

MAŁGORZATA GUMIENNA, MARIA CZARNECKA, ZBIGNIEW CZARNECKI

**ZMIANY ZAWARTOŚCI WYBRANYCH SKŁADNIKÓW ŻYWNOŚCI
W PRODUKTACH OTRZYMANYCH Z NASION ROŚLIN
STRĄCZKOWYCH POD WPLYWEM OBRÓBK
BIOTECHNOLOGICZNEJ**

Streszczenie

Celem pracy była ocena wpływu procesu fermentacji mlekowej nasion niektórych roślin strączkowych na zawartość związków fenolowych, aktywność przeciwutleniającą oraz poziom składników białkowych i węglowodanowych w wytworzonych z nich chrupkach i makaronach. Wśród badanych surowców największą zawartością polifenoli oraz największą aktywnością przeciwutleniającą charakteryzowała się soczewica zielona odpowiednio – 6,0 mg/g s.s., 20,25 mgTx/g s.s i fasola kolorowa – 5,12 mg/g s.s., 19,80 mgTx/g s.s. Proces fermentacji istotnie zmniejszył zawartość związków fenolowych i aktywność przeciwutleniającą we wszystkich analizowanych produktach. Jednak fermentacja mlekowa i następująca po niej obróbka fizyczna surowca (ekstruzja, wyciskanie surowca) spowodowała wzrost strawności składników odżywczych. Najwyższą strawność białka *in vitro* odnotowano po procesie ekstruzji nasion bobu (75,64%).

Słowa kluczowe: fasola czerwona, soczewica zielona, bób, fermentacja mlekowa, ekstruzja, polifenole, aktywność przeciwutleniająca

Wprowadzenie

Związek pomiędzy dietą a zdrowiem człowieka dostrzegany był od bardzo dawna, jednak świadome wykorzystywanie składników żywności w prewencji i leczeniu schorzeń datuje się od pierwszej połowy XX w., tj. od czasu odkrycia witamin i niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania organizmu składników mineralnych. Intensywne badania ostatniego ćwierćwiecza, połączone z obserwacjami grup ludności rzadziej zapadających na choroby cywilizacyjne, wykazały, że żywność oprócz składników odżywczych zawiera szereg substancji nieodżywczych, które mogą działać pro-

filaktycznie, a niekiedy leczniczo w różnych chorobach, nawet tych najgroźniejszych, jak miażdżyca i nowotwory. Kierunek prowadzonych badań zmierza w stronę poznania oddziaływań aktywnych biologicznie składników na organizm człowieka na poziomie molekularnym.

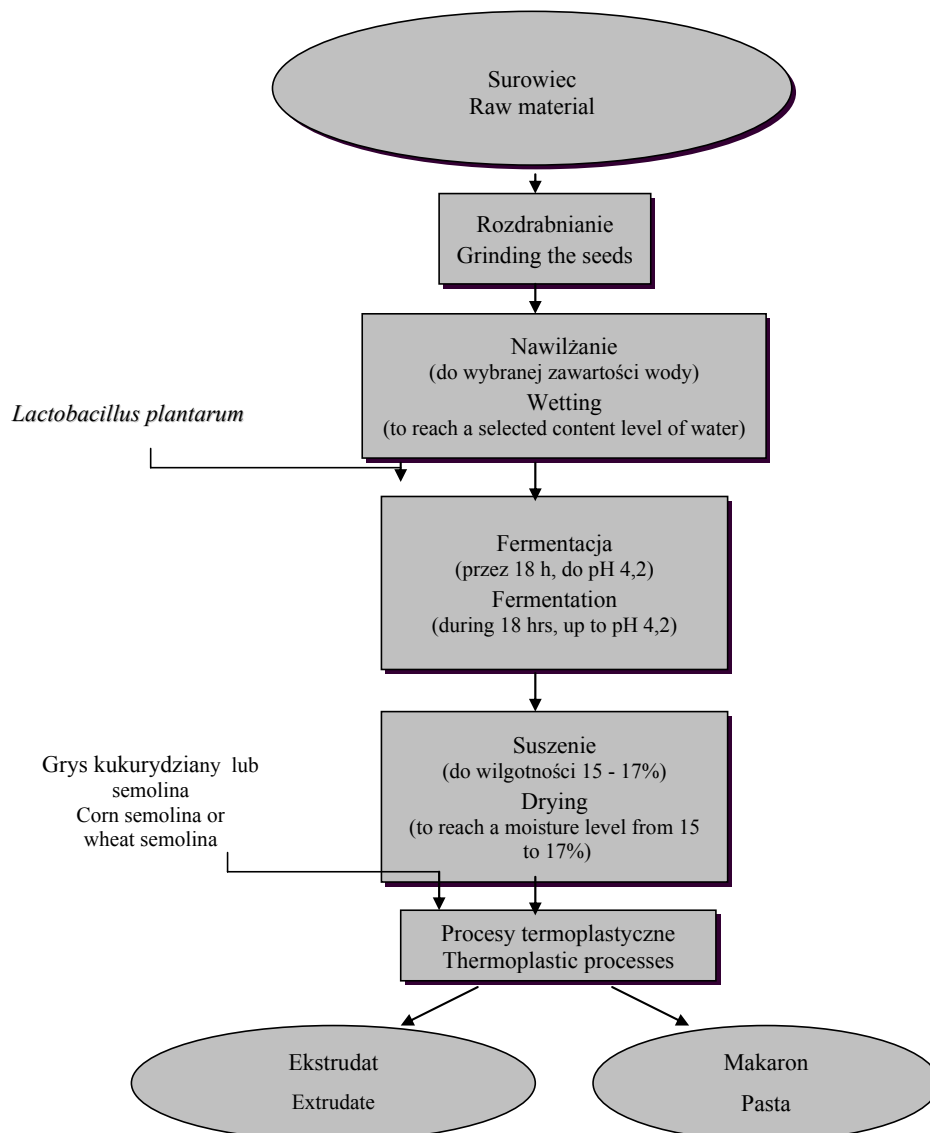
Rośliny strączkowe są bogatym źródłem białka, witamin, węglowodanów, substancji mineralnych, związków biologicznie aktywnych oraz oligosacharydów uważanych przez niektórych badaczy za substancje przeciwodżywcze, charakteryzujące się nadmierną gazotwórczością w przewodzie pokarmowym [14, 15, 18]. Wśród czynników przeciwodżywczych istotne znaczenie mają również inhibitory enzymów, głównie proteaz, takich jak inhibitory trypsyny i chymotrypsyny. Mają one zdolność hamowania aktywności enzymatycznej poprzez tworzenie nieaktywnych kompleksów enzym – inhibitor. Tym samym przyczyniają się do osłabienia metabolizmu, powodując zaburzenia wzrostu lub nieprawidłowy rozwój organów wewnętrznych [2]. Dlatego też, aby zwiększyć strawność tych roślin poddaje się je wielu zabiegom technologicznym. Najczęstszą formą obróbki jest gotowanie, a w warunkach przemysłowych w celu uzyskania szerszego asortymentu produktów z nasion roślin strączkowych stosuje się takie zabiegi, jak np.: moczenie, parowanie, ekstruzję, blanszowanie czy procesy biotechnologiczne (fermentacja), wykorzystujące bakterie kwasu mlekowego lub grzyby strzępkowe. Procesy te w dużym stopniu wpływają na zmniejszenie zawartości oligosacharydów, dając tym samym szansę na lepsze wykorzystanie roślin strączkowych w technologii żywności [5, 6]. Fermentacja, oprócz podniesienia strawności składników odżywczych nasion roślin strączkowych, może powodować również generowanie funkcjonalnych komponentów, takich jak: witaminy, przeciwutleniacze i inne składniki. Sam proces fermentacji z udziałem *Lactobacillus plantarum* i *Leuconostoc mesenteroides* może również zmniejszać toksyczność żywności, co ma miejsce w przypadku produkcji tzw. gari – fermentowanych korzeni kasawy. Jednocześnie przeprowadzony proces fermentacji mlekowej korzeni kasawy wpłynął na zmniejszenie zawartości polifenoli, tanin oraz kwasu fitynowego [1, 17].

Spożycie roślin strączkowych w krajach rozwijających się stale rośnie, w związku z tym uzasadnione wydaje się bardziej szczegółowe poznanie ich składu i właściwości funkcjonalnych. Mogą mieć one bowiem dobroczynne oddziaływanie na organizm człowieka. Ponadto wzrasta zainteresowanie naturalną, mało przetworzoną żywnością. Dlatego, też produkty fermentowane otrzymane z roślin strączkowych mogą być oferowane jako naturalna żywność, atrakcyjna pod względem sensorycznym, jak i funkcjonalnym.

Celem niniejszej pracy była ocena wpływu procesu fermentacji mlekowej nasion wybranych roślin strączkowych na zawartość związków fenolowych, ich aktywność przeciwutleniającą oraz poziom składników odżywczych zawartych w produktach, takich jak chrupki i makaron.

Material i metody badań

Material badawczy stanowiły nasiona roślin strączkowych bobu (*Vicia faba*), odmiany Hangdown Biały, fasoli czerwonej (*Phaseolus vulgaris*) odmiany Red Kidney oraz soczewicy zielonej (*Lens culinaris*). Surowiec zakupiono w handlu detalicznym w 2005 r.



Rys. 1. Schemat obróbki biotechnologicznej nasion roślin strączkowych.

Fig. 1. Diagram of the biotechnological treatment process of leguminous plant seeds.

Nasiona po rozdrobieniu i nawilżeniu do wilgotności około 50% poddawano procesowi fermentacji bakteryjnej (*Lactobacillus plantarum* T-106 – Biolacta, Olsztyn) w temp. 37°C przez 18 godz., a następnie wykonano obróbkę termoplastyczną surowca. Proces ekstruzji prowadzono w ekstruderze jednoślindakowym, typ S-45-Metalchem-Gliwice, makaron wytłaczano w laboratoryjnej tłoczni makaronowej. Parametry procesu ekstruzji dobrano na podstawie badań wykonanych przez Czarnecką i wsp. [5] w modyfikacji własnej. Ekstrudat uzyskiwano ze śruty pofermentacyjnej i grysu kukurydzianego (stosunek 1:1), makarony po zmieszaniu z semoliną w stosunku 1:1 (rys. 1). Makarony otrzymywano wg metody podanej przez Obuchowskiego i wsp. [16].

W surowcu, jak i w gotowym produkcie, oznaczano: ogólną zawartość polifenoli, potencjał przeciwutleniający, zmiany ilościowe składników węglowodanowych i białkowych (białko ogółem oraz strawność białka „*in vitro*”).

Oznaczanie całkowitej zawartości polifenoli wykonywano w ekstraktach z wykorzystaniem reakcji z odczynnikiem fenolowym Folina i Ciocalteu’a wg metody Singletona i Rossiego [22]. Do ekstrakcji używano mieszaniny acetonu i wody w stosunku 70:30 przy jednokrotnej ekstrakcji polifenoli z badanych surowców.

Aktywność przeciwutleniającą oznaczano wobec odczynnika ABTS* (2,2'-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid) według metody opisaną przez Re i wsp. [19]. Aktywność wyrażano w przeliczeniu na mg Troloxu odpowiadającego sile przeciwutleniających właściwości badanego ekstraktu.

Taniny (proantocyjanidyny) oznaczano w reakcji z odczynnikiem wanilinowym [3]. Zawartość tanin w badanym produkcie wyrażano w przeliczeniu na mg katechiny.

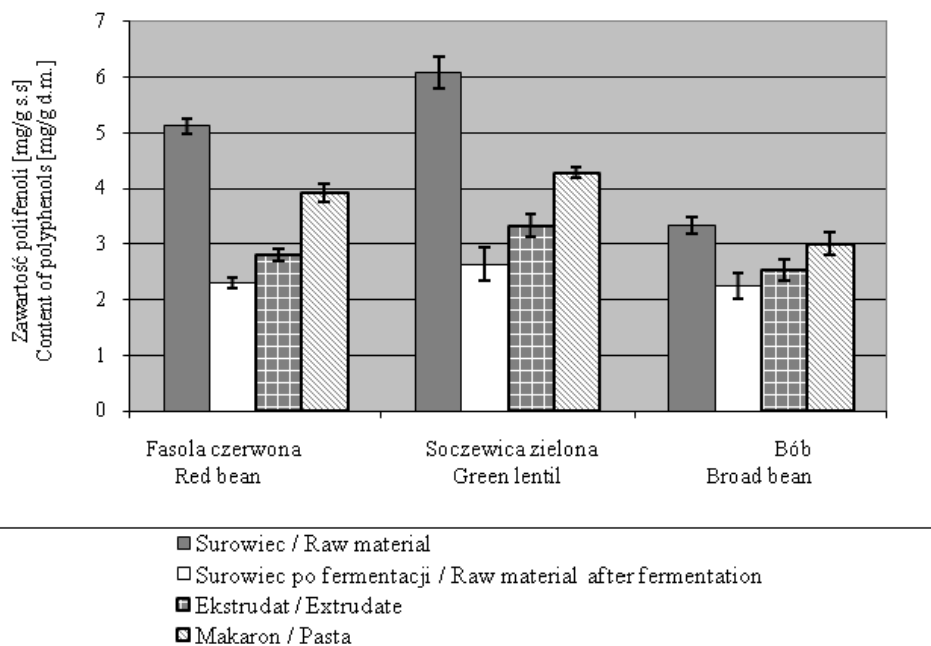
Oznaczanie cukrów redukujących wykonywano metodą Millera [14], białko ogółem oznaczano metodą Kiejdahla (AOCC, Method 46-08) natomiast strawność białka *in vitro* – metodą pepsynowo-pankreatynową wg Saundersa i wsp. [21]. Wszystkie oznaczenia wykonywano w co najmniej trzech powtórzeniach. Obliczono wartości średnie oraz odchylenie standardowe.

Wyniki i dyskusja

W niniejszej pracy do badań nad zmianami związków o charakterze polifenoli wybrano nasiona roślin strączkowych o dużej zawartości zarówno związków fenolowych, jak i wysokim potencjale przeciwutleniającym (rys. 2 i 3). Otrzymane ekstrakty charakteryzowały się zróżnicowaną zawartością polifenoli w zależności od wybranych do badań nasion roślin strączkowych. Największą zawartość polifenoli, jak i aktywność przeciwutleniającą wykazywały ekstrakty otrzymane z soczewicy zielonej. Natomiast największą zawartość tanin niehydrolizujących oznaczono w fasoli czerwonej (rys. 4).

Dokonując wstępnej charakterystyki nasion roślin strączkowych stwierdzono obecność cukrów redukujących na poziomie od 0,78% w fasoli kolorowej do 0,88%

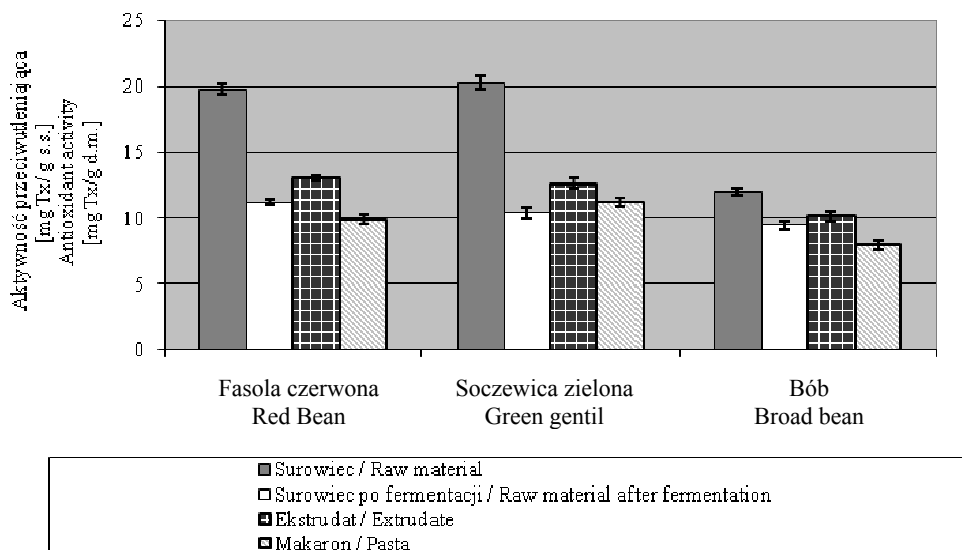
w bobie. Zawartość białka ogółem w suchej masie badanych nasion wahała się w granicach od 25,60% w soczewicy zielonej do 32,65% w bobie (tab. 1 i 2).



Rys. 2. Zawartość sumy polifenoli oznaczona w surowcu i produktach otrzymanych z fasoli czerwonej, soczewicy zielonej i bobu.

Fig. 2. Content of total polyphenols as determined in the raw material and in products produced from red bean, green lentil, and broad bean.

Przeprowadzony proces fermentacji mlekowej surowca wpłynął istotnie na zmniejszenie ogólnej zawartości polifenoli, jak i potencjału przeciwutleniającego otrzymanych półproduktów (rys. 2, 3, 4). Jednocześnie stwierdzono, że zastosowany sposób obróbki plastycznej surowca poddanego wcześniej procesowi fermentacji istotnie wpłynął na zawartość oznaczanych związków, jak również na pojemność przeciwutleniającą analizowanych produktów. Uzyskane ekstrudaty (chrupki), niezależnie od użytego surowca, wykazywały istotnie mniejszą zawartość polifenoli niż otrzymane makarony. Różnica ta jest znaczna zarówno w przypadku fasoli czerwonej, jak i soczewicy zielonej. Z drugiej jednak strony wyższy potencjał przeciwutleniający wykazywały chrupki uzyskane z fasoli czerwonej i bobu. Wyjątek stanowiły produkty otrzymane z soczewicy zielonej. Zastosowana obróbka termoplastyczna nie spowodowała bowiem istotnych zmian aktywności przeciwutleniającej tych produktów (rys. 3).

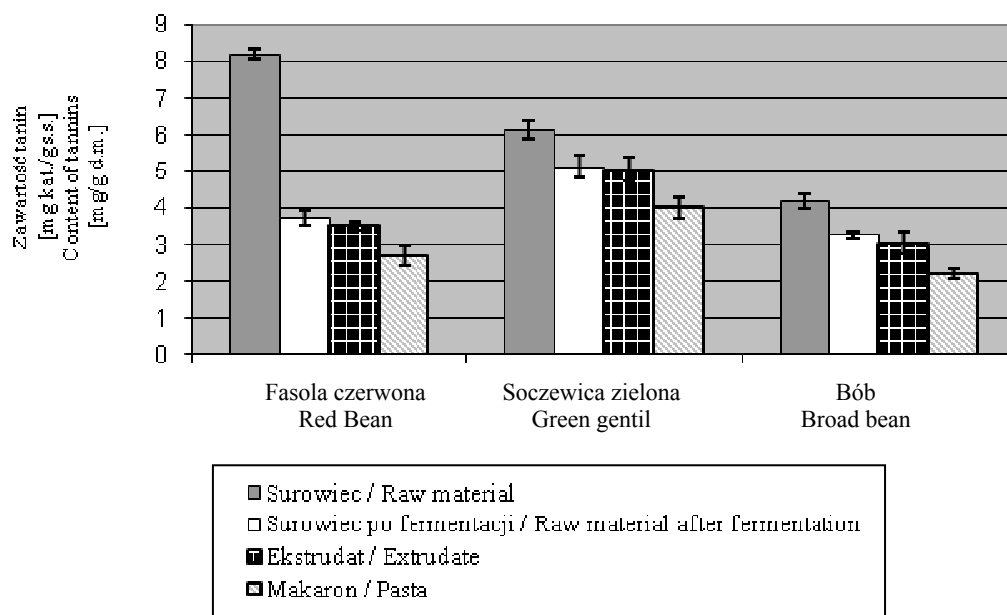


Rys. 3. Aktywność przeciwutleniająca oznaczona w surowcu i produktach otrzymanych z fasoli czerwonej, soczewicy zielonej i bobu.

Fig. 3. Antioxidant activity as determined in the raw material and in products produced from red bean, green lentil, and broad bean.

Zmniejszenie zawartości sumy polifenoli w wyniku przeprowadzonego procesu termicznego (ekstruzji, podczas której temperatura sięgała 160°C) mogło być spowodowane utratą bardziej labilnych związków np. antocyjanów (mniej odpornych na wysoką temperaturę) w procesie przetwarzania. Tezę tę potwierdzają wyniki uzyskane w przypadku makaronów, przy otrzymywaniu których temperatura tłoczenia dochodziła tylko do 60°C, w wyniku czego odnotowano znacznie mniejszy ubytek związków fenolowych niż w przypadku ekstrudatów (rys. 2). Z drugiej jednak strony mimo mniejszej zawartości przeciwutleniaczy ekstrudaty wykazywały wyższy potencjał przeciwutleniający niż makarony (rys. 3). Najprawdopodobniej można to przypisać zmianom zachodzącym w czasie przeprowadzonego procesu ekstruzji. Sam wzrost aktywności przeciwutleniającej może być związany z obecnością związków powstałych w wyniku reakcji Maillarda. W reakcjach tych duży potencjał przeciwutleniający związany jest z melanoidowym brązowaniem, w czasie którego uwalniane są związki o biologicznie aktywnych właściwościach, co w konsekwencji prowadzi do powstania nowych form antyoksydantów - produktów reakcji Maillarda i karmelizacji [11, 12]. Zwiększeniu aktywności przeciwutleniającej ekstrudatów sprzyja także rozkład enzymatyczny białek - wynik aktywności mikrobiologicznej w czasie procesu fermentacji [8, 20]. Uwolnione do środowiska aminokwasy wykazują synergistyczne działanie z przeciwutleniaczami i stanowią dodatkową ochronę produktu. Z tej przyczyny hydro-

lizaty białkowe uzyskane z soi działają synergistycznie z tokoferolem. Produkty hydrolizy składników nasion soi zwiększają potencjał przeciwutleniający poprzez modyfikacje prekursorów, co obserwowano w produktach fermentowanych typu tempeh [9, 10].



Rys. 4. Zawartość tanin oznaczona w surowcu i produktach otrzymanych z fasoli czerwonej, soczewicy zielonej i bobu.

Fig. 4. Content of tannins as determined in the raw material and in products produced from red bean, lentil, and broad bean.

Zawartość tanin (niehydrolizujących) po obróbce biotechnologicznej istotnie uległa zmniejszeniu, przy czym najsilniej oddziaływały na straty tanin procesy gotowania w przypadku makaronu (rys. 4). Najprawdopodobniej zmniejszenie się zawartości tanin jest wynikiem degradacji lub powstania nierozpuszczalnych kompleksów tych związków [2].

Określając wpływ obróbki biotechnologicznej na zawartość cukrów redukujących stwierdzono, że po procesie fermentacji najwyższy wzrost odnotowano w przypadku soczewicy zielonej (tab. 1). Prawdopodobnie wzrost cukrów redukujących po procesie fermentacji spowodowany był zmianami hydrolitycznymi skrobi zawartej w nasionach pod wpływem enzymów pochodzenia bakteryjnego. Natomiast proces ekstruzji surowca, jak i proces jego tłoczenia, spowodował znaczne zmniejszenie zawartości cukrów redukujących w otrzymanych produktach (tab. 1). Zjawisko to tłumaczyć można powstawaniem kompleksów białkowo-węglowodanowych np. w reakcji Maillarda, które istotnie wpływają na oznaczany w tych produktach potencjał przeciwutleniający.

Tabela 1

Zawartość cukrów redukujących w surowcu, półproduktach i produktach gotowych [% s.s].

Content of reducing sugars in raw material, semi-finished products, and ready-made products [% d.m.].

Produkt Product	Fasola czerwona Red bean	Soczewica zielona Green lentil	Bób Broad been
Surowiec Raw material	0,78 ± 0,02	0,86 ± 0,02	0,88 ± 0,02
Surowiec po fermentacji Raw material after fermentation	1,43 ± 0,01	2,39 ± 0,04	1,97 ± 0,02
Ekstrudat Extrudate	0,87 ± 0,01	1,46 ± 0,02	0,95 ± 0,01
Makaron Pasta	1,04 ± 0,01	0,91 ± 0,03	1,23 ± 0,01

Objaśnienia:/ Explanatory notes:

± odchylenie standardowe / standard deviation

Stosowane procesy termoplastyczne nie wpłynęły na zawartość białka ogółem. Fermentacja mlekowa, jak i procesy termiczne, spowodowały natomiast istotny wzrost stopnia strawności białka *in vitro*. Najwyższą strawnością białka charakteryzowały się nasiona bobu (odpowiednio: ekstrudat – 52,02%, makaron – 69,57%), a najmniejszą nasiona fasoli czerwonej (odpowiednio: ekstrudat – 44,27%, makaron – 56,15%) (tab. 2).

Fermentacja, podobnie jak kiełkowanie nasion roślin strączkowych, powoduje wzrost zawartości witamin oraz zmniejszenie stężenia kwasu fitynowego czy gazotwórczych sacharydów (głównie z rodziny rafinozy) [7]. Fermentacja mlekowa nasion grochu i fasoli z zastosowaniem szczepu bakterii *Lactobacillus plantarum* przeprowadzona przez Czarnecką i wsp. [5] potwierdziła znaczne zmniejszenie zawartości cukrów z rodziny rafinozy po 12 godz. fermentacji w temp. 30°C. W nasionach grochu odnotowano redukcję stachiozy o 86%, a werbaskozy o 92%. Przeprowadzone badania wykazały również poprawę strawności białka *in vitro* w przypadku nasion fasoli, co mogło być spowodowane częściową denaturacją białka i obniżeniem pH na skutek fermentacji.

Innym sposobem poprawy strawności białka roślin strączkowych jest obróbka nasion enzymami w połączeniu z obróbką termiczną. Czarnecka i wsp. [4] traktowali wysokobiałkową frakcję otrzymaną w wyniku rozdrobnienia nasion fasoli i grochu enzymami: papainą i celulazą, poddając ją następnie procesowi fermentacji z udziałem bakterii *Lactobacillus casei*. Po procesie fermentacji materiał poddano procesowi ekstruzji z 30% dodatkiem grysu kukurydzianego. W wyniku tych procesów, szczególnie z dodatkiem celulazy uzyskano produkty, w których odnotowano poprawę strawności białka i zmniejszenie ilości oligosacharydów. Podobne tendencje zaobserwowano w niniejszej pracy.

Tabela 2

Zawartość białka ogółem oraz strawność białka w surowcu i produktach gotowych [% s.s].
Content of total protein and digestibility of protein in the raw material and in ready-made products [% d.m.].

Produkt Product	Białko ogółem Total protein		
	Fasola czerwona Red bean	Soczewica zielona Green lentil	Bób Broad bean
Surowiec Raw material	27,67 ± 0,03	25,60 ± 0,14	32,65 ± 0,18
Ekstrudat Extrudate	18,92 ± 0,18	18,72 ± 0,02	21,32 ± 0,01
Makaron Pasta	21,47 ± 0,06	21,19 ± 0,04	24,17 ± 0,06
Strawność białka Digestibility of protein			
Produkt Product	Fasola czerwona Red bean	Soczewica zielona Green lentil	Bób Broad bean
Surowiec Raw material	44,27 ± 0,08	46,81 ± 0,45	54,02 ± 0,37
Ekstrudat Extrudate	68,66 ± 0,28	72,71 ± 0,57	75,64 ± 0,23
Makaron Pasta	56,15 ± 1,79	65,87 ± 0,37	69,87 ± 0,16

Objaśnienia:/ Explanatory notes:

± odchylenie standardowe / standard deviation.

Podsumowując można powiedzieć, że zastosowana obróbka biotechnologiczna stwarza nowe możliwości przetwarzania nasion roślin strączkowych w produkty łatwo strawne dodatkowo zawierające związki aktywne biologicznie.

Wnioski

1. Proces obróbki biotechnologicznej wybranych nasion roślin strączkowych w istotny sposób zmniejszył zawartość związków fenolowych i ich aktywność przeciwutleniającą.
2. Charakter zmian oznaczanych wyróżników w chrupkach i makaronie uzależniony był od rodzaju zastosowanej obróbki termicznej.
3. Zastosowane procesy wpłynęły korzystnie na strawność *in vitro* białka w otrzymanych produktach. Najwyższą strawność *in vitro* odnotowano w przypadku ekstrudatów z bobu – 75,64% s.s.

Praca była prezentowana podczas VIII Konferencji Naukowej nt. „Żywność XXI wieku – Żywność a choroby cywilizacyjne”, Kraków, 21–22 czerwca 2007 r.

Literatura

- [1] Achi O., K.: The potential for upgrading traditional fermented foods through biotechnology. *African J. Biotechnol.*, 2005, **4** (5), 375-380.
- [2] Alonso R., Grant G., Fruhbeck G., Marzo F.: Muscle and liver protein metabolism in rats fed raw or heat-treated pea seeds. *J. Nutr. Biochem.*, 2002, **13**, 611-618.
- [3] Approved methods of the American Association of Cereals Chemists (AACC), 2000.
- [4] Broadhurst R.B., Joanes W.T.: Analysis of condensed tannins using acidified vanillin. *J. Sci. Food Agric.*, 1978, **29**, 788-794.
- [5] Czarnecka M., Czarnecki Z., Nowak J., Roszyk H.: Enzymatyczne i mikrobiologiczne modyfikacje nasin grochu i fasoli jako składników produktów ekstrudowanych. *Rocz. AR Poznań CCLXXXII, Technol. Żywn.*, 1996, **20**, 69-79.
- [6] Czarnecka M., Czarnecki Z., Nowak J., Roszyk H.: Effect of lactic fermentation and extrusion of bean and pea seeds on nutritional and functional properties. *Nahrung*, 1998, **42**, 7-11.
- [7] Czarnecki Z., Czarnecka M., Nowak J., Kiryluk J.: Wykorzystanie wybranych frakcji nasion grochu i fasoli po rozdzieleniu pneumatycznym w produktach ekstrudowanych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2000, **2** (23), 49-58.
- [8] Egonlety M., Aworh O.C.: Effect of soaking, dehulling, cooking and fermentation with *Rhizopus oligosporus* on the oligosaccharides, trypsin inhibitor, phytic acid and tannins of soybean (*Glycine max* Merr.), cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) and groundbean (*Macrotyloma geocarpa* Harms). *J. Food Eng.*, 2003, **56**, 249-254.
- [9] Hag M. E. El., Tinay A. H. El., Yousif N. E.: Effect of fermentation and dehulling on starch, total polyphenols, phytic acid content and in vitro protein digestibility of pearl millet. *Food Chem.*, 2002, **77**, 193-196.
- [10] Kim J.J., Kim S.H., Hahn S.J., Chung I.M.: Changing soybean isoflavone composition and concentrations two different storage conditions over three years. *Food Res. Int.*, 2005, **38**, 435-444.
- [11] Kim S., Yeun D.M., Yeo S.I.: Antioxidative effect of food protein hydrolysates by protease. *Korean J. Food Sci., Technol.*, 1989, **21**, 492-497.
- [12] Maillard M.N., Soun M.H., Bereset C., Bovini P.: Antioxidant activity of barley and malt: relationship with phenolic content. *Lebensm. Wiss. Technol.*, 1996, **35**, 158-164.
- [13] Manzocco L., Calligaris S., Mastrocola D., Nicoli M.C., Lerici C.R.: Effect of non-enzymatic browning and antioxidant capacity in processed food. *Trends Food Sci. Technol.*, 2001, **11**, 340-346.
- [14] Miller G. L.: Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical Chem.*, 1959, **31** (3), 426-428.
- [15] Nowak J.: Effect of pea and soybean extracts on the growth of five *Clostridium* Strains. *Acta Biotechnol.*, 1992, **12** (6), 521-525.
- [16] Nowak J., Szabotko K.: Wpływ homogenizatorów i wyciągów wodnych z grochu i soi na produkcję gazu i wzrost *Clostridium perfringens* pochodzenia jelitowego. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 1992, **25** (2), 203-208.
- [17] Obuchowski W.: Makarony z nietypowych surowców. *Przegl. Zboż. Młyn.*, 1994, **7**, 19-23.
- [18] Oyewole O.B.: Lactic fermented food in Africa and their benefits. *Food Control*, 1997, **8** (5/6), 289-297.
- [19] Porzucek H., Duszkiwicz-Reinhard W., Piecyk M., Klepacka M., Gniewosz M.: Changes of flatulence-causing sugars in legume protein samples by high hydrostatic pressure. *EJPAU, Food Sci. Technol.*, 2002, **2** (5), 1-7.
- [20] Re R., Pellegirini N., Protegente A., Pannala A., Yang M., Rice-Evans C.: Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free radical. Biol. Medicine*, 1999, 1231-1232.

- [21] Sakakibara H., Honda Y., Nakagawa S., Ashida H., Kanazawa K.: Simultaneous determination of all polyphenols in vegetables, fruits and teas. *J. Agric. Food Chem.*, 2003, **51**, 571-581.
- [22] Saunders R.M., Coonor M.A., Booth A.N., Bickoff E.M., Kohler G.O.: Measurement of digestibility of alfalfa protein concentrates by *in vivo* and *in vitro* methods. *J. Nutr.*, 1973, **103**, 530-535.
- [23] Singleton V.L., Rossi J.A.: Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phodphotungstics acid reagents. *Am. J. Etanol. Vitic.*, 1965, **16**, 144-158.

CHANGES IN THE CONTENT OF SOME SELECTED FOOD COMPONENTS IN PRODUCTS PRODUCED FROM LEGUMINOUS PLANT SEEDS OWING TO BIOTECHNOLOGICAL TREATMENT

S u m m a r y

The objective of this research was to assess the effect of lactic fermentation process of some leguminous plant seeds on the content of phenolic compounds, antioxidant activity, and levels of protein and carbohydrate components in chips and pastas manufactured from those seeds. Among the raw materials studied, green lentil and red bean had the highest content of polyphenols and the highest antioxidant activity: 6.0 mg/g d.m and 20.25 mg Tx/g d.m, and 5.12 mg/g d.m., 19.60 mgTx/g d.m, respectively. The process of fermentation significantly decreased both the content of phenolic compounds and the antioxidant activity in all the products analyzed. However, the lactic fermentation process and the subsequent physical treatment of raw material (extrusion, pressing the raw material) caused the digestibility rate of nutrient components to increase. The highest digestibility of protein *in vitro* was recorded after the extrusion process of broad bean (75.64%).

Key words: red bean, green lentil, broad bean, lactic fermentation, extrusion, polyphenols, antioxidant activity ☒