

ZBIGNIEW CZARNECKI, MARIA CZARNECKA, JACEK NOWAK,
JAN KIRYLUK

WYKORZYSTANIE WYBRANYCH FRAKCJI NASION GROCHU I FASOLI PO ROZDZIELANIU PNEUMATYCZNYM W PRODUKTACH EKSTRUDOWANYCH

Streszczenie

Zastosowanie frakcjonowania pneumatycznego do obróbki nasion grochu i fasoli powodowało powstawanie znacznej ilości frakcji włóknistej. Po procesie bioobróbki na drodze fermentacji mlekowej materiał ten okazał się bardzo przydatny do otrzymywania produktów ekstrudowanych. Właściwości fizykochemiczne ekstruderatów z frakcji włóknistej przewyższały cechy ekstruderatów z całych i obłuskanych nasion.

Wstęp

Zmniejszająca się konsumpcja potraw z nasion roślin strączkowych w Polsce budzi niepokój żywieniowców. Są one bowiem ważnym źródłem cennego białka roślinnego i innych substancji ważnych w zachowaniu zdrowia. Podstawową przyczyną tendencji do eliminowania z diety nasion roślin strączkowych jest stosunkowo mała atrakcyjność sensoryczna potraw z grochu i fasoli oraz zaburzenia gastryczne, odczuwane przez wielu konsumentów po spożyciu większej ilości tych produktów [18].

W naszych warunkach uprawowych nasiona roślin strączkowych – głównie grochu i fasoli – są bogate w białko, witaminy i substancje mineralne, jednak substancje antyżywniowe w nich obecne (takie jak np. oligosacharydy wywołujące nadmierną gazotwórczość w przewodzie pokarmowym), ograniczają ich wykorzystanie w praktyce żywieniowej. Poglądy na rolę substancji nieodżywczych w żywieniu i utrzymaniu zdrowia, ulegają w ostatnich latach poważnym zmianom [2, 15, 22]. Podkreśla się

pozytywną rolę tych składników roślin strączkowych, jako ograniczających ryzyko zachorowań na raka oraz wpływających korzystnie na skład i sposób funkcjonowania jelita cienkiego i grubego. W związku z tym nie jest już sugerowane pełne usunięcie tych substancji, lecz raczej ograniczenie ich ilości do bezpiecznych czy to na drodze prac genetyczno-odmianowych, czy poprzez odpowiedni dobór procesów technologicznych.

Zabiegami technologicznymi najczęściej stosowanymi w tym celu są moczenie, gotowanie, kielkowanie czy procesy fermentacyjne, chociaż mogą to być również ekstruzja, jak też obróbka radiacyjna [5, 6, 10, 11, 14]. Inną drogą ograniczenia ilości substancji nieodżywczych w surowcu strączkowym i podniesienia jego wartości odżywczej jest uzyskiwanie koncentratów i izolatów białkowych. Jedną z metod stosowanych do wydzielenia cennych białek z nasion roślin strączkowych jest frakcjonowanie na drodze pneumoseparacji [3, 8, 19, 21]. Proces pneumoseparacji nasion grochu i fasoli, po wydzieleniu frakcji o wysokiej zawartości białek, jest źródłem znacznej ilości pozostałych frakcji, trudniejszych do racjonalnego wykorzystania w żywieniu człowieka, stąd w pracy podjęto próbę wykorzystania tych frakcji do otrzymywania produktów ekstrudowanych typu „snack”.

Prace nad otrzymywaniem wyrobów ekstrudowanych ze znacznym udziałem nasion roślin strączkowych są od kilku lat prowadzone w Polsce i na świecie [3, 5, 7, 9, 10, 11, 14, 16]. Zastosowanie nasion roślin strączkowych do produktów popularnych, łatwych do dystrybucji i wygodnych w spożyciu jest szansą na ich lepsze wykorzystanie w żywieniu ludzi.

W pracy zastosowano również modyfikację surowców na drodze fermentacji mlekowej, ponieważ ten typ bioobróbki miał zdecydowanie pozytywny wpływ na jakość ekstruderatów, uzyskiwanych z użyciem całych nasion fasoli i grochu oraz powodował wyraźne obniżenie zawartości cukrów z rodziny rafinozy [9, 12, 17].

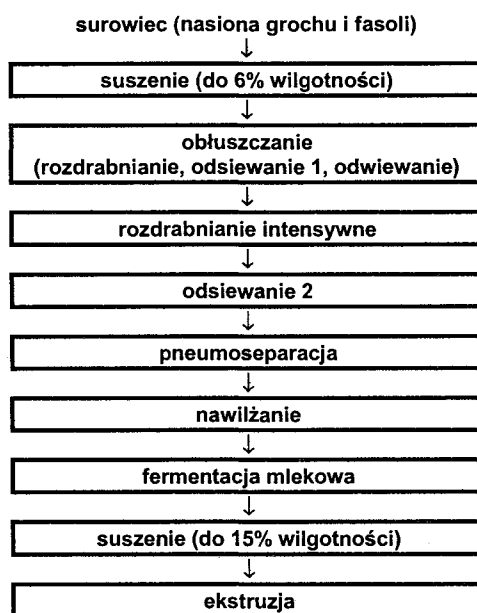
Materiał i metody badań

W badaniach użyto nasion grochu odmiany „Opal” i fasoli odmiany „Bomba” ze zbiorów 1997 roku. Nasiona, po wstępnym podsuszeniu, rozdrabniano na udarowym rozdrabniaczu tarczowym Record, a następnie odsiewano na sitach w celu wstępnego rozfrakcjonowania i oddzielenia łuski (rys. 1). Kolejną czynnością było odwiewanie, które pozwoliło na całkowite wydzielenie łuski. W ten sposób uzyskano frakcję obłuszczoną (FO), którą dalej poddawano intensywnemu rozdrabnianiu na laboratoryjnym mlewniku czterowalcowym QS 4. Po kolejnym odsianiu, frakcja o średnicy cząstek poniżej 180 μm stanowiła właściwy materiał do pneumoseparacji. Surowiec o wielkości cząstek powyżej 180 μm nazwano frakcją pośrednią (FP).

Pneumoseparację prowadzono na urządzeniu typu 100 MZR Alpine. Uzyskaną frakcję lżejszą nazwano białkową (FB), cięższą natomiast zwano dalej włóknistą (FW).

Do dalszych doświadczeń wykorzystywano tylko frakcję włóknistą oraz frakcję obłuszczoną i pośrednią.

Fermentację mlekową prowadzono po nawilżeniu materiału – do 55% zawartości wody w przypadku fasoli i 50% zawartości wody w przypadku frakcji pochodzących z grochu. Inokulum dodawane w ilości 10 cm³ na 100 g surowca stanowiły bakterie *Lactobacillus plantarum* T-106 (ART Olsztyn) (10⁹ komórek bakteryjnych w 1 cm³). Inkubację prowadzono przez 12 godzin w 30°C, po czym materiał podsuszano do 15% zaw. wody i rozdrabniano w młynku udarowym typu WŻ-1.



Rys. 1. Schemat doświadczeń.

Fig. 1. Schematic diagram of experiments.

Ekstruzję tak przygotowanego surowca po wymieszaniu z grysem kukurydzianym w stosunku 1:1, prowadzono w jednoślimakowym ekstruderze S-45 Metalchem Gliwice, stosując temperaturę sekcji środkowej 175°C.

W całym ziarnie oraz we frakcjach uzyskanych po pneumoseparacji, oznaczano zawartość białka ogólnego (N x 6,25) [4] oraz neutralną detergentową pozostałość (NDS) jako sumę hemiceluloz, celulozy i ligniny [20].

W uzyskanych ekstruderatach określano współczynnik absorpcji wody (WAI) i wskaźnik ekstraktywności (WSI) według Andersona i wsp. [1] oraz współczynnik ekspansji i ciężar usypowy.

WAI oznaczano stosując rozdrobnione próbki 3,0 g, które zawieszano w 45 cm³ wody w temp. 30°C i mieszano przez 3 min. Następnie próbki wirowano (9000 x g) przez 10 min. i ważono pozostałość po usunięciu supernatantu. WAI przeliczano na 1 g s.s. próbki wyjściowej. WSI wyrażono w procentach, jako całkowitą masę substancji rozpuszczalnych w stosunku do suchej masy próbki. Zmielona próbka (5 g) materiału po dodaniu 100 cm³ wody destylowanej była mieszana przez 30 min. w 30°C. Po odwirowaniu supernatant (25 cm³) był suszony w suszarce owiewowej w temp. 80°C do stałej masy.

Współczynnik ekspansji obliczano, jako stosunek średnicy ekstruderatu do średnicy dyszy, a ciężar usypowy określano jako stosunek masy ekstruderatu do jego objętości w stanie zsypanym. Dla obu pomiarów podawano średnią z pięciu oznaczeń.

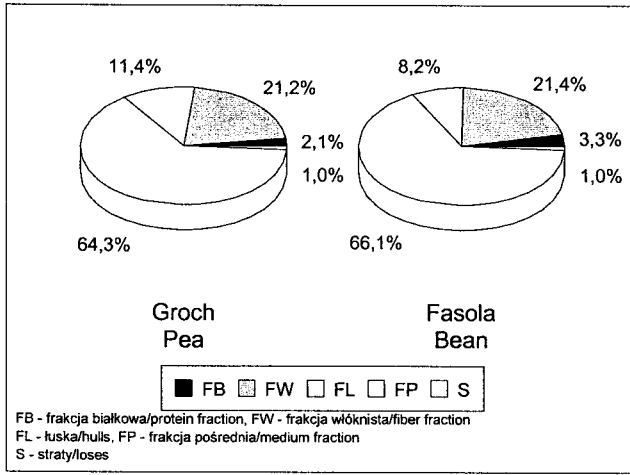
Analizę statystyczną wyników przeprowadzono w oparciu o analizę wariancji jednoczynnikową oraz NIR [13].

Wyniki i dyskusja

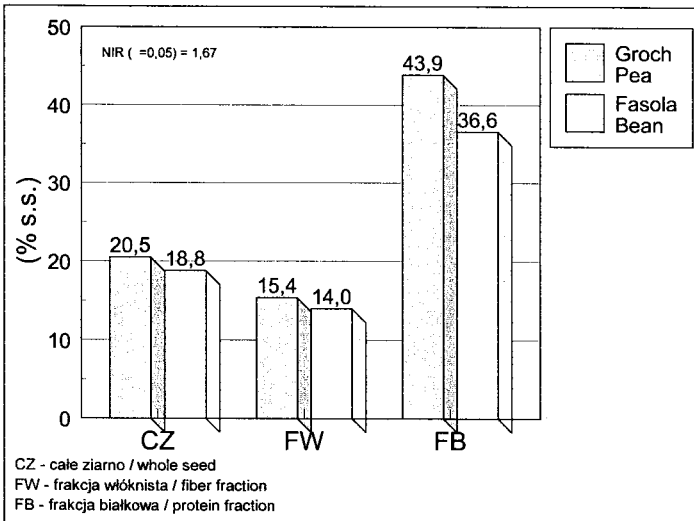
Proces frakcjonowania na drodze pneumoseparacji pozwolił na uzyskanie zaledwie 2,1% frakcji białkowej (FB) z grochu i 3,3% tej frakcji z fasoli (w stosunku do masy całych nasion) (rys. 2). Frakcja ta zawierała odpowiednio 43,9 i 36,6% białka ogólnego (rys. 3). Największą ilościowo frakcją była frakcja włóknista (FW) (ponad 60% masy nasion) o zawartości białka 14,0% dla fasoli i 15,4% dla grochu. Około 20% materiału rozfrakcjonowanego, zarówno w przypadku nasion grochu, jak i fasoli, stanowiła frakcja nazwana pośrednią (FP). Ilościowe ubytki masy nasion związane z oddzieleniem łuski wynosiły dla grochu 11,4% i 8,2% dla fasoli (rys. 2). Rozdrobnione nasiona pozbawione łuski wykorzystywano także po biobróbcie do procesu ekstruzji jako frakcję obłuszczonej (FO).

Charakterystyka błonnika i jego składników występujących w poszczególnych frakcjach wykazały istotne różnice ($\alpha = 0,05$) w ich składzie w zależności od rodzaju obrabianego surowca (rys. 4). Całe nasiona grochu i fasoli cechowały się podobną zawartością NDS (odpowiednio 19,7% i 18,1%). Błonnik całych nasion grochu charakteryzował się wysoką zawartością hemicelulozy i ligniny (w sumie 77% NDS), podczas gdy całe nasiona fasoli zawierały znaczną ilość celulozy (29,3% NDS). NDS stanowił natomiast tylko 6% masy frakcji białkowej grochu i prawie 11% frakcji białkowej fasoli (rys. 4). Było to wynikiem, między innymi, zróżnicowanego rozkładu ilościowego otrzymanych z nasion grochu i fasoli frakcji (rys. 2).

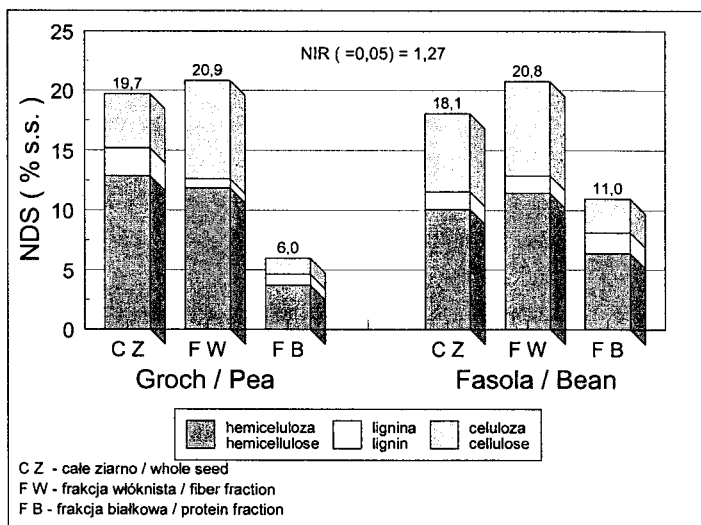
Najmniej istotne różnice ilościowe i jakościowe NDS występowały pomiędzy frakcjami włóknistymi grochu i fasoli. NDS stanowił około 21% s.s. tych frakcji, ilość hemicelulozy była w nich bardzo zbliżona, różnice dotyczyły niższej zawartości ligniny we frakcji włóknistej grochu.



Rys. 2. Udział poszczególnych frakcji otrzymanych z nasion grochu i fasoli.
 Fig. 2. Fraction content after air classification of pea and bean seeds.

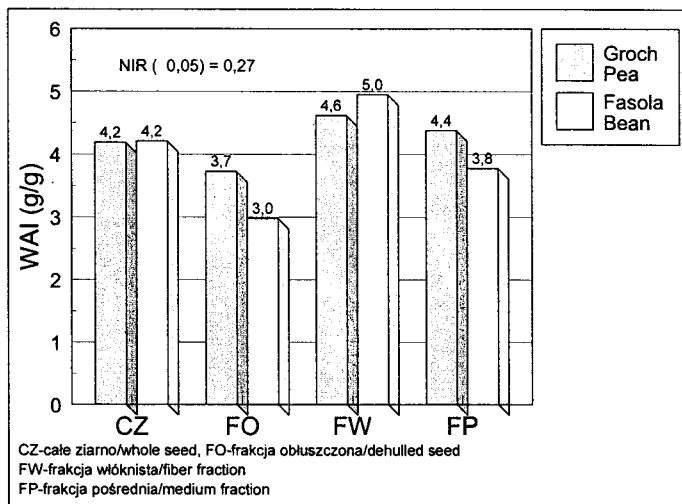


Rys. 3. Zawartość białka we frakcjach po pneumoseparacji (% s.s.).
 Fig. 3. Fractions protein content after air classification (% d.m.).



Rys. 4. Zawartość różnych form błonnika w materiale po pneumoseparacji.

Fig. 4. Fiber content in material after pneumoseparation.

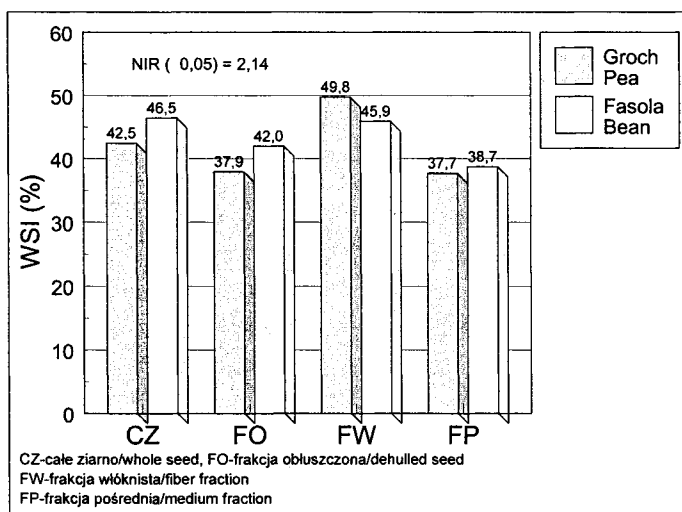


Rys. 5. Zdolność absorpcji wody (WAI) wybranych ekstruderatów.

Fig. 5. Water absorption index (WAI) of selected extruderates.

Po przeprowadzeniu bioobróbki na drodze fermentacji mlekowej wybrane frakcje użyte zostały do otrzymania wyrobów ekstrudowanych typu „snack”. Frakcja białkowa, cenna ale skromna ilościowo, z obu tych powodów nie była używana do procesu ekstruzji. Porównywano natomiast jakość ekstruderatów otrzymanych z całych nasion grochu i fasoli (CZ), z frakcji pozbawionej łuski (FO), frakcji pośredniej (FP) i frakcji włóknistej (FW).

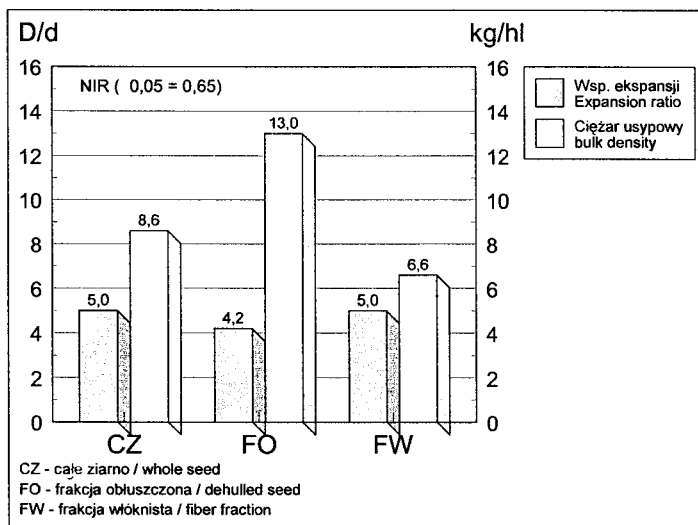
Zdolność absorpcji wody (WAI) wzrosła znacząco przy użyciu do otrzymywania ekstruderatów frakcji włóknistej, szczególnie w przypadku surowca fasolowego (rys. 5). Frakcja pośrednia, uzyskana z nasion grochu, po procesie ekstruzji również cechowała się wysoką zdolnością absorpcji wody. Natomiast obłuskanie nasion grochu, a zwłaszcza fasoli, zdecydowanie pogarszało ten wskaźnik w ekstruderatach uzyskanych z tego surowca. Wzbogacona w hemicelulozę i celulozę frakcja włóknista po procesie ekstruzji wykazała się najwyższym wskaźnikiem absorpcji wody.



Rys. 6. Wskaźnik ekstraktywności (WSI) w wybranych ekstruderatach.

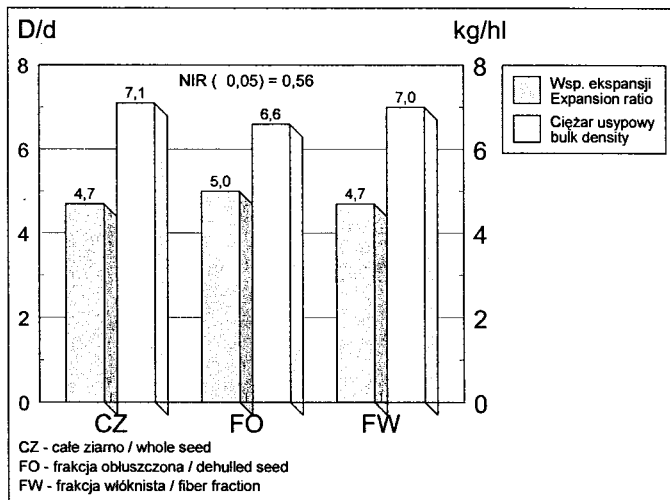
Fig. 6. Water solubility index (WSI) of selected extruderates.

Porównanie wskaźnika ekstraktywności (WSI) uzyskanych z surowca grochowego ekstruderatów, wskazuje na wysoką przydatność frakcji włóknistej (rys. 6). Frakcja ta cechowała się znacznie wyższym wskaźnikiem WSI niż całe nasiona, nasiona obłuszczone i frakcja pośrednia. W przypadku fasoli zróżnicowanie WSI dla poszczególnych frakcji było mniejsze, przy czym najniższą wartość tego wskaźnika zanotowano dla frakcji pośredniej i nasion obłuszczonych (rys. 6).



Rys. 7. Cechy fizyczne ekstruderatów z grochu.

Fig. 7. Physical characteristic of pea extrudates.



Rys. 8. Cechy fizyczne ekstruderatów z fasoli.

Fig. 8. Physical characteristic of bean extrudates.

Cechy fizyczne ekstruderatów z grochu, przedstawione na rys. 7 pokazały, że frakcja włóknista zdecydowanie lepiej nadaje się do procesu ekstruzji niż nasiona pozbawione łuski. Średnica uzyskanych ekstruderatów grochowych z nasion całych i z frakcji włóknistej oraz obliczony dla tych ekstruderatów współczynnik ekspansji, a także ciężar usypowy, były porównywalne i w przypadku tych dwóch ostatnich cech, wyższe niż dla nasion obłuskanych. Ekstruderaty z tych ostatnich charakteryzowały się mniejszą średnicą i bardzo wysokim ciężarem usypowym (13 kg/hl).

W przypadku ekstruderatów fasoli zauważono odwrotną zależność, to znaczy ekstruderaty z obłuskanych nasion fasoli charakteryzowały się nieco większą średnicą i wyższym współczynnikiem ekspansji oraz niższym ciężarem usypowym (rys. 8). Różnice te nie były jednak istotne statystycznie, cechy fizyczne ekstruderatów z wybranych surowców fasolowych były bowiem bardzo zbliżone.

Podsumowanie

Wyniki doświadczeń pokazały, że proces pneumoseparacji różnicuje nie tylko zawartość białka, ale również ilość i skład błonnika uzyskanych frakcji. Z tym wiąże się również zróżnicowanie jakości ekstruderatów uzyskanych z poszczególnych frakcji, mimo zastosowania procesu wstępnej bioobróbki (procesu fermentacji mlekowej) polepszającej cechy funkcjonalne i teksturę oraz właściwości żywieniowe ekstruderatów grochowych i fasolowych [9].

Należy podkreślić, że z zastosowanej frakcji włóknistej otrzymano produkt o właściwościach fizycznych i funkcjonalnych lepszych niż ekstruderatów uzyskanych z innych surowców. Rodzi to nadzieję opracowania ciekawej drogi wykorzystania frakcji niskobiałkowych nasion rodzimych roślin strączkowych, pozostałych po procesie oddzielenia białka i użycia go do innych produktów. Zastosowana technologia stwarza możliwości wykorzystania w żywieniu ludzi, innych niż białko, cennych żywieniowo i zdrowotnie substancji, pochodzących z nasion roślin strączkowych.

LITERATURA

- [1] Anderson R.A., Convey H.F., Pfeifer Y.F.: Gelatinization of corn grits by roll-and extrusion-cooking. *Cereal Sci. Today*, **14**, 1969, 4.
- [2] Andlauer W., Furst P.: Cancer prevention by cereals? ICC Symposium in Detmold 1977.
- [3] Aquilara J.M., Crisafulli E.B., Lusas E.W., Vebersase M.A. Zabik M.E.: Air classification and extrusion of navy bean fractions. *J. Food Sci.*, **49**, 1984, 534.
- [4] Association of Official Analytical Chemists, Official Method of Analysis, 1975, 12th ed: AOAC, Washington DC.
- [5] Avin D., Kim Ch., Maga J.A.: Effect of extrusion variables on the physical characteristics of red bean / *Phaseolus vulgaris*/ flour extrudates. *J. Food Process and Preservation*, **16**, 1992, 327.

- [6] Barampama Z., Simard R.E.: Oligosaccharides, antinutritional factors, and protein digestibility of dry beans as affected by processing. *J. Food Sci.*, **59**, 1994, 833.
- [7] Borejszo Z., Khan K.: Reduction of flatulence-causing sugars by high temperature extrusion of Pinto bean high starch fractions. *J. Food Sci.*, **57**, 1992, 771.
- [8] Colonna P., Galant D., Mercier C.: *Pisum sativum* and *Vicia faba* carbohydrates: Studies of fractions obtained after dry and wet protein extraction process. *J. Food Sci.*, **45**, 1980, 1629.
- [9] Czarnecka M., Czarnecki Z., Nowak J., Roszyk H.: Effect of lactic fermentation of bean and pea seeds on nutritional and functional properties. *Nahrung*, **42**, 1998,
- [10] Czarnecki Z., Gujska E., Khan K.: Enzyme-pretreatment of Pinto bean high protein fraction and time of blending corn meal affects extrudate properties. *J. Food Sci.*, **58**, 1993, 1404.
- [11] Czarnecki Z., Gujska E., Khan K.: Extrusion of Pinto bean high protein fraction pretreated with papain and cellulase enzymes. *J. Food Sci.*, **58**, 1993, 395.
- [12] Duszakiewicz-Reinhard W., Gujska E., Khan K.: Reduction of stachyose in legume flours by lactic acid bacteria. *J. Food Sci.*, **59**, 1994, 115.
- [13] Freund J.E.: Podstawy nowoczesnej statystyki. PWE, W-wa, 1968, 217, 323.
- [14] Jennink J., Cheftel J.C.: Chemical and physico-chemical changes in field bean and soybean proteins texturized by extrusion. *J. Food Sci.*, **44**, 1979, 1322.
- [15] Kozłowska H.: Changes in inositol phosphates in legumes under the influence of selected technological processes. ICC Symposium in Detmold 1997.
- [16] Mościcki L.: Obniżenie wartości użytkowej nasion roślin strączkowych w wyniku twardnienia. *Biul. Inf. Przem. Pasz.*, **1**, 1993, 45.
- [17] Naczek M., Myhara R.M., Shahidi F.: Effects of processing on the oligosaccharides of oilseed and legume protein meals. *Food Chemistry*, **45**, 1992, 193.
- [18] Nowak J., Szabotko K.: Some biochemical changes during soybean and pea tempeh fermentation. *Food Microbiology*, **9**, 1992, 37.
- [19] Sosulski F., Youngs C.G.: Yield and functional properties of air-classified proteins and starch fractions from eight legume flours. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **56**, 1979, 292.
- [20] Van Soest P.J., Mc Queen R.W.: The chemistry and estimation of fibre. *Proc. Nutr. Soc.*, **32**, 1973, 123.
- [21] Vose J.R., Bašterrechen M.J., Gorin P.A.I., Finlayson A.J., Youngs C.G.: Air classification of field peas and horse bean flours: Chemical studies of starch and protein fractions. *Cereal Chem.*, **53**, 1976, 928.
- [22] Zduńczyk Z.: Biologicznie aktywne nieodżywcze składniki żywności (BANS). Przeciętne spożycie i fizjologiczne konsekwencje. Referat plenarny wygłoszony na XXIX Sesji Naukowej KTiChŻ PAN w Olsztynie, 1998.

UTILIZATION OF FRACTIONS OF PEA AND BEAN SEEDS AFTER AIR CLASSIFICATION IN EXTRUDED PRODUCTS

Abstract

Air classification of pea and bean seeds produced high protein and high fibre fractions. High fibre fraction content was more than 20% of whole seeds. After bioconversion of this material by lactic fermentation it was very useful for extrusion. Physical and chemical properties of extrudates produced from high fibre fraction of pea and bean were much better in comparison to extrudates from the whole seeds and dehulled legumes. ☒