

MARIAN REMISZEWSKI, MAŁGORZATA KULCZAK,
KRZYSZTOF PRZYGOŃSKI, EUGENIUSZ KORBAS, MARIA JEŻEWSKA

WPLYW EKSTRUZJI NA AKTYWNOŚĆ PRZECIWUTLENIAJĄCĄ NASION WYBRANYCH ROŚLIN STRĄCZKOWYCH

Streszczenie

Celem pracy była ocena wpływu ekstruzji na aktywność przeciwutleniającą suchych nasion roślin strączkowych.

Badano całkowitą zawartość polifenoli i aktywność przeciwutleniającą nasion wybranych odmian: grochu Ramrod (*Pisum sativum* L.), fasoli białej Jaś Karłowy i kolorowej Red Kidney (*Phaseolus vulgaris* L.) przed i po procesie ich ekstruzji.

Najwyższą zawartość polifenoli oraz aktywność przeciwutleniającą stwierdzono zarówno w nasionach, jak i ekstrudatach z fasoli kolorowej 'Red Kidney'. W ekstrudatach z tej fasoli zawartość związków fenolowych uległa zmniejszeniu o około 20%, a aktywność przeciwutleniająca mierzona metodami z DPPH i ABTS była niższa odpowiednio o 21 i 25% w stosunku do surowca wyjściowego.

Całkowita zawartość polifenoli i aktywność przeciwutleniająca suchych nasion fasol białej i grochu była 5-8 razy niższa w porównaniu z fasolą kolorową, a jednocześnie proces ich ekstruzji nie wpłynął na poziom badanych parametrów w uzyskanych ekstrudatach.

Stwierdzono, że fasola kolorowa i jej ekstrudaty są lepszym źródłem przeciwutleniaczy i wykazują wyższą aktywność przeciwutleniającą niż groch i fasola biała.

Słowa kluczowe: polifenole, aktywność przeciwutleniająca, nasiona grochu, nasiona fasoli, ekstruzja

Wprowadzenie

Suche nasiona roślin strączkowych stanowią bogate źródło podstawowych składników odżywczych, a także bioaktywnych składników nieodżywczych, wśród których znajdują się m.in. polifenole, wykazujące własności przeciwutleniające, istotne w profilaktyce wielu chorób cywilizacyjnych [4, 19].

Charakterystyczną cechą suchych nasion roślin strączkowych jest to, że w przeciwieństwie do większości warzyw, wymagają one odpowiedniego hydrotermicznego

przygotowania w celu uzyskania produktu nadającego się do spożycia. Wpływa to istotnie na poziom zawartych w nich związków bioaktywnych, bowiem w czasie każdej obróbki technologicznej zachodzą zmiany chemiczne, prowadzące do zwiększenia lub obniżenia aktywności biologicznej przeciwutleniaczy, w tym również polifenoli [2, 3, 14, 21]. Korzystny lub niekorzystny wpływ obróbki technologicznej uzależniony jest od jej rodzaju. Liczne badania wskazują na znaczne zmniejszenie aktywności przeciwutleniającej różnych produktów pod wpływem drastycznych zabiegów termicznych i hydrotermicznych, takich jak: sterylizacja, ekstruzja, długotrwałe gotowanie, smażenie, pieczenie i in. [2, 3, 8, 11, 12].

Niewiele jest prac oceniających zawartość i aktywność przeciwutleniającą polifenoli w krajowych nasionach roślin strączkowych – suchych i przetworzonych, a te które są, dotyczą głównie badań ich okryw nasiennych [6, 7, 10, 17, 18, 20].

Celem niniejszej pracy było określenie zmian aktywności przeciwutleniającej w nasionach wybranych krajowych odmian grochu, fasoli białej i kolorowej pod wpływem ich instancjacji w procesie ekstruzji.

Material i metody badań

Do badań wybrano trzy krajowe odmiany nasion grochu, fasoli białej i kolorowej o najwyższej aktywności przeciwutleniającej (wybór spośród 4 odmian grochu i 11 odmian fasoli dostępnych w ofercie rynkowej – badania własne autorów). Surowce zakupiono w sieci handlu detalicznego (fasole) i w Stacji Hodowli Roślin Szelejewo Sp. z o.o. (groch).

Nasiona grochu ‘Ramrod’, fasoli białej ‘Jaś Karłowy’ i fasoli kolorowej ‘Red Kidney’ rozdrabniano (młyn młotkowo-bijakowy, wielkość cząstek 4-5 mm), nawilżano wodą do około 20%, kondycjonowano w ciągu 1godz., a następnie poddawano procesowi ekstruzji w ekstruderze jednoślindakowym S-45 Metalchem (Gliwice) w następujących warunkach: temperatura - 130-140/160-165/170°C w poszczególnych sekcjach, obroty ślimaka - 110 – 120 obr./min. Uzyskany ekstrudat mielono na mąkę w młynku młotkowym (wielkość cząstek $\leq 0,3$ mm). Obróbkę technologiczną prowadzono na 2-kilogramowych próbach surowców w Zakładzie Doświadczalnym Oddziału Koncentratów IBPRS. Badania wykonano w 3 powtórzeniach.

W próbach nasion suchych i po ekstruzji oznaczano:

- zawartość sumy polifenoli (w przeliczeniu na kwas galusowy) z wykorzystaniem reakcji z odczynnikami fenolowym Folina i Ciocalteu’a według Singletona i Rosiego [16],
- aktywność przeciwutleniającą (w przeliczeniu na Trolox) wobec odczynnika ABTS według Re i wsp. [15] i wobec odczynnika DPPH według Nuutila i wsp. [13] oraz Chu i wsp. [5].

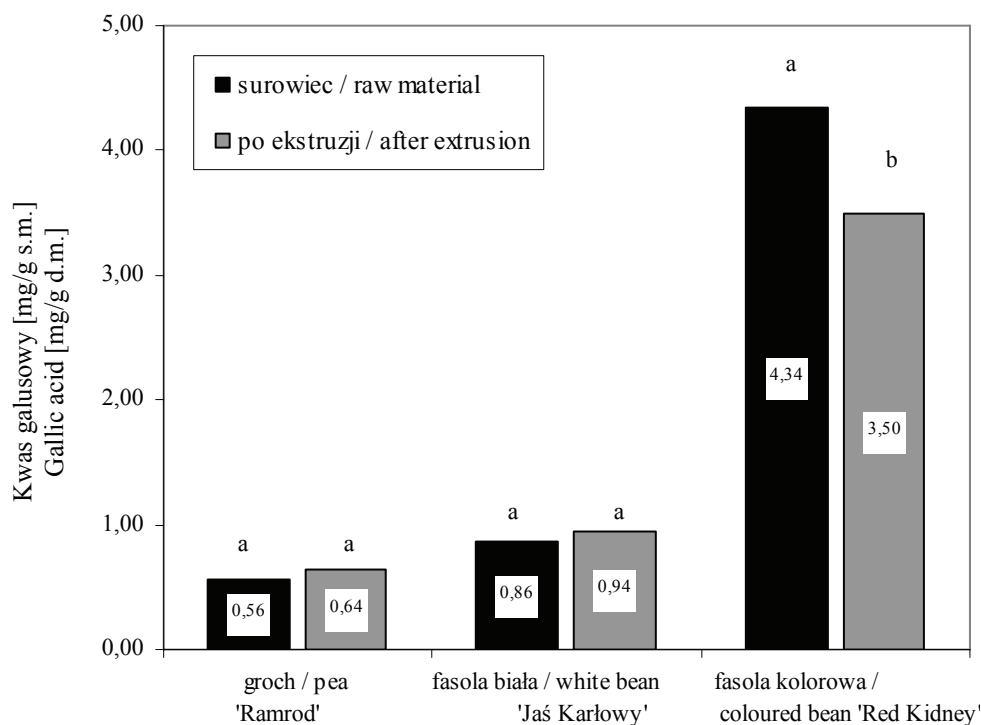
Związki fenolowe ekstrahowano, wytrząsając 1g zmielonej na mąkę próby (wielkość cząstek $\leq 0,3$ mm) z 10 ml 70% (v/v) wodnego roztworu acetonu w temp. 20°C (ekstrakcja jednokrotna).

Oznaczenia wykonywano w 2 powtórzeniach.

Analizę statystyczną wyników przeprowadzono testem t-Studenta na poziomie istotności $p < 0,05$ (program Statistica 5.0).

Wyniki i analiza

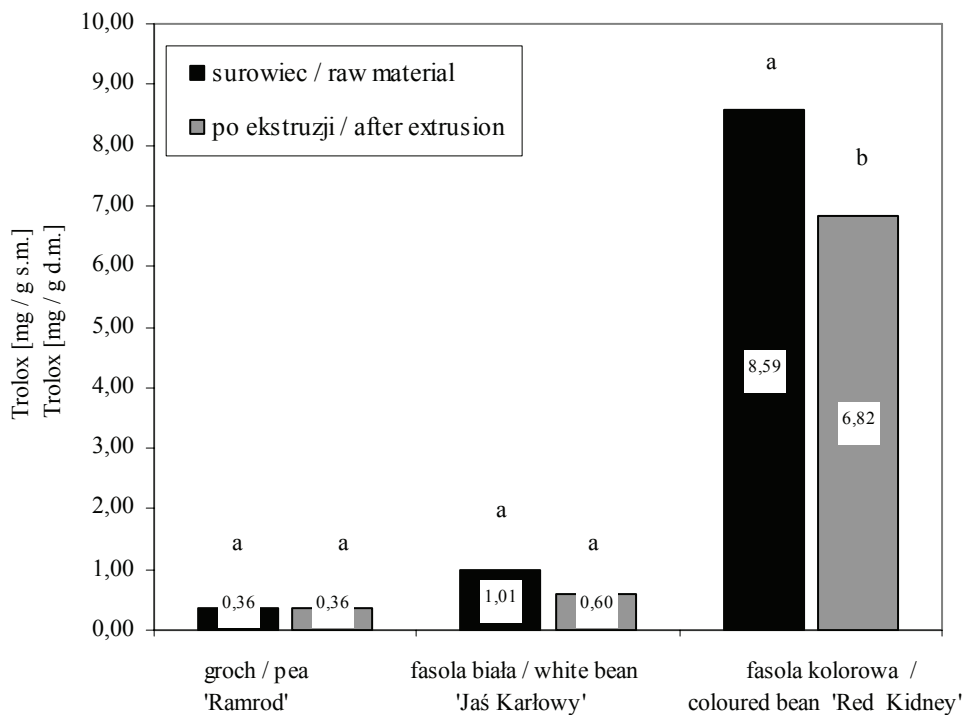
Badane krajowe odmiany grochu, fasoli białej i kolorowej charakteryzowały się zróżnicowaną zawartością polifenoli - najwyższą zawartość polifenoli - 4,34 mg kwasu galusowego/g suchej substancji wykazywały suche nasiona fasoli kolorowej 'Red Kidney', podczas gdy zawartość związków fenolowych (w przeliczeniu na kwas galusowy) w fasoli białej była 5-krotnie, a w grochu 8-krotnie niższa (rys. 1).



Rys. 1. Zmiany zawartości polifenoli w wybranych odmianach suchych nasion grochu i fasoli pod wpływem ich ekstruzji (a, b – różnice statystycznie istotne przy $p < 0,05$).

Fig. 1. Effect of extrusion on changes of polyphenols' content in selected varieties of pea and beans (a, b – statistically significant differences at $p < 0,05$).

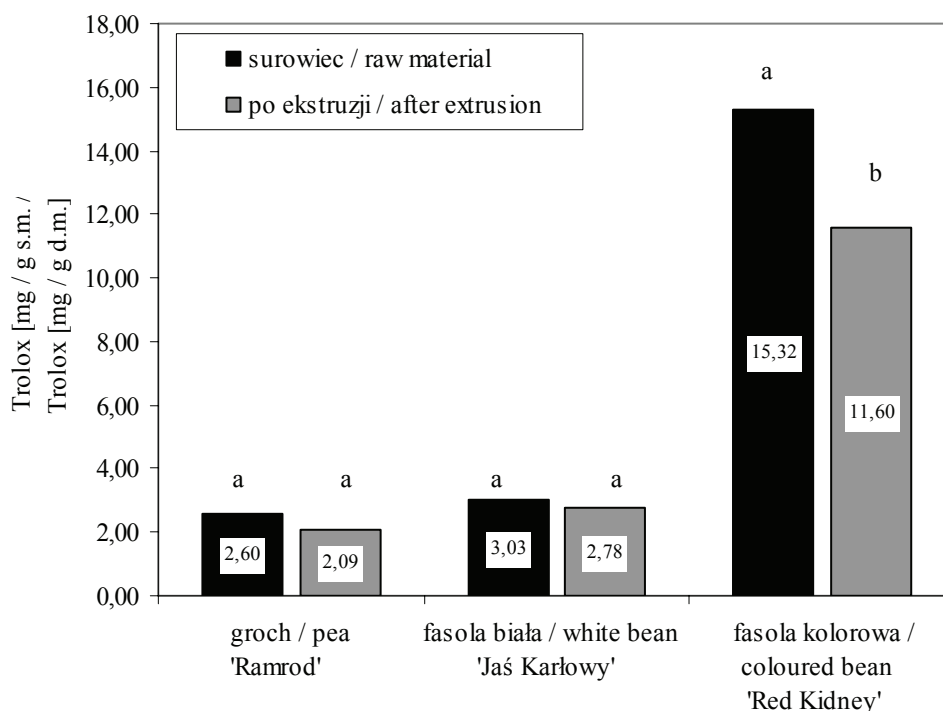
Ekstruzja fasoli 'Red Kidney' spowodowała 20-procentowe, statystycznie istotne zmniejszenie zawartości polifenoli w otrzymanej mące instant w stosunku do surowca wyjściowego. W grochu 'Ramrod' zawartość polifenoli po ekstruzji wzrosła o ok. 14% ($p > 0,05$), natomiast w fasoli białej 'Jaś Karłowcy' pozostała bez zmian. Znacznie wyższe straty polifenoli notowali w swych badaniach Alonso i wsp. [1, 2]. Stwierdzili oni, że ubytek polifenoli podczas ekstruzji różnych odmian grochu (Renata, Solara i Ballet) wynosił od 33 do 54% [1], a w przypadku fasoli czerwonej *Athropurpurea* - sięgał ok. 46% [2]. Mogło to być związane zarówno z odmianą badanych nasion roślin strączkowych, jak i odmiennymi parametrami zastosowanego procesu ekstruzji. Także w badaniach Korusa i wsp. [9], prowadzonych na odmianach fasoli kolorowej Nigeria i Augusta, straty polifenoli powstałe w wyniku procesu ekstruzji wynosiły od 21 do 34%, co zdaniem autorów spowodowane było różnymi warunkami temperaturowymi zastosowanych procesów ekstruzji i różną wilgotnością surowców.



Rys. 2. Zmiany aktywności przeciwutleniającej mierzonej metodą z DPPH w wybranych odmianach suchych nasion grochu i fasoli pod wpływem ekstruzji (a, b – różnice statystycznie istotne przy $p < 0,05$).

Fig. 2. Effect of extrusion on changes of antioxidant activity measured by DPPH method in selected varieties of pea and beans (a,b – statistically significant differences at $p < 0,05$).

Wyniki pomiaru aktywności przeciwutleniającej wskazują, że najwyższą zdolność wiązania wolnych rodników wykazywała fasola kolorowa 'Red Kidney', zarówno wobec odczynnika DPPH (8,6 mg Troloxu/g s.s.) jak i ABTS (15,3 mg Troloxu/g s.s.). W procesie ekstruzji aktywność przeciwutleniająca fasoli 'Red Kidney', oznaczana ww. metodami, uległa obniżeniu odpowiednio o ok. 21 i 25%, co mogło być spowodowane rozkładem podczas ekstruzji mniej odpornych na działanie wysokiej temperatury antocyjanów. Obniżenie aktywności przeciwutleniającej w procesie ekstruzji fasoli kolorowej wykazali też Korus i wsp. [9]. Suche nasiona grochu 'Ramrod' i fasoli białej 'Jaś Karłowy' charakteryzowały się znacznie niższą zdolnością wygaszania rodników DPPH i ABTS. Proces ekstruzji, zarówno w przypadku badanego grochu, jak i fasoli białej, wpływał w nieznacznym stopniu na obniżenie aktywności przeciwutleniającej otrzymanych mąk instant (rys. 2 i 3).



Rys. 3. Zmiany aktywności przeciwutleniającej mierzonej metodą z ABTS w wybranych odmianach suchych nasion grochu i fasoli pod wpływem ekstruzji (a, b – różnice statystycznie istotne przy $p < 0,05$).

Fig. 3. Effect of extrusion on changes of antioxidant activity measured by ABTS method in selected varieties of pea and beans (a,b – statistically significant differences at $p < 0,05$).

Fasola 'Red Kidney' i uzyskana z niej w procesie ekstruzji mąka instant wykazywała znacznie lepsze właściwości przeciwutleniające niż groch i fasola biała oraz ich przetwory.

Wnioski

1. Spośród badanych odmian fasoli i grochu najwyższą zawartością polifenoli oraz aktywnością przeciwutleniającą, charakteryzowała się fasola kolorowa 'Red Kidney'.
2. Proces ekstruzji fasoli 'Red Kidney' spowodował zmniejszenie zawartości polifenoli i aktywności przeciwutleniającej, mierzonej metodami z DPPH i ABTS, odpowiednio o 20, 21 i 25%.
3. Nasiona fasoli 'Jaś Karłowy' i grochu 'Ramrod' wykazywały niższą zawartość polifenoli i aktywność przeciwutleniającą, w porównaniu z nasionami fasoli 'Red Kidney' i otrzymaną z niej mąką instant.
4. Proces ekstruzji sprzyjał zachowaniu zawartości polifenoli i aktywności przeciwutleniającej związków fenolowych w fasoli 'Jaś Karłowy' i grochu 'Ramrod' na poziomie zbliżonym do surowców.

Praca naukowa finansowana ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego w latach 2004-2006, jako projekt badawczy zamawiany PBZ-KBN-094/P06/2003. Praca była prezentowana podczas XXXVII Ogólnopolskiej Sesji Komitetu Nauk o Żywności PAN, Gdynia, 26 – 27.IX.2006

Literatura

- [1] Alonso R., Orúe E., Marzo F.: Effects of extrusion and conventional processing methods on protein and antinutritional factor contents in pea seeds. *Food Chem.*, 1998, **63**, 505-512.
- [2] Alonso R., Aguirre A., Marzo F.: Effects of extrusion and traditional processing methods on antinutrients and *in vitro* digestibility of protein and starch in faba and kidney beans. *Food Chem.*, 2000, **68** (2), 159-165.
- [3] Alonso R., Grant G., Dewey P., Marzo F.: Nutritional assessment *in vitro* and *in vivo* of raw and extruded Peas (*Pisum sativum* L.). *J. Agric. Food Chem.*, 2000, **48**, 2286-2290.
- [4] Champ M.M.-J.: Non-nutrient bioactive substances of pulses. *Br. J. Nutr.*, 2002, **88**, Suppl. 3, S307-S319.
- [5] Chu Y.H., Chang C.L., Hsu H.F.: Flavonoid content of several vegetables and their antioxidant activity. *J. Sci. Food Agric.*, 2000, **80**, 561-566.
- [6] Drużyńska B., Klepacka M.: Właściwości przeciwutleniające preparatów polifenoli otrzymanych z okrywy nasiennej fasoli czarnej, różowej i białej (*Phaseolus*). *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2004, **4**(41), 69-78.
- [7] Drużyńska B.: Polyphenolic compounds of bean seed coats *Phaseolus vulgaris* L. and their antioxidant properties. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2002, **11/52**, **4**, 35-39.
- [8] Gil M. I., Ferreres F., Tomas-Barberan F. A.: Effect of postharvest storage and processing on the antioxidant constituents (flavonoids and vitamin C) of fresh-cut spinach. *J. Agric. Food Chem.*, 1999, **47**, 2213-2217.

- [9] Korus J., Gumul D., Gibiński M.: Wpływ ekstruzji na zawartość polifenoli i aktywność przeciwutleniającą nasion fasoli zwyczajnej (*Phaseolus vulgaris* L.). *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2006, **2** (47), 102-111.
- [10] Mikołajczak A., Drużyńska B.: Antyoksydacyjne właściwości polifenoli okryw nasiennych fasoli kolorowej. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 1999, **3** (20) Suppl., 112-117.
- [11] Mościcki L.: Zmiany właściwości fizykochemicznych surowców roślinnych poddawanych procesowi ekstruzji. Cz.1 Fizykochemiczne zmiany ekstrudatów. *Przeł. Zboż.-Młyn.*, 2002, **6**, 27-29.
- [12] Price K. R., Colquhoun I. J., Barnes K.A., Rhodes M. J. C.: Composition and content of flavonol glycosides in green beans and their fate during processing. *J. Agric. Food Chem.*, 1998, **46**, 4898-4903.
- [13] Nuutila A. M., Puupponen-Pimia R., Aarni M., Oksman-Caldentey K. M.: Comparison of antioxidant activities of onion and garlic extracts by inhibition of lipid peroxidation and radical scavenging activity. *Food Chem.*, 2003, **81**, 485-493.
- [14] Remiszewski M., Kulczak M., Przygoński K., Korbas E., Jeżewska M.: Zmiany aktywności antyoksydacyjnej nasion wybranych roślin strączkowych podczas ich obróbki technologicznej. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2006, **39** Suppl., 503 -507.
- [15] Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M., Rice-Evans C.: Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology And Medicine.*, 1999, **26**, 1231-1237.
- [16] Singleton V. L., Rossi J. A. jr.: Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Vitic.*, 1965, **16**, 144 – 158.
- [17] Troszyńska A., Bednarska A., Łatosz A., Kozłowska H.: Polyphenolic compounds in the seed coat of legume seeds. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 1997, **6**(47), **3**, 37-45.
- [18] Troszyńska A., Bałasińska B.: Antioxidant activity of crude tannins of pea (*Pisum sativum* L.) seed coat and their hypocholesterolemic effect in rats. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2002, **11**(52), **3**, 33-38.
- [19] Wilska-Jeszka J.: Inne naturalne składniki żywności. W: *Funkcjonalne właściwości składników żywności – pod red. Z. E. Sikorskiego*, WNT, Warszawa 1994, s. 461-482.
- [20] Wilska-Jeszka J., Stasiak A.: Polyphenol compounds in grain legumes. In: *Bioactive substances in Food of Plant Origin - pod red. H. Kozłowskiej i in.*, Centrum Agrotechnologii i Weterynarii, PAN, Olsztyn 1994, vol.1, s. 126-130.
- [21] Zduńczyk Z., Godycka I., Frejnagel S., Krefft B., Juśkiewicz J., Milczak M.: Nutritional value of lentil seeds (*Lens culinaris*) as compared with beans and peas. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 1993, 2/43, **3**, 73-81.

EFFECT OF EXTRUSION ON ANTIOXIDANT ACTIVITY OF SELECTED LEGUME SEEDS

S u m m a r y

The aim of the study was to estimate the effect of extrusion on antioxidant properties of dry seeds of legume plants.

The content of total polyphenols and antioxidant activity in seeds of selected varieties of pea, white and coloured beans were investigated before and after their extrusion. The highest content of polyphenols and antioxidant activity was noted in coloured bean Red Kidney, both in the seeds and in the extrudates. In the extrudates obtained from this variety of bean the content of phenolic compounds decreased by 20% and antioxidant activity measured by DPPH and ABTS methods was lower 21 i 25% respectively, in relation to the raw material.

The total content of polyphenols and antioxidant in dry seeds of white bean and pea was 5-8-times lower, compared to coloured bean, and yet extrusion of them had no effect on antioxidant properties of obtained extrudates.

The results showed the coloured bean and its extrudates are a better source of antioxidants and antioxidant activity than pea and white bean.

Key words: polyphenols, antioxidant activity, pea seeds, bean seeds, extrusion ☒