) / Crude fat (g kg ⁻¹ d.m.)			
groch / pea	11,0 ^B	14,9 ^A	11,5 ^B	0,20
bobik / faba bean	17,0 ^{Aa}	12,1 ^{Bb}	13,9 ^{ABb}	0,40
łubin żółty / yellow lupin	56,8 ^b	69,8 ^a	59,3 ^b	1,90
	BAW / N-free extractives (g kg ⁻¹ d.m.)			
groch / pea	678,1 ^{Bb}	705,0 ^{Aa}	667,3 ^{Bc}	3,49
bobik / faba bean	580,8 ^{ab}	604,4 ^a	585,9 ^b	3,79
łubin żółty / yellow lupin	308,6 ^{ABa}	302,5 ^{Bb}	313,5 ^{Aa}	1,40
	Energia brutto (kcal·kg ⁻¹ s.m.) / Gross energy (kcal kg ⁻¹ d.m.)			
groch / pea	4386 ^{ABb}	4425 ^{Aa}	4379 ^{Bb}	15,18
bobik / faba bean	4414 ^b	4501 ^a	4391 ^b	36,32
łubin żółty / yellow lupin	4696 ^b	5031 ^a	4860 ^{ab}	46,61

SEM – standardowy błąd średniej / standard error mean; A, B – wartości w wierszu oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $P \leq 0,01$ / values in a row marked with different letters differ significantly at $P \leq 0.01$; a, b, c – wartości w wierszu oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $P \leq 0,05$ / values in a row marked with different letters differ significantly at $P \leq 0.05$

Meijer i in. (1994) porównując wartość pokarmową naturalnych nasion bobiku z obłuszczonymi, wykazali zmniejszenie zawartości włókna surowego z 8,0 do 1,3% i zwiększenie zawartości białka z 29,2 do 33,2% oraz związków bezazotowych wyciągowych z 56,7 do 59,4%. Podobnie Flis i in. (1996) podają, że obłuszczenie zwiększa zawartość białka w bobiku o 3-13% i łubinie żółtym o 25-32% oraz zmniejsza ilość włókna surowego o 70-75% w bobiku i o 65-85% w łubinie żółtym.

Analizując wpływ ekstruzji na skład podstawowy nasion bobowatych, nie stwierdzono jego oddziaływania na zawartość: białka, tłuszczu surowego i włókna surowego, z wyjątkiem istotnego zmniejszenia zawartości suchej masy i tłuszczu w ekstruderacie z bobiku, co jest zgodne z wynikami Arija i in. (2006). Natomiast

Diaz i in. (2006) i Masoero i in. (2005) stwierdzili większą zawartość tłuszczu surowego w ekstrudowanych nasionach grochu, bobiku i łubinu. Istotne obniżenie zawartości tłuszczu surowego i włókna surowego w wyniku ekstruzji zauważyli Kiczorowska i Lipiec (2002) oraz Hejdysz i in. (2016) w nasionach łubinu żółtego.

Z doniesień naukowych (Flis i in. 1996, Arija i in. 2006) wynika, że zarówno obłuszczenie, jak i ekstruzja nasion bobowatych zwiększają ich wartość energetyczną. Przeprowadzone badania własne wykazały, że jedynie obłuszczenie nasion (niezależnie od gatunku) zwiększa w nich istotnie poziom energii brutto, co zapewne wiązać należy ze zmianą proporcji składników podstawowych (zwiększeniem zawartości tłuszczu i białka, a zmniejszeniem włókna).

Zawartość popiołu surowego i wybranych składników mineralnych w nasionach bobowatych podano w Tabeli 3.

Tabela 3. Zawartość popiołu surowego i wybranych składników mineralnych ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m.)

Table 3. Content of crude ash and macroelements in raw, hulled and extruded legumes ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ d.m.)

Wyszczególnienie / Item	Nasiona / Seeds			SEM
	Naturalne Raw	Obłuszczone Hulled	Ekstrudowane Extruded	
Popiół surowy / Crude ash				
groch / pea	29,4	29,7	30,7	0,40
bobik / faba bean	37,4 ^{ABb}	41,1 ^{Aa}	37,6 ^{Bb}	0,40
łubin żółty / yellow lupin	49,5 ^b	57,2 ^a	48,6 ^b	1,60
P				
groch / pea	4,7	4,9	4,7	0,06
bobik / faba bean	6,5 ^B	7,4 ^A	6,6 ^B	0,05
łubin żółty / yellow lupin	8,6 ^b	10,6 ^a	8,2 ^b	0,35
Ca				
groch / pea	1,0 ^A	0,5 ^B	1,0 ^A	0,05
bobik / faba bean	1,2 ^{Aa}	0,7 ^{Bc}	1,1 ^{Ab}	0,01
łubin żółty / yellow lupin	2,9 ^A	2,0 ^B	2,9 ^A	0,03
K				
groch / pea	12,1	14,0	12,6	0,56
bobik / faba bean	12,9 ^a	11,7 ^b	11,9 ^b	0,19
łubin żółty / yellow lupin	12,1	13,4	12,1	0,34
Na				
groch / pea	0,9 ^a	7,7 ^b	1,0 ^a	0,005
bobik / faba bean	0,1 ^a	0,07 ^b	0,09 ^{ab}	0,008
łubin żółty / yellow lupin	0,1	0,1	0,1	0,01

SEM – standardowy błąd średniej / standard error mean; A, B – wartości w wierszu oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $P \leq 0,01$ / values in a row marked with different letters differ significantly at $P \leq 0,01$; a, b, c – wartości w wierszu oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $P \leq 0,05$; values in a row marked with different letters differ significantly at $P \leq 0,05$

Analizowane surowe nasiona zawierały mniej popiołu, w którym zawartość fosforu była większa, a wapnia mniejsza (z wyjątkiem grochu), natomiast poziom sodu był zbliżony do wartości podawanych w NŻD (2005) i NŻŚ (2015).

Woźniak i in. (2014) oraz Fordoński i in. (2015) twierdzą, że na zróżnicowanie zawartości wyżej wymienionych makroelementów w nasionach roślin bobowatych wpływa wiele czynników, m.in. system uprawy roli (konwencjonalny, uproszczony).

W przeprowadzonych badaniach stwierdzono, że ekstruzja nie wpłynęła na zawartość popiołu surowego, natomiast obłuszczenie spowodowało istotne zwiększenie ilości tego składnika w bobiku i w łubinie.

Oznaczona zawartość wapnia i sodu w obłuszczonych nasionach bobiku jest potwierdzeniem wyników Youssef i in. (1987), ale wymienieni autorzy wykazali jednak istotnie więcej potasu, a mniej fosforu.

Oprócz składników odżywczych w nasionach bobowatych znajduje się szereg substancji antyżywniowych, takich jak: fityniany, taniny, inhibitory trypsyny czy alkaloidy (tab. 4). Oznaczona zawartość fitynianów w kilogramie suchej masy surowych nasion wahała się od 8,58 g w łubinie do 12,08 g w bobiku. Dużo więcej (15,3-19,9 g·kg⁻¹ suchej masy) tych substancji w łubinie żółtym wykazał Olkowski (2009). Z kolei Matyka (2007) oznaczył mniej fitynianów w grochu, ale więcej w bobiku.

Tabela 4. Zawartość substancji antyżywniowych w nasionach bobowatych
Table 4. Antinutritional factor content in raw, hulled and extruded legumes

Wyszczególnienie / Item	Nasiona / Seeds			SEM
	Naturalne Raw	Obłuszczone Hulled	Ekstrudowane Extruded	
	Fityniany (g·kg ⁻¹ s.m.) / Phytates (g kg ⁻¹ d.m.)			
groch / pea	11,00	10,18	10,96	0,06
bobik / faba bean	12,08	10,41	11,96	0,41
łubin żółty / yellow lupin	8,58 ^A	7,83 ^B	8,48 ^A	0,07
	Taniny (g·kg ⁻¹ s.m.) / Tannins (g kg ⁻¹ d.m.)			
groch / pea	12,30 ^A	4,38 ^B	9,02 ^{AB}	1,00
bobik / faba bean	11,4 ^{Aa}	5,99 ^{Bc}	7,83 ^{ABb}	0,56
	Inhibitory trypsyny (TUI·mg ⁻¹ białka) / Trypsin inhibitors (TUI mg ⁻¹ protein)			
groch / pea	20,34 ^{Aa}	13,38 ^{Bb}	10,10 ^{Bc}	0,39
	Alkaloidy (g·kg ⁻¹ sm) / Alcaloids (g kg ⁻¹ d.m.)			
łubin żółty / yellow lupin	1,09 ^a	0,99 ^{ab}	0,87 ^b	0,02

SEM – standardowy błąd średniej / standard error mean; A, B – wartości w wierszu oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy P ≤ 0,01; A, B – values in a row marked with different letters differ significantly at P ≤ 0.01; a, b – wartości w wierszu oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy P ≤ 0,05 / values in a row marked with different letters differ significantly at P ≤ 0.05

W wyniku zabiegu obłuszczenia nasion łubinu statystycznie istotnie ($P \leq 0,01$) zmniejszyła się w nich ilość fitynianów, co jest odwrotnością wyników uzyskanych przez Alonso i in. (2000), którzy w obłuszczonych nasionach bobiku stwierdzili zwiększenie (o 2,1 g) zawartości kwasu fitynowego. Ekstruzja ocenianych nasion bobowatych nie miała istotnego wpływu na poziom fitynianów, natomiast Alonso i in. (2000) oraz Adamidou i in. (2011) podają, że zabieg ten zmniejsza ilość tych substancji w nasionach bobiku i grochu.

Oprócz fitynianów w nasionach grochu i bobiku oznaczono również zawartość tanin, która w nasionach naturalnych była większa niż wykazali: Sobotka i in. (1995), Osek (1996) oraz Emiola i in. (2007), ale mniejsza niż oznaczyli Osek i Milczarek (2005) oraz Masoero i in. (2005). Zróżnicowane wyniki oznaczeń tych substancji w nasionach bobowatych wiążą się przede wszystkim z odmianą (Maciejewicz-Ryś i in. 2000), ale także z zastosowaną metodą analityczną (Gatel i in. 1994, Woyengo i Nyachoti 2012).

Substancje te zlokalizowane są w okrywie nasiennej, dlatego też skuteczniejszą metodą ich obniżenia okazało się obłuszczenie nasion. W porównaniu do nasion naturalnych zawartość tanin zmniejszyła się o 65% w grochu i o 48% w bobiku ($P \leq 0,05$). Faktu istotnego zmniejszenia tanin w wyniku łuszczenia nasion bobiku dowiedli we wcześniejszych badaniach Meijer i in. (1994) oraz Flis i in. (1996).

Drugi zabieg uszlachetniający (ekstruzja), któremu poddano nasiona grochu i bobiku, również istotnie zmniejszył ilość tanin (o 27% w grochu i o 31% w bobiku). Francis i in. (2001) twierdzą, że wpływ termicznego oddziaływania na taniny jest nie jednoznaczny, co potwierdzają badania przeprowadzone przez Alonso i in. (2000), Masoero i in. (2005), Diaz i in. (2006), Adamidou i in. (2011) i Hejdysz i in. (2016).

W nasionach grochu oprócz tanin i fitynianów oznaczono również ilość inhibitorów tripsyny. Są to substancje wrażliwe na podwyższoną temperaturę, co sprawia, że mogą być skutecznie zmniejszone lub całkowicie zniszczone, czego potwierdzeniem są uzyskane wyniki. Skuteczniejszą metodą okazała się ekstruzja, bowiem w wyniku tego zabiegu ilość inhibitorów tripsyny zmniejszyła się o 51% ($P \leq 0,01$), natomiast obłuszczenie nasion obniżyło ilość tych substancji o 34% ($P \leq 0,05$). Masoero i in. (2005) wykazali również zmniejszenie ilości inhibitorów tripsyny w ekstrudowanych nasionach grochu, ale tylko o 27%.

Najbardziej niebezpieczną substancją w nasionach łubinu są alkaloidy, których ilość uzależniona jest głównie od odmiany (Olkowski 2009). W ocenianych surowych nasionach łubinu żółtego zawartość tych substancji wynosiła $1,09 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m. i mieściła się w przedziale ($0,62\text{-}1,55 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ suchej masy) podawanym przez Olkowskiego (2009), natomiast była znacznie wyższa od maksymalnych wartości ($500 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, $90 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m.), jakie oznaczyli Petterson (2000) oraz Sobotka i in. (2016).

W wyniku przeprowadzonych zabiegów obniżyła się ilość alkaloidów, z tym że w nasionach obłuszczonych tylko o 9% i była to różnica statystycznie nieistotna, natomiast w nasionach ekstrudowanych istotna (o 20%).

WNIOSEK

Przeprowadzone badania dowiodły, że zdecydowanie efektywniejszą metodą poprawy wartości pokarmowej nasion roślin bobowatych jest ich obłuszczenie w porównaniu do ekstruzji.

PIŚMIENICTWO

- Adamidou S., Nengas I., Grigorakis K., Nikolopoulou D., Jauncey K., 2011. Chemical composition and antinutritional factors of field peas (*Pisum sativum*), chickpeas (*Cicer arietinum*), and faba beans (*Vicia faba*) as affected by extrusion preconditioning and drying temperatures. *Cereal Chem.*, 88(1), 80-86.
- Alonso R., Aguirre A., Marzo F., 2000. Effects of extrusion and traditional processing methods on antinutrients and in vitro digestibility of protein and starch in faba and kidney beans. *Food Chem.*, 68, 159-165.
- Alonso R., Rubio L.A., Muzquiz M., Marzo F., 2001. The effect of extrusion cooking on mineral bioavailability in pea and kidney bean seed meals. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 94, 1-13.
- AOAC, Agricultural Chemicals. Official Methods of Analysis, 1, Association of Official Analytical Chemists. 18th edition. Gaithersburg Maryland, USA, 2005.
- Arija I., Centeno C., Viveros A., Brenes A., Marzo F., Illera J.C., Silvan G., 2006. Nutritional evaluation of raw and extruded kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L. var. Pinto) in chicken diets. *Poultry Sci.*, 85, 635-644.
- BN-90/91160-42. Oznaczenie tanin.
- Bogucka B., Wróbel E., 2008. Reakcja bobiku (*Vicia faba* L. minor Harz.) na sposób uprawy roli oraz gęstość siewu. *Acta Sci. Pol., Agricultura.*, 7(2), 11-19.
- COBORU, 2015. Wyniki Porejestranych Doświadczeń Odmianowych. Rośliny bobowate 2014 (bobik, groch siewny, łubin wąskolistny, łubin żółty, soja, wyka siewna). 115, Słupia Wielka, czerwiec 2015.
- Crépon K., Marget P., Peyronnet C., Carrouée B., Arese P., Duc G., 2010. Nutritional value of faba bean (*Vicia faba* L.) seeds for feed and food. *Field Crops Res.*, 115, 329-339.
- Diaz D., Morlacchini M., Masoero F., Moschini M., Fusconi G., Piva G., 2006. Pea seeds (*Pisum sativum*), faba beans (*Vicia faba* var. minor) and lupin seeds (*Lupinus albus* var. multitalia) as protein sources in broiler diets: effect of extrusion on growth performance. *Ital. J. Anim. Sci.*, Vol. 5, 43-53.
- Emiola I.A., Ologhobo A.D., Gous R.M., 2007. Performance and histological responses of internal organs of broiler chickens fed raw, dehulled, and aqueous and dry-heated kidney bean meals. *Poultry Sci.*, 86, 1234-1240.
- Flis M., Zduńczyk Z., Sobotka W., 1996. Możliwości zwiększenia przydatności paszowej bobiku i łubinu poprzez obłuskanie nasion. *Postępy Nauk Rolniczych*, 5, 103-114.
- Fordoński G., Pszczółkowska A., Krzebietke S., Olszewski J., Okorski A., 2015. Yield and mineral composition of seeds of leguminous plants and grain of spring wheat as well as their residual effect on the yield and chemical composition of winter oilseed rape seeds. *J. Elem.*, 20(4), 827-838.

- Francis G., Makkar H.P.S., Becker K., 2001. Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. *Aquaculture*, 199, 197-227.
- Gatel F., 1994. Protein quality of legume seeds for non-ruminant animals: A Literature Review. *Anim. Food Sci. Techn.*, 45, 217-348.
- Hejdysz M., Kaczmarek S.A., Rutkowski A., 2016. Extrusion cooking improves the metabolisable energy of faba beans and the amino acid digestibility in broilers. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 212, 100-111.
- 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.
- Kiczorowska B., Lipiec A., 2002. Jakość białka w ekstrudatach łubinowych w zależności od warunków ekstruzji. *Acta Sci. Pol. Technologia Alimentaria*, 1, 83-91.
- Korol W., Przegalińska B., 1994. Ocena metod szacowania aktywności antytrypsynowej nasion strączkowych. *Biul. Nauk. Przem. Pasz.*, 3/4, 5-13.
- Laudadio V., Ceci E., Tufarelli V., 2011. Productive traits and meat fatty acid profile of broiler chickens fed diets containing micronized faba beans (*Vicia faba* L. var. minor) as the main protein source. *J. Appl. Poultry Res.*, 20(1), 12-20.
- Maciejewicz-Ryś J., Ślusarczyk K., Ernest T., 2000. Wpływ dodatku metioniny na wartość odżywcza białka krajowych odmian bobiku (*Vicia faba* L.). *Rocz. Nauk. Zoot.* 27(1), 319-320.
- Masoero F., Pulimeno A.M., Rossi F., 2005. Effect of extrusion, expansion and toasting on the nutritional value of peas, faba beans and lupins. *Ital. J. Anim. Sci.*, 4, 177-189.
- Matyka S., 2007. *Towaroznawstwo materiałów paszowych i dodatków paszowych*. Warszawa.
- Meijer, M.M.T., Ogink J.J.M., van Gelder W.M.J., 1994. Technological-scale dehulling process to improve the nutritional value of faba beans. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 46(1-2), 1-10.
- Milczarek A., Osek M., 2016. Partial replacement of soya bean with low-tannin faba bean varieties (Albus or Amulet): effects on growth traits, slaughtering parameters and meat quality of Pulawska pigs. *Ann. Anim. Sci.*, 16(2), 477-487.
- Muzquiz M., Cuadrado C., Ayet G., De la Cuadra C., Burbano C., Osagie A., 1994. Variation of alkaloids component of lupin seeds in 49 genotypes of *Lupinus albus* L. from different countries and locations. *J. Agr. Food Chem.*, 42, 1447-1450.
- Nalle C.L., Ravindran V., Ravindran G., 2010. Evaluation of faba beans, white lupines and peas as protein source in broiler diets. *International J. Poul. Sci.*, 9(6), 567-573.
- Nikolopoulou D., Grigorakis K., 2008. Nutritional and antinutritional composition of legumes and factors affecting it. Pages 105-170 in: *Food Science and Technology: New Research*. L.V. Greco and M.N. Bruno, eds. Nova: New York.
- Normy żywienia drobiu, 2005. Zalecenia żywieniowe i wartość pokarmowa pasz, Smulikowska S., Rutkowski A. (red.), wyd. 3, Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt im. J. Kielanowskiego, PAN, Jabłonna.
- Normy żywienia świń, 2015. Zalecenia żywieniowe i wartość pokarmowa pasz dla świń. Greła E.R. i Skomiał J. (red.), wyd. II, Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt im. J. Kielanowskiego, PAN Jabłonna.
- Oberleas D., 1971. The determination of phytate and inositol phosphates. *Methods Biochem. Anal.*, 20, 87.
- Olkowski B., 2009. Możliwości i ograniczenia w zastosowaniu nasion łubinu żółtego jako substytutu śruty poekstrakcyjnej sojowej w żywieniu kurcząt brojlerów. *Rozpr. Nauk.* 100, Akademia Podlaska, Siedlce.
- Osek M., 1996. Rzepak i bobik jako krajowe źródło białka w żywieniu świń. *Rozpr. Nauk.* 47. WSRP, Siedlce.
- Osek M., Milczarek A., 2005. Wyniki tuczu, wartość rzeźna oraz jakość mięsa świń rasy puławskiej żywionych mieszankami z udziałem nasion bobiku i rzepaku. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 32(2), 103-113.

- Osek M., Milczarek A., Klocek B., Turyk Z., Jakubowska K., 2013. Effectiveness of mixtures with the *Fabaceae* seeds in broiler chicken feeding, *Annales UMCS, sec. EE, Zootechnica*, 67, 77-86.
- Petterson D.S., 2000. The use of lupins in feeding systems. Review. *Asian-Austr. J. Anim. Sci.* 13, 861-882.
- PN-76/R-64781, 1976. Pasze sypkie. Oznaczanie fosforu.
- PN-ISO 9831:2002. Pasze, produkty zwierzęce, kał i moczu. Oznaczanie wartości energetycznej brutto. Metoda bomby kalorymetrycznej.
- Sobotka W., Stanek M., Bogusz J., 2016. Evaluation of the nutritional value of yellow (*Lupinus luteus*) and blue lupine (*Lupinus angustifolius*) cultivars as protein sources in rats. *Ann. Anim. Sci.*, 16(1), 197-207.
- Sobotka W., Tywończuk J., Lewicki Cz., 1995. Wpływ stosowania mieszanek pełnoporcjowych typu PT-1 z udziałem poekstrakcyjnej śrutu rzepakowej „00”, bobiku i grochu na strawność składników pokarmowych i bilans azotu tuczników. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olst. Zootechnica*, 44, 73-82.
- Tufarelli V., Laudadio V., 2015. Feeding of dehulled-micronized faba bean (*Vicia faba* var. minor) as substitute for soybean meal in guinea fowl broilers: Effect on productive performance and meat quality. *Asian-Austr. J. Anim. Sci.*, 28(10), 1471-1478
- Vilariño M., Métayer J.P., Crépon K., Duc G., 2009. Effects of varying vicine, convicine and tannin contents of faba bean seeds (*Vicia faba* L.) on nutritional values for broiler chicken. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 150, 1-2, 114-121.
- Wiseman J., 2013. Influence of processing on the digestibility of amino acids and starch in cereals and legumes in non-ruminants. *Anim. Prod. Sci.*, 53(11), 1160-1166
- Woyengo T.A., Nyachoti C. M., 2012. Ileal digestibility of amino acids for zero tannin faba bean (*Vicia faba* L.) fed to broiler chicks. *Poultry Sci.*, 91, 439-443.
- Woźniak A., Soroka M., Stępniewska A., Makarski B., 2014. Chemical composition of pea (*Pisum sativum* L.) seeds depending on tillage systems. *J. Elem.*, 19(4), 1143-1152.
- Youssef M.M., Abd El-Aal M.H., Shekib L.A.E., Ziena H.M., 1987. Effects of dehulling, soaking and germination on chemical composition, mineral elements and protein patterns of faba beans (*Vicia faba* L.). *Food Chem.*, 23(2), 129-138.

THE COMPARISON OF THE NUTRITIONAL VALUE OF RAW, DEHULLED AND EXTRUDED THE *FABACEAE* SEEDS

Anna Milczarek, Maria Osek

Department of Animal Nutrition and Feed Management
Siedlce University of Natural Sciences and Humanities
B. Prusa 14, 08-110 Siedlce, Poland
e-mail: anna.milczarek@uph.edu.pl

Abstract. The aim of this study was to compare the nutritional value of natural *Fabaceae* seeds (pea, faba bean, yellow lupine) with that of dehulled and extruded seeds. In the first stage of the research, the thousand seeds weight (TSW) was evaluated, then the seeds were subjected to dehulling or extrusion. In the next step, the contents of basic nutrients, gross energy, selected macroelements (Ca, P, K and Na) and anti-nutritional substances (phytates, tannins, trypsin inhibitors and alkaloids) were analysed. It was shown that the highest TSW, hull and endosperm weight

characterised faba bean seeds. In all the species of *Fabaceae* seeds, after their dehulling an increase of total protein content and a reduction in crude fibre ($P \leq 0.01$) were marked, as well as in faba bean and lupine – an increase of crude ash content ($P \leq 0.05$). The process of extrusion of the assessed seeds of *Fabaceae* had no effect on the amount of crude protein and crude fibre, and only caused a reduction of the level of dry matter and crude fat in the extrudate of faba bean ($P \leq 0.05$). Both refining treatments significantly decreased the content of the analysed anti-nutritional substances (with the exception of phytates in peas and faba bean) in seeds. Dehulling of seeds was the more effective treatment in lowering the amount of phytates and tannins, while in the case of trypsin inhibitors and alkaloids, the process of extrusion was more effective.

Keywords: pea, faba bean, yellow lupin, dehulling, extrusion