

ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN – POLONIA

VOL. XXII, 51

SECTIO EE

2004

Instytut Żywienia Zwierząt Wydziału Biologii i Hodowli Zwierząt Akademii Rolniczej w Lublinie

BOŻENA KICZOROWSKA

*Wpływ różnych parametrów ekstruzji na jakość
białka ekstrudatów lędzwanowych*

Effect of Different Extrusion-Cooking Parameters on the Quality of Protein
in Flat Pea Extrudates

Na rynku paszowym czołowe miejsca wśród roślin strączkowych zajmują nasiona soi, bobiku, łubinu czy grochu. Do mniej znanych należą nasiona lędzwanu. Mogą stanowić one, podobnie jak pozostałe nasiona strączkowe, cenne źródło białka w żywieniu zwierząt, wykorzystywane do produkcji mieszanek przemysłowych. Stosowanie pasz z udziałem nasion lędzwanu może systematycznie wzrastać ze względu na łatwość pozyskiwania surowca, który charakteryzuje się małymi wymaganiami glebowymi, wysoką odpornością na przymrozki, suszę, choroby grzybowe itp. (4). Kontrowersyjne są jednak poglądy dotyczące zmian składników pokarmowych surowców wysokoprzetwarzanych, m.in. przez ekstruzję, podczas produkcji mieszanek paszowych (1, 5, 6, 8, 9).

Celem pracy było określenie zmian jakościowych w białku ekstrudatów lędzwanowych wytwarzanych w różnych warunkach termiczno-wilgotnościowych.

MATERIAŁ I METODY

Ekstrudaty z nasion lędzwanu siewnego (*Lathyrus sativus*) wykonano w Katedrze Inżynierii Procesowej Wydziału Techniki Rolniczej AR w Lublinie przy zastosowaniu ekstrudera dwuślimakowego 2S-9/5 produkcji Metalchem Gliwice. Na 3 godziny przed ekstruzją próby kondycjonowano w mieszarce bębnowej do uzyskania założonego poziomu wilgotności. Ekstruzję prowadzono w trzech różnych profilach tempertur (tab. 1).

Tab. 1. Parametry ekstruzji nasion lędwianu
Parameters of lathyrus seed extrusion-cooking

Wilgotność (%)	Temperatura (°C)
15	80/100/120/100/100
20	
25	
15	100/130/160/150/120
20	
25	
15	110/160/200/180/140
20	
25	

Śruta surowa

Parametry ekstruzji ustalono na podstawie wcześniejszych badań, przeprowadzonych w Katedrze Inżynierii Procesowej WTR AR w Lublinie. Profil najniższych temperatur (wariant A) dobrano tak, by nastąpiło żelowanie skrobi. Temperatury w wariantach B odpowiadały najczęściej stosowanym w przetwórstwie pasz, natomiast temperatury w wariantach C były najwyższymi możliwymi do osiągnięcia przy zastosowanym materiale roślinnym. Ekstrudaty chłodzono i dosuszano w temperaturze pokojowej do wilgotności około 20 %. Po ustabilizowaniu suchej masy i rozdrobnieniu w młynie bijakowym ekstrudaty przechowywano w szczelnie zamkniętych pojemnikach szklanych.

W śrucie surowej oraz ekstrudatach oznaczono skład podstawowy, skład aminokwasowy oraz określono efektywność enzymatycznej hydrolizy białka *in vitro*. (2). Skład aminokwasowy białka oznaczono metodą HPLC w analizatorze aminokwasów Amino Acid Analyzer T3339M Microtechna-Praha. Zawartość tryptofanu oznaczono metodą kolorymetryczną. W obliczeniach wskaźnika EAA (7) przyjęto za wzorcowy skład aminokwasowy białka kurzego. Hydrolizę enzymatyczną białka przeprowadzono z wykorzystaniem termostabilnej proteazy bakteryjnej (P-5380 Sigma Chemicals, USA). Warunki inkubacji określono w odrębnych testach w Instytucie Żywnienia Zwierząt (3).

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Wyniki przedstawione w tabeli 2 wskazują na dużą stabilność białka ogólnego w suchej masie ekstrudatów. Proces ekstruzji miał jednak wpływ na skład jakościowy. Zastosowane czynniki doświadczalne powodowały nieznaczne obniżenie się zawartości niemal wszystkich aminokwasów egzogennych. Znalazło to odbicie w zmianach indeksu aminokwasowego (EAA). Wraz ze zwiększającą się wilgotnością nasion oraz temperaturą procesu ekstruzji wartość EAA uległa zmniejszeniu nawet o 4 punkty w stosunku do śruty surowej. Analiza statystyczna wykazała jednak istotność tych zmian jedynie w stosunku do niektórych aminokwasów. Proces ekstruzji w sposób jednoznaczny wpływał na zawartość histydyny i lizyny.

Tab. 2. Zawartość aminokwasów egzogennych w ekstrudatach z lędzwianu (g/16 g N)

Content of essential amino acids in flat pea extrudates (g/16 g N)

Czynnik różnicujący	Białko ogólne	ARG	CYS	HIS	ILE	LEU	LYS	MET	PHE	THR	TRP	TYR	VAL	EAA
Wilgotność (%)														
15	32,12	6,39	1,77	2,67 ^b	4,35	7,24	5,47 ^{ab}	1,53	3,88	3,63 ^b	0,34	2,30	5,66	57 ^b
	±0,58	±0,31	±0,26	±0,16	±0,25	±0,21	±0,41	±0,26	±0,22	±0,36	±0,04	±0,39	±0,29	±1,4
20	32,34	6,53	1,88	2,48 ^b	4,43	7,25	5,23 ^b	1,75	3,87	3,57 ^b	0,36	2,19	5,42	58 ^b
	±0,44	±0,23	±0,17	±0,31	±0,28	±0,23	±0,44	±0,14	±0,24	±0,33	±0,02	±0,35	±0,25	±1,3
25	31,68	6,41	1,83	2,54 ^b	4,15	6,92	5,34 ^b	1,74	3,83	3,55 ^b	0,31	2,39	5,55	56 ^b
	±0,68	±0,21	±0,15	±0,20	±0,20	±0,46	±0,53	±0,16	±0,30	±0,15	±0,06	±0,24	±0,22	±2,1
Śruta surowa	32,18	6,71	1,92	3,05 ^a	4,35	7,57	6,02 ^a	1,54	4,06	4,18 ^a	0,38	2,42	5,72	61 ^a
	±0,58	±0,11	±0,12	±0,60	±0,28	±0,23	±0,20	±0,47	±0,04	±0,92	±0,02	±0,45	±0,38	±1,1
Temperatura (°C)														
80/100/120/100/100	32,62	6,57	1,89	2,52 ^b	4,35	7,20	5,39 ^{ab}	1,71	4,00 ^a	3,53	0,35	2,40	5,52	58 ^c
	±0,22	±0,20	±0,15	±0,33	±0,26	±0,35	±0,56	±0,27	±0,11	±0,24	±0,03	±0,31	±0,25	±1,0
100/130/160/150/120	31,82	6,38	1,89	2,47 ^b	4,37	7,03	5,26 ^b	1,57	3,89 ^a	3,80	0,33	2,23	5,53	57 ^{bc}
	±0,63	±0,34	±0,14	±0,19	±0,32	±0,48	±0,50	±0,19	±0,23	±0,27	±0,04	±0,29	±0,27	±1,9
110/160/200/180/140	31,82	6,39	1,71	2,69 ^{ab}	4,22	7,19	5,38 ^b	1,73	3,68 ^b	3,43	0,33	2,25	5,57	56 ^b
	±0,63	±0,17	±0,25	±0,07	±0,21	±0,15	±0,33	±0,16	±0,28	±0,22	±0,07	±0,40	±0,29	±1,8
Śruta surowa	32,18	6,71	1,92	3,05 ^a	4,35	7,57	6,02 ^a	1,54	4,06 ^a	4,18	0,38	2,42	5,72	61 ^a
	±0,58	±0,11	±0,12	±0,60	±0,28	±0,23	±0,20	±0,47	±0,04	±0,92	±0,02	±0,45	±0,38	±1,9

^{a,b,c} Różnią się istotnie przy $p \leq 0,05$

Tab. 3. Hydroliza enzymatyczna białka *in vitro* (%)
Enzymatic hydrolysis of protein *in vitro* %

Czynnik różnicujący	Lędźwian
Wilgotność (%)	
15	90,5 ^b ±1,1
20	89,2 ^b ±0,8
25	90,3 ^b ±0,8
Śruta surowa	81,2 ^a ±0,7
Temperatura (°C)	
80/100/120/100/100	90,9 ^b ±1,0
100/130/160/150/120	89,7 ^b ±0,5
110/160/200/180/140	89,4 ^b ±1,0
Śruta surowa	81,2 ^a ±0,7

^{a,b,c} Różnią się istotnie przy $p \leq 0,05$

Najniższy poziom tych aminokwasów obserwowano w ekstrudatach wytworzonych z nasion o wilgotności 20% i ekstrudowanych w temperaturze 100/130/160/150/120°C (odpowiednio o średnio 18% i 13% mniej w porównaniu ze śrutą surową). Istotny wpływ czynnika wilgotnościowego zanotowano w zawartości treoniny. Poziom tego aminokwasu w ekstrudatach wytworzonych z nasion o różnej wilgotności był niższy o średnio 13% w stosunku do kontroli. Nieco mniejsze straty (do 9%) zanotowano w zawartości fenyloalaniny.

Uzyskane wyniki badań własnych są zgodne z poglądami wielu autorów (1, 5, 7). Uważają oni, że w wyniku oddziaływania procesów hydrotermicznych najczęściej dochodzi do strat w zawartości lizyny, histydyny, treoniny, fenyloalaniny i tryptofanu.

Na podstawie uzyskanych wyników nie można zająć jednoznacznego stanowiska co do wpływu temperatury procesu oraz wilgotności surowca na skład aminokwasowy. O ile destrukcyjny wpływ wysokiej temperatury procesu jest jasny, o tyle podzielone są zdania dotyczące wpływu wilgotności na zmiany jakościowe białka. Badania Björka i Aspa (1) wskazują na osłabiające działanie wody, co w wynikach własnych potwierdzają zmiany w zawartości fenyloalaniny. Odminną opinię reprezentują Pham i Del Rosario (6) oraz Rzedzicki (9).

Uważają oni, że przy bardzo wysokiej wilgotności surowca i jednocześnie niskiej zawartości tłuszczu (w lędzwianie poniżej 1% s.m.) może dochodzić do tzw. wtórnego zbrylenia masy i blokowania gardzieli ekstrudera. Wówczas surowiec jest narażony na dłuższe działanie czynnika termicznego. W efekcie straty poszczególnych aminokwasów mogą być wyższe. Podobne zjawisko notowano w zawartości lizyny, histydyny i treoniny.

Na tle przedstawionych rezultatów badań zmian składu aminokwasowego interesujące są wyniki dotyczące efektywności hydrolizy enzymatycznej białka (tab. 3). Stwierdzona jednoznacznie we wszystkich ekstrudatach poprawa hydrolizy enzymatycznej białka wiązana jest, jak podaje piśmiennictwo (10, 11), z rozwinięciem łańcuchów białkowych, co zwiększa ilość wiązań peptydowych dostępnych dla enzymów proteolitycznych. Zwiększenie efektywności hydrolizy białkowej może być również powodowane unieczynnieniem niektórych substancji antyżywnieniowych.

WNIOSKI

1. Proces ekstruzji nie wpływa na zawartość białka ogólnego w suchej masie ekstrudatów.
2. Zawartość aminokwasów egzogennych zmniejsza się niemal we wszystkich ekstrudatach, co wpływa na obniżenie wskaźnika aminokwasowego EAA.
3. Białko nasion ekstrudowanych jest bardziej podatne na hydrolizę enzymatyczną niż białko śruty surowej.

PIŚMIENNICTWO

1. Björck I., Asp N. G.: The effects of extrusion cooking on nutritional value. *J. Food Eng.*, 2, 281, 1983.
2. Kiczorowska B.: Wpływ zawartości wody w surowcu oraz temperatury podczas ekstruzji na skład chemiczny i wartość pokarmową ekstrudatów z łubinu białego, żółtego oraz lędzwianu siewnego. Dysertacja doktorska, AR, Lublin 2000.
3. Lipiec A.: Hydroliza enzymatyczna białka i składników włókna pokarmowego w materiale roślinnym. Maszyn. Inst. Żyw. Zw., AR Lublin 1997.
4. Milczak M., Pędziński M., Mnichowska H., Szwed-Urbaś K.: Hodowla twórcza lędzwianu siewnego (*Lathyrus sativus* L.) – podsumowanie pierwszego etapu., *Mat. Konf. pt.: „Ledzwan siewny – agrotechnika i wykorzystanie w żywieniu zwierząt i ludzi”*. 13-22, Radom, 1997
5. Obatolu V., A., Cole A., H., Maziya-Dixon B., B.: Nutritional Quality of Complementary Food Prepared from Unmalted Maize Fortified With Cowpea Using Extrusion Cooking. *J. Sci. Food Agric.*, 80, 6, 646-650, 2002.

6. Pham C. B., De l'Rosario R. R.: Studies on the development of texturised vegetable products by the extrusion process. II. Effects of extrusion variables on the available lysine total and reducing sugars. J. Food Technol., 19, 549, 1984.
7. Rajawat, Prakrati, Kushwah, A meeta, Kushwah H., S.: Effect of Extrusion Cooking Variables on Biochemical Composition of Faba Bean (*Vicia faba* L.). J. Food Sci. Technol., 37, 4, 373-379, 2000.
8. Rakowska M., Szkiłłądzio W., Kunachowicz H.: Biologiczna wartość białka żywności. Wyd. Nauk. Tech., 133-139, Warszawa 1978.
9. Rzedzicki Z.: The Influence of Variable Parameters of Extrusion Cooking Process on Physical Properties of Broad Bean Extrudate. Proceedings of 4th ICPPAM, Rostock 709, 1989.
10. Saini H., S.: Activity and Thermal Inactivation of Protease Inhibitors in Grain Legumes. [W]: Recent Advances in Research in Antinutritional Factors in Legume Seeds. Wyd. Huisman J., Poel van der A.F.B., Liener I.E., Pudoc Wageningen, 249-253, 1989.
11. Sikorski Z., E.: Praca zbiorowa: Chemiczne i funkcjonalne właściwości składników żywności. WNT, 251-253, Warszawa 1994.

SUMMARY

Effects of seeds moisture (15,20,25%) and temperature in extruder unit (80/100/120/100/100°C; 110/130/160/150/120°C; 110/160/200/180/140°C) upon the crude protein as well as amino acids content in flat pea seeds were studied. In all extrudates the content of crude protein in dry matter was stable and very similar to that of untreated seeds. Extrusion-cooking slightly decreased the content of most amino acids in flat pea protein. The largest losses were observed with respect to histydyne (18%) and lysine (13%). The susceptibility to enzymatic hydrolysis of protein was higher in all extrudates, compared to rough flat pea. The highest increase (about 11%) in proteolyses activity was noted with respect to extrudates produced in temperature 80/100/120/100/100°C.