

JAKOŚĆ BIAŁKA W EKSTRUDATACH ŁUBINOWYCH W ZALEŻNOŚCI OD WARUNKÓW EKSTRUZJI

Bożena Kiczorowska, Antoni Lipiec

Streszczenie: Badano wpływ wilgotności nasion (15, 20, 25%) oraz temperatury cylindra ekstrudera (80/100/120/100/100°C; 100/130/160/150/120°C; 110/160/200/180/140°C) na zmiany składu podstawowego oraz składu aminokwasowego nasion łubinu żółtego i białego. Niezależnie od zastosowanych czynników doświadczalnych, we wszystkich ekstrudatach obserwowano istotnie mniejszą zawartość tłuszczu surowego oraz włókna surowego. Natomiast zawartość popiołu surowego i białka ogólnego w suchej masie była stabilna i porównywalna z zawartością w śrutach surowych. Proces ekstruzji powodował nieznaczne obniżenie zawartości większości aminokwasów w białku łubinów. Największe straty obserwowano w zawartości metioniny (do 19%) i cysteiny (do 13%) w ekstrudatach z nasion łubinu żółtego. We wszystkich ekstrudatach stwierdzono zwiększoną, w porównaniu ze śrutą surową, podatność białka na hydrolizę enzymatyczną. Największy wzrost efektywności proteolizy notowano w ekstrudatach z łubinu żółtego (o około 16%).

Słowa kluczowe: łubiny, ekstruzja, aminokwasy

WSTĘP

Śrutowane nasiona roślin strączkowych grubonasiennych, w tym łubinów, są stosowane powszechnie w żywieniu zwierząt. Ekstrudaty łubinowe, w połączeniu ze zbożami, wykorzystuje się także w produkcji chrupek, dań dietetycznych, a w kombinacji z surowcami zwierzęcymi w mieszankach dla świń, drobiu i zwierząt mięsożernych [Skomial 1993, Rzedzicki 1996]. Należy sądzić, że stosowanie pasz oraz produktów spożywczych z udziałem łubinów przetwarzanych metodą ekstruzji będzie systematycznie wzrastało, ponieważ łubiny są stosunkowo tanim źródłem wartościowego białka.

Kontrowersje dotyczą jednak nadal zmian w składzie chemicznym nasion poddanych ekstruzji, przede wszystkim jakości białka i tłuszczu oraz zawartości cukrów strukturalnych [Bhatnagar i Hanna 1994, Björck i Asp 1983, Rajawat i in. 2000, Rzedzicki 1996].

Celem pracy było określenie zmian w jakościowym składzie chemicznym ekstrudatów łubinowych wytworzonych w różnych warunkach termiczno-wilgotnościowych.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Ekstrudaty z łubinów żółtego (odmiana 'Iryd') i białego (odmiana 'Bardo') wykonano w Zakładzie Projektowania Procesów Produkcyjnych Wydziału Techniki Rolniczej Akademii Rolniczej w Lublinie. Stosowano ekstruder dwuślimakowy 2S-9/5 produkcji Metalchem Gliwice. Badano wpływ wilgotności (W) nasion oraz temperatury (T) cylindra ekstrudera na skład chemiczny ekstrudatów.

Rozdrobnione nasiona kondycjonowano na 3 godziny przed ekstruzją w mieszarce bębnowej do uzyskania założonego poziomu wilgotności (tab. 1).

Tabela 1. Parametry ekstruzji nasion łubinów
Table 1. Parameters of lupine seeds extrusion-cooking

Wilgotność nasion, % Moisture of seeds, %	Profil temperatur cylindra, °C Temperature profile of cylinder, °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 – Raw seeds	

Profil najniższych temperatur (A) cylindra dobrano tak, by nastąpiło żelowanie skrobi. Temperatury w wariancie B odpowiadały najczęściej stosowanym w przetwórstwie pasz, natomiast w wariancie C były najwyższymi możliwymi do osiągnięcia przy zastosowanym materiale roślinnym.

W śrucie surowej oraz w ekstrudatach oznaczono podstawowy skład chemiczny, skład aminokwasowy oraz wydajność enzymatycznej hydrolizy białka *in vitro*.

Skład aminokwasowy białka oznaczono metodą HPLC w analizatorze aminokwasów Amino Acid Analyzer T339M Microtechna-Praha. Zawartość tryptofanu oznaczono metodą kolorymetryczną.

Hydrolizę enzymatyczną białka wykonano z użyciem termostabilnej proteazy bakteryjnej (P-5380, Sigma Chemicals, USA). Warunki inkubacji określono w odrębnych testach w Instytucie Żywności Zwierząt Akademii Rolniczej w Lublinie [Lipiec 1990].

WYNIKI

W ekstrudatach z łubinu żółtego oznaczono istotnie mniej tłuszczu surowego, przy czym najmniejszą zawartością tego składnika charakteryzowały się produkty wytworzone w najniższym profilu temperatury (tab. 2). Podobną tendencję, nie potwierdzoną jednak statystycznie, obserwowano również w ekstrudatach z łubinu białego.

Tabela 2. Podstawowy skład chemiczny ekstrudatów z łubinu żółtego i białego, % suchej masy
Table 2. The chemical composition of yellow and white lupine extrudates, % of DM

Czynnik doświadczalny Experimental factor	Sucha masa (%) Dry matter (%)		Popiół surowy Crude ash		Białko ogólne Crude protein		Tłuszcz surowy Ether extract		Włókno surowe Crude fiber		BAW (NFE)	
	LZ	LB	LZ	LB	LZ	LB	LZ	LB	LZ	LB	LZ	LB
15	92,20 ^b	93,44 ^b	4,17	4,81	45,26	32,26	3,49 ^b	9,60	13,27 ^b	12,60 ^b	33,80 ^b	40,73
	±0,77	±0,69	±0,20	±0,90	±0,86	±0,80	±0,43	±0,18	±0,87	±0,95	±1,13	±1,71
20	90,88 ^c	91,60 ^{ab}	4,10	4,79	46,20	33,30	3,43 ^b	9,75	13,10 ^b	12,40 ^b	33,16 ^{ab}	39,77
	±0,48	±0,20	±0,23	±0,90	±0,89	±0,88	±0,23	±0,28	±0,34	±0,62	±0,16	±0,82
25	88,74 ^a	90,34 ^b	4,11	4,83	46,89	33,56	3,56 ^b	9,66	12,75 ^b	12,12 ^b	32,69 ^{ab}	39,83
	±0,66	±0,33	±0,26	±0,07	±1,80	±0,11	±0,07	±0,28	±0,70	±0,90	±1,78	±1,29
Śruta surowa Raw seeds	88,77 ^a	91,49 ^a	4,24	4,79	45,37	33,75	4,07 ^a	9,86	15,04 ^a	15,69 ^a	31,28 ^a	39,91
	±0,17	±0,04	±0,29	±0,17	±0,16	±0,11	±0,05	±0,11	±0,09	±0,49	±0,30	±1,13
Wilgotność, % Moisture, %												
80/100/120/100/100	89,98 ^{ab}	91,45	4,13	4,85	45,39	33,14	3,26 ^b	9,69	13,37 ^b	12,33 ^b	33,81 ^b	39,99
	±1,24	±1,15	±0,23	±0,05	±0,71	±1,06	±0,29	±0,29	±0,75	±0,87	±0,94	±0,95
100/130/160/150/120	90,42 ^{ab}	91,89	4,14	4,80	46,45	33,12	3,70 ^c	9,77	12,63 ^c	12,50 ^b	33,11 ^{ab}	39,81
	±1,57	±1,46	±0,25	±0,07	±1,56	±0,87	±0,20	±0,24	±0,52	±0,93	±1,48	±1,96
110/160/200/180/140	91,49 ^b	92,04	4,16	4,78	46,51	32,86	3,51 ^c	9,54	13,03 ^{bc}	12,29 ^b	32,84 ^{ab}	40,53
	±1,42	±1,56	±0,21	±0,10	±1,46	±0,86	±0,13	±0,16	±0,58	±0,77	±1,56	±1,68
Śruta surowa Raw seeds	88,77 ^a	91,49	4,24	4,79	45,37	33,75	4,07 ^a	9,86	15,04 ^a	15,69 ^a	31,28 ^a	39,91
	±0,17	±0,04	±0,29	±0,17	±0,16	±0,11	±0,05	±0,11	±0,09	±0,49	±0,30	±1,13
Temperatura, °C Temperature, °C												

a, b, c - P ≤ 0,05.
LZ - łubin żółty.
LB - łubin biały.
LZ - yellow lupine.
LB - white lupine.

Niezależnie od zastosowanych czynników doświadczalnych, zawartość włókna surowego w ekstrudatach z obydwu odmian łubinu była istotnie mniejsza w porównaniu z nasionami surowymi. Zmiany w zawartości tej frakcji wynikają prawdopodobnie z modyfikacji poszczególnych frakcji włókna pokarmowego, co w efekcie mogło wpłynąć na zwiększenie zawartości związków bezazotowych wyciągowych. Statystycznie istotne potwierdzenie tego zjawiska stwierdzono jednak tylko w odniesieniu do ekstrudatów z łubinu żółtego.

We wszystkich poddanych badaniom ekstrudatach zawartość popiołu surowego i białka ogólnego w suchej masie była stabilna i porównywalna ze śrutą surową. Proces ekstruzji oraz zastosowane warunki temperatury i wilgotności miały jednak wpływ na skład aminokwasowy białka ekstrudatów (tab. 3-4).

Chociaż statystycznie istotny wpływ ekstruzji wykazano tylko w stosunku do niektórych aminokwasów, przyjęć należy że zastosowane w tych badaniach parametry procesu powodowały nieznaczne obniżenie zawartości większości aminokwasów egzogennych w białku łubinów. Wskazują na to wartości indeksu aminokwasowego (EAA). Zmiany te były najbardziej widoczne w białku łubinu żółtego, w którym wartość EAA w ekstrudatach uległa zmniejszeniu nawet o 5 punktów w stosunku do białka śruty nieprzetworzonej. Największe, statystycznie potwierdzone straty odnotowano w zawartości metioniny i cysteiny, odpowiednio: do 19 i 13%.

We wszystkich ekstrudatach stwierdzono zwiększoną, w porównaniu ze śrutą surową, efektywność hydrolizy enzymatycznej białka (tab. 5). Największy wzrost efektywności hydrolizy notowano w ekstrudatach z łubinu żółtego. Najwyższymi współczynnikami charakteryzowały się ekstrudaty wytworzone w najniższych temperaturach, z surowców o najniższej wilgotności. Można dopatrywać się tendencji do zmniejszania się efektywności proteolizy wraz ze wzrostem temperatury ekstruzji i wilgotności nasion łubinu. Statystyczne potwierdzenie tego trendu uzyskano jednak tylko w odniesieniu do ekstrudatów z łubinu żółtego, wytworzonych z nasion o różnej wilgotności.

DYSKUSJA

Proces ekstruzji spowodował istotne zmiany w zawartości tłuszczu surowego. Zjawisko to, dość typowe w produkcji ekstrudatów [Björck i Asp 1983, Skomial 1993, Rzedzicki 1996], nie wystąpiło jednak w produktach uzyskanych z łubinu białego. Prawdopodobnie większa zawartość tłuszczu w łubinach białych sprzyjała przyspieszeniu pasażowania ekstrudowanej masy w cylindrze, co ograniczyło powstawanie, opornych na ekstrakcję rozpuszczalnikami niepolarnymi, kompleksów lipidowo-białkowych i lipidowo-cukrowych [Bhatnagar i Hanna 1994, Rzedzicki 1996].

W pracach dotyczących zmian zawartości włókna pokarmowego w surowcach roślinnych poddawanych ekstruzji wskazuje się na zwiększenie rozpuszczalności niektórych frakcji włókna, w wyniku czego dochodzi do rozpadu trudno rozpuszczalnych polisacharydów nieskrobiowych związanych ze ścianą komórkową i powstawaniem cukrów bardziej podatnych na hydrolizę enzymatyczną [Berglund i in. 1994, Wang i Klopfenstein 1993].

Proces ekstruzji modyfikował również skład aminokwasowy badanych nasion (tab. 3-4). O negatywnych zmianach w składzie aminokwasowym białek pod wpływem ekstruzji pisze wielu autorów [Björck i Asp 1983, Camire i in. 1991, Obatolu i in. 2002,

Tabela 3. Zawartość aminokwasów egzogennych w ekstrudatach z łubinu żółtego, g/16 gN
 Table 3. Content of essential amino acids in yellow lupine extrudates, g/16 gN

Czynnik doświadczalny Experimental factor	ARG	CYS	HIS	ILE	LEU	LYS	MET	PHE	THR	TRP	TYR	VAL	EAA	Wilgotność, % Moisture, %	
15	9,23 ±0,75	2,90 ^{ab} ±0,09	3,02 ±0,50	3,68 ±0,19	8,20 ±0,13	4,79 ±0,14	1,23 ^{ab} ±0,12	3,80 ±0,32	3,15 ±0,20	0,57 ±0,27	2,61 ±0,52	4,43 ±0,44	57 ^b ±1,4		
20	9,12 ±0,21	2,87 ^{ab} ±0,14	2,70 ±0,34	3,60 ±0,08	8,65 ±0,87	4,65 ±0,05	1,05 ^b ±0,08	3,71 ±0,06	3,34 ±0,05	0,54 ±0,07	2,33 ±0,08	4,12 ±0,11	58 ^b ±1,3		
25	9,32 ±0,59	2,74 ^b ±0,14	2,36 ±0,06	3,53 ±0,21	8,00 ±0,27	4,69 ±0,14	1,15 ^{ab} ±0,09	3,93 ±0,13	3,16 ±0,22	0,56 ±0,04	2,51 ±0,11	4,19 ±0,27	56 ^b ±2,1		
Śruta surowa Raw seeds	9,18 ±0,04	3,14 ^a ±0,06	2,87 ±0,04	3,80 ±0,06	8,12 ±0,08	4,72 ±0,07	1,30 ^a ±0,02	3,86 ±0,06	3,17 ±0,12	0,57 ±0,03	2,73 ±0,06	4,46 ±0,13	61 ^a ±1,9		
														Temperature, °C	
80/100/120/100/100	8,59 ^b ±0,29	2,86 ^b ±0,09	2,38 ±0,14	3,52 ±0,11	8,22 ±0,08	4,68 ±0,08	1,11 ^b ±0,05	3,90 ±0,19	3,21 ±0,12	0,57 ±0,07	2,63 ±0,41	4,04 ±0,08	58 ^c ±1,0		
100/130/160/150/120	9,70 ^c ±0,26	2,75 ^b ±0,18	2,97 ±0,59	3,52 ±0,18	8,59 ±0,94	4,68 ±0,16	1,16 ^{ab} ±0,12	3,79 ±0,11	3,24 ±0,24	0,55 ±0,04	2,55 ±0,15	4,11 ±0,15	57 ^{bc} ±1,9		
110/160/200/180/140	9,38 ^{ac} ±0,31	2,90 ^b ±0,11	2,80 ±0,30	3,77 ±0,09	8,03 ±0,13	4,78 ±0,11	1,15 ^{ab} ±0,17	3,74 ±0,30	3,16 ±0,20	0,56 ±0,03	2,27 ±0,24	4,58 ±0,33	56 ^b ±1,8		
Śruta surowa Raw seeds	9,18 ^a ±0,04	3,14 ^a ±0,06	2,87 ±0,04	3,80 ±0,06	8,12 ±0,08	4,72 ±0,07	1,30 ^a ±0,02	3,86 ±0,06	3,17 ±0,12	0,57 ±0,03	2,73 ±0,06	4,41 ±0,14	61 ^a ±1,9		

a, b, c – P ≤ 0,05.

Tabela 4. Zawartość aminokwasów egzogennych w ekstraktach z łubinu białego, g/16 gN
 Table 4. Content of essential amino acids in white lupine extrudates, g/16 gN

Czynnik doświadczalny Experimental factor	ARG	CYS	HIS	ILE	LEU	LYS	MET	PHE	THR	TRP	TYR	VAL	EAA	Wilgotność, % Moisture, %	
15	9,54 ±0,57	1,69 ±0,07	2,15 ^{ab} ±0,13	2,65 ±0,07	7,14 ±0,19	5,17 ±0,09	0,92 ±0,02	4,02 ±0,14	3,50 ±0,06	0,72 ±0,04	3,59 ±0,10	3,83 ±0,14	56 ±0,7		
20	9,89 ±0,67	1,70 ±0,05	2,03 ^b ±0,18	2,73 ±0,10	7,10 ±0,12	5,16 ±0,11	0,92 ±0,02	4,05 ±0,08	3,56 ±0,20	0,69 ±0,07	3,56 ±0,08	3,86 ±0,23	56 ±1,4		
25	9,43 ±0,52	1,68 ±0,09	2,16 ^{ab} ±0,07	2,70 ±0,91	7,09 ±0,07	4,93 ±0,32	0,90 ±0,01	4,12 ±0,08	3,58 ±0,09	0,67 ±0,03	3,61 ±0,09	3,90 ±0,18	55 ±1,1		
Śruta surowa Raw seeds	9,51 ±0,37	1,72 ±0,03	2,23 ^a ±0,12	2,81 ±0,07	7,24 ±0,09	5,14 ±0,07	0,91 ±0,02	4,02 ±0,14	3,66 ±0,11	0,75 ±0,02	3,69 ±0,19	4,02 ±0,03	57 ±0,5		
														Temperatura, °C Temperature, °C	
80/100/120/100/100	10,05 ±0,52	1,74 ±0,03	2,17 ±0,07	2,74 ^{ab} ±0,10	7,19 ±0,10	5,19 ±0,11	0,93 ±0,02	4,06 ±0,06	3,64 ^a ±0,90	0,72 ±0,06	3,55 ±0,80	3,90 ±0,16	57 ±0,8		
100/130/160/150/120	9,24 ±0,45	1,63 ±0,08	2,12 ±0,13	2,64 ^b ±0,10	7,03 ±0,06	5,03 ±0,26	0,91 ±0,02	4,06 ±0,17	3,58 ^a ±0,11	0,68 ±0,06	3,64 ±0,10	3,83 ±0,24	55 ±1,0		
110/160/200/180/140	9,57 ±0,58	1,70 ±0,05	2,05 ±0,19	2,68 ^b ±0,90	7,11 ±0,17	5,03 ±0,25	0,91 ±0,01	4,06 ±0,08	3,43 ^b ±0,09	0,68 ±0,03	3,56 ±0,06	3,87 ±0,15	55 ±0,6		
Śruta surowa Raw seeds	9,51 ±0,37	1,72 ±0,03	2,23 ±0,12	2,81 ^a ±0,07	7,24 ±0,09	5,14 ±0,07	0,91 ±0,02	4,02 ±0,14	3,66 ^a ±0,11	0,75 ±0,02	3,69 ±0,19	4,02 ±0,03	57 ±0,5		

a, b, c – P ≤ 0,05.

Rajawat i in. 2000]. Uważają oni, że w zależności od właściwości ekstrudowanych surowców może dochodzić do strat lizyny, argininy, histydyny, cysteiny, metioniny i tryptofanu. Na podstawie wyników badań własnych można przypuszczać, że straty te mogą być w znacznym stopniu ograniczone, jeśli ekstrudowany surowiec zawiera odpowiednią ilość tłuszczu. W produktach z przetworzenia łubinu białego zmiany w koncentracji aminokwasów były minimalne i nie miały statystycznie istotnego wpływu na indeks EAA. Stosunkowo wysoka, w porównaniu z łubinem żółtym, zawartość tłuszczu w tym surowcu mogła z jednej strony ograniczać procesy dezaminacji i utleniania aminokwasów, a z drugiej wpływać na przyspieszenie przepływu masy przez ekstruder.

Uzyskane wyniki nie upoważniają do wyciągnięcia jednoznacznych wniosków dotyczących wpływu temperatury procesu oraz wilgotności surowca na skład aminokwasowy. Badania Björcka i Aspa [1983] wskazują wprawdzie na korzystne, osłaniające oddziaływanie wody, ale uzyskane w niniejszych badaniach wyniki, szczególnie w odniesieniu do cysteiny i metioniny w ekstrudatach z łubinu żółtego, tezy tej nie potwierdzają. Również Rzedzicki [1996] jest zdania, że zbyt duża wilgotność może powodować utrudnione pobieranie surowca, narażając tym samym produkt na dłuższe działanie czynnika termicznego.

Na tle przedstawionych wyników badań zmian składu aminokwasowego interesujące wydają się wyniki dotyczące efektywności hydrolizy enzymatycznej białka (tab. 5). Stwierdzona jednoznacznie we wszystkich ekstrudatach poprawa efektywności hydrolizy enzymatycznej może następować, jak podaje się w piśmiennictwie [Sikorski 1994],

Tabela 5. Hydroliza enzymatyczna białka *in vitro*, %
Table 5. Enzymatic hydrolysis of protein *in vitro*, %

Czynnik doświadczalny Experimental factor	Łubin żółty Yellow lupine	Łubin biały White lupine
	Wilgotność, % Moisture, %	
15	89,7 ^b ±1,8	90,1 ^b ±2,2
20	89,3 ^b ±0,7	89,0 ^{ab} ±1,0
25	86,1 ^c ±1,1	88,4 ^{ab} ±1,4
Śruta surowa Raw seeds	77,5 ^a ±0,8	87,2 ^a ±1,2
	Temperatura, °C Temperature, °C	
80/100/120/100/100	88,7 ^b ±1,4	90,7 ^b ±1,7
100/130/160/150/120	88,9 ^b ±2,5	88,8 ^a ±0,8
110/160/200/180/140	87,4 ^b ±2,0	88,0 ^a ±1,1
Śruta surowa Raw seeds	77,5 ^a ±0,8	87,2 ^a ±1,2

a, b, c – P ≤ 0,05.

w wyniku rozwinięcia łańcuchów białkowych, co zwiększa ilość wiązań peptydowych dostępnych enzymom proteolitycznym. Pewne znaczenie przypisuje się również unieczynnieniu, w wyniku działania czynników barotermicznych, niektórych substancji antyżywnościowych, hamujących proteolizę.

W tym kontekście interesujące jest pytanie, w jakim stopniu potencjalne straty zawartości aminokwasów w ekstrudatach mogą być kompensowane przez zwiększoną dostępność pozostałych aminokwasów, w wyniku poprawienia hydrolizy białka.

WNIOSKI

1. Ekstruzja nasion łubinów żółtego i białego wpływa na zmniejszenie zawartości włókna surowego oraz tłuszczu surowego w suchej masie ekstrudatów.

2. Zawartość białka ogólnego w tych produktach nie ulega zmianom, natomiast zmniejsza się zawartość aminokwasów, co wpływa na obniżenie wskaźnika aminokwasowego EAA.

3. Białko ekstrudatów z łubinów jest bardziej podatne na hydrolizę enzymatyczną niż białko śruty nieprzetworzonej.

PIŚMIENNICTWO

- Berglund P.T., Fastnaught C.E., Holm E.T., 1994. Physicochemical and sensory evaluation of extruded high-fiber cereals. *Cereal Chem.*, 71, 91-95.
- Bhatnagar S., Hanna M.A., 1994. Amylose-lipid complex formation during single-screw extrusion of various corn starches. *Cereal Chem.*, 71, 582-587.
- Björck I., Asp N-G., 1983. The effects of extrusion cooking on nutritional value. *J. Food Eng.*, 2, 281-308.
- Camire M.E., King C.C., Bitter D.R., 1991. Characteristics of extruded mixtures of cornmeal and glandless cottonseed flour. *Cereal Chem.*, 68, 419-424.
- Lipiec A., 1990. Hydroliza enzymatyczna białka i składników włókna pokarmowego w materiale roślinnym. *Maszyn. Inst. Żyw. Zwierząt AR Lublin*.
- Obatolu V.A., Cole A.H., Maziya-Dixon B.B., 2002. Nutritional quality of complementary food prepared from unmalted and malted maize fortified with cowpea using extrusion cooking. *J. Sci. Food Agric.*, 80 (6), 646-650.
- Rajawat, Prakrati, Kushwah, Ameeta, Kushwah H.S., 2000. Effect of extrusion cooking variables on biochemical composition of faba bean (*Vicia faba* L.). *J. Food Sci. Technol.*, 37 (4), 373-379.
- Rzedzicki Z., 1996. Studia nad procesem ekstruzji roślinnych surowców białkowych. *Rozpr. Nauk. Kat. Inż. Proces. AR Lublin*, 187.
- Skomiał J., 1993. Wpływ ekstruzji nasion bobiku, grochu i łubinu żółtego na ich wartość odżywczą i wyniki tuczu świń. *Rozpr. Hab. Kat. Żyw. Zwierząt Gosp. Paszowej SGGW Warszawa*.
- Sikorski Z.E., 1994. Białka – budowa i właściwości. Chemiczne i funkcjonalne właściwości składników żywności. Red. Z.E. Sikorski. *WNT Warszawa*, 245-283.
- Wang W.-M., Klopfenstein C.F., 1993. Effect of twin-screw extrusion on the nutritional quality of wheat, barley and oats. *Cereal Chem.*, 70, 712-715.

THE QUALITY OF PROTEIN IN LUPINE EXTRUDATES AS AFFECTED BY EXTRUSION-COOKING PARAMETERS

Abstract: Effects of seeds moisture (15, 20, 25%) and the temperature of extruder unit (80/100/120/100/100°C; 100/130/160/150/120°C; 110/160/200/180/140°C) upon the basic chemical composition as well as amino acids content in yellow and white lupine seeds were investigated.

Apart from experimental factors, the significantly lower ether extract and crude fibre contents were noted in each extrudate. On the other hand, the contents of crude ash and crude protein in dry matter were stable and very similar to these of untreated seeds.

Extrusion-cooking slightly decreased the content of most of amino acids in lupine protein. The largest losses were observed with respect to methionine (19%) and cysteine (13%) in yellow lupine extrudates. The susceptibility to enzymatic hydrolysis of protein was higher in all extrudates, compared to rough lupine ground. The highest increase in proteolyses activity was noted with respect to yellow lupine extrudates (16%)

Key words: lupine, extrusion-cooking, amino acids

B. Kiczorowska, Instytut Żywienia Zwierząt, Akademia Rolnicza w Lublinie, ul. Akademicka 13, 20-033 Lublin, tel. 081 445-69-15

e-mail: Zdunek@ursus.ar.lublin.pl

A. Lipiec, Instytut Żywienia Zwierząt, Akademia Rolnicza w Lublinie, ul. Akademicka 13, 20-033 Lublin, tel. 081 445-67-29