

EUGENIUSZ R. GRELA

Zawartość czynników przeciwżywniowych w ekstrudowanych nasionach lędwianu siewnego^{*)}

Instytut Żywienia Zwierząt Wydziału Zootechnicznego AR, ul. Akademicka 13, 20-934 Lublin

Grela E. R.

Content of antinutritional factors in extruderated grass pea seeds

Summary

The effects of 14, 18, 22, 26 and 30% moistening of grass pea seeds and three levels of temperature on the contents of nutritive components and β -ODAP, tannins, phytic phosphorus and trypsin inhibitor activity in extruderates were determined.

Extrusion-cooking resulted in the lower ($p \leq 0,01$) content of β -ODAP and trypsin inhibitor activity. Higher moisture of extruderated seeds resulted in a higher decrease of the content of β -ODAP and trypsin inhibitor activity and a smaller decrease of the tannins content. Raising the temperatures in the extrusion-cooking cylinder from 90/100/120/100°C to 140/180/220/200°C decreased the β -ODAP content of extruded grass pea seeds.

Spośród roślin strączkowych uprawianych w naszym kraju na nasiona, z przeznaczeniem na pasze dla zwierząt lub wykorzystywanych w żywieniu ludzi, na uwagę zasługuje lędwian siewny (*Lathyrus sativus* L.). Nasiona tej rośliny są dość często utożsamiane z soczewicą (*Lens culinaris*). Dotychczasowe badania wykazały, że nasiona lędwianu siewnego zawierają od 25 do 30% białka ogólnego o zawartości 15-20,5 g lizyny, 10-11,5 g treoniny oraz 6,5-7,1 g aminokwasów siarkowych (4, 6, 15). W nasionach stwierdza się niewielki poziom tłuszczu surowego (1-2%), w którym przeważają niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe: linolowy i linolenowy (6). Obok składników odżywczych w nasionach lędwianu występują też inhibitory proteaz, taniny oraz neurotoksyny, głównie kwas beta-n-oxalyl-L-alfa, beta-dwuaminopropionowy (β -ODAP) lub beta-N-oxalyl-amino-L-alaninę (BOAA), które zaliczane są do czynników przeciwżywniowych (4, 5, 8, 9, 12, 13). Mogą one wywoływać u zwierząt i ludzi specyficzne objawy zwane latoryzmem (4, 8, 9, 13). W celu ograniczenia negatywnego oddziaływania tych związków w żywieniu zwierząt poddaje się nasiona różnym zabiegom technologicznym jak odłuszczeniu, autoklawowaniu lub ekstruzji (10, 12, 13).

Celem pracy było określenie zmian w zawartości substancji przeciwżywniowych i podstawowych składników pokarmowych w rozdrobnionych nasionach lędwianu siewnego o wilgotności 14, 18, 22, 26 i 30% poddanych ekstruzji w trzech zakresach temperatur.

Material i metody

Badania wykonano na nasionach lędwianu siewnego o MTN 97,2 g pochodzących ze zbiorów 1995 r. w RSP Srebrzyszcze. Nasiona rozdrabniano na rozdrabniaczu bijakowym, stosując sita o średnicy 6 i 3 mm. Po 3 godz. suszenia w temperaturze 105°C surowiec nawilżano w mieszarce bębnowej do wilgotności 14, 18, 22, 26 i 30% i kondycjonowano przez okres 12 godzin. Proces ekstruzji przeprowadzono na dwuślimakowym ekstruderze typu S2-9/5, stosując trzy warianty rozkładu temperatur w poszczególnych strefach cylindra (tab. 1), zaś temperatura głowicy wynosiła 130°C. Zastosowano matrycę 3 × 6 mm o łącznym przekroju 84,78 mm² oraz obroty ślimaka – 90 obr./min.

W pobranych próbach przed i po ekstruzji oraz w 14 innych próbach nasion lędwianu siewnego z terenów środkowo-wschodniej Polski oznaczono zawartość podstawowych składników pokarmowych według Skulmowskiego (14). Oznaczenie zawartości inhibitorów trypsyny przeprowadzono metodą Kakade i wsp. (7), przy wykorzystaniu syntetycznego substratu jakim jest n-benzyl-DL-arginino-4-nitroanilid (BAPA). Zawartość tanin określono według postępowania podanego przez Tyczkowską (16), przy pomiarze ekstynkcji na spektrokolorymetrze przy długości fali 700 nm barwnego kompleksu z odczynnikiem fosfomolibdeno-fosfowolframowym. Poziom kwasu fitynowego oznaczono według zmodyfikowanej metody Oberlasa (11). Zawartość neurotoksyny β -ODAP określono przy pomocy elektroforezy kapilarnej na aparacie Spectra Phoresis-1000 według postępowania Arentofta i Greirsona (2) przy następujących warunkach oznaczeń: kapilara szklana 70 cm × 35 μ m; 200 mM bufor fosforanowy o pH 8,6; napięcie 25 kV; temperatura 25°C; długość fali świetlnej 195 nm.

Otrzymane wyniki posłużyły do wyliczenia wartości średnich i odchyłeń standardowych, zaś istotność różnic określono jednoczynnikową analizą wariancji.

^{*)} Praca wykonana w ramach projektu badawczego 5 PO6E 062 08.

Tab. 1. Rozkład temperatur w cylindrze ekstrudera

Wariant temperatur	Strefy cylindra			
	I	II	III	IV
A	90°C	100°C	120°C	100°C
B	120°C	140°C	170°C	160°C
C	140°C	180°C	220°C	200°C

Wyniki i omówienie

Zawartość suchej masy w nasionach lędźwianu siewnego przeznaczonych do ekstruzji wynosiła średnio 84,6% (tab. 2). Zwiększenie wilgotności rozdrobnionego i kondycjonowanego przed ekstruzją surowca przyczyniło się istotnie do spadku zawartości suchej masy z 87,53% przy 14% wilgotności do 83,21% przy 30% uwilgoceniu nasion lędźwianu siewnego. Istotne zmiany wystąpiły także w zawartości ekstraktu eterowego i włókna surowego, przy czym wzrostowi wilgotności nasion towarzyszył spadek zawartości ekstraktu eterowego, zaś przy włóknie surowym zanotowano wzrost przy 18 i 22% wilgotności, a następnie nastąpiła stabilizacja poziomu tego składnika w ekstrudowanej paszy. Wraz ze wzrostem temperatury w cylindrze ujawniła się nieznaczna tendencja do zwiększenia zawartości suchej masy i związków bezazotowych wyciągowych, natomiast stwierdzono istotny spadek poziomu ekstraktu eterowego i tendencje

zmniejszenia się zawartości białka i włókna surowego w ekstrudacie z nasion lędźwianu. Zachodzące podczas ekstruzji zmiany w składzie podstawowym nasion lędźwianu wskazują na różnokierunkowe procesy, które mogą różnicować wartość pokarmową paszy.

Aktywność inhibitorów trypsyny w 14 analizowanych próbach nasion lędźwianu siewnego z regionu środkowo-wschodniej Polski wyniosła średnio 19,85 TUI/mg, zaś w nasionach użytych do ekstruzji 15,05 TUI/mg próby (tab. 3). W badaniach innych autorów uzyskano w nasionach lędźwianu następujące wyniki: Aletor i wsp. (1) stwierdzili 15,17 TIA w g/kg suchej masy, Castell i wsp. (4) od 18 do 44 TUI/g suchej masy, Deshpande i Campbell (5) 155,2 TIA/mg próby oraz Troszyńska i wsp. (15) w odmianie DER 32,15 TUI/mg próby. W wyniku ekstruzji uzyskano wysoce istotne zmniejszenie aktywności inhibitorów trypsyny w granicach 69-85% wartości w surowych nasionach lędźwianu. Wraz ze wzrostem stopnia wilgotności nasion przed ekstruzją zmniejszała się aktywność inhibitorów trypsyny z 4,65 TUI/mg przy 14% wilgotności do 2,16 TUI/mg przy 30%. Nie zanotowano natomiast istotnego wpływu zróżnicowanej w procesie ekstruzji temperatury na aktywność inhibitorów trypsyny. Tak więc aktywność inhibitorów trypsyny może być w procesie ekstruzji zniwelowana do poziomu uważanego za bezpieczny (3 TUI/mg próby).

Zawartość fosforu fitynowego w surowych nasionach lędźwianu siewnego z regionu środkowo-wschodniej Polski wynosiła średnio $3,16 \pm 0,29$ mg/g suchej masy. Podobną wartość (3,25 mg/g) stwierdzili w swej pracy Troszyńska i wsp. (15) w odmianie DER. Ekstruzja nasion, jak też zróżnicowane warunki baro-termiczne tegoż procesu nie wywarły praktycznie żadnego wpływu na poziom fosforu fitynowego (tab. 3).

Poziom tanin kształtował się w granicach 0,18-0,23% suchej masy nasion lędźwianu. Troszyńska i wsp. (15) w odmianie DER zanotowali 0,27%, zaś Deshpande i Campbell (5) stwierdzili ogółem fenoli 317-365 mg/kg, zaś tanin skondensowanych 1,17 g/kg. Zwiększenie wilgotności rozdrobnionego i kondycjonowanego przed ekstruzją surowca przyczyniło się istotnie do spadku zawartości tanin z 0,18% w nasionach suro-

Tab. 2. Zawartość podstawowych składników pokarmowych w nasionach i ekstruderatach z lędźwianu siewnego (n=5; $\bar{x} \pm s$)

Badane cechy	Sucha masa %		Białko ogólne g/kg s.m.		Ekstrakt eterowy g/kg s.m.		Włókno surowe g/kg s.m.		Bez N wyc g/kg s.m.	
Nasiona surowe (n=14)	85,67	0,98	337,5	16,4	8,9	1,2	42,6	2,1	351,4	22,9
Nasiona surowe przed ekstruzją	84,61 ^{bc}	0,36	325,1	14,7	8,1 ^A	0,8	45,1	2,2	565,9	23,6
Uwilgocenie nasion, % wody:										
14	87,53 ^a	0,78	321,2	6,6	8,2 ^A	0,7	37,8 ^b	1,9	573,5	11,5
18	86,70 ^{ab}	0,82	322,9	6,0	9,8 ^B	0,8	41,3 ^{ab}	2,3	570,4	7,2
22	85,53 ^b	0,71	323,8	4,5	9,1 ^{AB}	0,9	45,3 ^a	2,1	561,2	6,5
26	83,63 ^c	0,76	316,7	10,2	5,2 ^C	0,5	44,2 ^a	1,8	575,7	12,5
30	83,21 ^c	0,81	317,5	6,6	5,8 ^C	0,5	44,6 ^a	0,5	576,4	9,8
Nasiona surowe przed ekstruzją	84,61	0,36	325,1	14,7	8,1 ^a	0,8	45,1 ^a	2,2	565,9	23,6
Rozkład temperatur:										
A: 90/100/120/100°C	84,67	0,81	326,2	5,8	9,1 ^b	0,9	43,5 ^{ab}	2,4	564,5	6,2
B: 120/140/170/160°C	85,29	0,77	317,3	5,9	7,9 ^a	0,7	41,6 ^b	3,2	574,0	10,2
C: 140/180/220/200°C	85,90	0,78	317,5	5,9	5,9 ^c	0,6	42,8 ^{ab}	4,6	575,8	10,1

Objaśnienia: średnie oznaczone małymi literami (a, b, c, d) różnią się istotnie przy $p \leq 0,05$; dużymi literami (A, B, C, D) przy $p \leq 0,01$

Tab. 3. Zawartość składników przeciwżywniowych w nasionach i ekstruderach z lędźwianu siewnego (n=5; x±s)

Badane cechy	Inhibitory trypsyny TUI/mg		Fosfor fitynowy mg/g		Taniny % s.m.		β -ODAP μ g/g s.m.	
Nasiona surowe (n=14)	19,85	4,53	3,16	0,29	0,23	0,09	98,7	39,4
Nasiona surowe przed ekstruzją	15,05 ^A	0,67	3,05	0,04	0,18 ^a	0,02	89,5 ^A	3,6
Uwilgocenie nasion, % wody:								
14	4,65 ^B	0,32	3,08	0,05	0,16 ^{ab}	0,03	66,1 ^B	2,5
18	4,23 ^B	0,41	3,02	0,05	0,15 ^{ab}	0,03	64,0 ^B	1,9
22	3,14 ^C	0,28	3,06	0,06	0,16 ^{ab}	0,04	57,1 ^{Bc}	2,3
26	2,52 ^D	0,21	3,04	0,05	0,14 ^{ab}	0,03	62,7 ^B	3,2
30	2,16 ^D	0,16	3,00	0,05	0,12 ^b	0,03	57,8 ^{Bc}	2,6
Nasiona surowe przed ekstruzją	15,05 ^A	4,67	3,05	0,04	0,18 ^a	0,02	89,5 ^A	3,6
Rozkład temperatur:								
A: 90/100/120/100°C	3,45 ^B	0,21	3,02	0,05	0,16 ^{ab}	0,04	66,4 ^{Bc}	2,7
B: 120/140/170/160°C	3,22 ^B	0,24	3,03	0,05	0,15 ^{ab}	0,03	60,5 ^{Bd}	2,6
C: 140/180/220/200°C	3,35 ^B	0,29	3,07	0,06	0,13 ^b	0,03	57,7 ^{Bd}	2,5

Objaśnienia: jak w tab. 2.

wych do 0,12% przy 30% wilgotności (tab. 3). Wraz ze wzrostem temperatury w cylindrze stwierdzono zmniejszenie poziomu tanin w ekstruderacie z nasion lędźwianu.

Zawartość β -ODAP w 14 próbach nasion z badanego regionu Polski wyniosła 94,9 μ g/g, zaś w nasionach użytych do ekstruzji 89,5 μ g/g suchej masy nasion lędźwianu siewnego. W dostępnym piśmiennictwie spotkać można dość rozbieżne informacje o ilości β -ODAP lub BOAA. Aletor i wsp. (1) stwierdzili 4,85 $\pm$ 0,6 g/kg suchej masy nasion, Deshpande i Campbell (5) podają średnio 2,95 z zakresem wahań od 0,22 do 7,2 g/kg, Castell i wsp. (4) od 0,42 do 1,1 g/kg nasion, Kuo i wsp. (8) od 4,73 do 5,80 mg/g nasion, zaś Rotter i wsp. (12) 0,236 mg/g nasion. Można zatem uznać, że analizowane nasiona lędźwianu siewnego zaliczyć należy do nisko toksycznych, w których zawartość β -ODAP kształtuje się poniżej 0,1 mg/g nasion (4). W próbach poddanych ekstruzji uzyskano istotne zmniejszenie zawartości β -ODAP z 89,5 μ g/g w nasionach surowych do 57,8 μ g/g w ekstruderacie przy 30% wilgotności materiału przed ekstruzją lub ekstrudowanych przy najwyższym rozkładzie temperatur w ekstruderze. Badania Rottera i wsp. (12) wykazały też istotny wpływ czasu autoklawowania na obniżenie koncentracji BOAA w nasionach lędźwia-

nu z 0,236 mg do 0,107 mg/g autoklawowanych przez 120 minut nasion lędźwianu.

Wnioski

1. Proces ekstruzji nasion lędźwianu siewnego wywiera istotny wpływ na zmniejszenie zawartości β -ODAP i ograniczenie aktywności inhibitorów trypsyny.

2. Zwiększenie stopnia wilgotności rozdrobnionych nasion lędźwianu przed ekstruzją z 14% do 30% przyczynia się istotnie do spadku zawartości β -ODAP i tanin oraz zmniejszenia aktywności inhibitorów trypsyny.

3. Zwiększenie temperatury w bębnie ekstrudera z 90/100/120/100°C do 140/180/220/200°C zmniejsza poziom β -ODAP w ekstrudowanych nasionach lędźwianu.

4. Najmniej podatnym składnikiem nasion lędźwianu siewnego na zróżnicowane warunki ekstruzji jest fosfor fitynowy.

Piśmiennictwo

1. Aletor V. A., El-Moneim A. A., Goodchild A. V.: J. Sci. Food Agric. 65, 143, 1994.
2. Arentoft A. M., Greirson B. N.: J. Agric. Food Chem. 43, 942, 1995.
3. Briggs C. J., Parreno N., Campbell C. G.: Planta Med. 47, 188, 1983.
4. Castell A. G., Cliplef R. L., Briggs C. J., Campbell C. G., Bruni J. E.: Can. J. Anim. Sci. 74, 529, 1994.
5. Deshpande S. S., Campbell C. G.: Can. J. Plant Sci. 72, 1037, 1992.
6. Grela E.: Przegląd hod. 62, 9, 1994.
7. Kakade M. J., Rackis L. J., Mc Ghee, Puski G.: Cereal Chem. 51, 376, 1974.
8. Kuo Y. H., Bau H. M., Quemener B., Khan J. K., Lambein F.: J. Sci. Food Agric. 69, 81, 1995.
9. Lambein F., Khan J. K., Kuo Y.-H., Campbell C. G., Briggs C. J.: Natural Toxins, 1, 246, 1993.
10. Lipiec A., Pisarski R., Rzedzicki Z.: Annals Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sect. EE, 13, 183, 1995.
11. Oberleas D.: W: Toxicants Occurring Naturally in Foods. Washington D. C. National Acad. Sci., National Res. Council, 1993, s. 363-365.
12. Rotter R. G., Marquardt R. R., Low R. K.-C., Briggs C. J.: Can. J. Anim. Sci. 70, 739, 1990.
13. Sarma P. S., Padmanaban G.: Lathyrogens. W: Liener I. E. (Ed.): Toxic constituents of plant foodstuffs. Academic Press, New York and London, 1969, s. 267-291.
14. Skulmowski J.: Metody określania składu pasz i ich jakości. PWRiL, Warszawa, 1974.
15. Troszyńska A., Honke J., Milczak M., Kozłowska H.: Pol. J. Food Nutr. Sci. 43, 49, 1993.
16. Tyczkowska K.: Biuletyn Inf. Przem. Pasz. 16, 40, 1977.

Adres autora: prof. dr hab. Eugeniusz Grela, ul. Paganiniego 11/25, 20-854 Lublin